

# 土木研究所資料

第1124号

## 別大国道道路護岸水理模型実験報告書(Ⅲ)

昭和 51 年 3 月

建設省土木研究所

# 別大国道道路護岸水理模型実験報告書(Ⅲ)

河川部 海岸研究室

室 長 橋 本 宏  
川 村 公 一

## 目 次

|                            |    |
|----------------------------|----|
| ま え が き                    |    |
| 第1章 実験対象地点の自然条件 .....      | 2  |
| 第2章 計画諸元 .....             | 8  |
| 第3章 急深部における護岸構造 .....      | 11 |
| 3.1 多孔式ケーソン .....          | 11 |
| 3.2 直立消波ブロック .....         | 11 |
| 3.3 栈 橋 .....              | 11 |
| 第4章 急深部における護岸構造の模型実験 ..... | 13 |
| 4.1 実験目的 .....             | 13 |
| 4.2 実験条件 .....             | 13 |
| 4.3 護岸模型 .....             | 14 |
| 4.4 実験に使用した機械・器具 .....     | 17 |
| 4.5 実験方法 .....             | 17 |
| 4.6 相 似 則 .....            | 20 |
| 第5章 実験結果と各護岸の水理的特性 .....   | 23 |
| 5.1 多孔式ケーソン .....          | 23 |
| 5.2 直立消波ブロック .....         | 34 |
| 5.3 栈 橋 .....              | 38 |
| 5.4 各護岸構造の水理的特性の比較 .....   | 54 |
| 第6章 栈橋案の移動床模型実験 .....      | 57 |
| 6.1 実験目的 .....             | 57 |
| 6.2 実験条件 .....             | 57 |
| 6.3 実験に使用した機械・器具 .....     | 57 |
| 6.4 実験方法 .....             | 57 |
| 6.5 実験結果 .....             | 58 |
| 第7章 ま と め .....            | 66 |
| 第8章 実験資料 .....             | 69 |
| 8.1 実験資料一覧表 .....          | 72 |

## 図 目 次

|                                                              |         |
|--------------------------------------------------------------|---------|
| 1. 実験対象地点の平面図 .....                                          | 5       |
| 2. 地質柱状図 .....                                               | 7       |
| 3. 各地点における屈折係数(a)~(b) .....                                  | 10      |
| 4. 多孔式ケーソンの護岸断面図 .....                                       | 11      |
| 5. 直立消波ブロックの護岸断面図 .....                                      | 12      |
| 6. 栈橋の護岸断面図 .....                                            | 12      |
| 7. 多孔式ケーソン模型の一般図 .....                                       | 14      |
| 8. 栈橋模型の一般図 .....                                            | 18      |
| 9. 実験水路の概要 .....                                             | 18      |
| 10. 多孔面積比と反射率の関係 .....                                       | 25      |
| 11 ~ 14. 多孔式ケーソンの波高と打上高の関係 (a) ~ (d) .....                   | 26      |
| 15 ~ 17. 多孔式ケーソンの波高と揚圧力の関係 (a) ~ (c) .....                   | 29      |
| 18 ~ 24. 多孔式ケーソンの波高と波圧の関係 (a) ~ (g) .....                    | 31 ~ 32 |
| 25 ~ 25. 多孔式ケーソン前面の波の運動 .....                                | 34      |
| 26 ~ 29. 直立消波ブロックの波高と打上高の関係 (a) ~ (d) .....                  | 35 ~ 36 |
| 30 ~ 36. 栈橋の波高と打上高の関係 (a) ~ (g) .....                        | 39 ~ 40 |
| 37 ~ 42. 栈橋の波高と揚圧力の関係 (a) ~ (f) .....                        | 41 ~ 42 |
| 43 ~ 56. 栈橋の局所的な揚圧力 (a) ~ (n) .....                          | 46 ~ 49 |
| 57. 波力測定方法 .....                                             | 50      |
| 58 ~ 63. 栈橋の橋柱 (カーテンウォール) に作用する水平力 (a) ~ (f) .....           | 51 ~ 52 |
| 64 ~ 66. 実験記録紙のデータ (a) ~ (c) .....                           | 53 ~ 54 |
| 67. 実験に使用したデータ (a) ~ (c) .....                               | 57      |
| 68 ~ 69. 海底の時間変化 (ケース I) (a) ~ (c), (ケース II) (a) ~ (d) ..... | 59 ~ 62 |
| 70. 護岸前面の洗掘深と時間の関係 (実験値) (a) ~ (b) .....                     | 62 ~ 63 |
| 71. ピアの洗掘と時間の関係 (a) ~ (b) .....                              | 64      |

## 表 目 次

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1. 実験対象地点の海底勾配と地盤高 ..... | 2  |
| 2. 別府湾の波浪推算 .....        | 9  |
| 3. 実験ケース一覧表 .....        | 24 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 4. 多孔式ケーソンの平均揚圧力と局所的揚圧力の関係 ..... | 33 |
| 5. 栈橋の平均揚圧力と最大揚圧力の関係 .....       | 44 |
| 6. 実験資料一覧表 .....                 | 72 |

## 写 真 目 次

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 1. 実験対象地点の航空写真 .....                                         | 4  |
| 2. 多孔式ケーソンの模型（正面） .....                                      | 15 |
| 3.        "               （側面） .....                         | 15 |
| 4. SWAC .....                                                | 15 |
| 5. クロスフォローブロック .....                                         | 15 |
| 6. クロスフォローケーソン .....                                         | 16 |
| 7.～9. 直立消波ブロック護岸の模型（SWAC, クロスフォローブロック,<br>クロスフォローケーソン） ..... | 16 |
| 10～12. 栈橋の模型（ブロックとカーテンウォール, ブロック, 栈橋のみ） .....                | 19 |
| 13. 亀甲ブロック .....                                             | 19 |
| 14. 波力測定装置 .....                                             | 20 |
| 15. 多孔式ケーソンの実験写真 .....                                       | 28 |
| 16. 直立消波ブロックの実験写真(a)～(c) .....                               | 37 |
| 17. 栈橋の実験写真(a)～(d) .....                                     | 43 |
| 18. 栈橋護岸の圧入空気の吹出し（カーテンウォール） .....                            | 44 |
| 19. 栈橋案の移動床模型実験 .....                                        | 63 |

## ま え が き

別府・大分間の海岸に沿う国道10号線は、交通量の増加により、道路を拡幅して交通容量を増大することが望まれており、現在拡幅計画がある。しかし、この拡幅は地形的制約により、その建設用地は海側に求めなければならない。海岸を埋立てて道路を拡幅する場合には越波などの波浪の影響について十分検討をしておく必要がある。この模型実験は九州地方建設局大分工事事務所の依頼によって、道路護岸の水理的特性を明らかにするために行ったものである。

過去2年間、比較的水深の浅い区間を対象として、扶壁式擁壁とその護岸前面に異形消波ブロックを消波堤とする法面消波護岸タイプのものについて、海岸から道路へ、護岸を越えてくる波、すなわち越波量が、護岸背後を人が歩行し、又、自動車が走行しても安全であろう許容越波量  $2 \times 10^{-4} \text{ m/m} \cdot \text{sec}$  以下となる護岸構造について検討し、一応の成果を得ている。これによれば、護岸の越波量は、入射波が堤防前面で砕波する条件のとき最大となる。消波工による越波量の減少はかなりあるものの、護岸の高さの低い場合には、消波工の天端幅を大きくするよりも護岸の天端を高くした方が有利であると考えられる。又、同時に、各種消波ブロックの効果、越波の水平飛散分布についても検討した。

一方、護岸設置水深の深い場合には、前述の法面消波護岸タイプのものでは、その断面が大きくなり、経済性・施工性等で不利となり、他の構造の護岸が考えられる。この護岸構造は、波による特性によって水理的要素も種々変化するので、これを知ることなしには、護岸断面の設計を行うことは出来ない。現在計画されている護岸構造は、多孔式ケーソン、直立消波ブロック、栈橋の3案が検討されているが、これらの構造物の越波量、揚圧力、波圧、波力等の水理的要素の検討を行った。

なお、計画諸元も過去2年間検討を行ってきたが、今回も特に計画波高については更に詳細な検討を行った。護岸設置水深の浅い場合の法面消波護岸タイプ、別府湾の自然条件、計画諸元の詳細については土木研究所発刊の土木研究所資料第915号、第986号を参照にされたい。

## 第1章 実験対象地点の自然条件

別府・大分間の国道10号線を拡幅する計画があり、その拡幅は海岸を埋立その前面に護岸擁壁を造り護岸の前面に消波ブロックを設置するもの、橋梁案等がある。別府・大分間の国道10号線は延長7 kmあり、その間の5,920 mが海岸を埋立て拡幅する計画になっている。

本水理模型実験の対象地点は、比較的水深の深い測点番号でNo 33～No 86 までの延長1,060 mの区間である。この実験対象地点の平面図を図-1に示した。又、写真-1は、同地区を上空から見た時の航空写真である。この地点は野生猿で有名な自然動物園、標高628 mの高崎山の北側に位置する海岸線である。同地区の地形は高崎山とほとんど同じ勾配で海底まで入り込んでおり、水深は急深となっている。実験対象地点の海底勾配と既設道路の地盤高は表-1のようになっている。護岸構造物の設置水深は既設道路から海岸側へ15～18 mの地点であり、10～20 mとかなり深くなっている。又、既設道路から海岸側へ20 m離れた地点の地質柱状図を図-2に示してある。地盤から約5～10 mは転石混り砂礫層になっており、30～40 %が礫分、その他粘性土、砂質土が60 %含まれており、N値も

表-1 実験対象地点の海底勾配と地盤高

測点No 33～No 86 (1,060 m)

| 測点No | 水深20 mまでの距離 m | 海底勾配  | 地盤高 m | 測点No | 水深20 mまでの距離 m | 海底勾配  | 地盤高 m |
|------|---------------|-------|-------|------|---------------|-------|-------|
| 33   | 73            | 1:3.8 | -1.7  | 60   | 43            | 1:2.3 | -1.5  |
| 34   | 69            | 1:3.6 | -2.0  | 61   | 40            | 1:2.1 | -1.5  |
| 35   | 60            | 1:3.2 | -2.5  | 62   | 43            | 1:2.3 | -1.5  |
| 36   | 52            | 1:2.7 | -3.0  | 63   | 61            | 1:3.2 | -1.8  |
| 37   | 51            | 1:2.7 | -3.5  | 64   | 70            | 1:3.7 | -2.0  |
| 38   | 47            | 1:2.5 | -4.0  | 65   | 75            | 1:4.0 | -2.0  |
| 39   | 42            | 1:2.2 | -4.0  | 66   | 72            | 1:3.7 | -2.0  |
| 40   | 35            | 1:1.8 | -4.6  | 67   | 71            | 1:3.8 | -2.0  |
| 41   | 31            | 1:1.6 | -4.3  | 68   | 79            | 1:4.2 | -2.3  |
| 42   | 30            | 1:1.6 | -5.9  | 69   | 72            | 1:3.8 | -2.6  |
| 43   | 30            | 1:1.6 | -7.0  | 70   | 66            | 1:3.5 | -2.9  |
| 44   | 30            | 1:1.6 | -6.3  | 71   | 58            | 1:3.1 | -3.1  |
| 45   | 32            | 1:1.7 | -5.5  | 72   | 48            | 1:2.5 | -3.4  |
| 46   | 33            | 1:1.7 | -4.8  | 73   | 40            | 1:2.1 | -3.6  |
| 47   | 34            | 1:1.8 | -4.0  | 74   | 35            | 1:1.8 | -3.9  |
| 48   | 35            | 1:1.8 | -3.5  | 75   | 39            | 1:2.1 | -4.7  |
| 49   | 35            | 1:1.8 | -3.5  | 76   | 32            | 1:1.7 | -5.8  |
| 50   | 37            | 1:2.0 | -3.5  | 77   | 40            | 1:2.1 | -4.4  |
| 51   | 38            | 1:2.0 | -3.5  | 78   | 44            | 1:2.3 | -2.7  |
| 52   | 36            | 1:1.9 | -3.5  | 79   | 40            | 1:2.1 | -3.6  |
| 53   | 34            | 1:1.8 | -4.1  | 80   | 36            | 1:1.9 | -3.0  |
| 54   | 31            | 1:1.6 | -3.5  | 81   | 36            | 1:1.9 | -1.9  |
| 55   | 27            | 1:1.4 | -3.0  | 82   | 50            | 1:2.6 | -1.8  |
| 56   | 28            | 1:1.5 | -2.0  | 83   | 32            | 1:6.4 | -1.8  |
| 57   | 33            | 1:1.7 | -2.0  | 84   | 35            | 1:7.0 | -1.6  |
| 58   | 35            | 1:1.8 | -2.3  | 85   | 34            | 1:6.8 | -1.5  |
| 59   | 39            | 1:2.1 | -1.9  | 86   | 40            | 1:8.0 | -1.5  |

10~30と良質の砂礫層であり、その下位には、凝灰質岩あるいは安山岩と高崎山を構成する岩類が分布している。漂砂については、水深が深いために、波そのものによる影響はないと思われ、別府湾の恒流についても実験対象地点では無視できる流速であるので、漂砂はないものと思われる。



写真-1 実験対象地点の航空写真



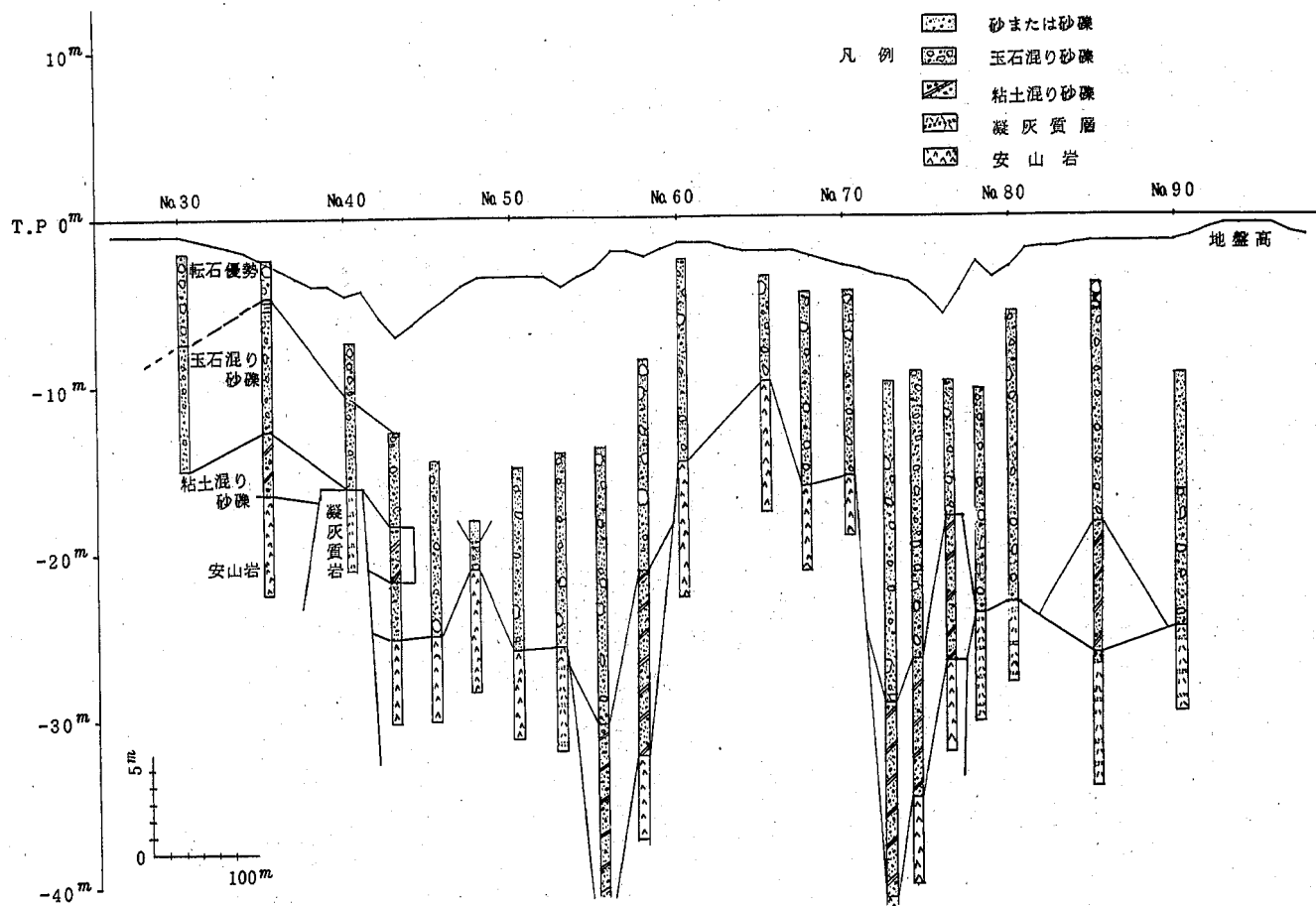


図-2 地質柱状図

## 第 2 章 計 画 諸 元

一般に構造物の設計に際しては、その計画地点にあった計画諸元を決定しなければならない。別大国道の拡張計画に際しての計画諸元については過去 2 年間検討を行ってきた。

計画諸元は、別府湾の自然条件から、大きく分けて、地形（地形、地質、海底勾配）、気象（風向、風速、台風）、海象（波浪、潮位、漂砂）について検討してきた。又、同時に一般の海岸堤防と異なり、道路が機能を果たするためには、許容越波量  $Q$  について特に検討して、別大国道では  $Q = 2 \times 10^{-4} \text{ m/m} \cdot \text{sec}$  とした。

しかし、この越波量に最も大きな影響を与える波浪については、十分な検討がなされていないが、昨年度は一応昭和 38 年 8 月の 6309 台風時の実測をもとに  $H \frac{1}{3} = 3 \sim 3.5 \text{ m}$ 、 $T \frac{1}{3} = 7.00 \text{ sec}$  とした。しかし、一般に計画波浪を決定するには実測のみならず、同条件での波浪推算についても同時に検討しなければならない。

そこで波浪について再検討を行った。ここで過去別府湾の波浪推算についての資料を簡単にまとめると表 - 2 のようになる。これによれば、それぞれ、対象台風、推算方法、吹送距離、吹送時間がそれぞれ異なっているが、台風時、別府湾に大きな影響を与える風向は NE 方向である。この理由は吹送距離が一番大きいためである。この風向 NE を見ると、運輸省下関調査設計事務所<sup>1)</sup>で風資料を整理して NE 方向から S.M.B 法で推算した波高  $H \frac{1}{3} = 3.2 \text{ m}$ 、堀川<sup>2)</sup>が 6309 号の台風で Wilson の式で波浪を推算したものは、 $H \frac{1}{3} = 3.55 \text{ m}$  となっている。S.M.B 法は、風向、風速、吹送距離で求められ、Wilson の式では、場所と時間ごとに気圧、台風の半径、風速も変化させて計算しているので後者の方が信頼性が高いと思われる。ここでは、計画波として大分港において  $H \frac{1}{3} = 3.55 \text{ m}$  とするのが妥当と思われる。

一方、別大国道の計画拡張地点は大分港より西になっているので屈折の影響についても検討する必要がある。屈折図は波向 NE、周期 7 sec で作図し、屈折係数と測点番号の関係を図 - 3 に示した。この屈折係数は、計画波高が碎波する約 4 m の水深地点の値である。屈折係数が特に大きい、Na 125, 245, 253, 265, 305 を除いた屈折係数の平均は  $K_r = 0.929$  であり、 $H_o' = K_r \cdot H_o$  より、計画相当沖波波高  $H_o' = 3.3 \text{ m}$ 、 $T = 7.00 \text{ sec}$  となる。なお、Na 125, 245, 265, 305 地点付近は局部的に大きな波が集中しやすくなり、特別の配慮を必要とする。

なお、本水理模型実験で対象としている Na 33 から Na 86 の区間は水深が深く、海底摩擦、水深の影響を受けないと思われ、屈折係数  $K_r \approx 1$  と考えて良いであろう。従ってこの区間に限っては計画相当沖波波高  $H_o' = 3.55 \text{ m}$  を採用すべきであろう。

- 1) 下関調査設計事務所：風資料による波浪推算，昭和 48 年 4 月，運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所，日本気象協会福岡本部
- 2) 堀川清司：大分鶴崎臨海工業地帯水理模型実験報告書（I），（II），昭和 38 年 5 月，同 39 年 8 月大分県臨海工業地帯建設局，東京大学工学部土木工学科港湾研究室

表 - 2 別府湾の波浪推算

| 著 者 名            | 論 文 名                                                 | 対 象<br>台 風                                           | 推 算 ・ 方 法                                                                                    | 波 高<br>実測 H ½              | 周 期<br>実測 T ½              | 波 高<br>推算 H ½                                 | 周 期<br>推算 T ½                                 | 風 速<br>実測 V               | 風 速<br>計算 V       | フェッチ                 | 備 考                                                          |
|------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------|
| 辰 己 寿 男          | 大分臨海工業地帯<br>における埋立地の<br>消波護岸の設計<br>第11回海岸工学講<br>演会講演集 | 5710                                                 | Wilson の式<br>吹送時間<br>吹送距離                                                                    | 2.8 m                      | sec<br>6.8                 | 4.0 m<br>2.8                                  | sec<br>8.5<br>6.8                             | NE<br>最大<br>m/sec<br>19.9 | NE<br>m/sec<br>15 | 75km<br>11hr         |                                                              |
| 運輸省下関<br>調査設計事務所 | 九州、山口地区の<br>風資料、整理なら<br>びに波浪推算                        |                                                      | S.M.B法                                                                                       |                            |                            | 3.2                                           | 7.7                                           | NE<br>19.9                |                   | 81km                 | 風資料にもとづ<br>き S.M.B 法で<br>推算                                  |
| 堀 川 清 司          | 別府湾における台<br>風時の波浪推算に<br>ついて<br>第18回海岸工学講<br>演会講演集     | 6309                                                 | Wilson の式<br>台風モデルコース<br>I . コース<br>II . コース<br>III . コース<br>IV . コース<br>V . コース<br>VI . コース | 大 分<br>3.19<br>鶴 崎<br>3.27 | 大 分<br>6.85<br>鶴 崎<br>7.00 | 3.55<br>1.75<br>3.15<br>2.65<br>3.10<br>2.65  |                                               | NE<br>最大<br>21.7          | 18                |                      | モデルコース<br>SE→NW<br>SE→NW<br>S → E<br>S → E<br>SW→NE<br>SW→NE |
| 本 間 仁            | 大分鶴崎地区水理<br>模型実験報告書 II<br>大分新産業都市建<br>設局              | 6309<br>6309<br>5415<br>4125<br>6118<br>5906<br>6309 | S.M.B法<br>P.N.J法<br>S.M.B法<br>S.M.B法<br>S.M.B法<br>S.M.B法<br>S.M.B法                           | 3.19                       | 6.85                       | 4.2<br>2.5<br>1.4<br>1.3<br>3.0<br>3.4<br>4.0 | 8.1<br>6.4<br>4.3<br>5.1<br>6.9<br>7.1<br>7.8 | 21.7                      | 18                | 88km<br>25hr<br>72km |                                                              |

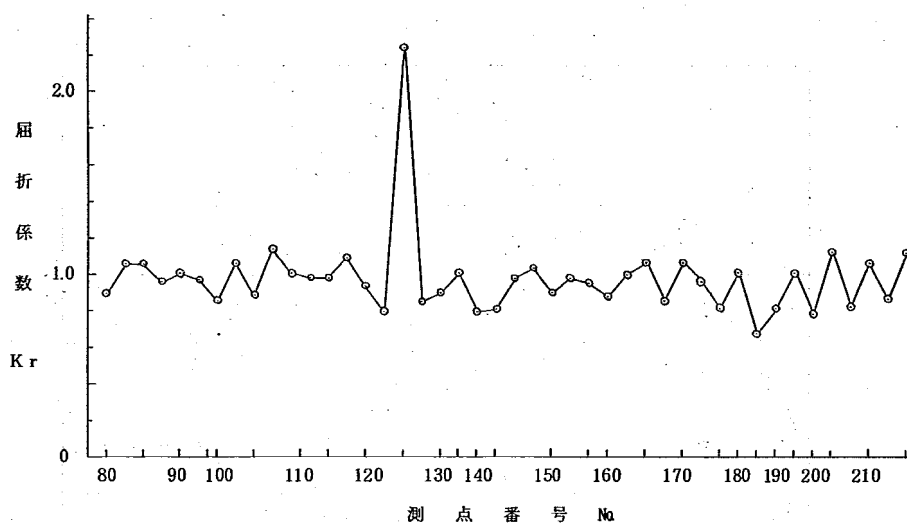


図-3(a) 各地点における屈折係数

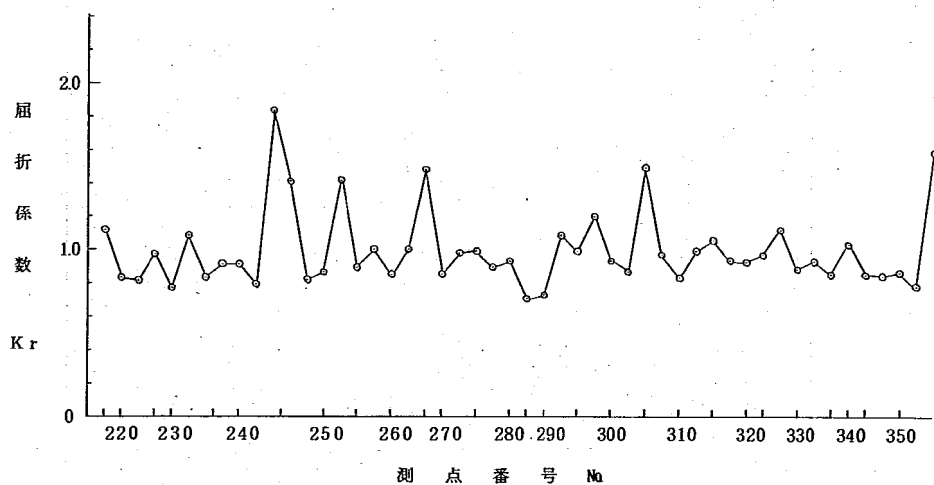


図-3(b) 各地点における屈折係数

### 第3章 急深部における護岸構造

現在計画されている構造は、多孔式ケーソン、直立消波ブロック、栈橋、橋梁案があるが、本模型実験は前者の3案について実施した。高架橋梁案の場合には、波浪が問題となるのは橋脚に作用する波力であるが、これは設計上特に大きな荷重とはならず、これまで行われた成果を利用できるものと考えられる。

一方、護岸構造の場合にはその設置水深が深いため、越波、波の打上げはもちろんのこと護岸に作用する波力、波圧、揚圧力および護岸背後の土圧等を考慮した護岸構造として上記3案が提案された。以下、各構造についてその概要を述べる。

#### 3.1 多孔式ケーソン

護岸の前面水深が深く、海底勾配も急なために法面消波護岸タイプではその設置が非常に困難となる。従って護岸自体を透過性構造物として消波機能、波力の減殺効果を目的として考えられたのが多孔式ケーソンである。

多孔式ケーソンは従来港湾の内海で消波岸壁などに使用された例はあるが、本案のように外海に面した護岸として、しかもその上に道路を建設するという例はあまり見られない。この構造はケーソン自体を護岸とするもので、ケーソン前面は円形の孔を配置した多孔板になっており、ケーソン内部は遊水部となっている。ケーソンの上部が拡幅する道路となっており、この概略を図-4に示してある。

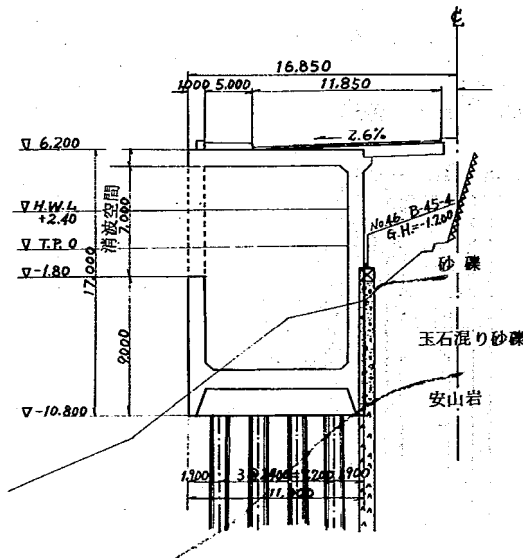


図-4 多孔式ケーソンの護岸断面図

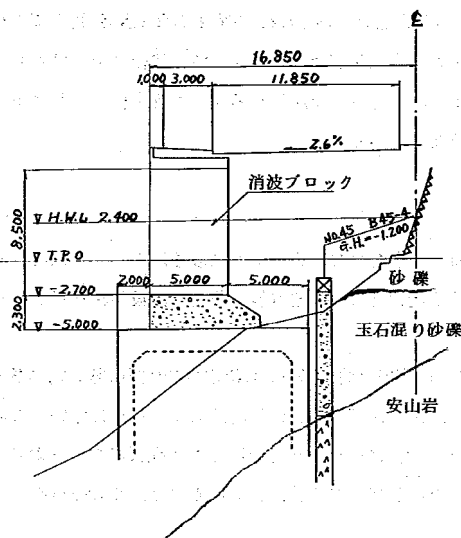
#### 3.2 直立消波ブロック

多孔式ケーソンでは構造物自体が大規模となり、施工上も不利と考えられるので、ブロックによる護岸が検討された。このブロックは、ブロック前面が透過性を持ち背面は不透過構造となるもので、このブロックを直立に積み、その堤体内で波のエネルギーを減殺する構造となっており、ブロック自体はそれ程大きな重量ともならず施工上の利点がある。この人工ブロックは、代表的に、SWAG、クロスフォローブロック、クロスフォローケーソンの3種類を使用し、その概略は図-5に示した。

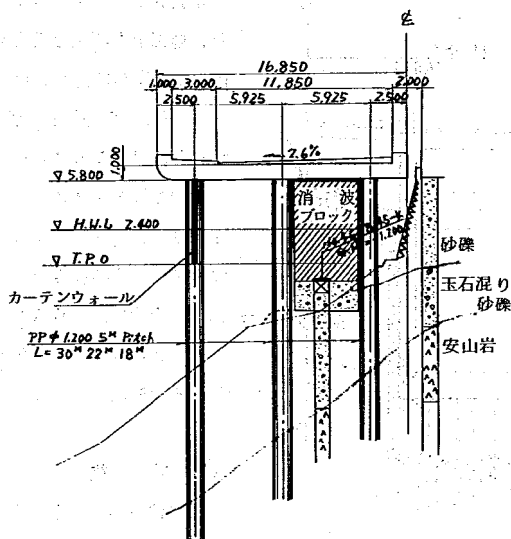
#### 3.3 栈橋

道路建設の施工上から考えても栈橋形式の構造物による案は多くの利点を有する。即ち、地震力より破壊されにくい、軟弱地盤でも施工出

来る，施工が容易で工費も安い等である。しかし，栈橋の場合，構造物内で進入波が碎波を起こすと同時に上部床版には非常に大きな揚圧力が作用する。このような現象を回避するために，ピア間に多孔板になっているカーテンウォールを設置したり，栈橋奥下部に直立消波ブロック層を設置したりして進入波の減殺効果をはかろうとする構造となっている。栈橋の概略図を図－6に示す。



図－5 直立消波ブロックの護岸断面図



図－6 栈橋の護岸断面図

## 第4章 急深部における護岸構造の模型実験

### 4.1 実験目的

計画されている3案についてこれらの構造物の波の打上げ、越波量、波力等についてそれぞれの水理的特性について比較検討することを目的として、護岸断面の設計の際の水理的な基礎資料を得るために模型実験を行った。

特に、多孔式ケーソンでは、

1. ケーソン多孔板の消波効果
2. ケーソン上部床版に作用する揚圧力
3. ケーソン上部床版と背面に作用する局所的な波圧
4. 打上げと越波量

の検討を行った。

直立消波ブロックでは、SWAC、クロスフローブロック、クロスフローケーソンの3種類を代表的な人工ブロックとして、各ブロックに作用する波力、護岸全体に働く揚圧力が検討すべき重要な事項となるが、これらの問題については、その測定装置が複雑でむずかしく、測定にも多くの問題点があるので、これらについては、実験時状況観察を行い、写真による解析を行ない、直立消波ブロックでは、波の打上げ、越波量の測定を行った。

栈橋では、構造物内で碎波を起こさせない構造とするために

1. 栈橋下部へ透過波高を減少させ、揚圧力の低減を計るために栈橋前部のピア間に多孔板カーテンウォールを設けた場合の効果
2. 栈橋奥下部に直立消波ブロックを設置して栈橋下部での碎波による波力減少効果を検討する。同時に栈橋では直径1.2mのピアを碎波帯内に打込むことになり、この碎波によってピアに大きな波力が生ずる。このような波力をあらかじめ知ることは構造設計上、欠くことのできない事項であり、
3. 多孔版およびピアに作用する水平力
4. 多孔版の栈橋床版に作用する全体的、局所的な揚圧力の減少効果
5. 打上げ、越波量

についても検討した。

### 4.2 実験条件

別府湾の自然条件および計画諸元から実験条件は下記のような条件で行った。

|      |                           |
|------|---------------------------|
| 模型縮尺 | 1/20                      |
| 潮位   | H. W. L. T. P + 2.4 m     |
| 風速   | 18 m/sec (パラベット天端高上 10 m) |
| 波高   | 2 m ~ 4 m                 |

波の周期 7sec および8sec  
 海底勾配 1/15 (栈橋のみ, 他は勾配なし)  
 許容越波量  $2 \times 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{sec}$

#### 4.3 護岸模型

##### i 多孔式ケーソン

第3章の護岸構造で述べたように, 多孔式ケーソンは, 護岸前面水深が70cm (現地で14m)にも達し, 波高の約3.5倍有し, 波の変形に対する水深の影響は少ないために海底地形は考慮せずに水路底部から高さ15cmの模型設置台を敷設し, その上にケーソンをボルト締めした。ケーソンは, 全体が塩化ビニール製であり, 多孔板は厚さ5cmの耐水合板製である。特にケーソン内部の遊水挙動が観察出来るように側面は透明のアクリル板とした。多孔板の多孔面積比 (空隙率%) を変化出来るようになっているが, 孔の直径は6cmである。ケーソン上部床版および背面に作用する局所的な波圧を測定するために波圧計装着用の円孔5箇所が設けられている。ケーソン上部床版に作用する全揚圧力は, ケーソン上面全体におよぶ長さ47.4cm, 幅14.9cmのジュラルミン製の受圧板で測定出来る構造となっている。この一般図を図-7に示し, 前上部からと側面の実験装置は写真-2, 3に示す。なお,

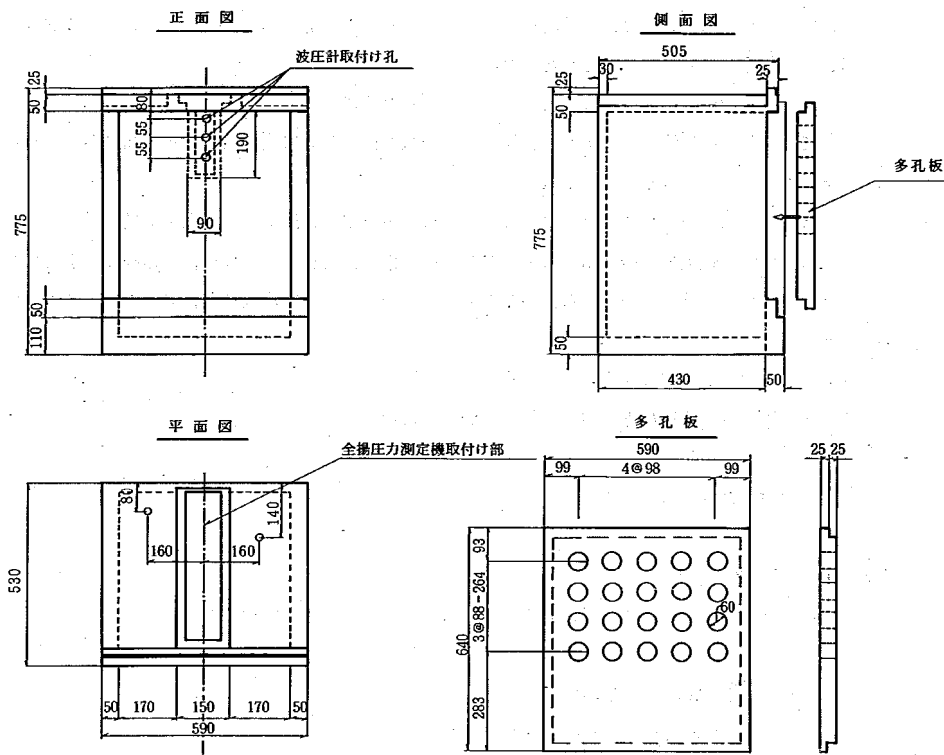


図-7 多孔式ケーソン模型の一般図

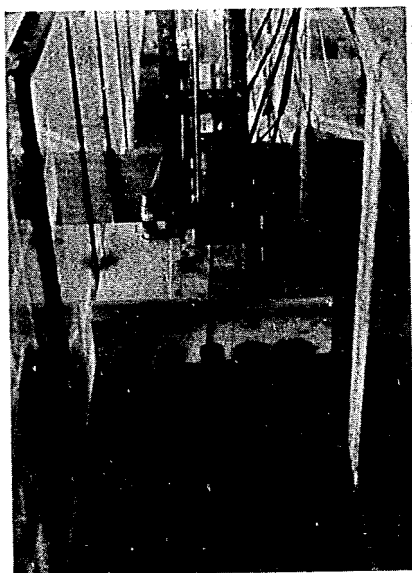


写真-2 多孔式ゲートの模型  
(正面)

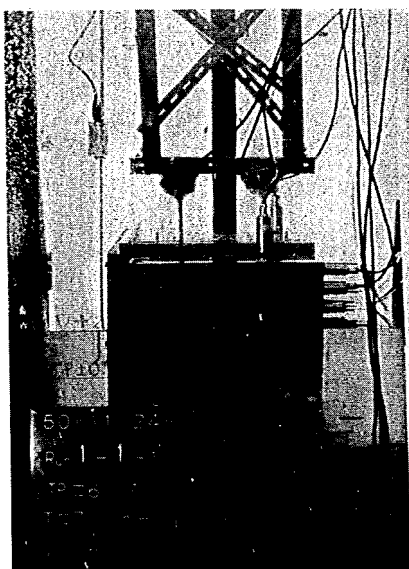


写真-3 多孔式ゲートの模型  
(側面)

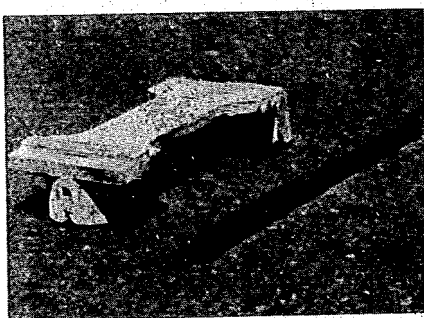


写真-4 SWAC

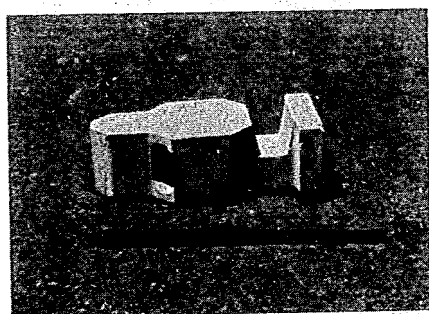


写真-5 クロスフローブロック

打上高を測定するために護岸前面に容量式波高計を取付けてある。

## ii 直立消波ブロック

直立消波ブロックは写真-4, 5 に示してある SWAC, クロスフローブロック, クロスフローケーソンの各ブロックを写真-7, 8, 9 に示すように積み、護岸背後は碎石で裏込めをした。

SWACは、長さ、幅、高さが  $25\text{cm} \times 12\text{cm} \times 5\text{cm}$  であり一個あたりの重量は  $1.48\text{kg}$  で5段積みである。このブロックの積んである状態を写真-7 に示しておいた。

クロスフローブロックはその寸法が  $30\text{cm} \times 14\text{cm} \times 10\text{cm}$  で、一個あたりの重量が  $4.97\text{kg}$  で3段積みしてある。このブロックの積んである状態を写真-8 に示した。

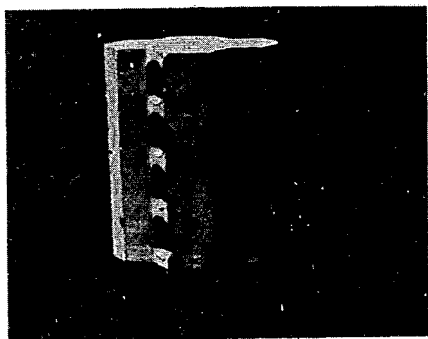


写真-6 クロスフローケーソン

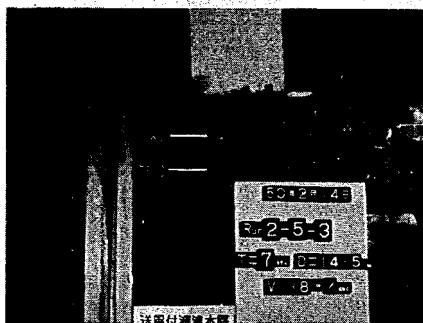


写真-7 直立消波ブロック護岸の模型  
(SWAC)

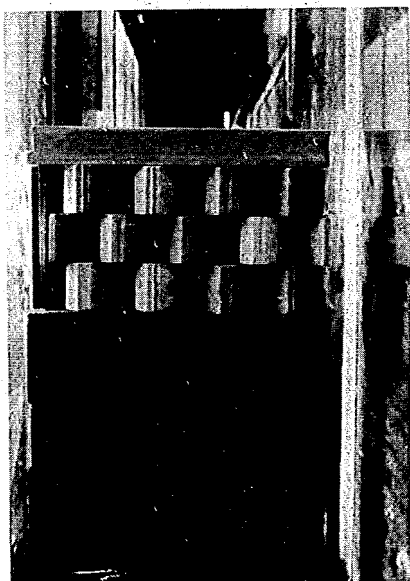


写真-8 直立消波ブロック護岸の模型  
(クロスフローブロック)

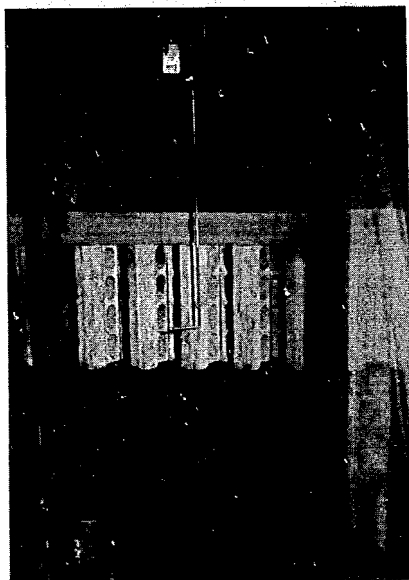


写真-9 直立消波ブロック護岸の模型  
(クロスフローケーソン)

クロスフローケーソンは、前述の2つのブロックとは異なり、むしろケーソンタイプのものと考えられるが、便宜上直立消波ブロックのタイプとしてある。このブロックの大きさは $22.5\text{cm} \times 12\text{cm} \times 30\text{cm}$ であり、ブロックと裏込めの間には長さ $27.5\text{cm}$ の遊水域となっている。このブロック一個の重量は、 $8.54\text{kg}$ であり、ブロック設置の状況を写真-9に示してある。

### Ⅲ 栈 橋

模型栈橋は、その床版は塩化ビニール製であり、ピアは外径 $6\text{cm}$ の塩化ビニール管(固定用)と鉄鋼管(波力測定用)で作られている。ピアは模型取付台によってボルト締めで固定されており、波力

測定用のピアの上端は自由端となっているが塩化ビニール管は上下端とも床版と模型取付け台で両端固定となっている。栈橋床版下部へ進入波を防ぐためにピア間に取付けられる多孔板カーテンウォールは、厚さ3mmの鉄板製とし、直径6cmの円孔をあけて、その全面積に対する円孔の空隙率は30%となっている。ピアおよび多孔板カーテンウォールに作用する波力の測定のために、ピア下端に240×50×10mmおよび240×40×4mmの鋼製の板バネを設け、その板バネに9.5cmの間隔を持つストレーンゲージを2枚はり付け、波力の大きさと作用点検を出来るようにした。栈橋床版に作用する局所的な揚圧力を測定するために、床版には4箇所波圧計装着用の取付け孔をあけてある。

栈橋模型の一般図を図-8に示してあり、栈橋の実験を実施した構造は写真-10~12のとおりである。直立消波ブロックは亀甲ブロックを使用し、その1個の重さは625gである。

#### 4.4 実験に使用した機械・器具

実験に使用した水路は図-9に示すように、赤羽支所内にある屋内の第二水理実験室の風胴付造波水路を使用した。また、水路の諸元は次のとおりである。

水 路 : 長さ35m, 幅60cm, 高さ1.8mで観測部は両面ガラス張りである。

造 波 機 : フラッター式。モーターの回転数と造波板の振幅により、波高と周期は連続的に変化できる。

送 風 機 : モーターの回転数で連続的に風速を変化できる。

測定に使用した器具は次のとおりである。

波 高 計 : 容量式波高計 計測技研

波 圧 計 : 100g/cd PW-100 GAM 9 共和電業

荷重変換器 : 10kg/cd LU-10 KA 共和電業

歪 ゲ ー ジ : 防水型 KFW-5-C1-11 L 500型 共和電業

オシログラフ : FR-102型 三栄測器

水位増幅器 : GA-503型 計測技研

歪 測 定 器 : DPM-3 E型 共和電業

動歪測定器 : DPM-1 K型 共和電業

歪ゲージ式変換器用シグナルコンディショナ :

ローパスフィルター付 GDA-210 A型 共和電業

#### 4.5 実験方法

##### a. 一般事項

赤羽支所屋内の第二水理実験室の風胴付造波水路を使用し、水路下端に護岸模型取付け台を設置し、その上に $1/20$ の縮尺の模型を設置した。造波装置はフラッター式であり、風胴は水路途中より入っており、観測部は両面ガラス張りとなっている。この水路の概要は図-9に示した。

模型実験は、造波機から29m離れた地点に護岸模型を設置し、それに正弦波の規則波の波を作用さ

せて次のような測定を行った。

多孔式ケーソン ..... 入射波高, 周期, 護岸前面打上高, 越波量, 局所的波圧 (5 箇所),  
床版揚圧力, 風速

直立消波ブロック ..... 入射波高, 周期, 護岸前面打上高, 越波量, 風速

栈 橋 ..... 入射波高, 周期, 護岸前面打上高, 越波量, 局所的波圧 (4 箇所),  
床版揚圧力, ピアに作用する波力 (水平力), 風速

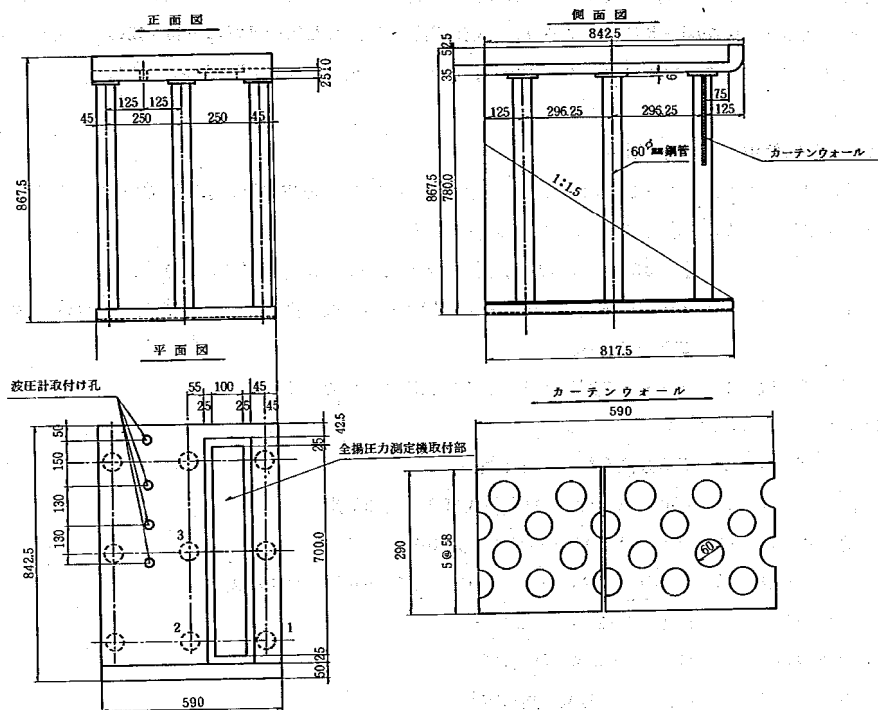


図 - 8 栈橋模型の一般図

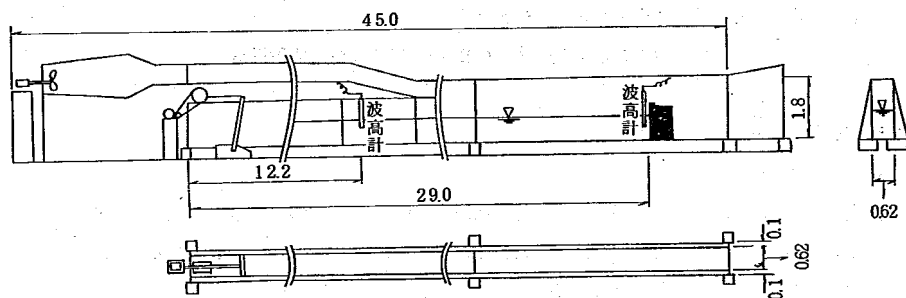


図 - 9 実験水路の概要(単位m)

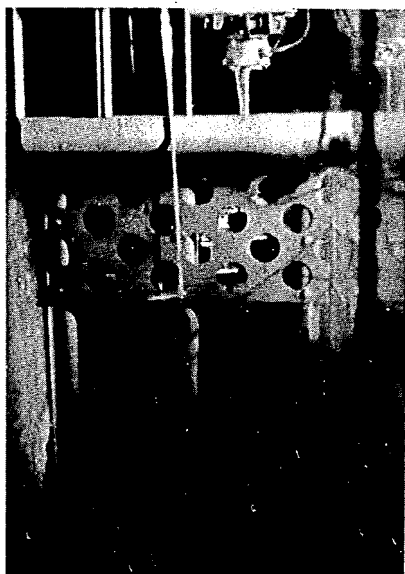


写真-10 栈橋（ブロックとカーテン  
ウォール）

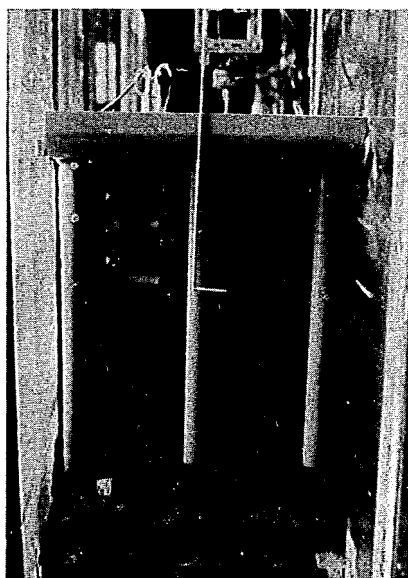


写真-11 栈橋（ブロック）



写真-12 栈橋（栈橋のみ）



写真-13 亀甲ブロック

## b. 測定方法

### i 波高, 周期

図-7に示す沖側の位置(造波機の前方12m地点)に容量式波高計を取付け, 増幅器でその出力を増幅し電磁オシログラフによって記録紙に記録した。波高, 周期は造波板が定常状態になって反射波の影響の入らない6波目から10波目までの5波を読み取り平均化して求めた。

### ii 波の打上高

波高, 周期の測定と同様にして, 護岸前面に容量式波高計を取付け, 6波目から10波目までの5波を, 静水面上からの高さを打上高として平均して求めた。なお, この時の最大打上高についても測定した。

### iii 越波量

模型護岸前面で, 波高が定常状態になり, 重複波の影響のない5波の越波を塩化ビニール製の幅15cm, 長さ40cm, 高さ40cmの越波採取箱2個で取り, メシスリンダーに移してその総量を読み取った。

### iv 局所的な波圧

面積1cm<sup>2</sup>の受感部を持つ波圧計を図-8, 9に示した位置に取付け, 波高, 周期の測定時の記録5波を平均して求めた。

### v 床版に作用する揚圧力

揚圧力の受圧板はジュラルミン製であり, 受圧部が42.4cm×9.9cm, 厚さ2.5cmの大きさである。この受圧板に荷重変換器(ロードセル, 10kg/cm<sup>2</sup>の容量で圧縮, 引張り両用)を22.4cm離して2個取付けて検出した。なお, 揚圧力の測定装置の較正は, 受圧板中心部の重垂によって荷重を載荷させて行った。

### vi ピアに作用する波力

栈橋案のみについて, ピアに作用する波力の測定を行う。その測定装置は写真-14に示すようにピア下部に取付けられた鋼板製の板バネに貼付した2板の歪ゲージ(120Ω)を使用して, そのピアに作用する波力の作用モーメントを検出し, 2測点のモーメント差から波力の大きさとその作用点を求めた。

### vii 直立消波ブロックの安定

越波量測定時に目測によって観察した。

### viii 風速

風車型風程式風速計(ピラム風速計)でパラペット天端高上において測定した。

## 4.6 相似則

模型実験を行う場合は, 実物と模型の間には必ず相似則が成立していなければならない。この相似則には形状, 運動, 力学的なものが考え

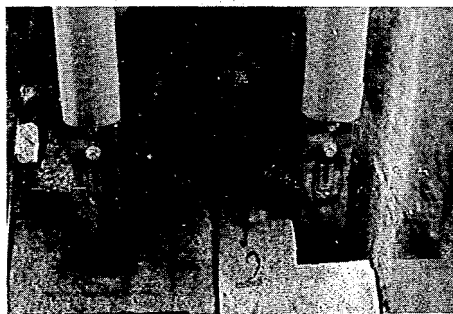


写真-14 波力測定装置

られる。模型実験においては、いうまでもなく力学的相似則が成立していることが望ましいが、流体の粘性力、重力、慣性力を同時に相似にすることは出来ないが、この3つのうち少なくとも2つを同時に相似にさせることはできる。従って海岸の水理模型実験では、粘性力よりも、水の動きを対象としているので慣性力が大きく左右する。又、粘性力は重力よりもきわめて小さな値となるので本水理模型実験では、慣性力と重力を相似にするのであるからFroudeの相似則に従うものである。なお、模型をどのくらいの縮尺にするのかは、造波能力、水路諸元、測定精度、対象とする構造物にどの程度の力が作用するか等によって決まるが、これらを総合的に考慮して縮尺は $1/20$ とした。

Froudeの相似則では、速度を $V$ 、長さを $L$ 、重力加速度を $g$ として、模型 $m$ 、原型 $p$ の添字で表わすと

$$\frac{V_m}{\sqrt{g_m L_m}} = \frac{V_p}{\sqrt{g_p L_p}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

である。(1)式で $g_m = g_p$ であり、長さを $L$ 、時間を $T$ 、速度を $V$ 、単位幅、単位時間当りの越波量を $Q$ 、単位面積当りの波圧を $P$ 、単位面積当りの揚圧力を $U$ 、波力を $F$ とし、 $L_p/L_m = S$ としてそれぞれの量について縮尺を求めると、

$$\left. \begin{aligned} \text{長さ} : \quad \frac{L_p}{L_m} &= S \\ \text{時間} : \quad \frac{T_p}{T_m} &= \sqrt{\frac{L_p}{L_m}} = \sqrt{S} \\ \text{速度} : \quad \frac{V_p}{V_m} &= \sqrt{\frac{g_p L_p}{g_m L_m}} = \sqrt{S} \\ \text{越波量} : \quad \frac{Q_p}{Q_m} &= \frac{(L_p^2 V_p) / L_p}{(L_m^2 V_m) / L_m} = S\sqrt{S} \\ \text{波圧} : \quad \frac{P_p}{P_m} &= \frac{(L_p^3 \cdot L_p / T_p^2) / L_p^2}{(L_m^3 \cdot L_m / T_m^2) / L_m^2} = S \\ \text{揚圧力} : \quad \frac{U_p}{U_m} &= \frac{(L_p^3 \cdot L_p / T_p^2) / L_p^2}{(L_m^3 \cdot L_m / T_m^2) / L_m^2} = S \\ \text{波力} : \quad \frac{F_p}{F_m} &= \frac{L_p^3 \cdot L_p / T_p^2}{L_m^3 \cdot L_m / T_m^2} = S^3 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

ここで $S$ は模型の長さの縮尺である。本水理模型実験は縮尺 $1/20$ で行っているので、各量についての縮尺は次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{長さ} : \quad L_p/L_m &= 20 \\ \text{時間} : \quad T_p/T_m &= \sqrt{20} = 4.47 \\ \text{速度} : \quad V_p/V_m &= \sqrt{20} = 4.47 \\ \text{越波量} : \quad Q_p/Q_m &= S\sqrt{S} = 89.44 \end{aligned}$$

重 量  $W_p / W_m = S^3 = 8.000$

波 压  $P_p / P_m = S = 2.0$

揚压力  $U_p / U_m = S = 2.0$

波 力  $F_p / F_m = S^3 = 8.000$

## 第5章 実験結果と各護岸の水利的特性

表-3は実験ケースの一覧表であり、本実験で対象とした各護岸形式と実験条件、護岸形状の変更などを一括して表示したものである。本実験では主として各護岸構造物の道路としての機能を果たすために、沖波波高 $H_0$ に対する越波量 $Q_4$ はどの程度なのか、各護岸構造物の波の作用による各種の力はどの程度なのかについて解析した。

実験で求めた測定波高 $H$ 、周期 $T$ から海底摩擦の影響を無視すると(3)式から

$$\left. \begin{aligned} H_0 &= H / K_s, \quad K_s = \sqrt{\frac{1}{2n} \frac{C_0}{C}}, \quad n = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{2kh}{\sinh 2kh} \right) \\ C_0 &= \frac{gT}{2\pi}, \quad C = \frac{L}{T}, \quad L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{L}, \quad L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

沖波波高 $H_0$ が求められる。ここで $h$ は波高測定地点の水深、 $L$ は波高測定地点の波長、 $k$ は波数( $2\pi/L$ )であり $L_0$ は沖波波長である。

また、現地越波量 $Q_4$ は、模型実験で求めた越波量 $Q_1$ から次のように求められる。

$$\left. \begin{aligned} \text{模型実験越波量} &: Q_1 && \text{cc} \\ \text{単位幅、一波あたりの越波量} &: Q_2 = Q_1 \times \frac{1}{0.3 \times 5} \times 10^{-6} && \text{m}^3/\text{m} \cdot \text{波} \\ \text{単位幅、単位時間あたりの越波量} &: Q_3 = Q_2 \times \frac{1}{T} && \text{m}^3/\text{m} \cdot \text{sec} \\ \text{単位幅、単位時間あたりの現地越波量} &: Q_4 = 20\sqrt{20} Q_3 && \text{m}^3/\text{m} \cdot \text{sec} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

これらの計算結果は末尾に一括して示してある。

### 5.1 多孔式ケーソン

多孔式ケーソンでは、ケーソン前面の多孔板の全面積に対する多孔面積比および多孔の配置をパラペット護岸天端高さを一定としたときの効果、遊水部の空気抜き穴を多孔板上部に設けた場合の効果および多孔板が直立壁(不透過板)と比較した場合の効果について実験を行い調べた。

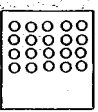
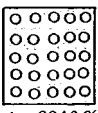
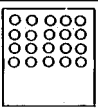
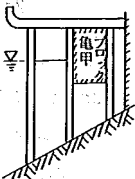
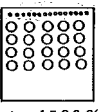
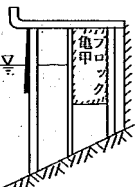
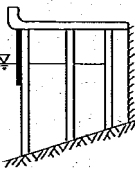
一般に港湾の場合、遊水部を持つ護岸がその機能を果たすためには静水面上の多孔板は入射波高の約60%以上の高さが必要とされている。本実験では道路護岸として考えているので計画波高の1.2倍の4.3mをその高さとした。この高さはケーソンの全高さの約30%にあたり、護岸前面での水深 $d$ が14mとなっている。

#### a) 多孔面積比と反射率の関係

波が作用する前板の有孔壁でそれを前面から見たときの全壁に対する有孔率(以下多孔面積比と呼ぶ)と反射率の関係は図-10のとおりである。反射率の測定は波高計は使わずにスケールによる目測で波の腹と節の振幅を測定し、Healeyの方法で求めた。即ち反射率を $K_r$ とすると

$$K_r = \frac{a_2}{a_1} = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{H_{\max} + H_{\min}} \left\} \dots\dots\dots (5)$$

表-3 実験ケース一覧表

| 実験番号 | 入射波周期(sec) | 護岸前面水深(m) | 天端高T.P(m) | 測定項目                    | 備考                                                                                 | 実験番号                          | 入射波周期(sec) | 護岸前面水深(m) | 天端高T.P(m) | 測定項目                    | 備考                                                                                   |
|------|------------|-----------|-----------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------|-----------|-----------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-1  | 7.0        | 14.0      | 6.7       | 越波量<br>打上高<br>揚圧力<br>波圧 |   | 2-8                           | 7.0        | 14.0      | 6.7       | 越波量<br>打上高              | クロスフロー<br>ケーソン<br>68.32 ton/個                                                        |
| 1-2  | 8.0        | 14.0      | 6.7       | "                       | A = 1498%                                                                          | 2-9                           | 7.0        | 14.5      | 6.2       | "                       |                                                                                      |
| 1-3  | 7.0        | 14.0      | 6.7       | "                       |   | 2-10                          | 7.0        | 14.0      | 6.7       | "                       |                                                                                      |
| 1-4  | 7.0        | 14.0      | 6.7       | "                       | A = 2246%                                                                          | 3-1                           | 7.0        | 14.8      | 7.5       | 越波量<br>打上高<br>揚圧力<br>波圧 |                                                                                      |
| 1-5  | 7.0        | 14.0      | 6.7       | "                       |   | 3-2                           | 8.0        | 14.8      | 7.5       | "                       |    |
| 1-6  | 8.0        | 14.0      | 6.7       | "                       | A = 1498%                                                                          | 3-3                           | 7.0        | 15.5      | 6.8       | "                       |                                                                                      |
| 1-7  | 7.0        | 14.0      | 6.7       | "                       | A = 0.0%                                                                           | 3-4                           | 7.0        | 16.0      | 6.3       | "                       |                                                                                      |
| 1-8  | 7.0        | 14.0      | 6.7       | "                       |   | 3-5                           | 7.0        | 14.8      | 7.5       | "                       |                                                                                      |
| 1-9  | 7.0        | 14.0      | 6.7       | "                       |   | 3-6                           | 8.0        | 14.8      | 7.5       | "                       |    |
| 1-10 | 8.0        | 14.0      | 6.7       | "                       | A = 15.96%                                                                         | 3-7                           | 7.0        | 15.6      | 6.7       | "                       |                                                                                      |
| 1-11 | 7.0        | 14.0      | 6.7       | "                       |  | 3-8                           | 7.0        | 15.6      | 6.7       | "                       |                                                                                      |
| 2-1  | 7.0        | 14.0      | 6.7       | 越波圧<br>打上高              | スワック<br>ブロック<br>1184 ton/個                                                         | 3-9                           | 8.0        | 15.6      | 6.7       | "                       |  |
| 2-2  | 7.0        | 14.0      | 6.7       | "                       |                                                                                    | 3-10                          | 7.0        | 14.8      | 7.5       | "                       |                                                                                      |
| 2-3  | 8.0        | 14.0      | 6.7       | "                       |                                                                                    | 3-11                          | 8.0        | 14.8      | 7.5       | "                       |                                                                                      |
| 2-4  | 7.0        | 15.0      | 5.7       | "                       |                                                                                    | 3-12                          | 7.0        | 16.0      | 6.3       | "                       |                                                                                      |
| 2-5  | 7.0        | 14.5      | 6.2       | "                       |                                                                                    | クロスフロー<br>ブロック<br>39.76 ton/個 | 3-13       | 7.0       | 15.6      | 6.7                     | "                                                                                    |
| 2-6  | 7.0        | 14.0      | 6.7       | "                       | 3-14                                                                               |                               | 7.0        | 14.8      | 7.5       | "                       |                                                                                      |
| 2-7  | 7.0        | 14.5      | 6.2       | "                       | A: 全面積に対する小穴の割合                                                                    |                               |            |           |           |                         |                                                                                      |

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \frac{1}{2} (H_{\max} + H_{\min}) \\ a_2 &= \frac{1}{2} (H_{\max} - H_{\min}) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

である。この場合、直立壁の場合の反射率は理論上 1.0 になるべきであるが、波の有限振幅性のために実験での反射率は 0.82 となっている。多孔面積比 10% で反射率が 0.65, 20% で 0.47 と多孔面積比が大きくなるにしたがって反射率は小さくなっている。このことから多孔面積比 10% で入射波のエネルギーを 20%, 多孔面積比 20% で 40% を吸収していると考えられ、これから多孔面積比 20~30% 程度のときに反射率

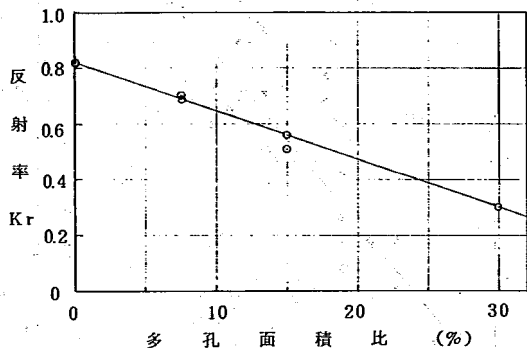


図-10 多孔面積比と反射率の関係

に対しては有効な効果を示すと考えられるが、多孔面積比を大きくすればむしろ遊水部の波圧、揚圧力の方が大きくなり問題が生ずる。これらを総合的に考慮して多孔面積比を決定する必要がある。

#### b) 波高と打上高の関係

海岸道路の場合、道路の機能を果たすために一番重要なことは平常時ももちろんのこと暴風時も交通に支障のないように越波を許容量以下 ( $Q = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{sec}$ ) にすることである。ここでは波高と越波量の関係について知ることが最良の方法であろうが、本水理模型実験では越波量については殆んど問題となっていないので波高と打上高について求めてみた。これが図-11(a)~14(d) である。同図では打上高は静水面上 ( $H.W.L. + 2.4 \text{ m}$ ) からの高さであり、護岸天端高も同時に示しておいた。越波量発生波高はこの護岸天端高さ前後であり、護岸天端高さ直前の打上ではしぶき程度の越波であり、護岸天端高さよりも大きい打上高となると波の実質部分が越波している。

さて、図-11(a) は多孔板がどれだけ打上高について有効性を示すかを調べるためにまず不透過板 (直立壁) の波高と打上高の関係を示したものである。この図は周期  $T = 7 \text{ sec}$  であり打上高はかなりばらつきがあるもののおおむね波高と平均の打上高は同程度で約 1 : 1 に対応している。一方、最大の打上高は波高の約 1.2 倍の大きさとなっている。一般に沖波波高  $H_0$  が直立壁にあたり完全反射されると、その反射波のために直立壁前面で重複波を生じる。この時、静水面から測った波頂までの直立壁前面での重複波高  $H_R$  は

$$H_R = H_0 (1 + \pi H_0 / L_0 \cdot \coth 2\pi d / L_0) \dots\dots\dots (6)$$

となる。この(6)式を実験値と比較するとちょうど平均打上高と最大打上高の平均となっている。

図-12, 13 は多孔面積比と周期の影響について調べたものである。図 12(b) は周期 7 sec について多孔面積比 7.5% と 11.2% の比較を示し、図-13(c) には 15% の場合を示す。多孔面積比 7.5% では、波高 3 m までは平均打上高は波高よりも小さくなっているが、波高 3 m を越えると波高よりも打上高

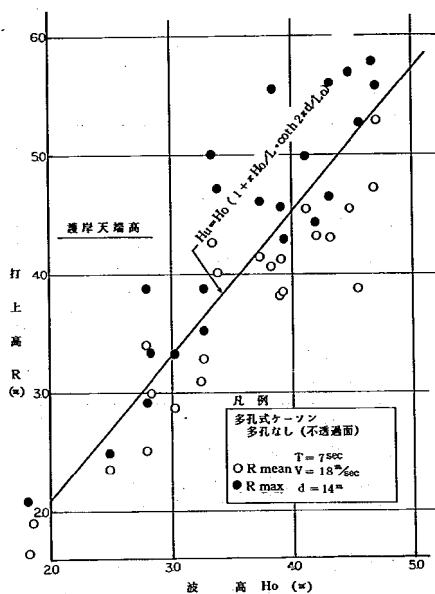


図-11 多孔式ケーソンの波高と打上高の関係 (a)

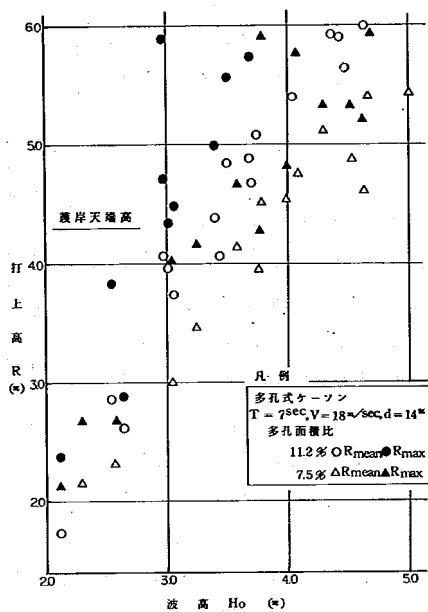


図-12 多孔式ケーソンの波高と打上高の関係 (b)

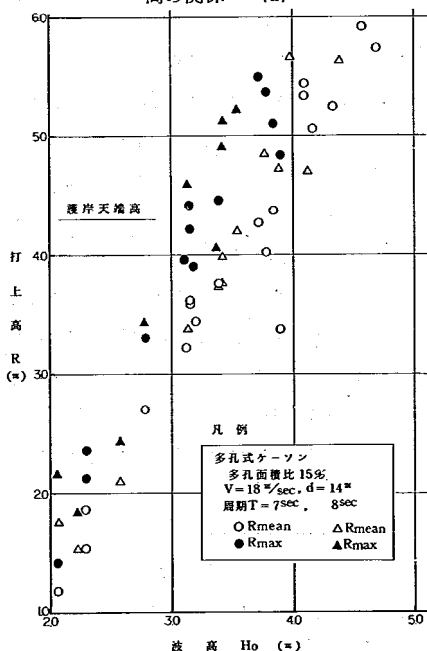


図-13 多孔式ケーソンの波高と打上高の関係 (c)

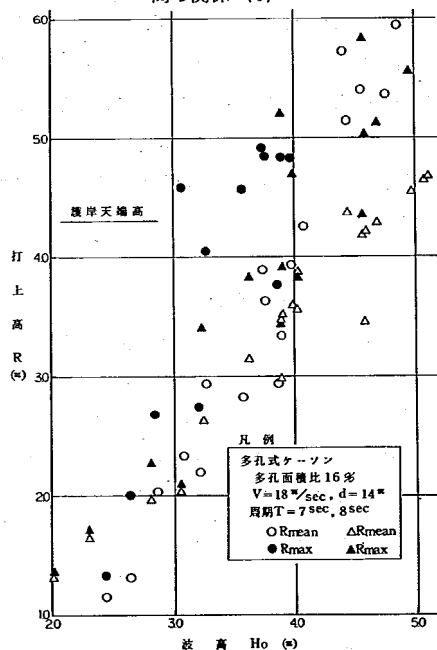


図-14 多孔式ケーソンの波高と打上高の関係 (d)

の方が約1割程度大きくなっている。最大打上高については、平均打上高より0.6 m高くなっている。多孔面積比11.2%の場合には波高が2.5 mまでは平均打上高は波高よりも小さくなっているが、2.5 m以上になると打上高の方が3割大きい。最大打上高については平均打上高の約0.7 m高い。多孔面積比15%においては周期の影響について調べるために7 secと8 secについて行っている。平均打上高は7 secも8 secも殆んど同程度であるが、8 secの方が0.15 m高くなっている。どちらも波高3 mまでは平均打上高の方が小さく、波高が3 mを越えると波高の1.25 倍の打上高となっている。最大打上高は平均打上高の1.2 ~ 1.3 倍となっている。

図-14(d)は多孔板の最上部に空気抜き穴をもうけた場合の効果について調べたものである。この空気抜き穴は全面積に対して約1%の断面積を持つ小さな円孔をバラベツト護岸天端高から1 m下の所(打上高では3.4 mに対応する)に水平に一列設けたものである。周期7 secについては、波高に対して平均打上高は波高3.8 mまではかなり小さな値となり、3.8 mで平均打上高は波高と等しくなり、波高3.8 mを境にして約0.6 m階段状で打上高は急激に増大しており、波高3.8 m以上では平均打上高が波高の増加とともに増大している。なお、最大打上高では前述のような特徴が顕著には表われていない。周期8 secでは波高が3.8 mまでは波高よりも約1 m小さな平均打上高となっているが、波高3.8 mで平均打上高は等しくなり、これを境にして0.6 m程度階段状に周期7 secと同じく増大し、波高が3.8 m以上になっても平均打上高は波高の9割程度の高さになっている。最大打上高については平均打上高よりも0.3 ~ 0.7 m程度高くなっている。

まず多孔面積比と打上高の関係について調べてみる。その前におのおのの多孔面積比はどのような孔の配置なのかをはっきりさせなければならない。本水理模型実験で多孔式ケーソンの全ケースについての打上高の測定を実施しなかったが、多孔面積比7.5%では静水面上の所に孔の中心がくるようにしその上に一段、計10個の孔を配置してある。11.2%では多孔板の全面にわたりちどり型に合計13個の孔が配置されている。15%では7.5%の孔のほかに更に下に2段計4段合計20個となっている。空気抜き穴のある16%では、15%の孔の配置に多孔板の最上部に設けたものである。そして、この孔の最上部は打上高では1.2 ~ 2.4 mに対応しており、空気抜き穴は3.4 mのところに对应している。

直立壁への打上高と孔のある場合の打上高を比較すると多孔面積比11.2%では波高2.4 mまでは小さく、7.5%および15%では波高が2.8 mまでは小さくなっている。それ以上の波高ではそれぞれ、直立壁の打上高よりも大きい結果となっている。なお、16%については例外となっている。この直立壁と比較した打上高において、多孔式の場合に小さな打上高となっているのは、孔の最上部から遊水部の中へ進入波が入り込んでいったものであろう。

直立壁と比較して打上高が大きい原因の中で多孔面積比11.2%がこれらの中で同一波高に対して一番大きな打上高となっているのは孔の配置に関係しているものと思われる。即ち、孔の配置が多孔板全面にわたってちどり型に配置されており、遊水部への進入波が他のタイプと比較して最も多く、孔の全面が進入波によりふさがった時に進入波によって遊水部の残存空気が圧縮され、この圧縮された空気が逆に孔から排出され、この排出する空気が打上高を助長して直立壁よりも大きな打上高になるも

のと考えられる。これは、多孔面積比が7.5%よりも15%の方が大きな打上高となることもこれを物語っているといえるだろう。さて例外の空気抜き穴を設けた多孔面積比16%が他のタイプと違い特異な性質を示すのも上述のような理由からこの空気抜きが有効に働いた結果といえるだろう。即ち、この空気抜き穴が進入波によって全面ふさがれるまでは直立壁よりも約1 m低い打上高であるが、空気抜き穴がふさがった場合の波高( $H_0 \approx 3.8$  m)から階段状に0.6 m急激に打上高が増大したものと思われる。

図-13(c)では同一波高に対して周期7secよりも8secの方が大きくなっている。一方、図-14(d)ではばらつきはあるものの7secも8secも同程度であり、波高3.8 mを境にして逆に周期7secの方が打上高が大きくなるという興味ある現象を生じている。前回の法面消波護岸の実験で、同一条件では周期の長いもの程越波量は大きくなることが明らかになっており、打上高についても矛盾するものではない。これは一周期単位幅あたり岸側に輸送される移動水量が $Q_0 = H_0 L_0 / 2\pi$  ( $m^3/m$ )で表わされ、周期の長いもの程エネルギーが大きいいえる。従って進行波が多孔板にあたり、そのエネルギーが一部遊水部へ進入し、遊水部で処理しきれないエネルギーが打上高となって表われる。しかし、空気抜き穴のある16%においてはその差が明瞭に表われなく、むしろ7secよりも8secの方が打上高が小さい値を示しているのは、空気抜き穴が影響しているものと思われる。図-14(d)を注目すると空気抜き穴は打上高の3.4 mの所に設置してある。周期7secでは空気抜き穴を進行波がふさいだ場合には急激に打上高は増大する。これは空気抜き穴からの空気の排出のためであろう。最大打上高がこの付近で4.8 m前後に集中しておりこれを裏付けている。一方、周期8secは空気抜き穴のある3.4 m前後の所で波高の増大にもかかわらずそれ程打上高は増加していない。周期が長くなれば進行波はそれだけゆっくり多孔板にあたるので空気抜き穴からも遊水部へ波が進入して行くと考えられる。これが原因で周期が長いにもかかわらず空気抜き穴より大きな打上高となると8secの打上高が7secの打上高よりも小さい結果になったものと考えられる。

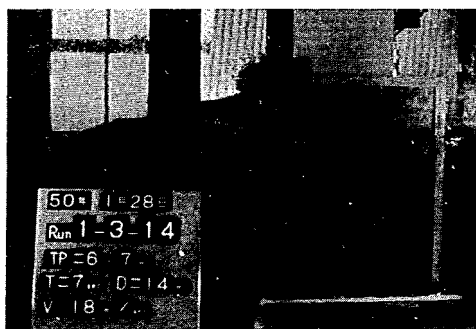


写真-15 多孔式ケーソンの実験写真

### C) 波高と揚圧力の関係

揚圧力の測定結果は図-15(a)から17(c)まで示してある。この揚圧力は多孔式ケーソンの上部床版が重力に逆って波が働く力、即ちUp liftである。揚圧力は上部床版に作用する力を単位面積あたりで表わしており、2つのロードセルの力から求めており、波高が2~3 mから作用し始めている。

多孔面積比7.5%では波高3 mで平均揚圧力は0.5 ton/ $m^2$ 、4 mで1.1 ton/ $m^2$ 、

5 mで2 ton/ $m^2$ であり最大揚圧力は波高3 mから平均揚圧力よりも2 ton/ $m^2$ 大きくなっている。平均揚圧力は波高4 mまでゆるやかに波高の増加とともに増大しているが、波高が4 mを越えるとその増大のし方は急激である。なお、最大揚圧力はほぼ直線的に増加している。多孔面積比11.2%では打

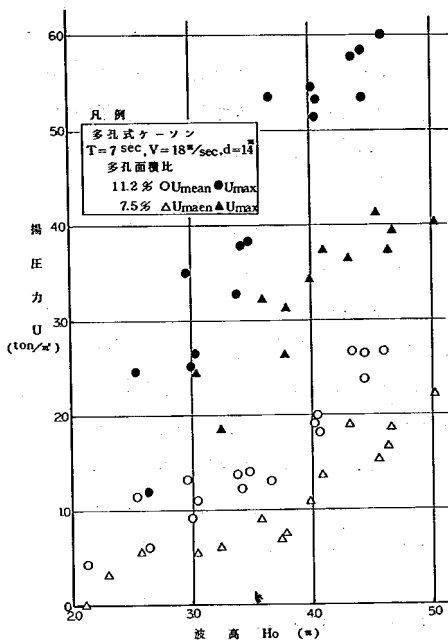


図-15 多孔式ケーソンの波高と揚圧力の関係 (a)

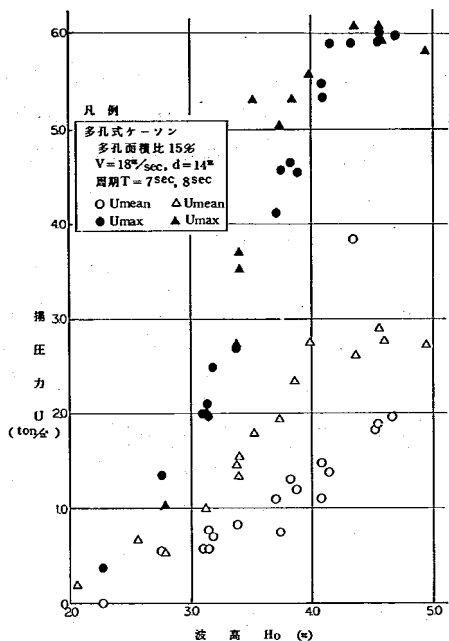


図-16 多孔式ケーソンの波高と揚圧力の関係 (b)

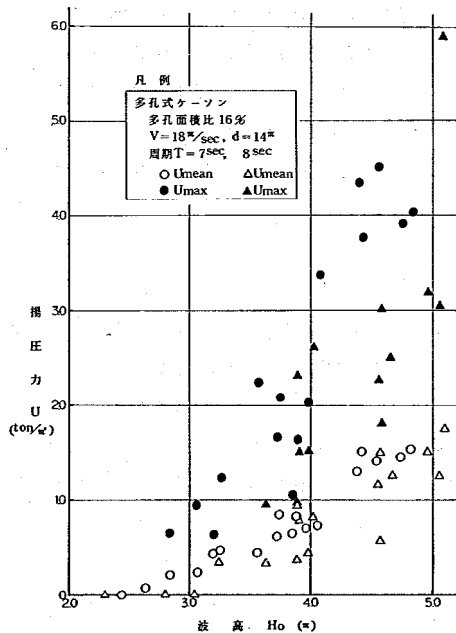


図-17 多孔式ケーソンの波高と揚圧力の関係 (c)

上高でも触れたように孔の配置の関係から大きな値を示しており、波高3 mで平均揚圧力は1 ton/m<sup>2</sup>、4 mで2 ton/m<sup>2</sup>、5 mで3~4 ton/m<sup>2</sup>と多孔面積比7.5%の1.5倍の大きさである。最大揚圧力はおおよそその値であるが、波高2.5 mで2 ton/m<sup>2</sup>、3 mで3 ton/m<sup>2</sup>、4 mで5 ton/m<sup>2</sup>、5 mで7 ton/m<sup>2</sup>になっている。

図-16(b)では多孔面積比15%において周期7 sec、8 secと周期の影響についても調べた。周期は長い場合には揚圧力が発生する波高が小さくなっている。周期7 secでは波高3 mで0.7 ton/m<sup>2</sup>、4 mで1.3 ton/m<sup>2</sup>、5 mで2.5 ton/m<sup>2</sup>となっており周期8 secでは波高3 mで1.2 ton/m<sup>2</sup>、4 mで2.2 ton/m<sup>2</sup>、5 mで3.3 ton/m<sup>2</sup>と7 secよりも約1.5倍前後の大きさとなっている。多孔面積比15%の最大揚圧力は周期が7 secも8 secも殆んど同じで若干8 secの方が大きい波高の増加とともに急激に増大している。この増大曲線はS字を右上と左下側を引張ったような変形S字型となっており、波高2.5 mで0.7 ton/m<sup>2</sup>、3 mで1.7 ton/m<sup>2</sup>、4 mで5.5 ton/m<sup>2</sup>、5 mで6 ton/m<sup>2</sup>となっている。波高が5 mとなっても6 ton/m<sup>2</sup>とそんなに大きな最大揚圧力とならないのは、孔の直径が1.2 mと比較的大きく進行波が孔を通してケーソン内部の遊水部において碎波現象を起こしエネルギーが減少したものと考えられる。

図-17(c)は空気抜き穴を設けた場合の多孔面積比16%の揚圧力である。打上高の考察で述べたと同様に波高3.8 m~4 mで揚圧力も階段状に増大している。揚圧力発生波高は周期7 secでは2.4 m、8 secで3 mからとなっており若干ではあるが7 secの方が小さな波高で発生している。周期7 secの場合の平均揚圧力は波高3 mで0.2 ton/m<sup>2</sup>、3.5 mで0.5 ton/m<sup>2</sup>、4 mで0.8 ton/m<sup>2</sup>、5 mで1.8 ton/m<sup>2</sup>となっている。周期8 secでは3.5 mで0.2 ton/m<sup>2</sup>、4 mで0.6 ton/m<sup>2</sup>、5 mで1.6 ton/m<sup>2</sup>となっており、おおむね8 secの方が7 secよりも0.2 ton/m<sup>2</sup>小さな値である。最大揚圧力はばらつきはあるものの8 secの方が7 secのそれよりも1 ton/m<sup>2</sup>小さくなっている。

これらを総合的に見ると多孔面積比が大きくなると揚圧力も大きくなる傾向にある。特に多孔面積比と同時に孔の配置も大きく影響している。孔が多孔板の全面にある時には大きく、静水面前後から上にある場合には揚圧力は小さくすることが出来る。このことは進行波がケーソン内部の遊水部へ進入しやすいか否かが揚圧力の大きさに影響を与えている。又、周期の影響については、長い方が揚圧力が大きくなっている。空気抜き穴を設けた場合の効果についても調べた。全断面面積の1%の空気抜きでもあるにもかかわらず他のタイプと比較してかなり小さな揚圧力となっている。特に空気抜き穴までの打上高ではその効果は特別に発揮する。この空気抜きがある場合には周期が7 secよりも8 secの方が揚圧力が小さくなっている。これは、7 secの場合多孔板に波がぶつかる時8 secよりも衝撃的であり遊水部の空気が急激に圧縮されてこれが揚圧力が大きくなるためであろう。

#### d) 局所的な波圧

揚圧力としてはケーソンの上部床版全断面に作用する値を測定したが、これとは別にケーソン内部の波圧、揚圧力が局所的に大きくなる上部隅角部付近に5ヶ所波圧計を取付けてあり、上部床版の揚

圧力の分布を知り、同時にケーソン内部の空気が進入波によって圧縮されるための圧力上昇の程度、ケーソン内部での波圧の大きさを知ることとを目的として測定した。この局所的な揚圧力と波圧が図-18(a)~24(g)に示してある。

$P_1$  は多孔板と反対側の不透過板の内側（遊水部最奥）から 2.2 m 地点の上部床版、 $P_2$  は同様に 1.0 m 地点の上部床版である。 $P_3$ 、 $P_4$ 、 $P_5$  は、 $P_5$  が静水面が中心となる位置、 $P_4$  は  $P_5$  から 1.1 m 上側、 $P_3$  は  $P_4$  から 1.1 m 上側の遊水部最奥の後板（不透過板）に取付けられている。なお  $P_4$ 、 $P_5$  は多孔板正面から見た時に上から 1 段目および 2 段目の真中の孔から直視出来る位置であることを付加しておく。

上部床版の局所的な揚圧力の分布は、 $P_1$ 、 $P_2$  であるがこれらと比較して  $P_1$  の方が大きいのは多孔面積比 11.2 % と 16 % である。これは  $P_2$  よりかなり大きく、11.2 % では波高 3 m からその差が急激に増大し、およそ  $P_2$  より 1 ton/m<sup>2</sup> 大きい。逆に  $P_2$  の方が大きいのは多孔面積比 7.5 %, 15 %, 22.5 % である。この中で 22.5 % はかなり大きくなっているが、

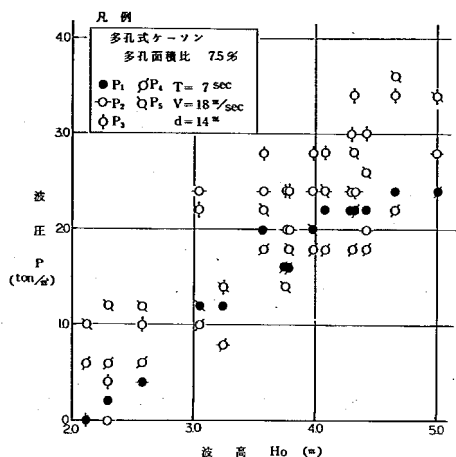


図-18 多孔式ケーソンの波高と波圧の関係 (a)

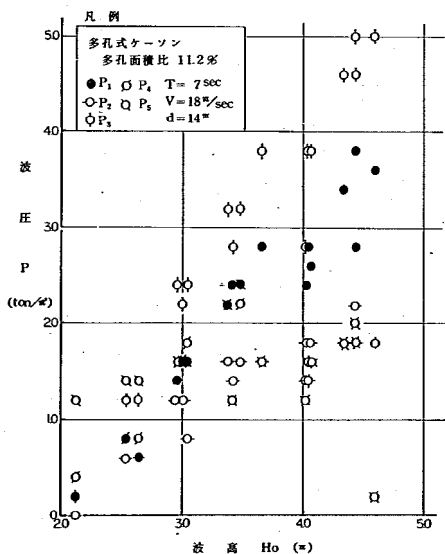


図-19 多孔式ケーソンの波高と波圧の関係 (b)

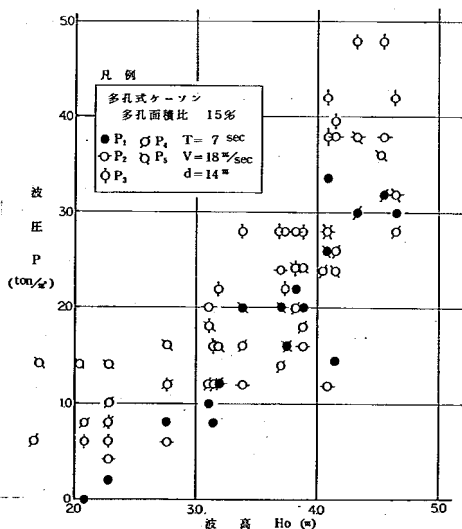


図-20 多孔式ケーソンの波高と波圧の関係 (c)

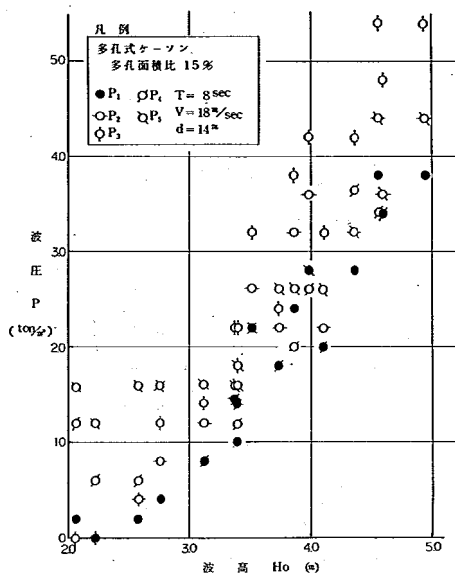


図-21 多孔式ケーソンの波高と波圧の関係 (d)

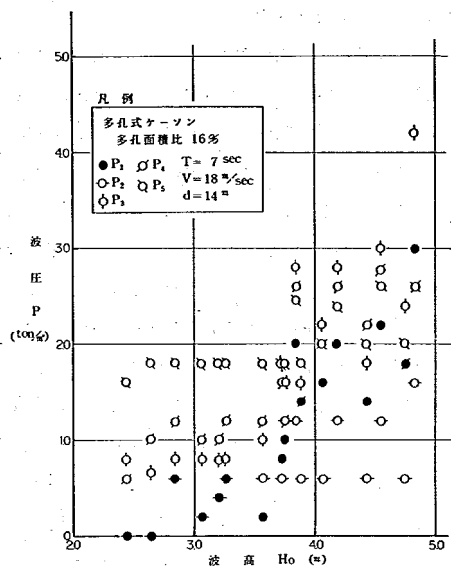


図-22 多孔式ケーソンの波高と波圧の関係 (e)

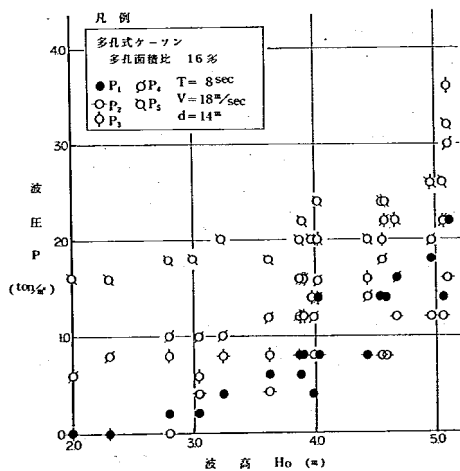


図-23 多孔式ケーソンの波高と波圧の関係 (f)

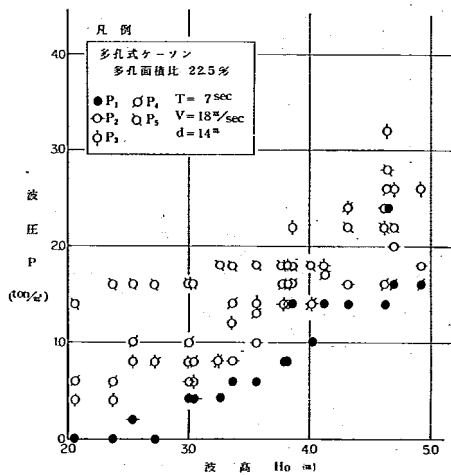


図-24 多孔式ケーソンの波高と波圧の関係 (g)

7.5%, 15%は若干大きい程度である。これらより  $P_1$  が大きくなりやすいのは孔の配置がちどり型のものや、静水面前後から孔が格子型に配置されたものであり、孔が全面に配置されたり空気抜き穴が設けられたものは小さい。一方、 $P_2$  が大きくなりやすいのは、孔の配置が格子型に設けられている場合であり、小さくなるのはちどり型配置や空気抜き穴を設けた場合である。平均揚圧力と局所的な平均揚圧力の関係は表-4にまとめておいた。この表からわかるように、揚圧力の分布は逆水部奥に行くに従って大きくなる傾向があるが、多孔面積比11.2%と空気抜き穴がある場合には奥部の揚圧力が減少しむしろ中央の方が大きいという結果になっている。

表-4 多孔式ケーソンの平均揚圧力と局所的揚圧力の関係

上段 平均揚圧力 (ton/m<sup>2</sup>)  
下段 局所的揚圧力 (ton/m<sup>2</sup>)  
左側  $P_1$ , 右側  $P_2$

| 波高 $H_0$<br>(m) |                  | 2.0 |   | 2.5 |     | 3.0 |     | 3.5 |     | 4.0 |     | 4.5 |     | 5.0 |     |
|-----------------|------------------|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 多孔<br>面積比%      | $7^{\text{sec}}$ | 0   |   | 0.3 |     | 0.5 |     | 0.9 |     | 1.1 |     | 1.5 |     | 2.0 |     |
|                 |                  | 0   | 0 | 0.3 | 0.3 | 1.1 | 2.1 | 1.5 | 1.5 | 2.0 | 2.4 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.8 |
| 7.5             | 7                | 0.1 |   | 0.5 |     | 1.0 |     | 1.4 |     | 2.0 |     | 2.5 |     | 3.5 |     |
|                 |                  | 0.1 | 0 | 0.8 | 0.6 | 1.6 | 1.2 | 2.3 | 1.6 | 2.5 | 1.5 | 3.5 | 2.0 |     |     |
| 11.2            | 7                | 0   |   | 0.2 |     | 0.7 |     | 1.0 |     | 1.3 |     | 1.8 |     | 2.5 |     |
|                 |                  | 0   | 0 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 1.5 | 2.3 | 2.0 | 3.2 | 3.8 |     |     |
| 15.0            | 7                | 0.1 |   | 0.6 |     | 1.2 |     | 1.7 |     | 2.2 |     | 2.8 |     | 3.2 |     |
|                 |                  | 0.1 | 0 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 1.0 | 1.5 | 1.5 | 2.2 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 3.9 | 4.5 |
| 15.0            | 8                | 0   |   | 0   |     | 0.2 |     | 0.5 |     | 0.8 |     | 1.4 |     | 1.8 |     |
|                 |                  | 0   | 0 | 0   | 0   | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 1.5 | 0.7 | 1.7 | 1.0 | 2.5 | 1.2 |
| 16.0            | 7                | 0   |   | 0   |     | 0   |     | 0.2 |     | 0.6 |     | 1.0 |     | 1.6 |     |
|                 |                  | 0   | 0 | 0   | 0   | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1.5 | 0.9 |
| 16.0            | 8                |     |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                 |                  | 0   | 0 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 1.4 | 2.0 | 1.6 | 2.3 |
| 22.5            | 7                |     |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                 |                  | 0   | 0 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 1.4 | 2.0 | 1.6 | 2.3 |

多孔式ケーソンの多孔板前面での波の運動は図-25にその概略を示してあるが式(7)から(9)のように表わされる。波形は重複波になると仮定すると

$$\eta = \frac{H}{2} \cos(kx) \cos(\sigma t) \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$u = \frac{\pi H}{T} \frac{\cosh k(d+z)}{\sinh kd} \cos(kx) \cos(\sigma t) \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$v = \frac{\pi H}{T} \frac{\sinh k(d+z)}{\sinh kd} \sin(kx) \sin(\sigma t) \quad \dots\dots\dots (9)$$

とあらわされ、ここで  $\eta$  : 水面上昇量,  $u$  : 水平方向の水粒子速度,  $v$  : 鉛直方向の水粒子速度,  $H$  : 波高,  $T$  : 周期,  $d$  : 水深,  $z$  : 平均水面からの深さ,  $k$  : 波数,  $t$  : 時間,  $\sigma = 2\pi/T$  である。

又,  $x = 0$  の地点は多孔板の地点である。

直立壁の不透過板前面では

$$u = 0, \quad v = \frac{\pi H}{T} \frac{\sinh k(d+z)}{\sinh kd} \cos \sigma t \quad \dots\dots\dots (10)$$

となるが多孔式ケーソンでは孔があるために  $u = 0$  とはならずこの孔を通して  $u$  の成分は遊水部へ進入する。この  $u$  の成分は、多孔面積比、孔の位置によってそれぞれ変化する。多孔式ケーソンでは  $u$  が遊水部へ進入しただけ  $v$  の成分は減少する。一方、 $x = L/4$  の地点では水位変動がなく節となる地点である。

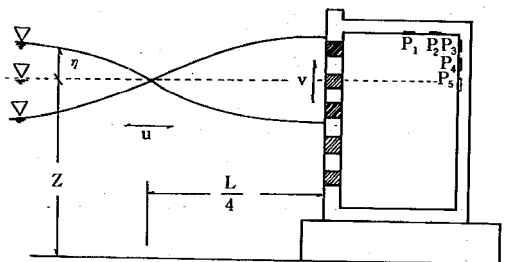


図-25 多孔式ケーソン前面の波の運動

又、波圧では、直立壁では簡単にはサンプラーの波圧算定式によって表わされる。これらの式からわかるようにケーソンをどんな位置に設置しても波頂が多孔板前面にある。又、直立壁で与えられる波圧は、多孔板があるために減衰して図-18～24に示されるようになった。上部床版に作用する揚圧力とケーソン内部の波圧の和はおおむねサンプラー式を満足していることから、本来直立壁不透過板に作用するはずの波圧が多孔板があるためにケーソン内部では波圧が減衰し、この減衰しただけ揚圧力という力になったのだろう。

## 5.2 直立消波ブロック

さきに述べたように直立消波ブロックではその構造から揚圧力を測定することは測定装置を設置することがむずかしく、越波量と打上高のみを測定し、揚圧力は間接的ではあるが実験時、8mmカメラで撮影し、又同時に写真記録を行いその状況を観察し、同時にブロックの安定性についても実験時に目測で確認した。

使用したブロックは代表としてスワック (12 ton/個)、クロスフォロブロック (40 ton/個)、クロスフォロケーソン (63 ton/個) の3種類を使用した。最後のクロスフォロケーソンは直立消波ブロック護岸タイプというよりもむしろケーソンタイプのものであるがここでは便宜上ブロックタイプとして取扱った。

### a) 反射率

直立消波ブロック護岸では、ブロック前面は透過構造となっており、ブロック後部は不透過となっており、このブロックの空隙で波のエネルギーを減殺させる構造となっている。従ってこのブロックの空隙でどれだけエネルギーを減殺させることが出来るかが消波機能に大きく左右する。波が進行してブロックであるエネルギーが減殺され、その残りのエネルギーが越波になったり、又波の進行方向とは逆向きに反射波として波が進行してゆく。直立消波護岸直前の波の運動は5.1の(9)式で表わされる

ような運動をしており、反射波が進行波と重なり合って重複波を形成し、護岸におよぼす影響は無視出来ない。そこでこのエネルギー減殺効果がどの程度であるかの一つの目安として反射率を測定した。

この反射率は部分重複波の状態で測定したもので各ブロックの反射率 $K_r$ は、スワックで0.60~0.65、クロスフォローブロックで0.50~0.55、クロスフォローケーソンで0.55程度であった。なお、直立壁の場合には多孔式ケーソンで測定してあるように、その反射率は0.82であることを付加しておく。

## b) 波高と打上高の関係

多孔式ケーソンと同様に越流量を知るために波高と打上高の関係について調べてみたがこの関係を図-26(a)から29(d)に示しておいた。又、各ケースの護岸天端高についても同時に示してある。この護岸天端高よりも高い打上高となった波高の時に越波は発生する。図-11には直立壁の波高と打上高の関係であるが、これによればおおむね波高と平均打上高は同じ程度の大きさである。スワックの場合、測定誤差を考慮すれば護岸天端高による打上高の変化は見られなく、平均打上高が波高よりも約0.5 m小さな値となっている。又、最大打上高はかなりばらつきはあるものの波高よりは大きくなっている。平均打上高よりも0.5~1.0 m程度大きくなっている。クロスフォローブロックは、護岸天端高 $T.P. + 7.5 m$ では波高よりも0.4 m程度平均打上高が小さくなっているが、護岸天端高 $T.P. + 6.7 m$ ,  $+ 6.2 m$ では平均打上高は波高と大体同じ程度であった。スワックでは護岸天端高の差異にあまり打上高が影響を受けないのはブロック1ケの高さが1 mと比較的小さいが、クロスフォローブロックは1ケの高さが2 mと大きいのでこのような差となって表われたのだろう。一方、図-27(b)にはスワックとクロスフォローブロックの同一条件での比較を行ったが、測定誤差を考慮すれば

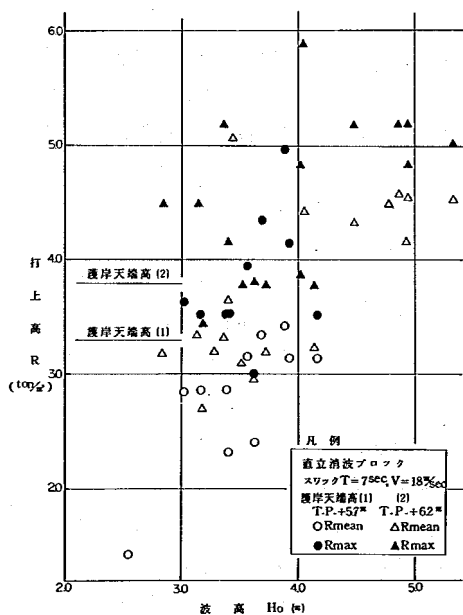


図-26 直立消波ブロックの波高と打上高の関係 (a)

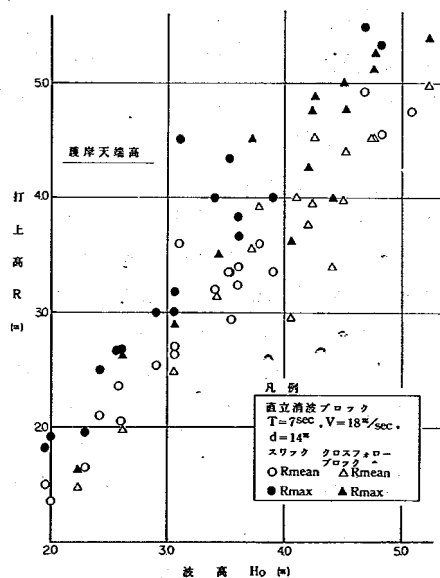


図-27 直立消波ブロックの波高と打上高の関係 (b)

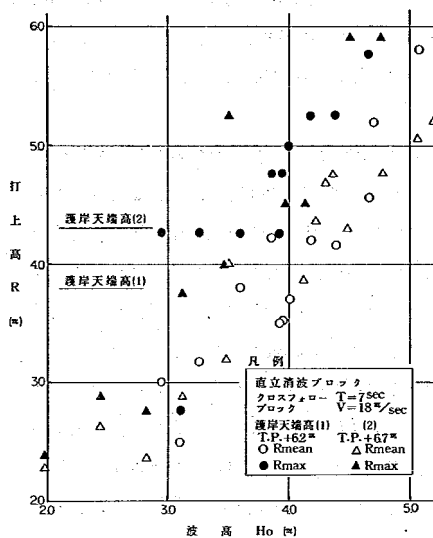


図-28 直立消波ブロックの波高と打上高の関係 (c)

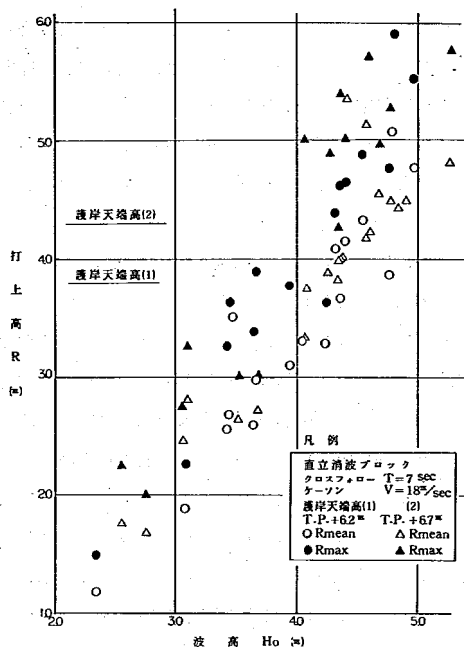


図-29 直立消波ブロックの波高と打上高の関係 (d)

ブロックによる打上高の差は認められない。クロスフローケーソンでは他のタイプとは異なり波高の小さな時にはかなり打上高に対して有効に働いているが、波高が大きくなるにしたがい平均打上高も大きくなり、波高が5mを越えたとその機能を果さなくなり平均打上高は波高と同程度になっている。なお、最大打上高も同じ傾向である。クロスフローケーソンは、ケーソンタイプのものであり多孔式ケーソンと同じ打上高の傾向である。

### c) ブロックの安定性と揚圧力

直立消波ブロック護岸では、揚圧力・波圧の測定は行っていない。ブロックの安定性は越波量測定時に目測で確認した。ブロック護岸の崩壊は起こらなかった。各ブロックの背面には捨石として碎石をつめてあるが、特にスワックの場合、波の作用によってこの碎石の土圧によってブロックは少し海側の前面に傾いた。その他のブロックは安定であった。

揚圧力は、実験記録写真を参考にして見ると静水面付近より上部のブロック内部の空隙には波の打上げ時に水と空気が混在しているのが実験水路のガラス張り側壁を通して観測されている。この部分では相当程度の圧力が発生しているものと思われる。この直立消波ブロック護岸の模型実験でブロック背後の止水が十分出来ず、このためこのブロックの空隙内に封入された空気が抜けている。従って実験時にはこのブロックの空隙に圧入された空気によって見掛け上はあまり大きな揚圧力となっていることは認められなかったが、実際には直立消波ブロック護岸には大きな内部圧力と揚圧力が発生し

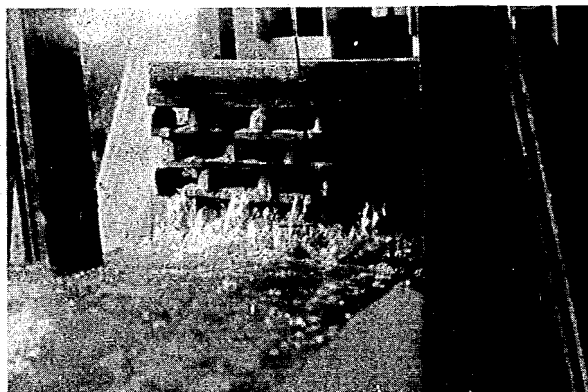


写真-16(a) 直立消波ブロックの実験写真

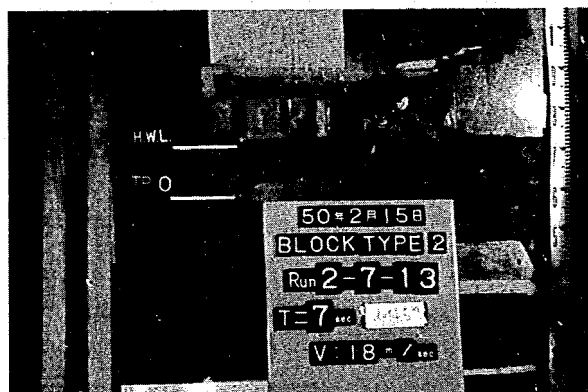


写真-16(b) 直立消波ブロックの実験写真

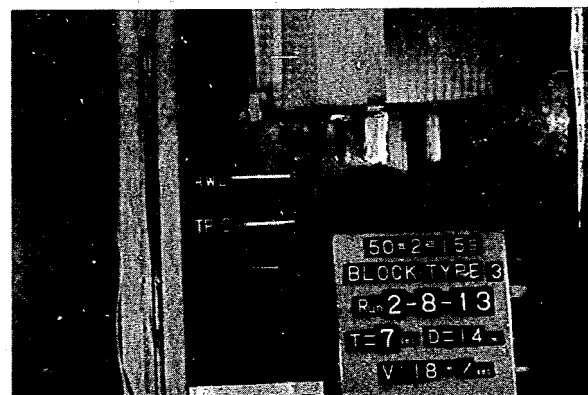


写真-16(c) 直立消波ブロックの実験写真

ているものと思われる。

### 5.3 棧 橋

棧橋形式の護岸は、前述の2タイプと比較して古くから採用されているのは施工が容易であり、工費が節約出来る、構造上有利である等の多くの利点から行われている。しかし逆に波高が大きくなる暴風時には、他のタイプとは比較にならない程の大きな被害をもたらす構造でもある。橋柱の波力および引き抜き、床版の揚圧力を減少させるにはどのような構造としなければならないのかが問題となり、これと同時に色々な構造での波力について十分な説明が必要となる。

#### a) 棧橋の構造と反射率の関係

棧橋護岸はかなり水深の深い所に設置されるものであり、その下部では重複波を生じることになる。また、浅い所では杭付近が碎波帯となり大きな波力となる。揚圧力を減少させる目的で杭間に円孔のあるカーテンウォールを設置すれば、このカーテンウォールのために反射波が発生し重複波を生じさせることになり、また色々な棧橋構造での反射率が問題となる。

棧橋護岸では4つの構造を考えた。その1つは棧橋下の最奥部に直立消波ブロック層を設置して棧橋奥部の揚圧力の低減を計ろうとする構造、2つには、この直立消波ブロック層と併せて沖側の杭間に直径1.2mの円孔の多孔板である多孔面積比30%のカーテンウォールを設けた場合の効果、第3にはカーテンウォールのみ、第4には消波構造物が何もない棧橋のみの構造である。

これらの構造物でどの程度の重複波となるのかは反射率を知れば良い。その目的で反射率を測定した。この実験結果は、ブロックのみで反射率が0.537、カーテンウォールでは0.351、棧橋のみでは0.554となった。この結果から、カーテンウォールの時にはその構造が透過性のため反射率は一番小さくなっており、進行波の60%程度はカーテンウォールを通し棧橋下部へ進入している。また、ブロックのみと棧橋のみのものではそれ程差はない。重複波の小さな、いいかえれば反射率の小さなものが望ましい構造であるが、カーテンウォールの場合むしろカーテンウォールに波が作用して大きな波力となりこれも問題となる。棧橋構造では反射率や波力、揚圧力等を総合的に考慮したものでなければならぬというまでもない。

#### b) 波高と打上高の関係

5.1の項で触れたように、 $x = L/4$ の地点では水位変動がなく節となる地点であり、棧橋の構造では奥部に行くに従って水位変動が大きくなる。またクリアランス（静水面と床版の空間）や棧橋突出部があるために越波量は殆んどない。越波量はあったとしてもシブキ程度であった。従って越波量は問題とならないが、棧橋の構造上打上高は揚圧力を大きく左右する重要な要素となる。そこでここでは各棧橋構造での波高と打上高についてのその関係を調べたのが図-30(a)から36(g)のとおりである。

この打上高の測定地点はすべて護岸のパラペット天端地点である。ブロックだけの構造は図-30(a)～31(b)である。護岸天端高が高い場合には一般的に打上高は低くなる傾向にある。特に護岸天端高T.P. + 7.5 m、周期7 sec はかなり小さく、波高4 mでも平均打上高は1.3 mであり最大打上高で

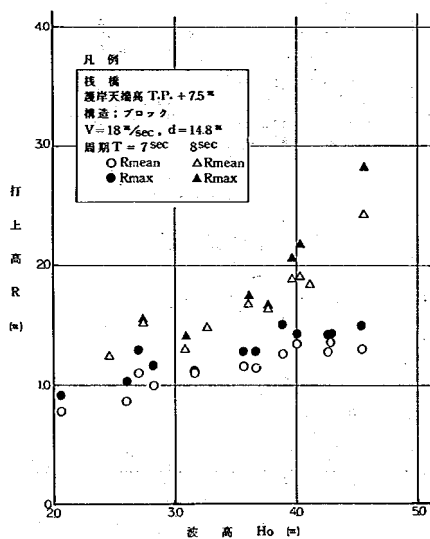


図-30 橋の波高と打上高の関係 (a)

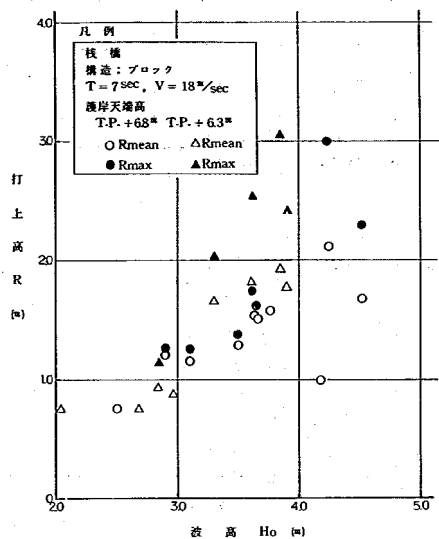


図-31 橋の波高と打上高の関係 (b)

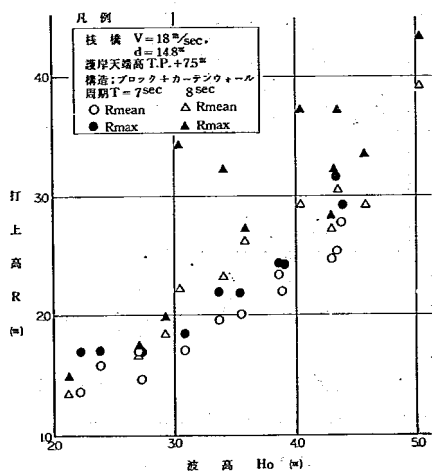


図-32 橋の波高と打上高の関係 (c)

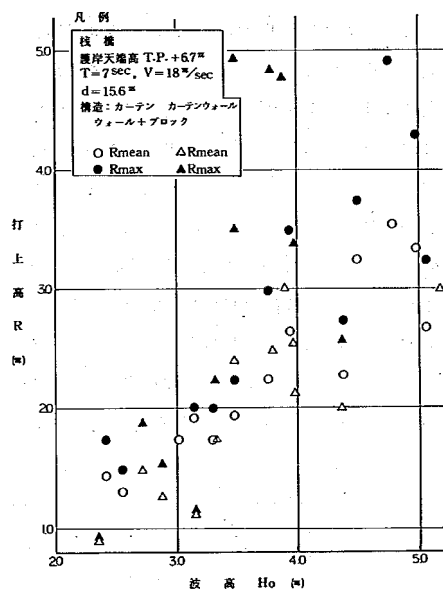


図-33 橋の波高と打上高の関係 (d)

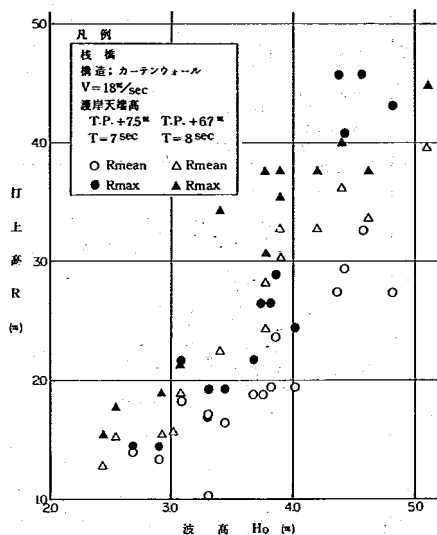


図-34 栈橋の波高と打上高の関係(e)

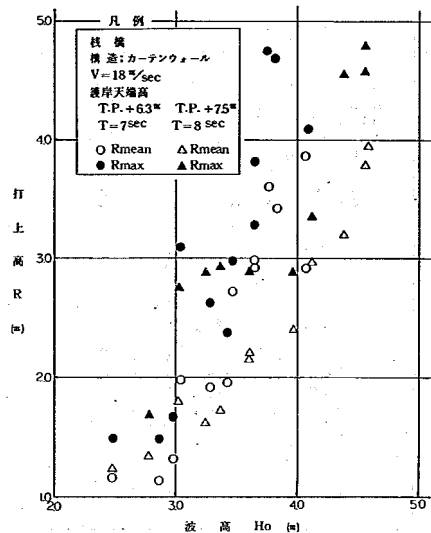


図-35 栈橋の波高と打上高の関係(f)

も平均打上高よりも0.1m程度しか高くなっていない。護岸天端高 $T.P. + 6.8m$ ,  $6.3m$ では打上高はそれ程の差はない。波高が3mまでは打上高はほぼ0.7~0.8mと一定しているが、波高が3mからは波高の約0.5倍の平均打上高となっており、最大打上高は護岸天端高 $T.P. + 6.3m$ が若干高くなっている。周期の影響については、図-30(a)で比較出来るように平均打上高は波高の約0.5倍程度となっており、8 secの方が7 secの方よりも波高の増加とともに増大している。カーテンウォールを取付けた場合の打上高は図-32(c)から35(f)まで示した。これによればブロックのみの構造よりも大きく

なっているのは当然のことであるが、打上高の上昇のしかたは急激である。しかし波高が3mまでは打上高は直線的に増加しているが、波高が3mを越えると2次曲線の線形で増加するのが特徴である。そして護岸の天端高が高い程打上高は低くなっている。周期の影響についても同様に短い方が同一波高に対して打上高は低くなる。栈橋のみの護岸での打上高の関係を図-36(g)に示した。波高と打上高の関係は直線的に増加しており、護岸天端高が高ければ打上高は低くなる。

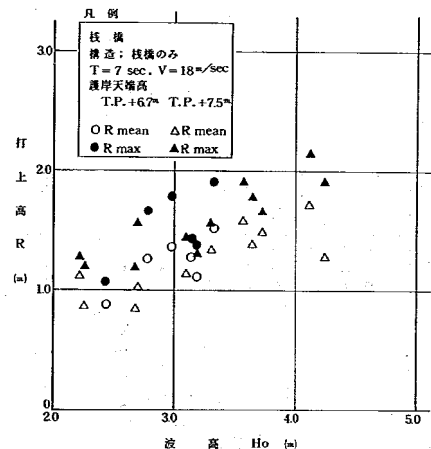


図-36 栈橋の波高と打上高の関係(g)

パラペット天端高地点の打上高を測定したが、この地点に消波構造がないブロック・栈橋のみでは当然のことながら打上高は小さい。最大打上高でも波高の約0.5倍程度であるのに比べ、カーテンウォールを設置した場合の打上高はかなり大きくなるが波高が3mまではそれ程大きな打上高となっていない。これを直立壁と比較してみるとかなり打上高は減少する。特に波高が3m~4mまではおよそ直立壁よりも1m減少しており効果が表われている。

### C) 波高と揚圧力の関係

栈橋護岸でその構造上揚圧力がどの程度の大きさなのかが、構造物を設計する際に是非とも知っておかなければならないものである。この揚圧力は、床版・床版張出部に作用し、また杭の引き抜きとなって表われるものである。この揚圧力と波高の関係を図-37(a)から43(g)まで示してある。

まず静水面から栈橋床版までの高さであるクリアランスの値であるが、護岸天端高T.P. + 7.5mでクリアランス $\delta$ は3.35m, T.P. + 6.8mで $\delta = 2.65$ m, T.P. + 6.7mで $\delta = 2.55$ m, T.P. + 6.3mで $\delta = 2.15$ mとなっている。

このクリアランスの大きさが揚圧力の発生する波高と密接な関係となっている。即ち図-37~43までの関係から波高がクリアランスの値より小さいときはカーテンウォールのない構造では揚圧力は発生しない。揚圧力が発生するのは波高がクリアランスより大きくなってからである。沖側橋柱間にカーテンウォールを設置した場合には波高がクリアランスの値よりもわずかに小さな波高から約0.3 ton/m<sup>2</sup>程度の揚圧力が発生している。この揚圧力は進入波がカーテンウォールに作用し、栈橋下クリアラン

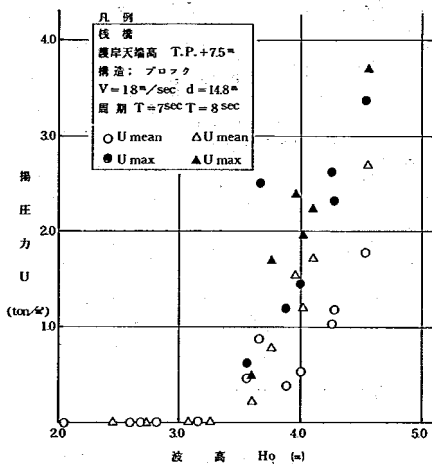


図-37 栈橋の波高と揚圧力の関係 (a)

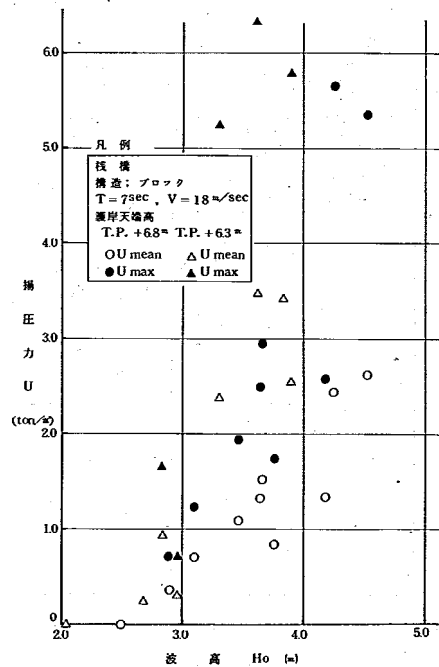


図-38 栈橋の波高と揚圧力の関係 (b)

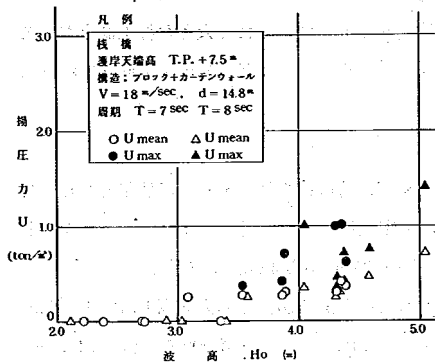


図-39 棧橋の波高と揚圧力の関係 (c)

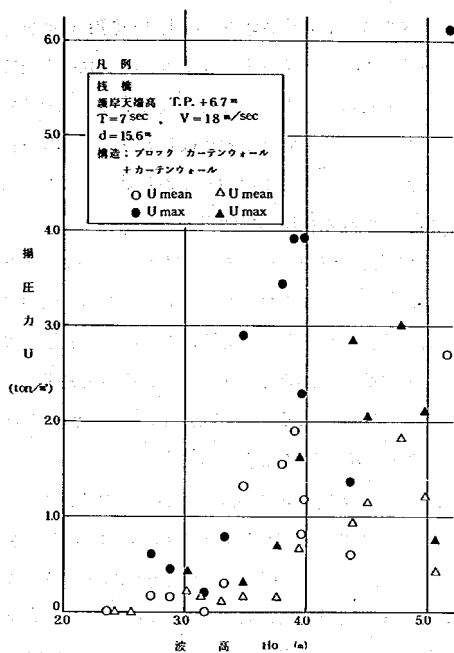


図-40 棧橋の波高と揚圧力の関係 (d)

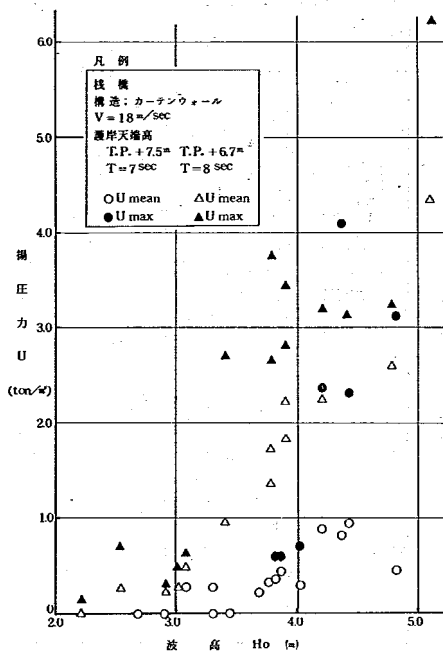


図-41 棧橋の波高と揚圧力の関係 (e)

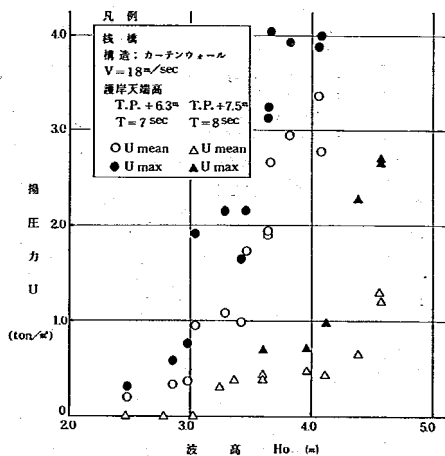
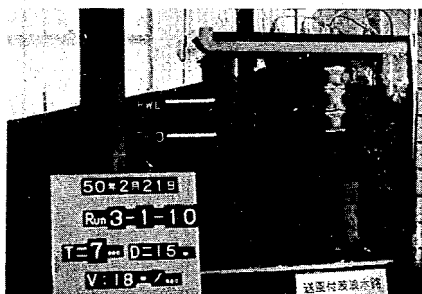


図-42 棧橋の波高と揚圧力の関係 (f)

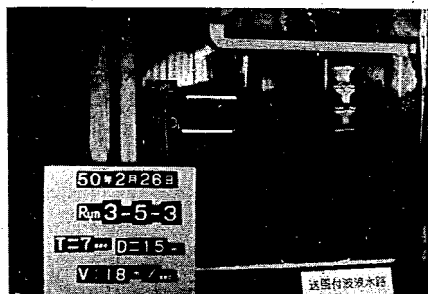
スの空気が圧縮されたので揚圧力として作用したものでろう。

さて各護岸構造の揚圧力について調べてみる。まず始めに栈橋下部背後に亀甲ブロックによる直立消波ブロックを設置した場合である。この消波ブロックを設置した目的は、栈橋背面での反射波・打上高を減じて栈橋床版に直接波が衝突するのを防ぐためである。この実験では栈橋模型と水槽側壁および背後不透過板間は栈橋下部に封入される残留空気の漏れを完全に防止しており、揚圧力の測定箇所はこの消波ブロック層よりも沖側前面の床版である。前にも述べたように波高がクリアランスより大きくなるまでは揚圧力は作用していない。この実験結果を図-37～38に示してあるとおり揚圧力が  $1 \text{ ton/m}^2$  まではかなりゆるやかな上昇となるが、 $1 \sim 1.5 \text{ ton/m}^2$  を越えると揚圧力は急激に上昇する。またクリアランスの小さい程、周期の長い方が同一波高では大きな揚圧力を与える。最大揚圧力は平均揚圧力のほぼ2倍となっている。

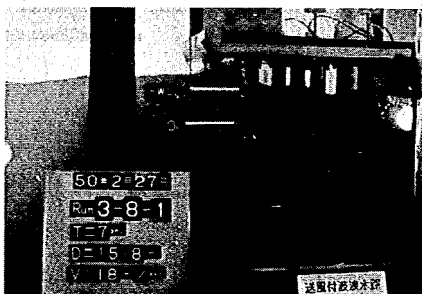
次に栈橋沖側の杭間に円孔のある多孔式カーテンウォールと直立消波ブロックを設けた場合については次のようになる。カーテンウォールを設置する目的は入射波を栈橋下部へ伝達される進入波高を低減して揚圧力の減少をはかるものである。この結果が図-39～40に示してある。カーテンウォールを設置したために栈橋床版に働く揚圧力は前述の構造と比較して激減している。しかし栈橋前面橋柱間に多孔式ケーソンがあるためにこれに波が打上げられて、クリアランスに空気が封入され、この空気塊が波によって圧縮されるために揚圧力の発生は比較的小さな入射波からでも認められる。また、



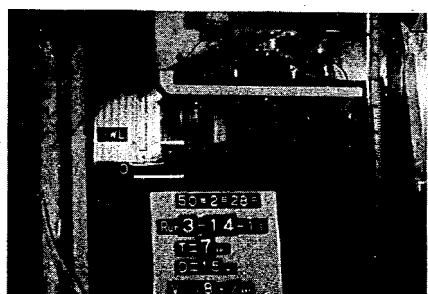
(a) ブロック



(b) ブロック+カーテンウォール



(c) カーテンウォール



(d) 栈橋のみ

写真-17 栈橋の実験写真

表-5. 栈橋の平均揚圧力と最大揚圧力の関係

上段 平均 (ton/m<sup>2</sup>)

下段 最大 (ton/m<sup>2</sup>)

| 護岸天端高                 | 付帯構造物                 | 周期               | クリアランス           | $\overset{m}{H_0}=2.0$ | $\overset{m}{H_0}=2.5$ | $\overset{m}{H_0}=3.0$ | $\overset{m}{H_0}=3.5$ | $\overset{m}{H_0}=4.0$ | $\overset{m}{H_0}=4.5$ | $\overset{m}{H_0}=5.0$ |
|-----------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| T.P.+7.5 <sup>m</sup> | ブロック                  | 7 <sup>sec</sup> | 335 <sup>m</sup> | 0                      | 0                      | 0                      | 0                      | 0.6                    | 1.5                    | 3.2                    |
|                       |                       | 8                |                  | 0                      | 0                      | 0                      | 0.3                    | 1.5                    | 3.2                    | 5.1                    |
|                       |                       |                  |                  | 0                      | 0                      | 0                      | 0.2                    | 1.2                    | 2.5                    | 4.0                    |
|                       |                       |                  |                  | 0                      | 0                      | 0                      | 0.3                    | 1.9                    | 3.5                    | 5.3                    |
|                       | カーテンウォール              | 7                |                  | 0                      | 0                      | 0.1                    | 0.2                    | 0.3                    | 0.4                    | 0.6                    |
|                       |                       |                  |                  | 0                      | 0                      | 0.1                    | 0.4                    | 0.7                    | 1.0                    | 1.5                    |
|                       |                       |                  |                  | 0                      | 0                      | 0.1                    | 0.2                    | 0.5                    | 1.0                    | 1.5                    |
|                       |                       | ブロック             |                  | 8                      | 0                      | 0                      | 0.1                    | 0.4                    | 0.7                    | 1.0                    |
|                       | 0                     |                  |                  |                        | 0                      | 0.1                    | 0.2                    | 0.5                    | 1.0                    | 1.5                    |
|                       | 0                     |                  |                  |                        | 0                      | 0.1                    | 0.2                    | 1.0                    | 2.5                    | 4.5                    |
|                       | カーテンウォール              |                  |                  | 7                      | 0                      | 0                      | 0                      | 0.4                    | 0.5                    | 1.2                    |
|                       |                       | 0                |                  |                        | 0                      | 0                      | 0.7                    | 0.8                    | 2.6                    | 3.5                    |
|                       |                       | 0                |                  |                        | 0                      | 0                      | 0.7                    | 0.8                    | 2.6                    | 3.5                    |
| ブロック                  |                       | 7                | —                | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      |                        |
|                       | T.P.+6.8 <sup>m</sup> | ブロック             | 7                | 265                    | 0                      | 0                      | 0.4                    | 1.0                    | 1.8                    | 2.8                    |
| 0                     |                       |                  |                  |                        | 0                      | 0.9                    | 2.0                    | 4.0                    | 6.0                    | 9.0                    |
| T.P.+6.7 <sup>m</sup> | カーテンウォールブロック          | 7                | 255              | 0                      | 0                      | 0.2                    | 0.5                    | 1.5                    | 1.8                    | 2.5                    |
|                       |                       |                  |                  | 0                      | 0                      | 0.5                    | 1.5                    | 4.0                    | 5.0                    | 6.0                    |
|                       |                       |                  |                  | 0                      | 0                      | 0.2                    | 0.3                    | 0.7                    | 1.0                    | 1.5                    |
|                       |                       |                  |                  | 0                      | 0                      | 0.3                    | 0.5                    | 1.4                    | 2.3                    | 4.0                    |
|                       | カーテンウォール              | 8                |                  | 0                      | 0.3                    | 0.3                    | 1.0                    | 2.0                    | 3.0                    | 4.2                    |
|                       |                       |                  |                  | 0                      | 0.3                    | 0.6                    | 1.6                    | 3.4                    | 4.5                    | 6.0                    |
|                       |                       |                  |                  | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      |
| T.P.+6.3 <sup>m</sup> | ブロック                  | 7                | 215              | 0                      | 0.1                    | 0.9                    | 2.0                    | 4.5                    | —                      | —                      |
|                       |                       |                  |                  | 0                      | 1.0                    | 3.0                    | 5.0                    | 9.0                    | —                      | —                      |
|                       | カーテンウォール              | 7                |                  | 0                      | 0.2                    | 0.7                    | 1.8                    | 3.1                    | —                      | —                      |
|                       |                       |                  |                  | 0                      | 0.3                    | 1.5                    | 3.0                    | 4.0                    | —                      | —                      |

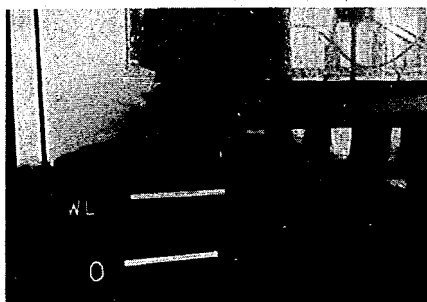


写真-18 栈橋護岸の圧入空気の吹出し  
(カーテンウォール)

この場合周期の影響は認められなく、最大揚圧力は平均揚圧力の約2倍となっている。

第3にカーテンウォールのみを設置した場合の揚圧力についての実験結果は図-40~42に示してある。揚圧力の測定箇所は多孔式ケーソンで使用した受圧板を栈橋後部床版に取付けた。この護岸形式は入射波が栈橋後部近くの斜面上で碎波し、床版にうちあたるために衝撃揚圧力を発生する。従って今まで考察してきた2つの護岸形式とは異なり栈橋床版に作用する揚圧力は非常に大きなものとなっている。次の項目でも述べるがこの局所的な揚圧力は前の2つの構造では、栈橋床版の揚圧力の分布がかなり大小がはっきりしているが、このカーテンウォールをみの構造では栈橋床版の揚圧力の分布がほぼ均一になる傾向にあり、特に水深が深く護岸天端高が低い（クリアランスが小）場合にはこの傾向は著しい。周期の影響については、圧力上昇時には周期の長い方が若干大きな揚圧力となっているが、周期の影響による揚圧力の大小は、測定誤差を考慮すれば有意の差は認められない。

最後は、亀甲ブロックの直立消波ブロック、カーテンウォールを除去した場合であり、この実験は、栈橋の揚圧力の低減をはかるために前記の付帯構造物を設置したが、その効果を比較するため行った。この実験結果は載せていない。これは、実験測定時に揚圧力が非常に大きかったためにロードセルが故障し、揚圧力の測定が出来なかったためである。しかし、栈橋後部に局所的揚圧力を測定するために波圧計を取付けているが、これしか参考に出来ない。この栈橋のみの構造では栈橋床版の後部隅背部にしか作用していなく、かなり大きな値となっている。

今まで各構造について検討してきたが、揚圧力に関するこれらの比較を行う。栈橋のみではクリアランス $\delta$ の値よりも1m小さな波高で揚圧力は作用する。ブロックのみの構造ではほぼ $\delta$ の値と同じ波高から作用し、カーテンウォールがある場合にはそれより0.4m小さな波高から作用する。この場合およそ揚圧力が作用し始める波高から、約1m大きな波高まではほぼ一定の揚圧力となっている。ブロックのみの揚圧力は栈橋のみの揚圧力よりもかなり減少する。特に波高の小さな時（2~4m）にはその効果は著しい。ブロックのみ、カーテンウォールのみの構造ではその効果はほぼ同じであるが、カーテンウォールは揚圧力発生波高が小さく、ブロックのみでは揚圧力発生波高は大きくっている。やはりブロックとカーテンウォールを併用した構造が揚圧力の低減効果が一番大きい。最大揚圧力は平均揚圧力のほぼ2倍となっている。

#### d) 局所的な揚圧力

多孔式ケーソン同様に局所の揚圧力を測定するために波圧計を4箇所栈橋床版に取付けた。波圧計の取付け位置は、 $P_1$ が栈橋前面から7.65m、 $P_2$ が10.25m、 $P_3$ が12.85m、 $P_4$ が15.85mとなっている。それぞれ護岸構造と局所的な揚圧力の関係を図-43(a)~56(m)まで示した。

栈橋がブロックのみの場合には、 $P_1$ がとびぬけて大きな揚圧力を示しており、 $P_2, P_3, P_4$ まではそれ程の差はなく、 $P_4, P_2, P_3$ の順に大きくなっている。なお、ブロックのみの場合には $P_2 \sim P_4$ までは直立消波ブロックと床版との間に若干のすき間があり、このすき間を通して床版へ揚圧力となって表われたもので参考程度のデータと考えて良いだろう。 $P_1$ がかなり大きな値となっているのは、データの記録紙から読み取りの段階でこの揚圧力は消波ブロックにあたった波が打上げられて床版に衝撃的に作用したもので、この揚圧力を平均したために大きな揚圧力となったものである。ブロックのみの

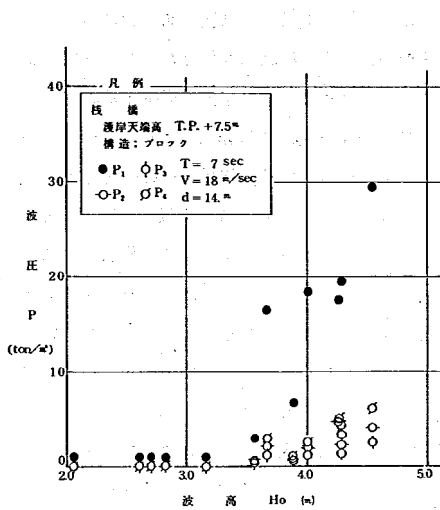


図-43 栈橋の局所的な揚圧力 (a)

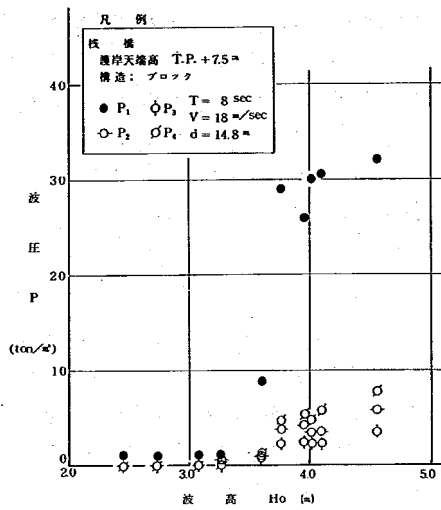


図-44 栈橋の局所的な揚圧力 (b)

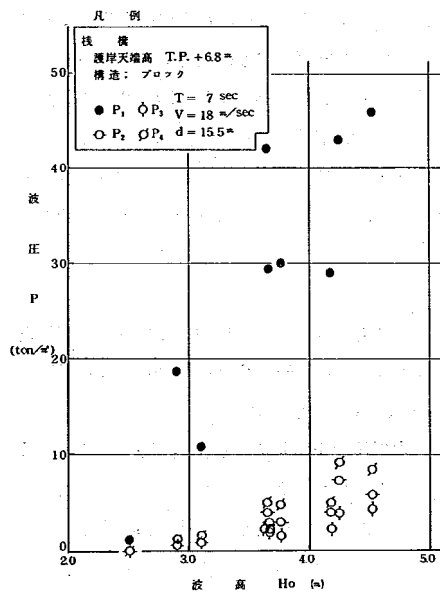


図-45 栈橋の局所的な揚圧力 (c)

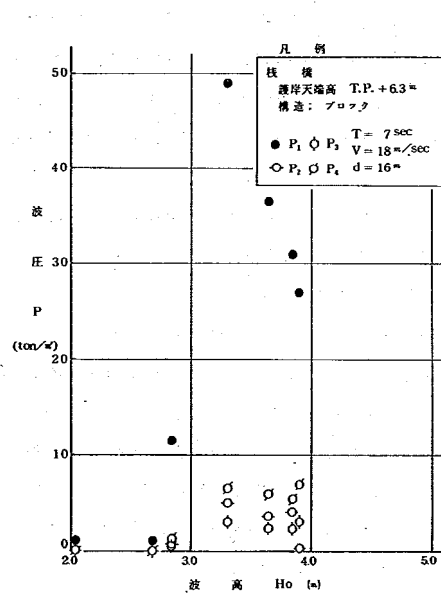


図-46 栈橋の局所的な揚圧力 (d)

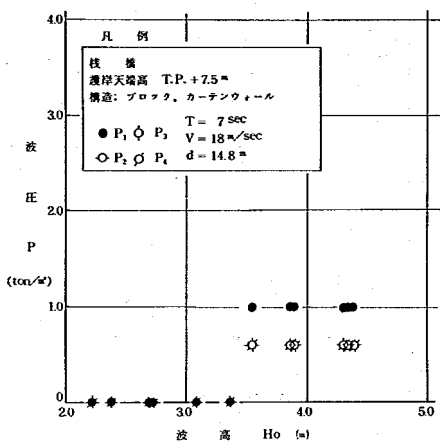


図-47 栈橋の局所的な揚圧力 (e)

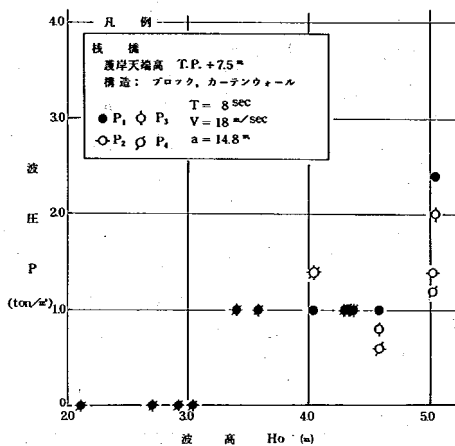


図-48 栈橋の局所的な揚圧力 (f)

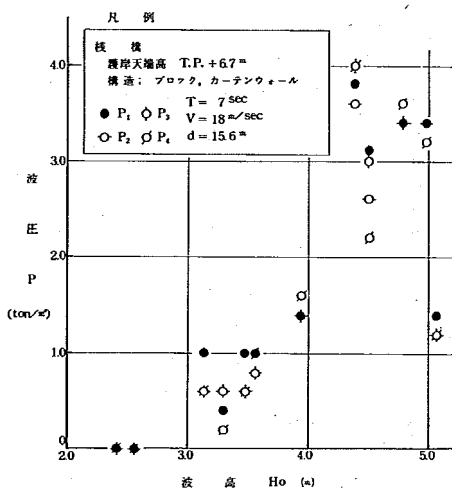


図-49 栈橋の局所的な揚圧力 (g)

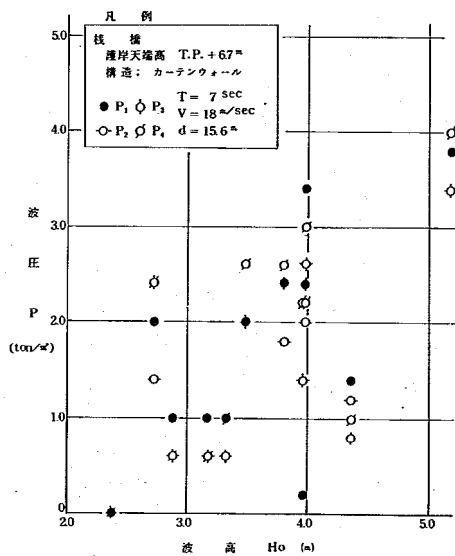


図-50 栈橋の局所的な揚圧力 (h)

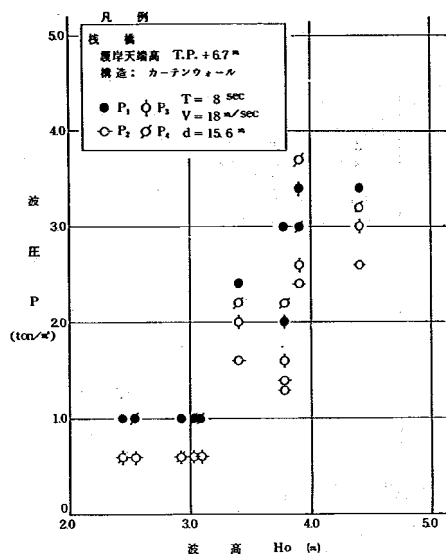


図-51 栈橋の局所的な揚圧力 (i)

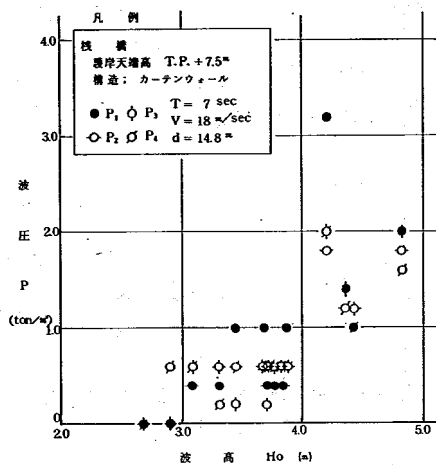


図-52 栈橋の局所的な揚圧力 (j)

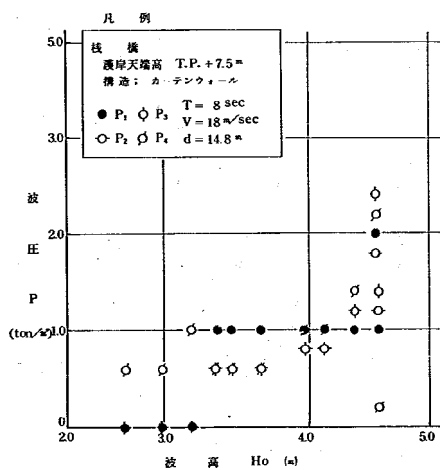


図-53 栈橋の局所的な揚圧力 (k)

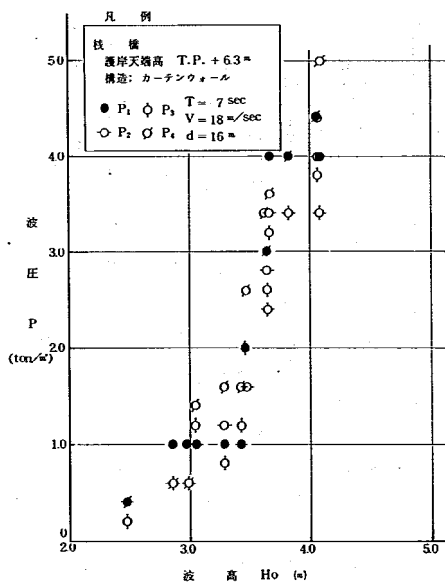


図-54 栈橋の局所的な揚圧力 (l)

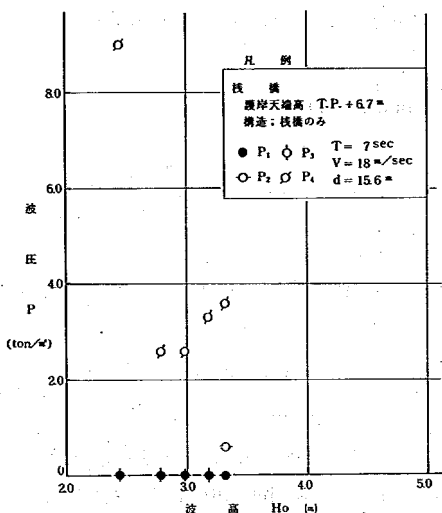


図-55 栈橋の局所的な揚圧力 (m)

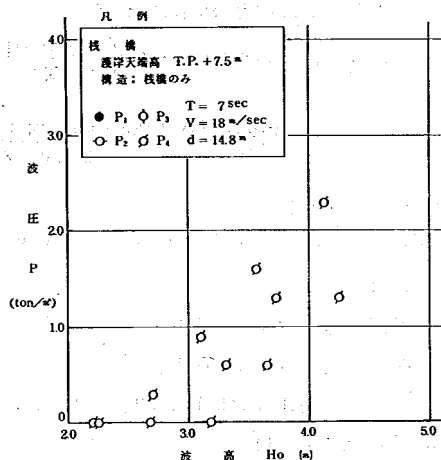


図-56 栈橋の局所的な揚圧力 (n)

構造では前述のような理由から栈橋奥部隅背部に大きな揚圧力が作用しているが、床版全面に作用しているものではなく、全体としてはそれ程大きな揚圧力とはなっていない。ブロックとカーテンウォールを併用した構造の揚圧力では各構造の中でも一番減少効果があり、揚圧力の分布は全面にわたりほぼ均一であるがやはり  $P_1$  が大きい。カーテンウォールのみの場合にはかなりバラツキはあるものの各々の局所的な揚圧力はブロックの場合と比較して、空気圧縮による圧力上昇による揚圧力は均一に分布してブロックのものよりも大きくなっているが、波が実質的に床版に作用する場合には若干ブロックのみの場合が大きくなっている。栈橋のみの構造の揚圧力は、測定のデータ不足から推測の域を出ないが、この  $P_4$  のデータから見る限りにおいてはブロックのみのものと同様に栈橋奥隅背部に集中的な揚圧力が作用して相当程度大きな揚圧力になるであろうし、 $P_1 \sim P_3$  にはほとんど波は作用しないと思われる。

#### ●) 栈橋の橋柱に作用する水平力

前項までは栈橋床版に作用する揚圧力の低減をはかるためにその構造について検討したが、この項ではそれと同時に栈橋設計に際して知っておかねばならない栈橋杭に波が作用した時の水平力について考察する。杭に作用する水平方向の波力は理論的に式から求めることが出来るが、カーテンウォールを設置した場合の波力およびカーテンウォールを設置することによってその内側の橋柱が波の減衰によってどの程度の波力が作用するのか等は実験から求めなければならない。

まず始めに、海洋に構造物を造った時に直立円柱に働く水平方向の海底から高さ  $z$  の所で働く全波力は

$$f(z, t) = C_M \rho \frac{\pi D^2}{4} \frac{du}{dt} + \frac{1}{2} C_D \rho D u |u| \quad \dots\dots\dots (11)$$

ここで  $\rho$  : 流体の密度,  $D$  ; 直立円柱の直径,  $u$  ; 円柱を流体が通過するときの水平方向の流速,  $du/dt$  ; 水平方向の加速度,  $C_M, C_D$  ; 質量および抗力係数である。さて(7)式の波が作用するとして

(11) 式を水深について積分すれば

$$F(t) = \int_0^d f(z, t) dz = -C_M \left( \frac{\pi^2 \rho D^2 H L}{4 T^2} \right) \sin(kx - \sigma t) + C_D \left( \frac{\pi \rho D H^2 L}{16 T^2} \right) \left( \frac{2kd + \sinh 2kd}{\sinh^2 kd} \right) \dots (12)$$

となり, (12) 式から

$$F(t) = -C_M F_M \sin(kx - \sigma t) + C_D F_D \cos(kx - \sigma t) |\cos(kx - \sigma t)| \dots (13)$$

となり, (12), (13) 式から

$$(F_M)_{\max} = \rho C_M D^2 H K_M \dots (14)$$

$$(F_D)_{\max} = \rho C_D D H^2 K_D \dots (15)$$

となる。ここで  $K_M, K_D$  は比水深 ( $d/L$ ),  $H/d$  等によって異なる係数である。この (14), (15) 式の和が実際に橋柱に作用する水平力となって表われる波力である。この測定は円柱下端に取付けた板バネのひずみを利用して行なった。板バネの  $\Delta \ell$  だけ離れた距離にそれぞれストレインゲージを接着した。この上・下ストレインゲージは波の作用により, それぞれの位置に対応したひずみを生じる。このひずみはあらかじめ既知の力で引張ったキャリブレーションによってその点のモーメントと関係づけられている。この上・下のストレインゲージ接着地点の上・下のモーメントを  $M_u, M_\ell$  とすると全波力  $F$  は

$$F = \int_0^d dF = \frac{1}{\Delta \ell} (M_u - M_\ell) \dots (16)$$

となり, 海底から  $F$  までの作用点を  $L$  とするとこの値は

$$L = \frac{1}{F} \int_0^d z dF = \frac{(M_u + M_\ell) / 2}{F} \dots (17)$$

で求まる。(17) 式で  $L$  を求めるが, この作用点を便宜上 H.W.L. および T.P.  $\pm 0 m$  からの距離で表わし末尾に一括して示した。なお, 各杭の固有振動数は空气中で沖側の杭が 12.8, 11.1 cycle/sec, 岸側の杭で 3.5 cycle/sec, カーテンウォールを付けた時には 9.8 cycle/sec, また水中では, 沖側杭が 11.6, 10.1, 岸側 3.2, カーテンウォール付きで 9.0 cycle/sec となっている。記録紙を見ると衝撃圧はおおよそ 0.3 ~ 0.5 sec の作用時間となって

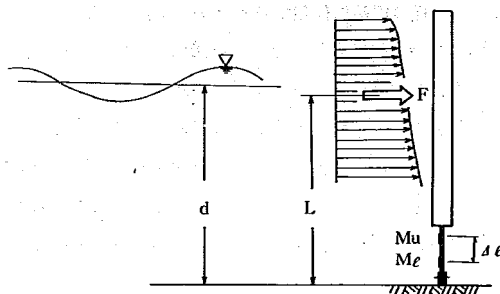


図-57 波力測定方法

おり、橋柱の固有振動数が同程度かそれ以上になっているのでまず妥当なひずみ特性をもっているといえるだろう。

これから求めた杭の水平力の実験結果は図-58(a)から63(f)に示したとおりである。カーテンウォールが付いているときの橋柱一本あたりの水平力は図-58(a)~61(d)に示してあり、実験値のばらつき・測定誤差を考慮すれば波高の5倍程度のオーダーとなっている。カーテンウォールが付いた内側(岸側)の橋柱は、カーテンウォールのための波高が減衰し、この減衰した波高が橋柱に作用する。図-59(b)~61(d)までは、カーテンウォールがなかった場合の杭一本あたりに作用する水平力の理論による計算値(式(14)と(15)の和 $F = (F_M)_{\max} + (F_D)_{\max}$ )を同時に示してあり、減衰した波高での波力(水平力)を比較出来る。これからカーテンウォールがあった場合、内部の橋柱の波力の減衰は波高が約3.3mからその効果を表わしている。一方、杭に作用する波力の実験値と理論から求めた計算値は図-62(e)~63(f)で比較出来る。実験値はかなりばらつきはあるもののほぼ計算値を満足しているといえるだろう。

実験のオシログラフのデータを参考までに図-64(a)~66(c)まで載せてある。このデータは波高4m周期7.1sec、護岸構造が栈橋でカーテンウォール付きの天端高T.P.+7.5m( $d=14.8$ m)のものである。

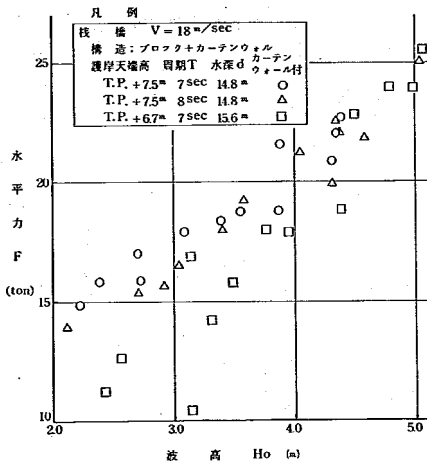


図-58 栈橋の橋柱(カーテンウォール)に作用する水平力(a)

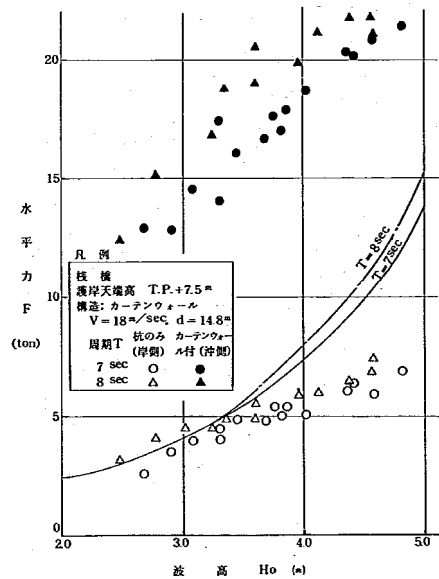


図-59 栈橋の橋柱(カーテンウォール)に作用する水平力(b)

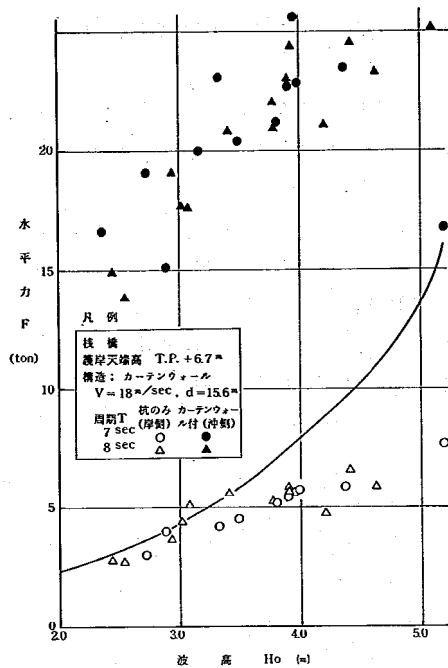


図-60 栈橋の橋柱（カーテンウェール）に作用する水平力 (c)

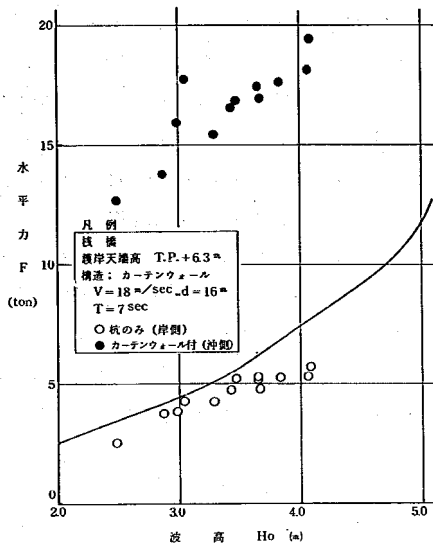


図-61 栈橋の橋柱（カーテンウェール）に作用する水平力 (d)

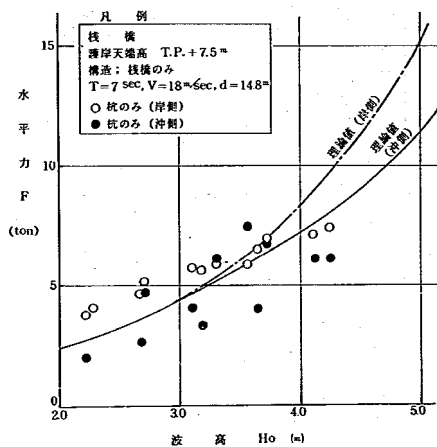


図-62 栈橋の橋柱（カーテンウェール）に作用する水平力 (e)

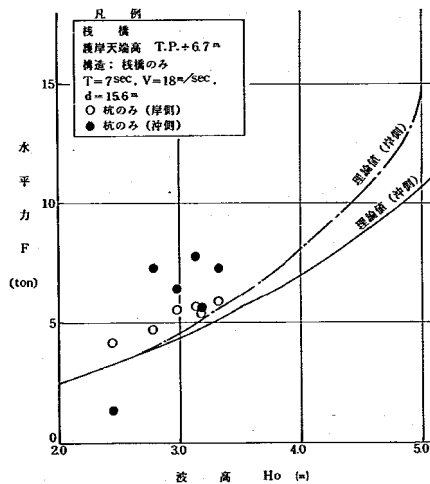


図-63 栈橋の橋柱（カーテンウェール）に作用する水平力 (f)

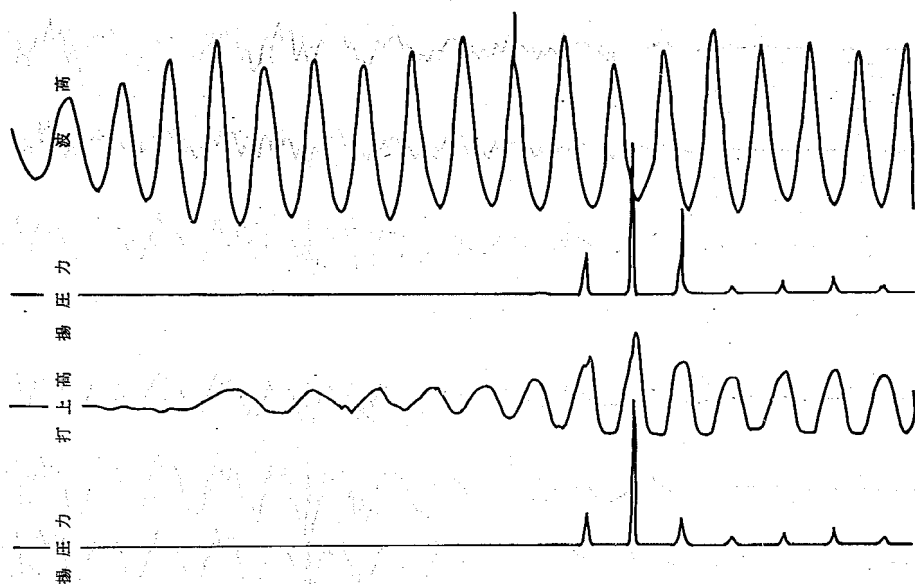


図-64 実験記録紙データ (a)

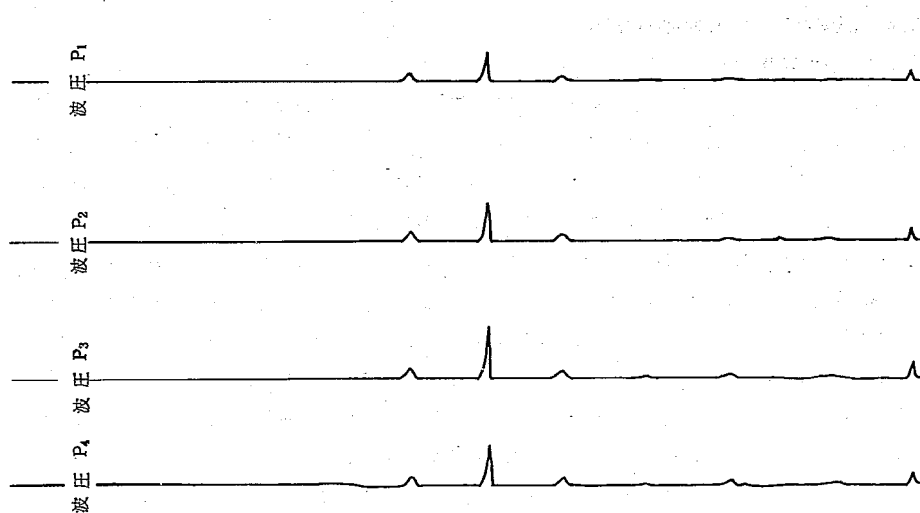


図-65 実験記録紙データ (b)

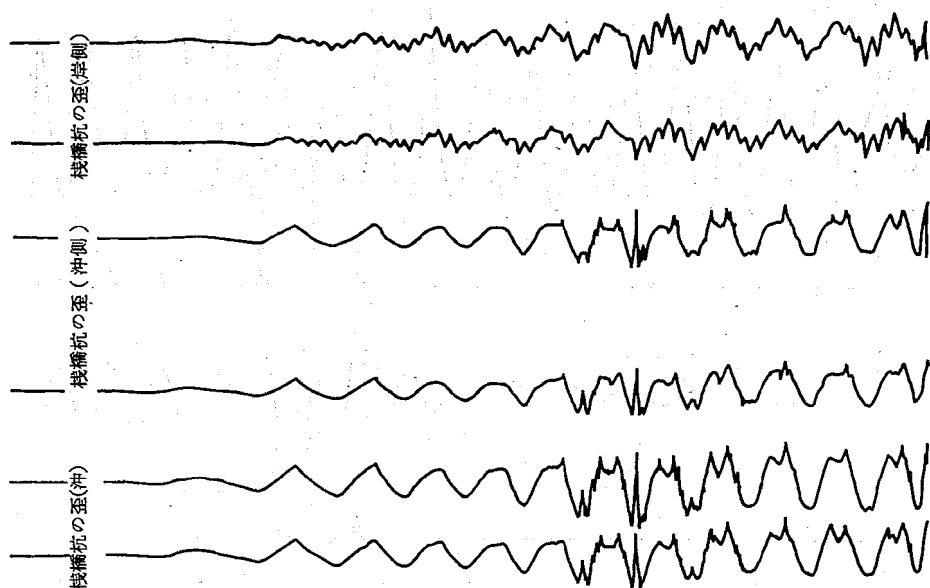


図-66 実験記録紙データ (c)

#### 5.4 各護岸構造の水理的特性の比較

##### a) 反射率の比較

法面消波護岸のように水深が比較的浅い場所に設置されたり、消波断面の勾配が緩やかになっており、波が碎波したり消波断面で波のエネルギーを減衰させる構造では反射波は問題とならないが、水深が深く護岸構造が本実験のように直立な場合は、護岸前面で重複波が発生し反射率が大きくなり、打上げ・越波量に大きな影響をおよぼす。本実験では反射率はHealeyの方法で計算した。

直立不透過壁では反射率 $K_r$ が0.82となっているが、多孔式ケーソンの場合、多孔面積比によって反射率が変わるが、多孔面積比が大きくなるに従って反射率は減少する。図-10から多孔面積比10%で0.65, 20%で0.47となっている。直立消波ブロックでは3種類のブロックを使用した、スワックの場合0.60~0.65, クロスフローブロックで0.50~0.55, クロスフローケーソンで0.55程度となっている。一方、栈橋ではその構造が栈橋下奥部に直立消波ブロック層を設置した場合0.54, カーテンウォールを設置した場合には0.35, 栈橋のみでは0.55となっている。

以上のことから、どの構造の場合にも直立不透過壁よりも反射率は低減している。反射率の一番低減出来る構造は多孔式ケーソン・栈橋のカーテンウォールを設置した時の構造である。反射率を低減出来たということは、この構造が遊水域を持っているためである。即ち、孔によってどれだけの入射波が遊水域に進入出来るかということであり、これが反射率を左右する。構造が不透過の直立消波ブロックや栈橋の場合にはやはり反射率が大きくなり0.50~0.65の範囲にある。

反射率のみから考えると多孔式透過板と遊水域の組合せた構造が有効であるが、この多孔面積比の大小で反射率を低減出来る。この場合、多孔面積比をあまり大きくすれば遊水域の進入波が大きくなりむしろ遊水域での波圧や揚圧力が大きくなり問題となるだろう。

#### b) 打上高・越波量の比較

実験結果では越波量と波高の関係については触れていない。越波量は実験のちょっとしたばらつき、たとえば周期、大小の波高等により大きく変動する量なので、実験結果より計画護岸天端高で越波量は問題がないという理由でここでは越波量と相関関係にある打上高について解析した。越波量については、多孔式ケーソンの場合、護岸天端高が $T.P.+6.7\text{ m}$ で計画波高 $H_0 = 3.55\text{ m}$ で許容越波量 $Q = 2 \times 10^{-4}\text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{sec}$ 以下になる。ただし有孔配置が全面ちどり型の多孔面積比11.2%では許容越波量より少し多い越波量となる。直立消波ブロックではブロックによる消波効果の差は殆んど認められず、護岸天端高を $T.P.+6.2\text{ m}$ まで下げても良い。栈橋については、その構造は張出部がありこれが有効に働いて越波量はしぶき程度の問題とならない量であった。

打上高の標準としたのは、図-14の護岸天端高 $T.P.+6.7\text{ m}$ の直立不透過壁の打上高を用いた。この図で護岸前面での打上波高は $H_u = H_0 (1 + \pi H_0 / L_0 \cdot \coth 2\pi d / L_0)$ の式で表わされる。多孔式ケーソンの場合、多孔面積比、孔配置にかかわらず波高3.5mまでは直立不透過壁よりも小さな打上高となっているが、波高が3.5m以上になると打上高は大きくなっている。ただし空気抜き穴のある多孔面積比16%では空気抜き穴が有効に働いて打上高はかなり小さくなっている。直立不透過壁に比べて多孔式ケーソンが波高3.5m以上になると打上高が直立不透過壁より大きくなるのはケーソン内部である遊水部の空気が進入波によって圧縮されて内部の圧力が上昇し、この空気が最後には孔から水平方向に追い出され、この追い出された空気によって多孔板前面の波が鉛直方向に上げられて打上高を大きくしたものである。空気抜き穴を設けた構造では打上高が小さくなっているのはそのことを裏付けている。一方、直立消波ブロックの打上高は直立不透過壁よりも約0.5m程度低い値であり、栈橋ではカーテンウォールがある場合でも直立不透過壁よりも低くなっている。以上のことより打上高は栈橋のみの場合一番低く、栈橋とカーテンウォールの組合せ、直立消波ブロック、多孔式ケーソンの順に打上高が大きくなっている。

#### c) 揚圧力・局所的波圧の比較

多孔式ケーソン護岸の揚圧力は多孔面積比の大小や孔の配置によって異なるものの、揚圧力は波高が2m程度から作用し始めるのに比べ、空気抜き穴がある場合にはその波高が2.5m以上となっている。波高が3.5mまではケーソン内部の遊水部の空気が波の進入でエアークッションの役目を果たし、ほぼ一定の揚圧力となりそれ以上の波高では波高の増加とともに揚圧力は増大する。又、多孔面積比が小さい時の方が揚圧力は小さくなり、最大揚圧力についても同様である。

直立消波ブロックでは揚圧力の測定は行っていないが、実験時の状況観察で静水面から上のブロックでその空隙で空気が泡状に水と混存しており、多孔式ケーソンあるいは栈橋護岸で床版下部に直接波があたったと同様の揚圧力があると思われる。

栈橋の場合、揚圧力が作用し始めると急激に大きくなる。カーテンウォールがある場合には揚圧力

が作用し始めた波高から1 m大きな波高まで栈橋下の空気が多孔式ケーソン同様エアークッションの役目を果してほぼ均一な揚圧力となっている。カーテンウォールがない場合に比較してカーテンウォールがある場合には揚圧力は減衰しその効果は充分である。又、亀甲ブロックの直立消波ブロック層を設けた場合もかなりの役目を果している。

さて、それぞれの護岸構造での揚圧力の比較であるが、一番揚圧力が大きいのは推測の域を出ないが直立消波ブロックであろう。この理由は前述の通り実験時の観察写真からであり、波高の大小にかかわらず波の実質部分が直接ブロックに作用するものであり、ブロックの構造上波の作用によって揚圧力も発生しやすい形状である。多孔式ケーソンと栈橋では前者が小さな波高から揚圧力は作用するが揚圧力の上昇は栈橋よりも緩やかであり、波高が大きくなると栈橋の方が大きな揚圧力となる。この揚圧力を減少させるために前者は空気抜き穴を設け、後者はカーテンウォール、直立消波ブロック層を設置したらそれぞれ揚圧力は激減している。

多孔式ケーソンの局所的な揚圧力は、多孔面積比の小さい7.5%、空気抜き穴のある16%のときには栈橋床版奥部程大きくなっているのに比べ、11.2%、15%、22.5%は中央部の方が大きくなっている。ケーソン遊水部の最奥部不透過板の波圧の分布であるが、一番大きいのが隅角上部、次に静水面付近、その中間の順となっている。一方、栈橋の局所の揚圧力は構造形式によって異なる。カーテンウォールのある場合には多孔式ケーソンよりも揚圧力は小さくなっているが、ブロックのみの場合には直立消波ブロックで消波効果の役目を果しているときは良いが、それ以上の波高になると消波ブロック前面床版付近の局所的な揚圧力は急激に大きくなっている。この場合の揚圧力の分布は前後の揚圧力が大きく、中程の揚圧力は小さくなっている。このように直立消波ブロック層あるいはカーテンウォールを併用した揚圧力ではかなりこの分布の大小がはっきりしているが、カーテンウォールのみの場合には揚圧力の分布はほぼ均一となっている。カーテンウォールを付けた場合にはほぼ多孔式ケーソンの局所的な揚圧力と同程度となっている。

以上のことから多孔式ケーソンの構造には空気抜き穴を設け、栈橋の構造では揚圧力を低減させる付帯構造物（カーテンウォール、直立消波ブロック、両者の組合せ）を設置すれば揚圧力は十分に低減出来る。

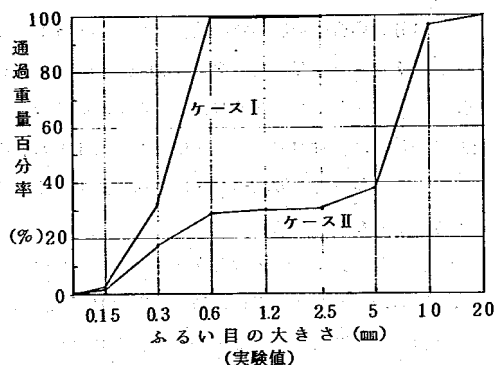
## 第 6 章 栈橋案の移動床模型実験

### 6. 1. 実験目的

今までは各護岸構造での力学的な検討を行ってきたが、このような構造物を外海に建設した場合、護岸前面での局所的な洗掘が大きな問題となる。そこで栈橋案についての海底を移動床とした模型実験を実施した。

### 6. 2. 実験条件

|         |                   |
|---------|-------------------|
| 模 型 縮 尺 | 1 / 40            |
| 潮 位     | H.W.L. T.P.+2.4 m |
| 波 高     | 計画波高を目途に一定        |
| 周 期     | 8 sec             |
| 海 底 勾 配 | 1 : 1.5           |
| 波の作用時間  | 2 ~ 4 時間          |
| 底 質     | 図 - 6 7 参照        |



### 6. 3. 実験に使用した機械・器具

移動床模型実験の測定に使用した器具類は

次のとおりである。

|        |            |      |
|--------|------------|------|
| 波高計    | ： 容量式波高計   | 計測技研 |
| オシログラフ | ： FR-102 型 | 三栄測器 |
| 水位増幅器  | ： CA-503 型 | 計測技研 |
| 砂面測定器  | ： 計測技研     |      |
| 検 出 部  | L-600      |      |
| カウンター  | WH-201 C   |      |
| プリンター  | DP-202     |      |

図 - 6 7 実験に使用した底質の粒度分布

### 6. 4. 実験方法

赤羽支所内第一水理実験室内の第一号水路に図 - 6 の栈橋護岸を設置した。この移動床実験では主として護岸前面での洗掘、栈橋杭の影響について観察するものであり、直立消波ブロック層、カーテンウォールは設置していない。

実験は、計画波高  $H_0' = 3.55 \text{ m}$ 、 $T = 8.0 \text{ sec}$  目途に一定時間波を作用させて海底の変形状況を砂面測定器によってデジタル式カウンターからプリンターへ接続して記録した。

ケースは 2 ケースについて実験した。ケース I は、底質が砂質で平均粒径  $1.4 \text{ mm}$  を海底勾配 1 : 1.5 にした。又、ケース II では、砂と砂利の容積比を 1 : 1.5 にし、その平均粒径は  $2.4 \text{ mm}$ 、海底勾配は

同様である。

### 6.5. 実験結果

実験対象地点の底質粒径であるが、これは図-2に示された地質柱状断面図からある程度は予測されるが、同地点の水深が大きく詳細な粒度分布までの資料はないので、砂、砂利層という考え方で図-67に示した粒度分布の底質で海底勾配は一番急斜面の1:1.5について実験した。

ケースⅠの場合の海底の時間的变化は、図-68(a)~(c)に示した。作用させた波浪は、平均で $H=3.25\text{ m}$ 、 $T=8.46\text{ sec}$ であり、又、擁壁からの反射率はHealeyの方法で測定した $K_r=70\%$ 前後であった。

ケースⅡの場合の海底の時間的变化は、図-69(a)~(d)に示した。作用させた波浪は、平均で $H=3.64\text{ m}$ 、 $T=8.42\text{ sec}$ 、 $K_r=75\%$ 前後であった。なお、参考までにピア部分で波高を測定してあるが、沖波波高 $H_o=3.44\text{ m}$ のとき、沖側のピア部分では波高と同程度の $3.40\text{ m}$ 中央ピアの波高は、沖波波高の1.8倍である $6.16\text{ m}$ 、岸側ピアの波高はその2.2倍の $7.52\text{ m}$ となっている。ピア付近での波高の増加は水深が浅くなったこと、擁壁からの反射波が重複波になったために大きくなったものである。

また、水理公式集(土木学会発刊)の沿岸砂州発生限界で、波形勾配 $H_o/L_o$ と $H_o/d_{50}$ の関係で暴風型海浜(浸食型)と正常海浜(堆積型)に分類しているが、ケースⅠは暴風型海浜であり、ケースⅡは正常型海浜であることを付け加えておく。

#### a) 海底の時間的な変化

ケースⅠは暴風型(浸食型)海浜であり、図-68(a)~(c)に示される通り底質は波高の3倍の水深地点から岸側の部分が浸食されている。そしてこの浸食深さはほぼ同一となっているのが特徴である。浸食深さは時間とともに大きくなり、浸食せず、初期海浜より堆積する地点はほぼ同地点(波高の約3倍の水深)の沖側ピア付近である。

ケースⅡは正常型(堆積型)海浜であり、図-69(a)~(d)に示したとおりである。底質はやはり波高の3倍の水深地点から岸側の部分は浸食され、それ以深は堆積している。深掘深はケースⅠとは異なり、水深が浅い方大きく、ちょうどクサビ状となっている。正常海浜であるにもかかわらずこの部分が浸食されるのは、海底勾配が急斜面となっており、また波は碎波せず、擁壁によって巻き返され、その波の進行方向と逆向きの流れが生ずることや、水深が浅いために砂礫の移動限界内にあることが原因と思われる。しかし波の作用時間が10分からほぼ一定となっている。そして10分を経過すると実験状況の観察によって礫の移動は殆んど認められず、ほんの少し砂が移動していた。

#### b) 護岸前面の洗堀深と時間の関係

海岸堤防や大規模な構造物が別大国道のように波浪が直接作用する外海に設置された場合には堤脚部分の局所的な洗堀は大きな問題となるが、この護岸前面での洗堀深さと波の作用時間との関係を図-70(a)、(b)に示してある。

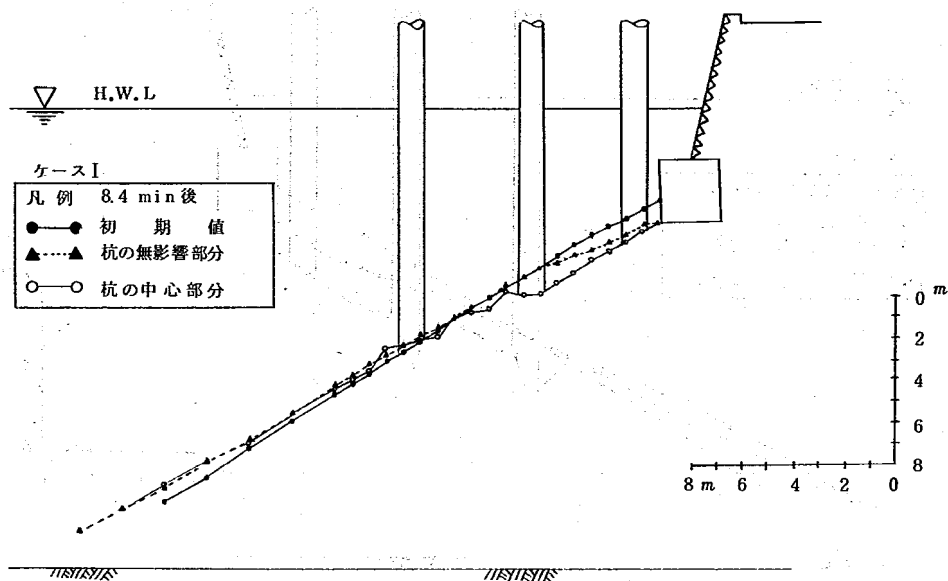


図-68(a) 海底の時間的变化(ケース I)

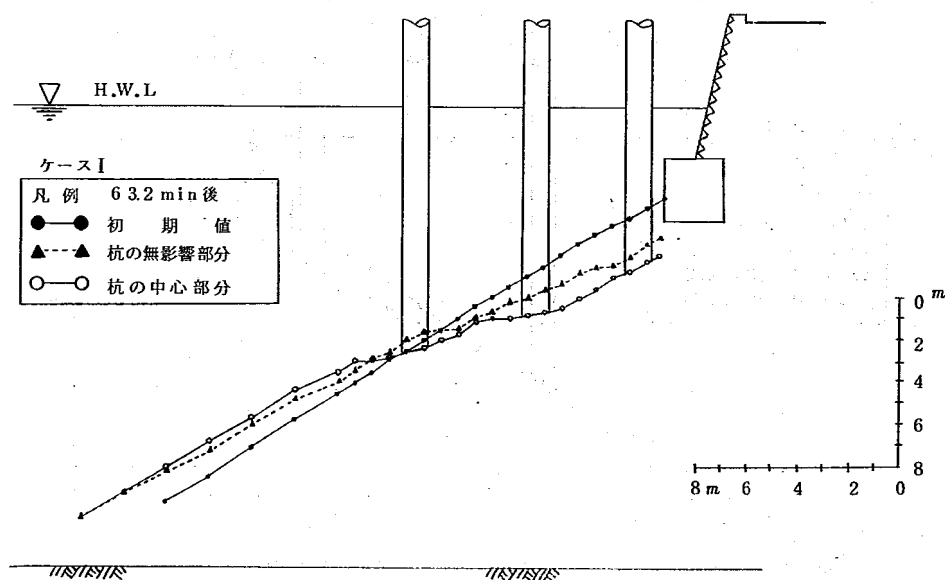


図-68(b) 海底の時間的变化(ケース I)

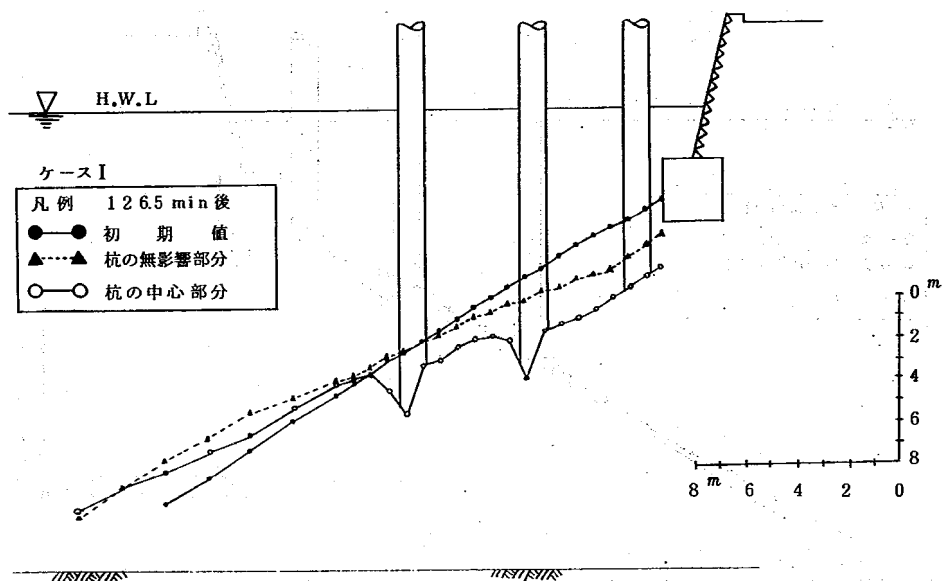


図 - 68 ( c ) 海底の時間的变化 ( ケース I )

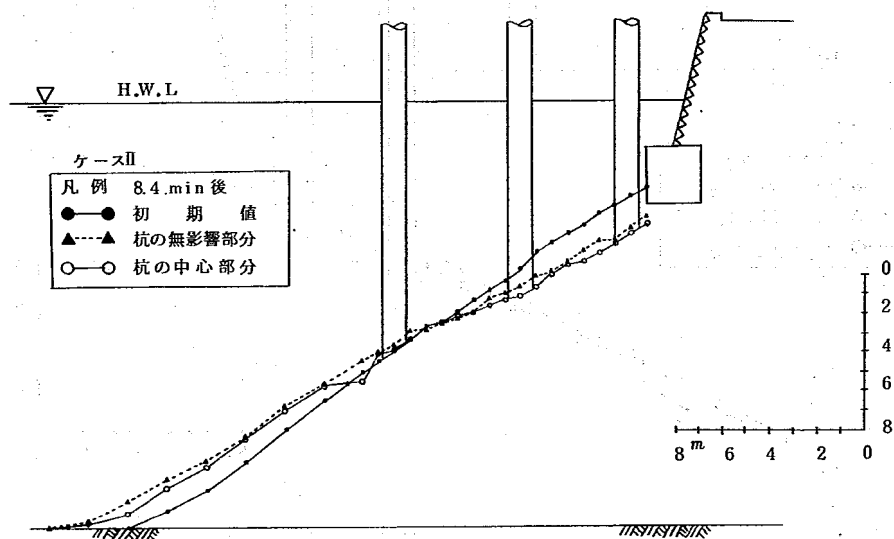


図 - 69 ( a ) 海底の時間的变化 ( ケース II )

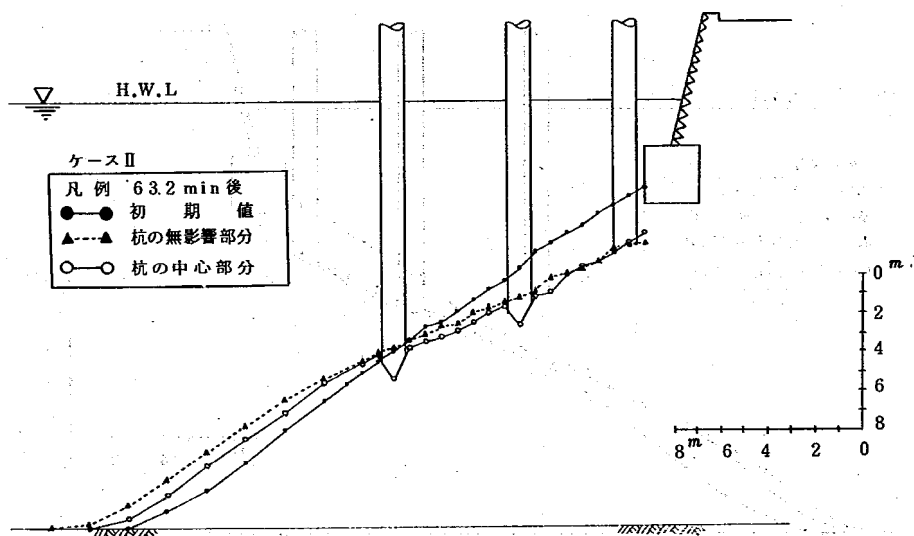


図-69 (b) 海底の時間的变化 (ケースⅡ)

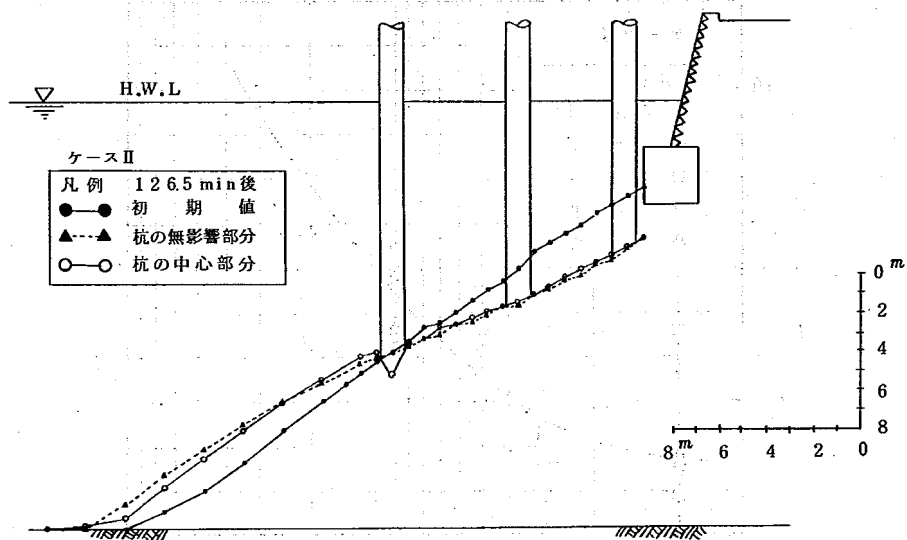


図-69 (c) 海底の時間的变化 (ケースⅡ)

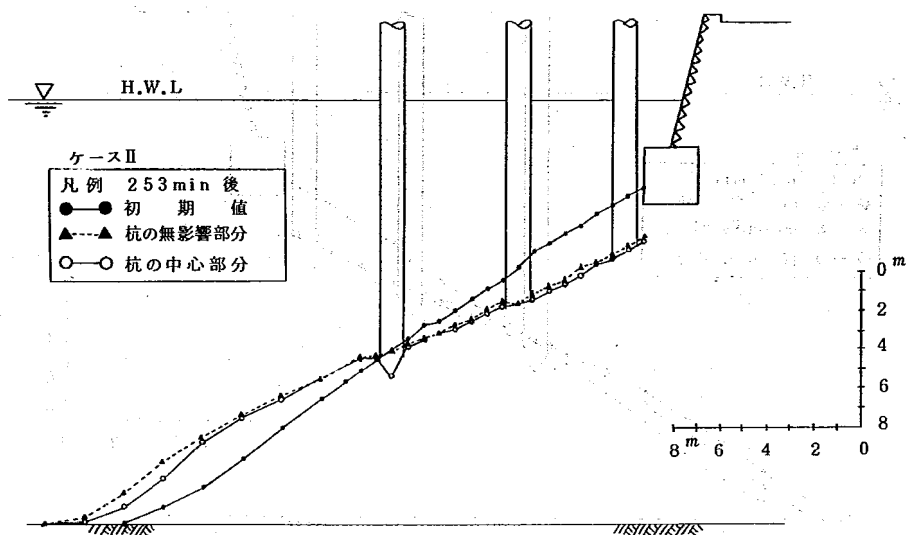


図 - 69 ( d ) 海底の時間的変化 ( ケース II )

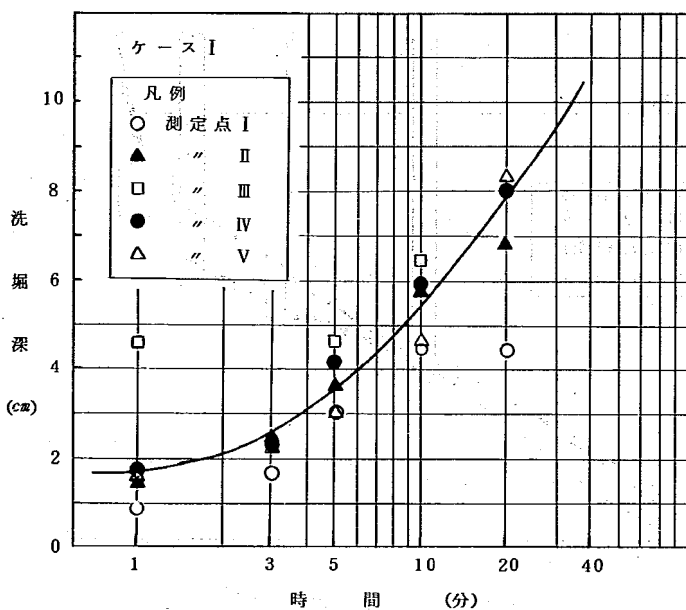


図 - 70 ( a ) 護岸前面の洗掘深と時間の関係 ( 実験値 )

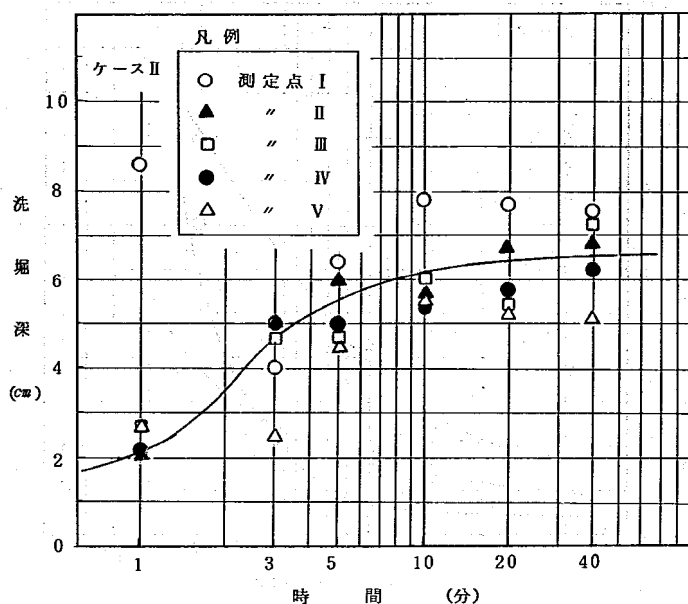


図-70(b) 護岸前面の洗掘深と時間の関係(実験値)

ケース I では作用時間とともに大きく  
なり、ケース II では 10 分前後から洗掘  
深は波高と同程度の大きさにほぼ一定と  
なってゆく。なおこの図の中で測定点 I  
~V は、I, V はピアの影響のない部分  
であり、II, IV はピアがやや影響する部  
分、III がピアの中心部分である。ケース  
I, II についても海底斜面上では碎波は  
なく、擁壁にあたり重複波となっている。  
ちょうど擁壁と基礎の遇角部で巻波の落  
下点となっている。

#### c) ピア部分の局所的な洗掘

護岸前面での洗掘と同時に、ピアがあ  
るために波による乱れによってピア部分  
での流速が早くなるためにピア付近が局

所的な洗掘となる。この最大洗掘深と時間経過の関係を図-70(a), (b) に示してある。

ケース I では時間の経過とともに洗掘深も大きくなり、その影響域もピアの直径 D の 3 倍にも及ん

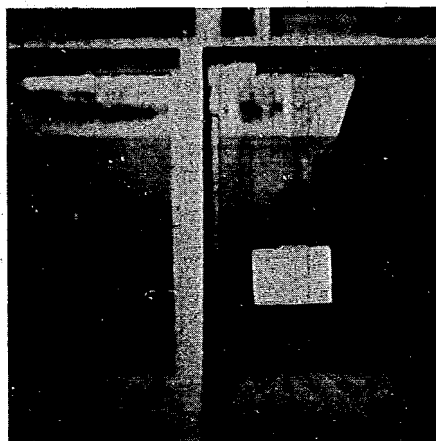


写真-19 棧橋案の移動床模型実験

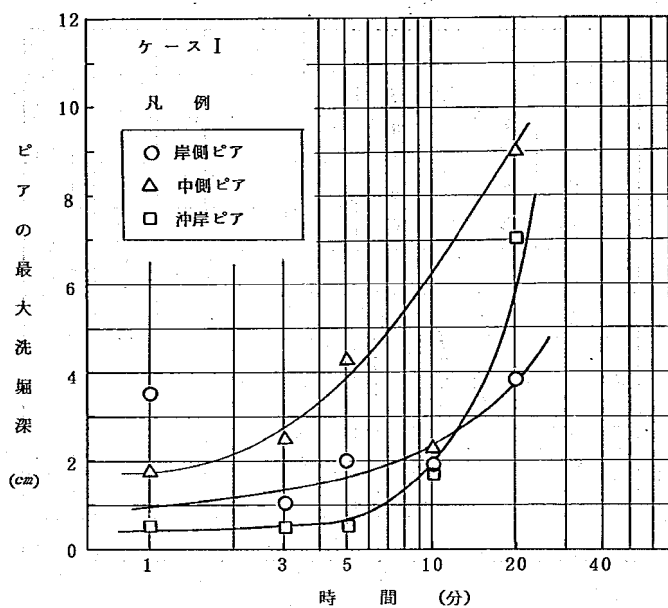


図-71(a) ピアの洗堀と時間の関係(実験値)

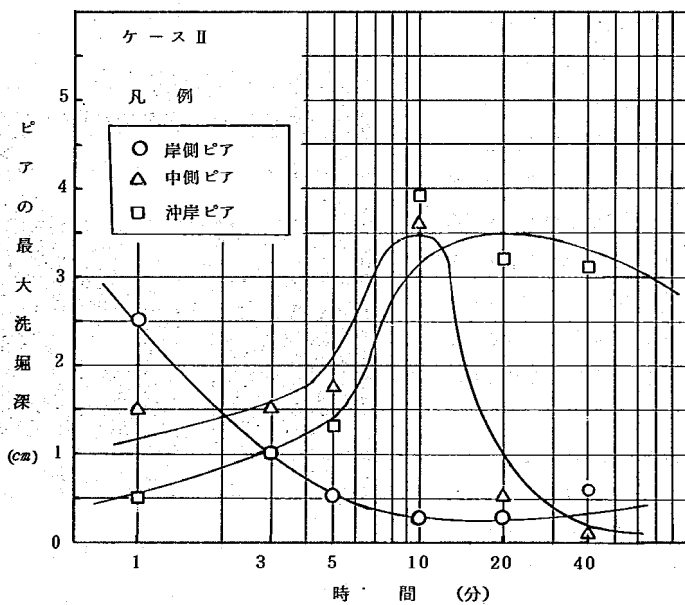


図-71(b) ピアの洗堀と時間の関係(実験値)

でくる。これは、ピアによって流れに乱れが生じ、この乱れが底質が小さいために大きく影響を及ぼすためであろう。洗掘深が大きいのは中央部のピアであることは興味ある現象である。これは、水粒子の水平成分が擁壁が設置されているために鉛直成分のみとなり、これが底質に沿って波の進行方向と逆向きの流れとなり、中央部のピア付近でぶつかり合うためではないだろうか。

ケースⅡでは実験値にバラツキはあるものの岸側ピアでは時間とともに洗掘深は減少し、中央部のピアも10分でピークとなるもののやはり減少傾向にある。沖側ピアは時間とともに大きくなるが、10分経過したのちはほぼ波高の約0.4倍の洗掘深と一定となっている。ピアの影響域は、ピアの直径Dの約2倍となっており、洗掘深が一定となるのは、この10分から海底形状が安定勾配となり、流れの乱れが生ずるにもかかわらず、底質が比較的大きなために、その影響は受けなく、影響を受けたとしても砂が若干動いたものであろう。

## 第 7 章 ま と め

別大国道の海岸道路拡幅計画に伴う急深部における護岸構造の波浪に関する水理的要素について、護岸を設計する際に必要となる資料を知るために、打上高・越波量・揚圧力・波圧・波力について縮尺 $1/20$ の模型を用いた水理実験によって解析した。また、栈橋案の護岸前面とピアの局所的な洗掘を知るために縮尺 $1/40$ の移動床模型実験を実施した。

護岸設置水深が大きいために護岸構造が、円孔のある多孔板を用いて遊水域を有する多孔式ケーソン、ブロックを直立に積み重ねてそのブロックの空隙でエネルギーを減衰させる直立消波ブロック、それに海中に鋼管パイルを打込んでその上に床版を設置させる栈橋の3つの案が現在、計画・検討されている。

海岸に道路を建設する際に、それが道路としての機能を果たすためには、安全に人間が歩行し、自動車が行き来しなければならない。ここでは許容越波量 $Q = 2 \times 10^{-4} \text{ m/m} \cdot \text{sec}$ として検討した。

多孔式ケーソンの場合、護岸天端高 $T.P. + 6.7 \text{ m}$ で計画相当沖波波高 $H_o' = 3.55 \text{ m}$ で許容越波量以下となる。ただし、この場合孔の配置が全面にわたるよりも静水面付近から上方に配置した方が反射率は大きくなるが揚圧力・ケーソン内部遊水域での波圧の減少につながり効果がある。又、孔の配置もちどり型よりも格子型の方が有効と思われる。直立不透過壁と比べた場合には、波高の小さな時には打上高は減少するが、ある程度大きくなるとむしろ打上高（越波量も同様である）も大きくなり不利となる。そしてこのケーソンタイプは円孔から空気が抜け、しぶきが発生し、ケーソン内部の水が床版に波が直接あたるとはならず、揚圧力は $2 \text{ ton/m}^2$ 程度であった。

直立消波ブロックでは、護岸天端高を $T.P. + 6.2 \text{ m}$ まで下けても良いが、ブロックによる反射率は大きく、護岸前面で重複波を形成し、これが無視出来ないオーダーとなっており、これが波を押上げる役目を果しており、越波量はしぶき程度であり問題とならないが、クロスフローケーソンでは前面ではしぶきが発生しやすかった。

揚圧力については多孔式ケーソンではその多孔面積比が大きい程、多孔配置が全面にちらばっている程大きくなる。揚圧力を減少させるには、ケーソン内部の遊水域の波によって圧縮される空気を抜き出すために多孔板上部あるいは床版等へ空気抜き穴を設ければかなり減少することが出来る。直立消波ブロックの揚圧力は直接測定はしなかったが、実験時の状況観察および写真によって相当程度の大きさと判断される。

栈橋は、揚圧力を減少させるためには静水面と床版との空間即ち、クリアランスが小さい時（護岸天端高が低い場合）には、直立消波ブロック層、多孔式カーテンウォール、あるいはこの両者の組合せで設置したが、直立消波ブロック層ではこのブロックで打上げを押えれる波高までは有効となるが、これ以上の波高では波が直接床版にあたり急激に大きな揚圧力となる。また、カーテンウォールを設置すれば揚圧力は減少するが、栈橋ピア本当りに作用する波力は、ピア単独の波力の約5倍の大きさになる欠点も生ずる。またカーテンウォールは波高を減衰させるよりもむしろ揚圧力を全体に分布させる働きもあった。

栈橋案の移動床模型実験では、護岸前面・ピア付近の局所的な洗掘を中心に調べたが、底質によ

てかなり異なるが、現地の底質がかなり粒度となっていることからケースⅡのように、粒度の小さなものは殆んど残っていないと思われる。それ故、現在の海底は安定勾配となっていると思われ、暴風時には、粒度の小さなものが中心となって局所的な洗掘を生ずる恐れがあろう。ピア付近の洗掘は、その影響範囲は、おおむねピアの直径Dの約2倍程度、洗掘深さは最大でも波高の0.4倍程度であろう。

これらの実験は、ある断面の一部分を切り取ったものであり、実際の海岸では護岸全体に同一波高で作用するものではなく、局所的に大きな波高あるいは小さな波高で作用するし、実験では波の作用は正弦波である。これも実際の海では、周期・波高も大小があり、不規則波であり検討の必要があろう。

移動床模型実験で局所的な洗掘を調べたが、現地での底質が転石、玉石混り砂礫層であり、局所的な洗掘よりもむしろピアがこれらの底質によって摩耗されと考えられるのでこの検討も今後必要であろう。

## 第8章 実 験 資 料

8.1. 実験資料一覧表

8.2. 実験資料 1 ～35

実験結果データ表の記号説明

| 記号                 | 説明                                                                                                                                      | 記号                   | 説明                                                                                          |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| MODEL              | 護岸断面形状 (表-3 参照)                                                                                                                         | $Q_3$                | 実験単位幅単位時間あたりの越波量<br>$Q_2 \times \frac{1}{T} \quad (\text{m}^3 / \text{m} \cdot \text{sec})$ |
| W. L.              | 潮位 (m)                                                                                                                                  | $Q_4$                | 現地単位幅単位時間あたりの越波量<br>$Q_3 \times 20\sqrt{20} \quad (\text{m}^3 / \text{m} \cdot \text{sec})$ |
| RUN                | 実験番号                                                                                                                                    | $2\pi Q_2 / H_0 L_0$ | 無次元化越波量                                                                                     |
| d                  | 水深 (m)                                                                                                                                  | $U_1$                | 揚圧力 (ロードセル1) (kg)                                                                           |
| h                  | 護岸前面水深 (m)                                                                                                                              | $U_2$                | 揚圧力 (ロードセル2) (kg)                                                                           |
| T                  | 周期 (sec)                                                                                                                                | $P_1$                | 局所的波圧 (波圧計1) (kg/m <sup>2</sup> )                                                           |
| $H_0$              | 沖波波高 (m)                                                                                                                                | $P_2$                | 局所的波圧 (波圧計2) (kg/m <sup>2</sup> )                                                           |
| $L_0$              | 沖波波長 (m)                                                                                                                                | $P_3$                | 局所的波圧 (波圧計3) (kg/m <sup>2</sup> )                                                           |
| V                  | 風速 (m/sec)                                                                                                                              | $P_4$                | 局所的波圧 (波圧計4) (kg/m <sup>2</sup> )                                                           |
| $H_0 / L_0$        | 波形勾配                                                                                                                                    | $P_5$                | 局所的波圧 (波圧計5) (kg/m <sup>2</sup> )                                                           |
| $R / H_0$          | 相对打上高                                                                                                                                   | $F_{1,2}$            | 沖側ピアに作用する波力 (kg)                                                                            |
| $d / L_0$          | 水深波長比                                                                                                                                   | $F_3$                | 岸側ピアに作用する波力 (kg)                                                                            |
| $d / H_0$          | 比水深                                                                                                                                     | $\ell_{1,2}$         | $F_{1,2}$ の静水面からの作用点 (m)                                                                    |
| $V / \sqrt{g H_0}$ | 風速波高比                                                                                                                                   | $\ell_3$             | $F_3$ の静水面からの作用点 (m)                                                                        |
| $Q_1$              | 実験越波量測定値 (cm)                                                                                                                           |                      |                                                                                             |
| $Q_2$              | 実験単位幅 - 波あたりの越波量<br>$Q_1 \times \frac{1}{0.3 \text{ m} \times 5 \text{ 波}} \times 10^{-8} \quad (\text{m}^3 / \text{m} \cdot \text{波})$ |                      |                                                                                             |

表 - 6. 実験資料一覧表

| データ<br>No. | 護岸タイプ    | 護岸<br>天端高<br>T.P.(m) | 水深<br>(m) | 護岸構造          | 入射波<br>周期<br>(sec) | 潮位<br>T.P. (m) | 風速<br>(m/sec) |
|------------|----------|----------------------|-----------|---------------|--------------------|----------------|---------------|
| 1          | 多孔式ケーソン  | +6.7                 | 14.0      | 多孔面積比14.98%   | 7                  | +2.4           | 18            |
| 2          | "        | "                    | "         | " "           | 8                  | "              | "             |
| 3          | "        | "                    | "         | " 22.46%      | 7                  | "              | "             |
| 4          | "        | "                    | "         | " "           | "                  | "              | "             |
| 5          | "        | "                    | "         | " 14.98%      | "                  | "              | "             |
| 6          | "        | "                    | "         | " "           | 8                  | "              | "             |
| 7          | "        | "                    | "         | " 0%          | 7                  | "              | "             |
| 8          | "        | "                    | "         | " 7.49%       | "                  | "              | "             |
| 9          | "        | "                    | "         | " 15.96%      | "                  | "              | "             |
| 10         | "        | "                    | "         | " "           | 8                  | "              | "             |
| 11         | "        | "                    | "         | " 11.23%      | 7                  | "              | "             |
| 12         | 直立消波ブロック | "                    | "         | スワック          | 7                  | "              | "             |
| 13         | "        | "                    | "         | "             | "                  | "              | "             |
| 14         | "        | "                    | "         | "             | 8                  | "              | "             |
| 15         | "        | +5.7                 | 15.0      | "             | 7                  | "              | "             |
| 16         | "        | +6.2                 | 14.5      | "             | "                  | "              | "             |
| 17         | "        | +6.7                 | 14.0      | クロスフローブロック    | "                  | "              | "             |
| 18         | "        | +6.2                 | 14.5      | "             | "                  | "              | "             |
| 19         | "        | +6.7                 | 14.0      | クロスフローケーソン    | "                  | "              | "             |
| 20         | "        | +6.2                 | 14.5      | "             | "                  | "              | "             |
| 21         | "        | +6.7                 | 14.0      | "             | "                  | "              | "             |
| 22         | 栈橋       | +7.5                 | 14.8      | ブロック          | "                  | "              | "             |
| 23         | "        | "                    | "         | "             | 8                  | "              | "             |
| 24         | "        | +6.8                 | 15.5      | "             | 7                  | "              | "             |
| 25         | "        | +6.3                 | 16.0      | "             | "                  | "              | "             |
| 26         | "        | +7.5                 | 14.8      | ブロック+カーテンウォール | "                  | "              | "             |
| 27         | "        | "                    | "         | "             | 8                  | "              | "             |
| 28         | "        | +6.7                 | 15.6      | "             | 7                  | "              | "             |
| 29         | "        | "                    | "         | カーテンウォール      | "                  | "              | "             |
| 30         | "        | "                    | "         | "             | 8                  | "              | "             |
| 31         | "        | +7.5                 | 14.8      | "             | 7                  | "              | "             |
| 32         | "        | "                    | "         | "             | 8                  | "              | "             |
| 33         | "        | +6.3                 | 16.0      | "             | 7                  | "              | "             |
| 34         | "        | +6.7                 | 15.6      | 栈橋のみ          | "                  | "              | "             |
| 35         | "        | +7.5                 | 14.8      | "             | "                  | "              | "             |

No 1

MODEL : 1-1

$$\begin{aligned}
 h &= 0.7 \text{ m} \\
 d &= 0.7 \text{ m} \\
 \text{H.W.L} &= \text{T.P} + 2.4 \text{ m} \\
 V &= 18 \text{ m/sec}
 \end{aligned}$$

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cfs) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10$ | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/m) | P <sub>2</sub><br>(kg/m) | P <sub>3</sub><br>(kg/m) | P <sub>4</sub><br>(kg/m) | P <sub>5</sub><br>(kg/m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1           | 1.60       | 0.016                 | 3.994                 | -        | 0.019                          | 0                       | 0                                    | -                      | -                      | 0                        | 0                        | 0                        | 40                       | 210                      |
| 2           | 1.61       | 0.110                 | 4.044                 | -        | 0.027                          | 0                       | 0                                    | -                      | -                      | 10                       | 60                       | 40                       | 40                       | 320                      |
| 3           | 1.60       | 0.125                 | 3.994                 | -        | 0.032                          | 0                       | 0                                    | -                      | -                      | 20                       | 90                       | 40                       | 40                       | 50                       |
| 4           | 1.59       | 0.146                 | 3.944                 | -        | 0.037                          | 0                       | 0                                    | -                      | -                      | 30                       | 20                       | 80                       | 30                       | 340                      |
| 5           | 1.58       | 0.154                 | 3.894                 | -        | 0.039                          | 30                      | 0.179                                | -                      | -                      | 50                       | 340                      | 110                      | 40                       | 380                      |
| 6           | 1.56       | 0.167                 | 3.796                 | -        | 0.044                          | 33                      | 0.218                                | -                      | -                      | 60                       | 390                      | 110                      | 40                       | 400                      |
| 7           | 1.63       | 0.169                 | 4.145                 | -        | 0.041                          | 30                      | 0.179                                | -                      | -                      | 50                       | 490                      | 90                       | 40                       | 380                      |
| 8           | 1.68       | 0.181                 | 4.403                 | -        | 0.041                          | 35                      | 0.184                                | -                      | -                      | 100                      | 640                      | 110                      | 40                       | 370                      |
| 9           | 1.65       | 0.212                 | 4.247                 | -        | 0.050                          | 35.2                    | 1.638                                | -                      | -                      | 130                      | 780                      | 130                      | 120                      | 450                      |
| 10          | 1.68       | 0.225                 | 4.403                 | -        | 0.051                          | 7.5                     | 0.317                                | -                      | -                      | 150                      | 830                      | 180                      | 80                       | 440                      |
| 11          | 1.68       | 0.230                 | 4.403                 | -        | 0.052                          | 18.0                    | 0.745                                | -                      | -                      | -                        | -                        | 70                       | 90                       | 470                      |
| 12          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                      |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 13          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                      |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                      |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                      |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                      |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                      |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                      |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                      |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                      |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                      |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |

No 2

MODEL : 1-2

$$\begin{aligned}
 h &= 0.7 \text{ m} \\
 d &= 0.7 \text{ m} \\
 \text{H.W.L} &= \text{T.P} + 2.4 \text{ m} \\
 V &= 18 \text{ m/sec}
 \end{aligned}$$

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cfs) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10$ | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/m) | P <sub>2</sub><br>(kg/m) | P <sub>3</sub><br>(kg/m) | P <sub>4</sub><br>(kg/m) | P <sub>5</sub><br>(kg/m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1           | 1.82       | 0.093                 | 5.167                 | -        | 0.018                          | 0                       | 0                                    | -                      | -                      | 0                        | 0                        | 0                        | 40                       | 330                      |
| 2           | 1.93       | 0.104                 | 5.811                 | -        | 0.018                          | 0                       | 0                                    | -                      | -                      | 0                        | 30                       | 10                       | 40                       | 390                      |
| 3           | 1.83       | 0.122                 | 5.224                 | -        | 0.023                          | 0                       | 0                                    | -                      | -                      | 10                       | 30                       | 10                       | 50                       | 400                      |
| 4           | 1.81       | 0.134                 | 5.111                 | -        | 0.026                          | 1.5                     | 0.092                                | -                      | -                      | 20                       | 120                      | 30                       | 40                       | 430                      |
| 5           | 1.90       | 0.145                 | 5.632                 | -        | 0.025                          | 1.3                     | 0.067                                | -                      | -                      | 20                       | 160                      | 40                       | 70                       | 470                      |
| 6           | 1.85       | 0.148                 | 5.339                 | -        | 0.028                          | 1.3                     | 0.069                                | -                      | -                      | 70                       | 400                      | 80                       | 60                       | 440                      |
| 7           | 1.79       | 0.166                 | 4.998                 | -        | 0.033                          | 65.0                    | 3.282                                | -                      | -                      | 90                       | 510                      | 100                      | 70                       | 470                      |
| 8           | 1.84       | 0.171                 | 5.282                 | -        | 0.032                          | 5.9                     | 0.274                                | -                      | -                      | 100                      | 660                      | 120                      | 90                       | 500                      |
| 9           | 1.85       | 0.191                 | 5.339                 | -        | 0.036                          | 5.0                     | 0.205                                | -                      | -                      | 90                       | 660                      | 100                      | 80                       | 550                      |
| 10          | 1.86       | 0.205                 | 5.397                 | -        | 0.038                          | 30.5                    | 1.154                                | -                      | -                      | 90                       | 660                      | 120                      | 90                       | 630                      |
| 11          | 1.96       | 0.226                 | 5.993                 | -        | 0.038                          | 115.0                   | 3.557                                | -                      | -                      | 120                      | 950                      | 160                      | 110                      | 690                      |
| 12          | 1.79       | 0.157                 | 4.998                 | -        | 0.031                          | 3.5                     | 0.187                                | -                      | -                      | 60                       | 400                      | 80                       | 40                       | 430                      |
| 13          | 1.78       | 0.092                 | 4.943                 | -        | 0.019                          | 0                       | 0                                    | -                      | -                      | 0                        | 0                        | 0                        | 30                       | 360                      |
| 14          | 1.81       | 0.103                 | 5.111                 | -        | 0.020                          | 0                       | 0                                    | -                      | -                      | 0                        | 0                        | 0                        | 40                       | 360                      |
| 15          | 1.82       | 0.143                 | 5.167                 | -        | 0.028                          | 0                       | 0                                    | -                      | -                      | 30                       | 310                      | 60                       | 40                       | 450                      |
| 16          | 1.77       | 0.205                 | 4.887                 | -        | 0.042                          | 350                     | 14.634                               | -                      | -                      | 70                       | 560                      | 100                      | 110                      | 530                      |
| 17          | 1.74       | 0.226                 | 4.723                 | -        | 0.048                          | 300                     | 11.773                               | -                      | -                      | 120                      | 810                      | 140                      | 110                      | 630                      |
| 18          | 1.78       | 0.205                 | 4.943                 | -        | 0.041                          | 34                      | 1.405                                | -                      | -                      | 110                      | 810                      | 120                      | 110                      | 620                      |
| 19          | 1.80       | 0.196                 | 5.054                 | -        | 0.039                          | 18                      | 0.761                                | -                      | -                      | 80                       | 610                      | 100                      | 70                       | 520                      |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                      |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                      |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |

No 3

MODEL: 1-3

 $h = 0.7 \text{ m}$   
 $d = 0.7 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cd) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10^{-3}$ | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/mt) | P <sub>2</sub><br>(kg/mt) | P <sub>3</sub><br>(kg/mt) | P <sub>4</sub><br>(kg/mt) | P <sub>5</sub><br>(kg/mt) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------------|-------------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1           | 1.60       | 0.089                 | 3.994                 | -        | 0.022                          | 0                      | 0                                         | -                      | -                      | 0                         | 0                         | 0                         | 30                        | 360                       |
| 2           | 1.63       | 0.093                 | 4.145                 | -        | 0.022                          | 0                      | 0                                         | -                      | -                      | 0                         | 0                         | 0                         | 40                        | 400                       |
| 3           | 1.60       | 0.105                 | 3.994                 | -        | 0.026                          | 0                      | 0                                         | -                      | -                      | 0                         | 40                        | 40                        | 50                        | 430                       |
| 4           | 1.63       | 0.117                 | 4.145                 | -        | 0.028                          | 0                      | 0                                         | -                      | -                      | 0                         | 40                        | 40                        | 50                        | 430                       |
| 5           | 1.55       | 0.153                 | 3.748                 | -        | 0.041                          | 0                      | 0                                         | -                      | -                      | 10                        | 120                       | 30                        | 60                        | 500                       |
| 6           | 1.53       | 0.156                 | 3.652                 | -        | 0.043                          | 0                      | 0                                         | -                      | -                      | 30                        | 170                       | 40                        | 60                        | 550                       |
| 7           | 1.55       | 0.166                 | 3.748                 | -        | 0.044                          | 0                      | 0                                         | -                      | -                      | 40                        | 270                       | 60                        | 60                        | 550                       |
| 8           | 1.53       | 0.178                 | 3.652                 | -        | 0.049                          | 1.5                    | 0.097                                     | -                      | -                      | 60                        | 370                       | 80                        | 80                        | 550                       |
| 9           | 1.58       | 0.178                 | 3.894                 | -        | 0.046                          | 2.0                    | 0.121                                     | -                      | -                      | 40                        | 270                       | 60                        | 70                        | 590                       |
| 10          | 1.60       | 0.185                 | 3.994                 | -        | 0.046                          | 2.0                    | 0.113                                     | -                      | -                      | 40                        | 320                       | 60                        | 70                        | 590                       |
| 11          | 1.60       | 0.194                 | 3.994                 | -        | 0.049                          | 4.0                    | 0.216                                     | -                      | -                      | 70                        | 430                       | 80                        | 70                        | 530                       |
| 12          | 1.55       | 0.217                 | 3.748                 | -        | 0.058                          | 37.5                   | 1.930                                     | -                      | -                      | 130                       | 850                       | 130                       | 140                       | 890                       |
| 13          | 1.53       | 0.249                 | 3.652                 | -        | 0.068                          | 160                    | 7.370                                     | -                      | -                      | 90                        | 790                       | 160                       | 120                       | 820                       |
| 14          | 1.53       | 0.219                 | 3.652                 | -        | 0.060                          | 8.0                    | 0.419                                     | -                      | -                      | 70                        | 580                       | 80                        | 150                       | 680                       |
| 15          | 1.53       | 0.195                 | 3.652                 | -        | 0.060                          | 8.0                    | 0.470                                     | -                      | -                      | 70                        | 480                       | 80                        | 90                        | 650                       |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                           |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                           |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                           |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                           |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                           |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                           |

No 4

MODEL: 1-4

 $h = 0.7 \text{ m}$   
 $d = 0.7 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cd) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10^{-3}$ | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/mt) | P <sub>2</sub><br>(kg/mt) | P <sub>3</sub><br>(kg/mt) | P <sub>4</sub><br>(kg/mt) | P <sub>5</sub><br>(kg/mt) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------------|-------------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1           | 1.64       | 0.103                 | 4.196                 | -        | 0.025                          | 0                      | 0                                         | -                      | -                      | 0                         | 0                         | 20                        | 30                        | 70                        |
| 2           | 1.63       | 0.119                 | 4.145                 | -        | 0.029                          | 0                      | 0                                         | -                      | -                      | 0                         | 0                         | 20                        | 30                        | 80                        |
| 3           | 1.63       | 0.127                 | 4.145                 | -        | 0.031                          | 0                      | 0                                         | -                      | -                      | 10                        | 10                        | 40                        | 50                        | 80                        |
| 4           | 1.60       | 0.136                 | 3.994                 | -        | 0.034                          | 0                      | 0                                         | -                      | -                      | 0                         | 0                         | 40                        | 40                        | 80                        |
| 5           | 1.59       | 0.150                 | 3.944                 | -        | 0.038                          | 0                      | 0                                         | -                      | -                      | 20                        | 30                        | 40                        | 50                        | 80                        |
| 6           | 1.58       | 0.152                 | 3.894                 | -        | 0.039                          | シブキ                    | シブキ                                       | -                      | -                      | 20                        | 20                        | 30                        | 40                        | 80                        |
| 7           | 1.58       | 0.168                 | 3.894                 | -        | 0.043                          | 1.5                    | 0.096                                     | -                      | -                      | 30                        | 40                        | 60                        | 70                        | 90                        |
| 8           | 1.47       | 0.216                 | 3.371                 | -        | 0.064                          | 320                    | 1.841                                     | -                      | -                      | 70                        | 80                        | 140                       | 120                       | 110                       |
| 9           | 1.56       | 0.163                 | 3.396                 | -        | 0.048                          | 8.0                    | 0.605                                     | -                      | -                      | 20                        | 40                        | 40                        | 40                        | 90                        |
| 10          | 1.55       | 0.178                 | 3.748                 | -        | 0.047                          | 4.6                    | 0.289                                     | -                      | -                      | 30                        | 50                        | 70                        | 60                        | 90                        |
| 11          | 1.53       | 0.191                 | 3.652                 | -        | 0.052                          | 5.0                    | 0.300                                     | -                      | -                      | 40                        | 70                        | 90                        | 80                        | 90                        |
| 12          | 1.58       | 0.190                 | 3.894                 | -        | 0.048                          | 4.5                    | 0.255                                     | -                      | -                      | 40                        | 70                        | 70                        | 80                        | 90                        |
| 13          | 1.55       | 0.201                 | 3.748                 | -        | 0.054                          | 30.0                   | 1.668                                     | -                      | -                      | 50                        | 70                        | 70                        | 70                        | 90                        |
| 14          | 1.55       | 0.206                 | 3.748                 | -        | 0.055                          | 11.50                  | 0.624                                     | -                      | -                      | 70                        | 90                        | 90                        | 80                        | 90                        |
| 15          | 1.53       | 0.232                 | 3.652                 | -        | 0.064                          | 440                    | 2.175                                     | -                      | -                      | 120                       | 140                       | 160                       | 130                       | 140                       |
| 16          | 1.56       | 0.231                 | 3.796                 | -        | 0.061                          | 990                    | 47.29                                     | -                      | -                      | 70                        | 120                       | 110                       | 80                        | 110                       |
| 17          | 1.56       | 0.235                 | 3.796                 | -        | 0.061                          | 280                    | 1.314                                     | -                      | -                      | 80                        | 100                       | 130                       | 80                        | 110                       |
| 18          | 1.65       | 0.193                 | 4.247                 | -        | 0.045                          | 35                     | 1.840                                     | -                      | -                      | 70                        | 90                        | 110                       | 80                        | 90                        |
| 19          | 1.63       | 0.246                 | 4.145                 | -        | 0.059                          | 160                    | 6.570                                     | -                      | -                      | 80                        | 90                        | 130                       | 80                        | 10                        |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                           |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                           |

No. 5

MODEL: 1-5

 $h = 0.7 \text{ m}$   
 $d = 0.7 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cd) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10^3$ | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/nt) | P <sub>2</sub><br>(kg/nt) | P <sub>3</sub><br>(kg/nt) | P <sub>4</sub><br>(kg/nt) | P <sub>5</sub><br>(kg/nt) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1           | 1.58       | 0.083                 | 3.894                 | 0.048    | 0.021                          | 0                      | 0                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 30                        | 70                        |
| 2           | 1.55       | 0.114                 | 3.748                 | 0.077    | 0.030                          | 0                      | 0                                      | 0                      | 0                      | 10                        | 0                         | 30                        | 40                        | 70                        |
| 3           | 1.50       | 0.103                 | 3.510                 | 0.059    | 0.029                          | 0                      | 0                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 30                        | 40                        | 70                        |
| 4           | 1.58       | 0.114                 | 3.894                 | 0.093    | 0.029                          | 0                      | 0                                      | 0                      | 0                      | 10                        | 20                        | 40                        | 50                        | 70                        |
| 5           | 1.52       | 0.138                 | 3.604                 | 0.135    | 0.038                          | シブキ                    | シブキ                                    | 0.519                  | 0.590                  | 40                        | 30                        | 60                        | 60                        | 80                        |
| 6           | 1.53       | 0.157                 | 3.652                 | 0.179    | 0.043                          | シブキ                    | シブキ                                    | 0.692                  | 0.984                  | 40                        | 60                        | 80                        | 60                        | 80                        |
| 7           | 1.56       | 0.157                 | 3.796                 | 0.180    | 0.041                          | シブキ                    | シブキ                                    | 0.519                  | 0.688                  | 40                        | 60                        | 80                        | 60                        | 80                        |
| 8           | 1.44       | 0.204                 | 3.235                 | 0.272    | 0.063                          | 580                    | 36.81                                  | 0.981                  | 1.377                  | 170                       | 60                        | 210                       | 140                       | 140                       |
| 9           | 1.48       | 0.187                 | 3.417                 | 0.201    | 0.055                          | 46                     | 3.015                                  | 0.750                  | 0.885                  | 80                        | 140                       | 110                       | 80                        | 80                        |
| 10          | 1.57       | 0.155                 | 3.845                 | 0.161    | 0.040                          | 3                      | 0.211                                  | 0.519                  | 0.688                  | 50                        | 100                       | 90                        | 60                        | 90                        |
| 11          | 1.59       | 0.159                 | 3.944                 | 0.172    | 0.040                          | 1.5                    | 0.100                                  | 0.692                  | 0.787                  | 60                        | 60                        | 110                       | 60                        | 80                        |
| 12          | 1.57       | 0.169                 | 3.845                 | 0.188    | 0.044                          | 5.5                    | 0.355                                  | 0.866                  | 0.885                  | 100                       | 60                        | 140                       | 80                        | 100                       |
| 13          | 1.53       | 0.194                 | 3.652                 | 0.169    | 0.053                          | 160                    | 0.996                                  | 1.269                  | 1.279                  | 100                       | 80                        | 140                       | 90                        | 120                       |
| 14          | 1.58       | 0.185                 | 3.894                 | 0.214    | 0.048                          | 11.5                   | 0.669                                  | 1.154                  | 1.180                  | 100                       | 120                       | 140                       | 70                        | 100                       |
| 15          | 1.58       | 0.191                 | 3.894                 | 0.219    | 0.058                          | 76.5                   | 5.093                                  | 1.385                  | 1.377                  | 110                       | 140                       | 120                       | 100                       | 120                       |
| 16          | 1.54       | 0.207                 | 3.700                 | 0.253    | 0.056                          | 280                    | 15.31                                  | 1.096                  | 1.869                  | 730                       | 190                       | 210                       | 130                       | 120                       |
| 17          | 1.53       | 0.216                 | 3.652                 | 0.263    | 0.059                          | 1320                   | 70.09                                  | 5.828                  | 2.164                  | 150                       | 190                       | 240                       | 150                       | 190                       |
| 18          | 1.57       | 0.204                 | 3.845                 | 0.267    | 0.053                          | 200                    | 10.681                                 | 1.269                  | 1.869                  | 130                       | 140                       | 190                       | 120                       | 130                       |
| 19          | 1.58       | 0.226                 | 3.894                 | 0.275    | 0.058                          | 780                    | 37.13                                  | 1.731                  | 2.164                  | -                         | -                         | -                         | -                         | -                         |
| 20          | 1.58       | 0.227                 | 3.894                 | 0.299    | 0.058                          | 2360                   | 111.84                                 | 2.020                  | 1.967                  | 160                       | 180                       | 240                       | 160                       | 180                       |
| 21          | 1.55       | 0.233                 | 3.268                 | 0.287    | 0.071                          | 2200                   | 121.02                                 | 1.962                  | 2.164                  | 150                       | 160                       | 210                       | 140                       | 160                       |

No. 6

MODEL: 1-6

 $h = 0.7 \text{ m}$   
 $d = 0.7 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cd) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10^3$ | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/nt) | P <sub>2</sub><br>(kg/nt) | P <sub>3</sub><br>(kg/nt) | P <sub>4</sub><br>(kg/nt) | P <sub>5</sub><br>(kg/nt) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1           | 1.76       | 0.055                 | 4.832                 | 0.027    | 0.011                          | 0                      | 0                                      | 0                      | 0                      | -                         | -                         | -                         | -                         | -                         |
| 2           | 1.74       | 0.078                 | 4.723                 | 0.059    | 0.017                          | 0                      | 0                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 20                        | 60                        |
| 3           | 1.73       | 0.103                 | 4.669                 | 0.088    | 0.022                          | 0                      | 0                                      | 0.143                  | 0.235                  | 10                        | 0                         | 0                         | 60                        | 80                        |
| 4           | 1.91       | 0.111                 | 5.691                 | 0.077    | 0.020                          | 0                      | 0                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 30                        | 60                        |
| 5           | 1.78       | 0.128                 | 4.943                 | 0.105    | 0.026                          | 0                      | 0                                      | 0.561                  | 0.784                  | 10                        | 20                        | 20                        | 30                        | 80                        |
| 6           | 1.77       | 0.138                 | 4.887                 | 0.136    | 0.028                          | 0                      | 0                                      | 0.537                  | 0.490                  | 20                        | 40                        | 60                        | 40                        | 80                        |
| 7           | 1.80       | 0.156                 | 5.054                 | 0.169    | 0.031                          | 20                     | 0.106                                  | 0.895                  | 1.275                  | 40                        | 60                        | 70                        | 40                        | 80                        |
| 8           | 1.75       | 0.170                 | 4.778                 | 0.199    | 0.036                          | 45                     | 0.232                                  | 1.372                  | 1.471                  | 70                        | 70                        | 110                       | 60                        | 90                        |
| 9           | 1.80       | 0.170                 | 5.054                 | 0.188    | 0.034                          | 100                    | 0.488                                  | 1.372                  | 1.863                  | 50                        | 70                        | 90                        | 70                        | 80                        |
| 10          | 1.82       | 0.169                 | 5.167                 | 0.187    | 0.033                          | 70                     | 0.336                                  | 1.312                  | 1.765                  | 70                        | 70                        | 110                       | 70                        | 80                        |
| 11          | 1.85       | 0.176                 | 5.339                 | 0.210    | 0.028                          | 165                    | 0.619                                  | 1.551                  | 2.059                  | 110                       | 130                       | 160                       | 110                       | 110                       |
| 12          | 1.80       | 0.187                 | 5.054                 | 0.243    | 0.037                          | 180                    | 0.798                                  | 1.611                  | 2.451                  | 90                        | 110                       | 120                       | 90                        | 130                       |
| 13          | 1.80       | 0.205                 | 5.054                 | 0.236    | 0.041                          | 140                    | 5.660                                  | 1.849                  | 2.451                  | 100                       | 110                       | 160                       | 100                       | 130                       |
| 14          | 1.81       | 0.193                 | 5.111                 | 0.237    | 0.038                          | 225                    | 0.955                                  | 1.968                  | 2.942                  | 120                       | 160                       | 190                       | 100                       | 130                       |
| 15          | 1.80       | 0.199                 | 5.054                 | 0.284    | 0.039                          | 1000                   | 4.165                                  | 2.505                  | 3.236                  | 140                       | 180                       | 210                       | 130                       | 140                       |
| 16          | 1.78       | 0.218                 | 4.943                 | 0.282    | 0.044                          | 500                    | 19.436                                 | 2.147                  | 3.334                  | 140                       | 160                       | 210                       | 170                       | 160                       |
| 17          | 1.75       | 0.230                 | 4.778                 | 0.298    | 0.048                          | 320                    | 12.197                                 | 2.326                  | 3.432                  | 170                       | 180                       | 240                       | 170                       | 180                       |
| 18          | 1.76       | 0.228                 | 4.832                 | 0.312    | 0.047                          | 1620                   | 61.594                                 | 2.446                  | 3.628                  | 190                       | 220                       | 270                       | 170                       | 210                       |
| 19          | 1.80       | 0.247                 | 5.054                 | 0.333    | 0.048                          | 1480                   | 49.667                                 | 2.386                  | 3.334                  | 190                       | 220                       | 270                       | 190                       | 210                       |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                           |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                           |

No 7

MODEL: 1-7

 $h = 0.7 \text{ m}$   
 $d = 0.7 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cd) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10^4$ | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/m) | P <sub>2</sub><br>(kg/m) | P <sub>3</sub><br>(kg/m) | P <sub>4</sub><br>(kg/m) | P <sub>5</sub><br>(kg/m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1           | 1.59       | 0.093                 | 3.944                 | 0.096    | 0.024                          | 0                      | 0                                      | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 2           | 1.61       | 0.091                 | 4.044                 | 0.082    | 0.023                          | 0                      | 0                                      | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 3           | 1.55       | 0.139                 | 3.748                 | 0.126    | 0.037                          | 0                      | 0                                      | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 4           | 1.58       | 0.124                 | 3.894                 | 0.118    | 0.032                          | 0                      | 0                                      | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 5           | 1.58       | 0.141                 | 3.894                 | 0.150    | 0.036                          | 0                      | 0                                      | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 6           | 1.53       | 0.151                 | 3.652                 | 0.144    | 0.041                          | 0                      | 0                                      | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 7           | 1.58       | 0.162                 | 3.894                 | 0.155    | 0.042                          | 0                      | 0                                      | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 8           | 1.58       | 0.139                 | 3.894                 | 0.170    | 0.036                          | 0                      | 0                                      | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 9           | 1.54       | 0.167                 | 3.700                 | 0.214    | 0.045                          | シブキ                    | シブキ                                    | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 10          | 1.51       | 0.169                 | 3.557                 | 0.201    | 0.048                          | シブキ                    | シブキ                                    | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 11          | 1.54       | 0.195                 | 3.700                 | 0.207    | 0.061                          | 13                     | 0.877                                  | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 12          | 1.56       | 0.196                 | 3.796                 | 0.193    | 0.051                          | 80                     | 4.504                                  | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 13          | 1.56       | 0.186                 | 3.796                 | 0.208    | 0.049                          | 80                     | 0.475                                  | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 14          | 1.64       | 0.163                 | 4.196                 | 0.164    | 0.039                          | 0                      | 0                                      | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 15          | 1.54       | 0.191                 | 3.700                 | 0.204    | 0.051                          | 350                    | 20.76                                  | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 16          | 1.59       | 0.195                 | 3.944                 | 0.192    | 0.049                          | 14                     | 0.763                                  | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 17          | 1.61       | 0.227                 | 4.044                 | 0.195    | 0.056                          | 720                    | 3.285                                  | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 18          | 1.58       | 0.205                 | 3.894                 | 0.228    | 0.053                          | 215                    | 11.282                                 | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 19          | 1.55       | 0.215                 | 3.748                 | 0.216    | 0.057                          | 145                    | 7.537                                  | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 20          | 1.55       | 0.233                 | 3.748                 | 0.237    | 0.062                          | 770                    | 3.693                                  | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 21          | 1.53       | 0.234                 | 3.652                 | 0.265    | 0.064                          | 340                    | 1.6667                                 | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 22          | 1.60       | 0.209                 | 3.994                 | 0.217    | 0.052                          | 530                    | 2.660                                  | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 23          | 1.53       | 0.223                 | 3.652                 | 0.228    | 0.061                          | -                      | -                                      | -                      | -                      | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |

No 8

MODEL: 1-8

 $h = 0.7 \text{ m}$   
 $d = 0.7 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cd) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10^4$ | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/m) | P <sub>2</sub><br>(kg/m) | P <sub>3</sub><br>(kg/m) | P <sub>4</sub><br>(kg/m) | P <sub>5</sub><br>(kg/m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1           | 1.50       | 0.106                 | 3.510                 | 0.085    | 0.030                          | 0                      | 0                                      | 0                      | 0                      | 0                        | 0                        | 0                        | 30                       | 50                       |
| 2           | 1.53       | 0.115                 | 3.652                 | 0.106    | 0.031                          | 0                      | 0                                      | 0.252                  | 0.412                  | 10                       | 0                        | 20                       | 30                       | 60                       |
| 3           | 1.55       | 0.129                 | 3.748                 | 0.116    | 0.034                          | 0                      | 0                                      | 0.479                  | 0.655                  | 20                       | 20                       | 50                       | 30                       | 60                       |
| 4           | 1.56       | 0.152                 | 3.796                 | 0.150    | 0.040                          | シブキ                    | シブキ                                    | 0.504                  | 0.607                  | 60                       | 120                      | 110                      | 50                       | 60                       |
| 5           | 1.56       | 0.162                 | 3.796                 | 0.173    | 0.043                          | シブキ                    | シブキ                                    | 0.567                  | 0.607                  | 60                       | 40                       | 70                       | 40                       | 70                       |
| 6           | 1.54       | 0.188                 | 3.700                 | 0.198    | 0.051                          | 25                     | 0.151                                  | 0.630                  | 0.849                  | 80                       | 100                      | 120                      | 80                       | 70                       |
| 7           | 1.54       | 0.179                 | 3.700                 | 0.207    | 0.048                          | 15                     | 0.094                                  | 0.945                  | 0.946                  | 100                      | 120                      | 140                      | 90                       | 110                      |
| 8           | 1.55       | 0.199                 | 3.748                 | 0.227    | 0.053                          | 350                    | 1.966                                  | 1.058                  | 1.213                  | 100                      | 120                      | 140                      | 90                       | 100                      |
| 9           | 1.53       | 0.189                 | 3.652                 | 0.226    | 0.052                          | 37.6                   | 2.282                                  | 0.630                  | 0.995                  | 80                       | 100                      | 120                      | 80                       | 90                       |
| 10          | 1.56       | 0.204                 | 3.796                 | 0.238    | 0.053                          | 850                    | 4.958                                  | 1.361                  | 1.504                  | 110                      | 120                      | 140                      | 90                       | 120                      |
| 11          | 1.56       | 0.215                 | 3.796                 | 0.256    | 0.057                          | 240                    | 12.520                                 | 1.260                  | 2.729                  | 110                      | 120                      | 150                      | 90                       | 120                      |
| 12          | 1.60       | 0.226                 | 3.994                 | 0.244    | 0.057                          | 725                    | 3.369                                  | 1.386                  | 1.820                  | 110                      | 120                      | 170                      | 110                      | 140                      |
| 13          | 1.58       | 0.231                 | 3.894                 | 0.231    | 0.059                          | 670                    | 312                                    | 1.386                  | 2.135                  | 110                      | 100                      | 150                      | 90                       | 130                      |
| 14          | 1.56       | 0.250                 | 3.796                 | 0.272    | 0.067                          | 3620                   | 159.78                                 | 2.331                  | 2.305                  | 120                      | 140                      | 170                      | 120                      | 170                      |
| 15          | 1.56       | 0.233                 | 3.796                 | 0.271    | 0.061                          | 1630                   | 7720                                   | 1.638                  | 2.305                  | 120                      | -                        | 170                      | 110                      | 180                      |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                        |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                        |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                        |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                        |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |

No. 9

MODEL : 1-9

 $h = 0.7 \text{ m}$   
 $d = 0.7 \text{ m}$   
 $\text{H.W.L} = \text{T.P} + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cd) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10^3$ | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/m) | P <sub>2</sub><br>(kg/m) | P <sub>3</sub><br>(kg/m) | P <sub>4</sub><br>(kg/m) | P <sub>5</sub><br>(kg/m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1           | 1.56       | 0.122                 | 3.796                 | 0.058    | 0.032                          | 0                      | 0                                      | 0                      | 0                      | 0                        | 0                        | 40                       | 30                       | 80                       |
| 2           | 1.56       | 0.132                 | 3.796                 | 0.066    | 0.035                          | 0                      | 0                                      | 0                      | 0                      | 0                        | 0                        | 20                       | 50                       | 90                       |
| 3           | 1.57       | 0.142                 | 3.845                 | 0.102    | 0.037                          | シブキ                    | シブキ                                    | 0.195                  | 0.234                  | 30                       | 30                       | 40                       | 60                       | 90                       |
| 4           | 1.58       | 0.153                 | 3.894                 | 0.117    | 0.039                          | シブキ                    | シブキ                                    | 0.243                  | 0.293                  | 10                       | 10                       | 40                       | 50                       | 90                       |
| 5           | 1.57       | 0.163                 | 3.845                 | 0.147    | 0.042                          | シブキ                    | シブキ                                    | 0.486                  | 0.539                  | 30                       | 30                       | 40                       | 60                       | 90                       |
| 6           | 1.55       | 0.160                 | 3.748                 | 0.110    | 0.043                          | シブキ                    | シブキ                                    | 0.462                  | 0.516                  | 20                       | 20                       | 40                       | 50                       | 90                       |
| 7           | 1.55       | 0.187                 | 3.748                 | 0.181    | 0.050                          | 30                     | 0.179                                  | 0.851                  | 0.938                  | 50                       | 60                       | 80                       | 60                       | 90                       |
| 8           | 1.53       | 0.178                 | 3.205                 | 0.141    | 0.056                          | 30                     | 0.220                                  | 0.486                  | 0.469                  | 10                       | 30                       | 50                       | 60                       | 90                       |
| 9           | 1.55       | 0.198                 | 3.748                 | 0.196    | 0.053                          | 15                     | 0.840                                  | 0.796                  | 0.703                  | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 10          | 1.52       | 0.203                 | 3.604                 | 0.212    | 0.056                          | 170                    | 9.733                                  | 0.851                  | 0.703                  | 80                       | 30                       | 110                      | 100                      | 100                      |
| 11          | 1.55       | 0.186                 | 3.748                 | 0.194    | 0.050                          | 85                     | 0.510                                  | 0.730                  | 0.586                  | 40                       | 30                       | 90                       | 80                       | 90                       |
| 12          | 1.54       | 0.194                 | 3.700                 | 0.167    | 0.053                          | 60                     | 0.350                                  | 1.094                  | 0.645                  | 70                       | 30                       | 80                       | 70                       | 90                       |
| 13          | 1.56       | 0.192                 | 3.796                 | 0.147    | 0.051                          | シブキ                    | シブキ                                    | 0.730                  | 0.645                  | 100                      | 60                       | 140                      | 130                      | 120                      |
| 14          | 1.53       | 0.219                 | 3.652                 | 0.286    | 0.060                          | 170                    | 8.903                                  | 1.459                  | 1.289                  | 100                      | 60                       | 140                      | 130                      | 120                      |
| 15          | 1.52       | 0.221                 | 3.604                 | 0.247    | 0.061                          | 685                    | 3.602                                  | 1.216                  | 1.992                  | 70                       | 30                       | 90                       | 110                      | 100                      |
| 16          | 1.53       | 0.237                 | 3.652                 | 0.268    | 0.065                          | 320                    | 15.49                                  | 1.338                  | 1.758                  | 90                       | 30                       | 120                      | 90                       | 100                      |
| 17          | 1.58       | 0.227                 | 3.894                 | 0.270    | 0.058                          | 580                    | 27.48                                  | 1.277                  | 1.758                  | 110                      | 60                       | 150                      | 140                      | 130                      |
| 18          | 1.53       | 0.241                 | 3.652                 | 0.305    | 0.066                          | 720                    | 34.27                                  | 1.885                  | 1.406                  | 150                      | 80                       | 210                      | 130                      | 130                      |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                        |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                        |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                        |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |

No. 10

MODEL : 1-10

 $h = 0.7 \text{ m}$   
 $d = 0.7 \text{ m}$   
 $\text{H.W.L} = \text{T.P} + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cd) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10^3$ | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/m) | P <sub>2</sub><br>(kg/m) | P <sub>3</sub><br>(kg/m) | P <sub>4</sub><br>(kg/m) | P <sub>5</sub><br>(kg/m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1           | 1.79       | 0.100                 | 4.998                 | 0.066    | 0.020                          | 0                      | 0                                      | 0                      | 0                      | 0                        | 0                        | 0                        | 30                       | 80                       |
| 2           | 1.76       | 0.115                 | 4.832                 | 0.082    | 0.024                          | 0                      | 0                                      | 0                      | 0                      | 0                        | 0                        | 0                        | 40                       | 80                       |
| 3           | 1.79       | 0.140                 | 4.998                 | 0.098    | 0.028                          | 0                      | 0                                      | 0                      | 0                      | 10                       | 0                        | 40                       | 50                       | 90                       |
| 4           | 1.79       | 0.152                 | 4.998                 | 0.101    | 0.030                          | 0                      | 0                                      | 0                      | 0                      | 10                       | 20                       | 30                       | 50                       | 90                       |
| 5           | 1.79       | 0.162                 | 4.998                 | 0.131    | 0.032                          | シブキ                    | シブキ                                    | 0.380                  | 0.350                  | 20                       | 40                       | 40                       | 50                       | 10                       |
| 6           | 1.75       | 0.181                 | 4.778                 | 0.157    | 0.038                          | シブキ                    | シブキ                                    | 0.294                  | 0.426                  | 30                       | 20                       | 40                       | 60                       | 90                       |
| 7           | 1.74       | 0.194                 | 4.723                 | 0.173    | 0.041                          | 45                     | 0.205                                  | 0.764                  | 1.194                  | 40                       | 40                       | 60                       | 60                       | 100                      |
| 8           | 1.90       | 0.194                 | 5.632                 | 0.149    | 0.034                          | 10                     | 0.038                                  | 0.353                  | 0.426                  | 30                       | 40                       | 40                       | 80                       | 100                      |
| 9           | 1.75       | 0.199                 | 4.778                 | 0.179    | 0.041                          | 45                     | 0.198                                  | 0.588                  | 0.426                  | 20                       | 40                       | 70                       | 60                       | 100                      |
| 10          | 1.80       | 0.195                 | 5.054                 | 0.175    | 0.039                          | 70                     | 0.298                                  | 0.882                  | 0.767                  | 40                       | 60                       | 80                       | 80                       | 110                      |
| 11          | 1.92       | 0.229                 | 5.751                 | 0.172    | 0.039                          | 150                    | 0.488                                  | 0.588                  | 0.597                  | -                        | -                        | -                        | -                        | -                        |
| 12          | 1.76       | 0.222                 | 4.832                 | 0.218    | 0.046                          | 440                    | 17.18                                  | 0.882                  | 0.767                  | 40                       | 40                       | 80                       | 70                       | 100                      |
| 13          | 1.78       | 0.201                 | 4.943                 | 0.177    | 0.041                          | 60                     | 0.253                                  | 0.647                  | 0.853                  | 40                       | 40                       | 70                       | 70                       | 100                      |
| 14          | 1.80       | 0.201                 | 5.054                 | 0.193    | 0.040                          | 61                     | 2.515                                  | 1.176                  | 1.058                  | 70                       | 40                       | 100                      | 80                       | 120                      |
| 15          | 1.77       | 0.228                 | 4.887                 | 0.208    | 0.047                          | 80                     | 3.010                                  | 1.705                  | 0.767                  | 70                       | 40                       | 100                      | 90                       | 120                      |
| 16          | 1.84       | 0.248                 | 5.282                 | 0.227    | 0.047                          | 100                    | 3.198                                  | 1.352                  | 1.790                  | 90                       | 60                       | 130                      | 100                      | 130                      |
| 17          | 1.81       | 0.255                 | 5.111                 | 0.233    | 0.050                          | 740                    | 23.78                                  | 1.764                  | 1.961                  | 110                      | 80                       | 180                      | 150                      | 160                      |
| 18          | 1.86       | 0.253                 | 5.397                 | 0.232    | 0.050                          | 120                    | 3.681                                  | 1.176                  | 1.449                  | 70                       | 60                       | 110                      | 110                      | 130                      |
| 19          | 1.75       | 0.234                 | 4.778                 | 0.214    | 0.050                          | 80                     | 2.997                                  | 1.294                  | 1.364                  | 80                       | 60                       | 110                      | 80                       | 110                      |
| 20          | 1.83       | 0.229                 | 5.224                 | 0.210    | 0.050                          | 160                    | 5.602                                  | 1.529                  | 1.449                  | 70                       | 40                       | 110                      | 110                      | 120                      |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                        |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |

No 11

MODEL : 1-11

$$h = 0.7 \text{ m}$$

$$d = 0.7 \text{ m}$$

$$H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$$

$$V = 18 \text{ m/sec}$$

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | $\frac{H_0}{L_0}$ | Q <sub>1</sub><br>(cfs) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10$ | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/mt) | P <sub>2</sub><br>(kg/mt) | P <sub>3</sub><br>(kg/mt) | P <sub>4</sub><br>(kg/mt) | P <sub>5</sub><br>(kg/mt) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|-------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1           | 1.59       | 0.106                 | 3944                  | 0.087    | 0.026             | 0                       | 0                                    | 0.395                  | 0.490                  | 10                        | 0                         | 10                        | 20                        | 60                        |
| 2           | 1.56       | 0.132                 | 3796                  | 0.131    | 0.035             | シブキ                     | シブキ                                  | 0.599                  | 0.653                  | 30                        | 30                        | 60                        | 40                        | 70                        |
| 3           | 1.59       | 0.127                 | 3944                  | 0.143    | 0.032             | シブキ                     | シブキ                                  | 1.258                  | 1.143                  | 40                        | 30                        | 60                        | 40                        | 70                        |
| 4           | 1.56       | 0.148                 | 3796                  | 0.203    | 0.039             | シブキ                     | シブキ                                  | 1.438                  | 1.306                  | 70                        | 60                        | 120                       | 80                        | 80                        |
| 5           | 1.58       | 0.150                 | 3894                  | 0.198    | 0.039             | シブキ                     | シブキ                                  | 1.018                  | 0.898                  | 80                        | 60                        | 110                       | 80                        | 80                        |
| 6           | 1.60       | 0.152                 | 3994                  | 0.187    | 0.038             | シブキ                     | シブキ                                  | 0.839                  | 1.470                  | 80                        | 40                        | 120                       | 90                        | 80                        |
| 7           | 1.58       | 0.174                 | 3894                  | 0.242    | 0.045             | 17                      | 1.051                                | 1.318                  | 1.633                  | 120                       | 80                        | 160                       | 110                       | 120                       |
| 8           | 1.56       | 0.169                 | 3796                  | 0.219    | 0.045             | 5.0                     | 0.236                                | 1.078                  | 1.796                  | 110                       | 80                        | 160                       | 110                       | 110                       |
| 9           | 1.58       | 0.183                 | 3894                  | 0.244    | 0.047             | 22.0                    | 1.293                                | 1.258                  | 1.470                  | 140                       | 80                        | 190                       | 80                        | 80                        |
| 10          | 1.60       | 0.171                 | 3994                  | 0.205    | 0.043             | 20                      | 1.227                                | 1.018                  | 1.551                  | 120                       | 70                        | 140                       | 60                        | 60                        |
| 11          | 1.55       | 0.201                 | 3748                  | 0.270    | 0.054             | 200                     | 11.12                                | 1.737                  | 2.286                  | 130                       | 90                        | 190                       | 80                        | 80                        |
| 12          | 1.53       | 0.203                 | 3652                  | 0.253    | 0.056             | 160                     | 9.040                                | 1.617                  | 2.205                  | 120                       | 80                        | 180                       | 70                        | 80                        |
| 13          | 1.53       | 0.217                 | 3652                  | 0.300    | 0.059             | 925                     | 4.889                                | 2.276                  | 3.348                  | 170                       | 90                        | 230                       | 90                        | 90                        |
| 14          | 1.55       | 0.202                 | 3748                  | 0.234    | 0.054             | 180                     | 4.426                                | 1.737                  | 2.450                  | 140                       | 90                        | 190                       | 70                        | 80                        |
| 15          | 1.56       | 0.222                 | 3796                  | 0.307    | 0.058             | 1100                    | 5.468                                | 2.396                  | 2.613                  | 190                       | 110                       | 250                       | 100                       | 100                       |
| 16          | 1.57       | 0.222                 | 3845                  | 0.282    | 0.058             | 950                     | 4.662                                | 2.276                  | 3.348                  | 140                       | 90                        | 230                       | 90                        | 90                        |
| 17          | 1.54       | 0.230                 | 3700                  | 0.295    | 0.062             | 1240                    | 6.104                                | 2.516                  | 3.103                  | 180                       | 90                        | 250                       | 10                        | 10                        |
| 18          |            |                       |                       |          |                   |                         |                                      |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                           |
| 19          |            |                       |                       |          |                   |                         |                                      |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                           |
| 20          |            |                       |                       |          |                   |                         |                                      |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                           |
| 21          |            |                       |                       |          |                   |                         |                                      |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                           |

No 12

MODEL : 2-1

$h = 0.7 \text{ m}$   
 $d = 0.7 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>o</sub><br>(m) | L <sub>o</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>o</sub> /L <sub>o</sub> | R/H <sub>o</sub> | d/L <sub>o</sub> | d/H <sub>o</sub> | V/<br>√gH <sub>o</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cfs) | Q <sub>2</sub><br>(cfs/m <sup>2</sup> sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>3</sub><br>(cfs/m <sup>2</sup> sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>4</sub><br>(cfs/m <sup>2</sup> sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | 2π Q <sub>2</sub><br>H <sub>o</sub> L <sub>o</sub><br>× 10 <sup>-4</sup> |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1           | 1.58       | 0.121                 | 3.894                 | 0.105    | 0.031                          | 0.868            | 0.189            | 5.785            | 3.763                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 2           | 1.53       | 0.098                 | 3.652                 | 0.075    | 0.027                          | 0.765            | 0.192            | 7.143            | 4.082                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 3           | 1.60       | 0.100                 | 3.994                 | 0.068    | 0.025                          | 0.680            | 0.175            | 7.000            | 4.041                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 4           | 1.54       | 0.115                 | 3.700                 | 0.083    | 0.031                          | 0.722            | 0.189            | 6.087            | 3.768                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 5           | 1.58       | 0.129                 | 3.894                 | 0.118    | 0.033                          | 0.915            | 0.180            | 5.426            | 3.558                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 6           | 1.55       | 0.130                 | 3.748                 | 0.103    | 0.035                          | 0.792            | 0.187            | 5.384            | 3.544                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 7           | 1.55       | 0.153                 | 3.748                 | 0.135    | 0.041                          | 0.882            | 0.187            | 4.575            | 3.267                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 8           | 1.58       | 0.153                 | 3.894                 | 0.132    | 0.039                          | 0.862            | 0.180            | 4.575            | 3.267                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 9           | 1.53       | 0.180                 | 3.652                 | 0.170    | 0.049                          | 0.944            | 0.192            | 3.889            | 3.012                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 10          | 1.53       | 0.170                 | 3.652                 | 0.160    | 0.047                          | 0.941            | 0.192            | 4.118            | 3.099                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 11          | 1.55       | 0.145                 | 3.748                 | 0.127    | 0.039                          | 0.876            | 0.187            | 4.828            | 3.356                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 12          | 1.53       | 0.180                 | 3.652                 | 0.162    | 0.049                          | 0.900            | 0.192            | 3.889            | 3.011                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 13          | 1.55       | 0.155                 | 3.748                 | 0.180    | 0.041                          | 1.161            | 0.187            | 4.516            | 3.245                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 14          | 1.53       | 0.189                 | 3.652                 | 0.180    | 0.052                          | 0.952            | 0.192            | 3.704            | 2.939                  | シブキ                     | シブキ                                                              | シブキ                                                              | シブキ                                                              |                                                                          |
| 15          | 1.54       | 0.176                 | 3.700                 | 0.168    | 0.047                          | 0.955            | 0.189            | 3.977            | 3.046                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 16          | 1.56       | 0.177                 | 3.796                 | 0.147    | 0.047                          | 0.831            | 0.184            | 3.955            | 3.037                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 17          | 1.59       | 0.195                 | 3.944                 | 0.168    | 0.049                          | 0.862            | 0.177            | 3.590            | 2.894                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 18          | 1.56       | 0.239                 | 3.796                 | 0.247    | 0.062                          | 1.056            | 0.184            | 2.991            | 2.641                  | 320                     | 2.133                                                            | 1.368                                                            | 1223                                                             | 15.09                                                                    |
| 19          | 1.58       | 0.241                 | 3.894                 | 0.228    | 0.062                          | 0.946            | 0.180            | 2.905            | 2.602                  | 170                     | 1.133                                                            | 0.717                                                            | 6415                                                             | 7.588                                                                    |
| 20          | 1.58       | 0.254                 | 3.894                 | 0.238    | 0.065                          | 0.937            | 0.180            | 2.756            | 2.535                  | 1430                    | 9.533                                                            | 6.034                                                            | 539.68                                                           | 60.56                                                                    |
| 21          |            | 0.                    |                       | 0.       | 0.                             |                  | 0.               |                  |                        |                         |                                                                  |                                                                  |                                                                  |                                                                          |

No 13

MODEL : 2-2

$h = 0.7 \text{ m}$   
 $d = 0.7 \text{ m}$   
 $H.W.L = + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>o</sub><br>(m) | L <sub>o</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>o</sub> /L <sub>o</sub> | R/H <sub>o</sub> | d/L <sub>o</sub> | d/H <sub>o</sub> | V/<br>√gH <sub>o</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cfs) | Q <sub>2</sub><br>(cfs/m <sup>2</sup> sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>3</sub><br>(cfs/m <sup>2</sup> sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>4</sub><br>(cfs/m <sup>2</sup> sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | 2π Q <sub>2</sub><br>H <sub>o</sub> L <sub>o</sub><br>× 10 <sup>-4</sup> |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1           | 1.65       | 0.105                 | 3.427                 | 0.065    | 0.030                          | 0.619            | 0.201            | 6.667            | 3.943                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 2           | 1.61       | 0.137                 | 4.044                 | 0.106    | 0.034                          | 0.774            | 0.173            | 5.109            | 3.452                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 3           | 1.63       | 0.179                 | 4.145                 | 0.103    | 0.043                          | 0.575            | 0.168            | 3.911            | 3.020                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 4           | 1.56       | 0.203                 | 3.796                 | 0.111    | 0.053                          | 0.546            | 0.184            | 3.448            | 2.836                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 5           | 1.59       | 0.204                 | 3.944                 | 0.100    | 0.052                          | 0.490            | 0.177            | 3.431            | 2.829                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 6           | 1.56       | 0.234                 | 3.796                 | 0.140    | 0.062                          | 0.598            | 0.184            | 2.991            | 2.641                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 7           | 1.60       | 0.243                 | 3.994                 | 0.122    | 0.060                          | 0.502            | 0.175            | 2.880            | 2.592                  | 0                       | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                | 0                                                                        |
| 8           | 1.61       | 0.257                 | 4.044                 | 0.140    | 0.064                          | 0.545            | 0.173            | 2.724            | 2.520                  | 55                      | 0.367                                                            | 0.228                                                            | 20.37                                                            | 2.217                                                                    |
| 9           | 1.60       | 0.269                 | 3.994                 | 0.152    | 0.067                          | 0.565            | 0.175            | 2.602            | 2.463                  | 5                       | 0.033                                                            | 0.021                                                            | 1.863                                                            | 0.195                                                                    |
| 10          | 1.60       | 0.256                 | 3.994                 | 0.120    | 0.064                          | 0.469            | 0.175            | 2.734            | 2.525                  | 710                     | 4.733                                                            | 2.598                                                            | 26.46                                                            | 29.09                                                                    |
| 11          | 1.61       | 0.267                 | 4.044                 | 0.187    | 0.066                          | 0.700            | 0.173            | 2.622            | 2.473                  | 650                     | 4.333                                                            | 2.692                                                            | 240.74                                                           | 25.216                                                                   |
| 12          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                  |                                                                  |                                                                  |                                                                          |
| 13          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                  |                                                                  |                                                                  |                                                                          |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                  |                                                                  |                                                                  |                                                                          |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                  |                                                                  |                                                                  |                                                                          |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                  |                                                                  |                                                                  |                                                                          |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                  |                                                                  |                                                                  |                                                                          |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                  |                                                                  |                                                                  |                                                                          |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                  |                                                                  |                                                                  |                                                                          |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                  |                                                                  |                                                                  |                                                                          |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                  |                                                                  |                                                                  |                                                                          |

No 14

MODEL : 2-3

h = 0.7 m  
d = 0.7 m  
H.W.L = + 2.4 m  
V = 18 m/sec

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>o</sub><br>(m) | L <sub>o</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>o</sub> /L <sub>o</sub> | R/H <sub>o</sub> | d/L <sub>o</sub> | d/H <sub>o</sub> | V/√gH <sub>o</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cd) | Q <sub>2</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>3</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>4</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | 2πQ <sub>2</sub><br>H <sub>o</sub> L <sub>o</sub><br>× 10 <sup>-4</sup> |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1           | 1.80       | 0.133                 | 5.054                 | 0.075    | 0.026                          | 0.564            | 0.139            | 5.263            | 3.504              | 0                      | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                       |
| 2           | 1.80       | 0.159                 | 5.054                 | 0.086    | 0.031                          | 0.541            | 0.139            | 4.403            | 3.204              | 0                      | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                       |
| 3           | 1.79       | 0.185                 | 4.998                 | 0.109    | 0.037                          | 0.589            | 0.140            | 3.784            | 2.971              | 0                      | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                       |
| 4           | 1.78       | 0.204                 | 4.943                 | 0.127    | 0.041                          | 0.623            | 0.142            | 3.431            | 2.829              | 0                      | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                       |
| 5           | 1.80       | 0.215                 | 5.054                 | 0.128    | 0.043                          | 0.595            | 0.139            | 3.256            | 2.756              | 0                      | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                       |
| 6           | 1.81       | 0.237                 | 5.111                 | 0.134    | 0.046                          | 0.565            | 0.137            | 2.954            | 2.625              | 75                     | 0.500                                                                        | 0.278                                                                        | 24.845                                                                       | 2.594                                                                   |
| 7           | 1.75       | 0.210                 | 4.778                 | 0.152    | 0.044                          | 0.724            | 0.147            | 3.333            | 2.788              | 25                     | 0.166                                                                        | 0.095                                                                        | 8.518                                                                        | 1.045                                                                   |
| 8           | 1.75       | 0.264                 | 4.778                 | 0.161    | 0.055                          | 0.610            | 0.147            | 2.652            | 2.487              | 530                    | 3.533                                                                        | 2.019                                                                        | 180.59                                                                       | 17.600                                                                  |
| 9           | 1.84       | 0.269                 | 5.282                 | 0.134    | 0.051                          | 0.498            | 0.133            | 2.602            | 2.464              | 270                    | 1.800                                                                        | 0.978                                                                        | 37.500                                                                       | 7.96                                                                    |
| 10          | 1.80       | 0.237                 | 5.054                 | 0.132    | 0.047                          | 0.557            | 0.139            | 2.954            | 2.625              | シブキ                    | シブキ                                                                          | シブキ                                                                          | シブキ                                                                          | シブキ                                                                     |
| 11          | 1.70       | 0.254                 | 4.508                 | 0.160    | 0.056                          | 0.630            | 0.155            | 2.756            | 2.535              | 80                     | 0.533                                                                        | 0.314                                                                        | 28.060                                                                       | 2.927                                                                   |
| 12          | 1.73       | 0.257                 | 4.669                 | 0.170    | 0.055                          | 0.661            | 0.150            | 2.724            | 2.520              | 95                     | 0.633                                                                        | 0.366                                                                        | 32.74                                                                        | 3.316                                                                   |
| 13          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |

No 15

MODEL : 2-4

h = 0.75 m  
d = 0.75 m  
H.W.L = + 2.4 m  
V = 18 m/sec

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>o</sub><br>(m) | L <sub>o</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>o</sub> /L <sub>o</sub> | R/H <sub>o</sub> | d/L <sub>o</sub> | d/H <sub>o</sub> | V/√gH <sub>o</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cd) | Q <sub>2</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>3</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>4</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | 2πQ <sub>2</sub><br>H <sub>o</sub> L <sub>o</sub><br>× 10 <sup>-4</sup> |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1           | 1.55       | 0.181                 | 3.748                 | 0.120    | 0.048                          | 0.663            | 0.200            | 4.144            | 3.003              | 0                      | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                       |
| 2           | 1.53       | 0.208                 | 3.652                 | 0.157    | 0.057                          | 0.755            | 0.205            | 3.606            | 2.802              | 0                      | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                       |
| 3           | 1.49       | 0.127                 | 3.463                 | 0.072    | 0.037                          | 0.567            | 0.217            | 5.906            | 3.585              | 0                      | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                       |
| 4           | 1.55       | 0.151                 | 3.748                 | 0.142    | 0.040                          | 0.940            | 0.200            | 4.967            | 3.288              | 20                     | 0.133                                                                        | 0.086                                                                        | 7.69                                                                         | 1.482                                                                   |
| 5           | 1.55       | 0.169                 | 3.748                 | 0.143    | 0.045                          | 0.846            | 0.200            | 4.438            | 3.108              | 0                      | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                       |
| 6           | 1.55       | 0.184                 | 3.748                 | 0.167    | 0.049                          | 0.908            | 0.200            | 4.076            | 2.979              | 860                    | 5.733                                                                        | 3.698                                                                        | 330.84                                                                       | 522.36                                                                  |
| 7           | 1.55       | 0.178                 | 3.748                 | 0.158    | 0.047                          | 0.888            | 0.200            | 4.213            | 3.029              | 90                     | 0.600                                                                        | 0.387                                                                        | 34.62                                                                        | 5.651                                                                   |
| 8           | 1.56       | 0.194                 | 3.796                 | 0.171    | 0.051                          | 0.881            | 0.198            | 3.866            | 2.900              | 970                    | 6.467                                                                        | 4.145                                                                        | 370.77                                                                       | 55.174                                                                  |
| 9           | 1.53       | 0.196                 | 3.652                 | 0.157    | 0.054                          | 0.801            | 0.205            | 3.827            | 2.886              | 1420                   | 9.467                                                                        | 6.187                                                                        | 553.41                                                                       | 83.08                                                                   |
| 10          | 1.55       | 0.170                 | 3.748                 | 0.116    | 0.045                          | 0.682            | 0.200            | 4.412            | 3.099              | 0                      | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                       |
| 11          | 1.58       | 0.158                 | 3.894                 | 0.143    | 0.041                          | 0.905            | 0.193            | 4.747            | 3.214              | 0                      | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                            | 0                                                                       |
| 12          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 13          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                        |                                                                              |                                                                              |                                                                              |                                                                         |

№ 16

MODEL : 2-5

h = 0.725 m  
d = 0.725 m  
H.W.L = + 2.4 m  
V = 18 m/sec

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | R/H <sub>0</sub> | d/L <sub>0</sub> | d/H <sub>0</sub> | V/√gH <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cfs) | Q <sub>2</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>3</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>4</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | 2π Q <sub>2</sub><br>H <sub>0</sub> L <sub>0</sub><br>× 10 <sup>-4</sup> |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1           | 1.54       | 0.094                 | 3.700                 | 0.098    | 0.025                          | 1.043            | 0.203            | 7.979            | 4.168              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 2           | 1.55       | 0.142                 | 3.748                 | 0.159    | 0.038                          | 1.120            | 0.200            | 5.282            | 3.391              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 3           | 1.56       | 0.159                 | 3.796                 | 0.135    | 0.042                          | 0.849            | 0.198            | 4.717            | 3.204              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 4           | 1.53       | 0.134                 | 3.652                 | 0.216    | 0.050                          | 1.174            | 0.205            | 4.076            | 2.979              | 420                     | 2800                                                                          | 1830                                                                          | 163.69                                                                        | 26.18                                                                    |
| 5           | 1.58       | 0.163                 | 3.894                 | 0.160    | 0.042                          | 0.982            | 0.186            | 4.448            | 3.165              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 6           | 1.56       | 0.176                 | 3.796                 | 0.155    | 0.045                          | 0.880            | 0.191            | 4.119            | 3.046              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 7           | 1.56       | 0.186                 | 3.796                 | 0.160    | 0.048                          | 0.860            | 0.190            | 3.898            | 2.963              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 8           | 1.58       | 0.168                 | 3.894                 | 0.166    | 0.043                          | 0.988            | 0.186            | 4.315            | 3.117              | 60                      | 0.400                                                                         | 0.253                                                                         | 22.644                                                                        | 3.842                                                                    |
| 9           | 1.55       | 0.201                 | 3.748                 | 0.193    | 0.054                          | 0.960            | 0.193            | 3.607            | 2.850              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 10          | 1.55       | 0.207                 | 3.748                 | 0.162    | 0.055                          | 0.783            | 0.193            | 3.502            | 2.808              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 11          | 1.56       | 0.239                 | 3.796                 | 0.224    | 0.063                          | 0.937            | 0.191            | 3.033            | 2.614              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 12          | 1.55       | 0.267                 | 3.748                 | 0.226    | 0.071                          | 0.846            | 0.193            | 2.715            | 2.473              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 13          | 1.53       | 0.267                 | 3.652                 | 0.319    | 0.073                          | 1.195            | 0.199            | 2.715            | 2.473              | 2980                    | 1987                                                                          | 1298                                                                          | 116.14                                                                        | 128.02                                                                   |
| 14          | 1.54       | 0.243                 | 3.700                 | 0.223    | 0.066                          | 0.918            | 0.196            | 2.984            | 2.592              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 15          | 1.56       | 0.203                 | 3.796                 | 0.186    | 0.035                          | 0.916            | 0.125            | 3.571            | 2.835              | 60                      | 0.400                                                                         | 0.256                                                                         | 22.93                                                                         | 2.136                                                                    |
| 16          | 1.55       | 0.224                 | 3.748                 | 0.205    | 0.060                          | 0.915            | 0.193            | 3.237            | 2.670              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 17          | 1.60       | 0.157                 | 3.994                 | 0.144    | 0.039                          | 0.917            | 0.181            | 4.618            | 3.225              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 18          | 1.55       | 0.181                 | 3.748                 | 0.166    | 0.048                          | 0.917            | 0.193            | 4.006            | 3.003              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 19          | 1.65       | 0.170                 | 4.247                 | 0.155    | 0.040                          | 0.912            | 0.171            | 4.265            | 3.100              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 20          | 1.50       | 0.247                 | 3.570                 | 0.227    | 0.069                          | 0.919            | 0.203            | 2.935            | 2.571              | 410                     | 2.733                                                                         | 1.822                                                                         | 162.98                                                                        | 19.48                                                                    |
| 21          | 1.58       | 0.172                 | 3.894                 | 0.157    | 0.044                          | 0.913            | 0.186            | 4.215            | 3.081              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |

№ 17

MODEL : 2-6

h = 0.7 m  
d = 0.7 m  
H.W.L = T.P + 2.4 m  
V = 18 m/sec

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | R/H <sub>0</sub> | d/L <sub>0</sub> | d/H <sub>0</sub> | V/√gH <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cfs) | Q <sub>2</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>3</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>4</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | 2π Q <sub>2</sub><br>H <sub>0</sub> L <sub>0</sub><br>× 10 <sup>-4</sup> |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1           | 1.84       | 0.099                 | 5.282                 | 0.114    | 0.019                          | 1.152            | 0.133            | 7.071            | 4.061              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 2           | 1.76       | 0.122                 | 4.832                 | 0.131    | 0.025                          | 1.074            | 0.145            | 5.738            | 3.658              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 3           | 1.49       | 0.198                 | 3.463                 | 0.175    | 0.057                          | 0.884            | 0.202            | 3.535            | 2.872              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 4           | 1.51       | 0.141                 | 3.557                 | 0.118    | 0.040                          | 0.837            | 0.197            | 4.965            | 3.403              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 5           | 1.56       | 0.156                 | 3.796                 | 0.144    | 0.041                          | 0.923            | 0.184            | 4.487            | 3.235              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 6           | 1.55       | 0.174                 | 3.748                 | 0.160    | 0.046                          | 0.920            | 0.187            | 4.023            | 3.063              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 7           | 1.49       | 0.211                 | 3.463                 | 0.217    | 0.060                          | 1.028            | 0.202            | 3.318            | 2.782              | 95                      | 0.633                                                                         | 0.425                                                                         | 38.02                                                                         | 5.450                                                                    |
| 8           | 1.55       | 0.175                 | 3.748                 | 0.200    | 0.047                          | 1.143            | 0.187            | 4.000            | 3.054              | 5                       | 0.033                                                                         | 0.022                                                                         | 1.923                                                                         | 0.319                                                                    |
| 9           | 1.56       | 0.383                 | 3.796                 | 0.168    | 0.100                          | 0.439            | 0.184            | 1.828            | 2.065              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 10          | 1.55       | 0.206                 | 3.748                 | 0.193    | 0.055                          | 0.936            | 0.187            | 3.398            | 2.815              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 11          | 1.53       | 0.391                 | 3.652                 | 0.233    | 0.107                          | 0.601            | 0.192            | 1.790            | 2.043              | 110                     | 0.733                                                                         | 0.479                                                                         | 42.87                                                                         | 3.227                                                                    |
| 12          | 1.53       | 0.224                 | 3.652                 | 0.215    | 0.061                          | 0.960            | 0.192            | 3.125            | 2.670              | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                        |
| 13          | 1.56       | 0.215                 | 3.796                 | 0.234    | 0.056                          | 1.088            | 0.184            | 3.256            | 2.756              | 110                     | 0.733                                                                         | 0.470                                                                         | 42.05                                                                         | 5.65                                                                     |
| 14          | 1.53       | 0.238                 | 3.652                 | 0.238    | 0.065                          | 1.000            | 0.192            | 2.941            | 2.619              | 120                     | 0.800                                                                         | 0.523                                                                         | 46.77                                                                         | 5.783                                                                    |
| 15          | 1.60       | 0.260                 | 3.994                 | 0.260    | 0.065                          | 1.000            | 0.175            | 2.692            | 2.506              | 700                     | 4.667                                                                         | 2.917                                                                         | 260.90                                                                        | 28.236                                                                   |
| 16          | 1.58       | 0.318                 | 3.894                 | 0.318    | 0.082                          | 1.000            | 0.180            | 2.201            | 2.266              |                         |                                                                               |                                                                               |                                                                               |                                                                          |
| 17          | 1.54       | 0.303                 | 3.700                 | 0.303    | 0.081                          | 1.000            | 0.189            | 2.310            | 2.321              | 2340                    | 15.60                                                                         | 10.130                                                                        | 906.04                                                                        | 87.43                                                                    |
| 18          | 1.58       | 0.253                 | 3.894                 | 0.253    | 0.065                          | 1.000            | 0.180            | 2.767            | 2.540              | 680                     | 4.533                                                                         | 2.869                                                                         | 256.63                                                                        | 28.91                                                                    |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                         |                                                                               |                                                                               |                                                                               |                                                                          |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                         |                                                                               |                                                                               |                                                                               |                                                                          |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                    |                         |                                                                               |                                                                               |                                                                               |                                                                          |

No 18

MODEL : 2-7

h = 0.725 m  
d = 0.725 m  
H.W.L = T.P. + 2.4 m  
V = 18 m/sec

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>o</sub><br>(m) | L <sub>o</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>o</sub> /L <sub>o</sub> | R/H <sub>o</sub> | d/L <sub>o</sub> | d/H <sub>o</sub> | V/<br>√gH <sub>o</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cfs) | Q <sub>2</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>3</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>4</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | 2πQ <sub>2</sub><br>H <sub>o</sub> L <sub>o</sub><br>× 10 <sup>-4</sup> |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1           | 1.59       | 0.155                 | 3.944                 | 0.125    | 0.039                          | 0.806            | 0.184            | 4.677            | 3.245                  | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                       |
| 2           | 1.53       | 0.147                 | 3.652                 | 0.150    | 0.040                          | 1.020            | 0.199            | 4.932            | 3.333                  | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                       |
| 3           | 1.49       | 0.200                 | 3.463                 | 0.185    | 0.057                          | 0.925            | 0.209            | 3.652            | 2.857                  | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                       |
| 4           | 1.58       | 0.163                 | 3.894                 | 0.159    | 0.042                          | 0.975            | 0.186            | 4.448            | 3.165                  | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                       |
| 5           | 1.53       | 0.196                 | 3.652                 | 0.175    | 0.054                          | 0.893            | 0.199            | 3.699            | 2.886                  | 10                      | 0.067                                                                         | 0.044                                                                         | 3.897                                                                         | 0.585                                                                   |
| 6           | 1.55       | 0.197                 | 3.748                 | 0.176    | 0.053                          | 0.893            | 0.193            | 3.680            | 2.879                  | 190                     | 1.267                                                                         | 0.817                                                                         | 73.09                                                                         | 10.79                                                                   |
| 7           | 1.60       | 0.180                 | 3.994                 | 0.190    | 0.045                          | 1.056            | 0.182            | 4.028            | 3.012                  | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                       |
| 8           | 1.54       | 0.209                 | 3.700                 | 0.210    | 0.056                          | 1.004            | 0.196            | 3.469            | 2.795                  | 58                      | 0.387                                                                         | 0.251                                                                         | 22.46                                                                         | 3.14                                                                    |
| 9           | 1.55       | 0.211                 | 3.748                 | 0.195    | 0.056                          | 0.924            | 0.193            | 3.436            | 2.782                  | シブキ                     | シブキ                                                                           | シブキ                                                                           | シブキ                                                                           | シブキ                                                                     |
| 10          | 1.54       | 0.233                 | 3.700                 | 0.228    | 0.063                          | 0.979            | 0.196            | 3.112            | 2.647                  | 280                     | 1.867                                                                         | 1.212                                                                         | 108.42                                                                        | 13.61                                                                   |
| 11          | 1.49       | 0.245                 | 3.463                 | 0.260    | 0.070                          | 1.061            | 0.209            | 2.959            | 2.581                  | 2390                    | 15.93                                                                         | 10.69                                                                         | 956.45                                                                        | 117.99                                                                  |
| 12          | 1.51       | 0.219                 | 3.557                 | 0.208    | 0.062                          | 0.950            | 0.204            | 3.311            | 2.730                  | 640                     | 4.267                                                                         | 2.826                                                                         | 252.73                                                                        | 34.41                                                                   |
| 13          | 1.59       | 0.254                 | 3.944                 | 0.280    | 0.064                          | 1.102            | 0.184            | 2.854            | 2.535                  | 1860                    | 12.40                                                                         | 7.80                                                                          | 697.54                                                                        | 77.77                                                                   |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                               |                                                                               |                                                                               |                                                                         |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                               |                                                                               |                                                                               |                                                                         |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                               |                                                                               |                                                                               |                                                                         |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                               |                                                                               |                                                                               |                                                                         |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                               |                                                                               |                                                                               |                                                                         |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                  |                  |                  |                        |                         |                                                                               |                                                                               |                                                                               |                                                                         |

No 19

MODEL : 2-8

h = 0.7 m  
d = 0.7 m  
H.W.L = T.P. + 2.4 m  
V = 18 m/sec

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>o</sub><br>(m) | L <sub>o</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>o</sub> /L <sub>o</sub> | R/H <sub>o</sub> | d/L <sub>o</sub> | d/H <sub>o</sub> | V/<br>√gH <sub>o</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cfs) | Q <sub>2</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>3</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | Q <sub>4</sub><br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·sec)<br>× 10 <sup>-4</sup> | 2πQ <sub>2</sub><br>H <sub>o</sub> L <sub>o</sub><br>× 10 <sup>-4</sup> |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1           | 1.57       | 0.138                 | 3.845                 | 0.084    | 0.036                          | 0.609            | 0.182            | 5.072            | 3.440                  | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                       |
| 2           | 1.60       | 0.128                 | 3.994                 | 0.088    | 0.032                          | 0.625            | 0.175            | 5.469            | 3.571                  | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                       |
| 3           | 1.55       | 0.155                 | 3.748                 | 0.140    | 0.041                          | 0.903            | 0.187            | 4.516            | 3.245                  | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                       |
| 4           | 1.58       | 0.153                 | 3.894                 | 0.123    | 0.039                          | 0.804            | 0.180            | 4.575            | 3.267                  | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                       |
| 5           | 1.55       | 0.176                 | 3.748                 | 0.132    | 0.046                          | 0.750            | 0.187            | 3.977            | 3.046                  | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                       |
| 6           | 1.55       | 0.203                 | 3.748                 | 0.167    | 0.054                          | 0.823            | 0.187            | 3.448            | 2.836                  | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                       |
| 7           | 1.55       | 0.184                 | 3.748                 | 0.136    | 0.049                          | 0.739            | 0.187            | 3.804            | 2.979                  | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                       |
| 8           | 1.55       | 0.217                 | 3.748                 | 0.191    | 0.058                          | 0.880            | 0.187            | 3.226            | 2.743                  | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                       |
| 9           | 1.53       | 0.239                 | 3.652                 | 0.224    | 0.065                          | 0.937            | 0.192            | 2.929            | 2.614                  | 130                     | 0.867                                                                         | 0.566                                                                         | 50.66                                                                         | 6.239                                                                   |
| 10          | 1.52       | 0.234                 | 3.604                 | 0.227    | 0.065                          | 0.970            | 0.194            | 2.991            | 2.641                  | 100                     | 0.667                                                                         | 0.439                                                                         | 39.23                                                                         | 4.967                                                                   |
| 11          | 1.54       | 0.213                 | 3.700                 | 0.194    | 0.058                          | 0.911            | 0.189            | 3.286            | 2.769                  | 0                       | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                             | 0                                                                       |
| 12          | 1.55       | 0.221                 | 3.748                 | 0.267    | 0.059                          | 1.208            | 0.187            | 3.167            | 2.718                  | 960                     | 6.400                                                                         | 4.129                                                                         | 4.129                                                                         | 48.55                                                                   |
| 13          | 1.57       | 0.278                 | 3.845                 | 0.289    | 0.072                          | 1.040            | 0.182            | 2.518            | 2.423                  | 3590                    | 23.93                                                                         | 15.244                                                                        | 15.244                                                                        | 140.68                                                                  |
| 14          | 1.55       | 0.245                 | 3.748                 | 0.224    | 0.065                          | 0.914            | 0.187            | 2.857            | 2.581                  | 1530                    | 10.20                                                                         | 6.58                                                                          | 588.59                                                                        | 69.79                                                                   |
| 15          | 1.58       | 0.242                 | 3.894                 | 0.221    | 0.062                          | 0.913            | 0.180            | 2.892            | 2.597                  | 580                     | 3.867                                                                         | 2.45                                                                          | 218.89                                                                        | 25.78                                                                   |
| 16          | 1.56       | 0.204                 | 3.796                 | 0.187    | 0.054                          | 0.917            | 0.184            | 3.431            | 2.829                  | 760                     | 5.067                                                                         | 3.248                                                                         | 290.49                                                                        | 41.11                                                                   |
| 17          | 1.55       | 0.217                 | 3.748                 | 0.199    | 0.058                          | 0.917            | 0.187            | 3.225            | 2.743                  | 60                      | 0.400                                                                         | 0.258                                                                         | 23.08                                                                         | 3.090                                                                   |
| 18          | 1.54       | 0.218                 | 3.700                 | 0.200    | 0.059                          | 0.917            | 0.189            | 3.211            | 2.737                  | 500                     | 3.333                                                                         | 2.165                                                                         | 193.59                                                                        | 25.97                                                                   |
| 19          | 1.56       | 0.220                 | 3.796                 | 0.201    | 0.058                          | 0.914            | 0.184            | 3.182            | 2.724                  | 11                      | 0.073                                                                         | 0.047                                                                         | 4.205                                                                         | 0.552                                                                   |
| 20          | 1.55       | 0.230                 | 3.748                 | 0.211    | 0.061                          | 0.917            | 0.187            | 3.043            | 2.664                  | 110                     | 0.733                                                                         | 0.473                                                                         | 42.320                                                                        | 5.345                                                                   |
| 21          | 1.59       | 0.263                 | 3.944                 | 0.240    | 0.066                          | 0.913            | 0.177            | 2.662            | 2.492                  | 1710                    | 11.400                                                                        | 7.170                                                                         | 641.05                                                                        | 69.055                                                                  |
| 22          | 1.58       | 0.299                 | 3.894                 | 0.273    | 0.077                          | 0.913            | 0.180            | 2.341            | 2.337                  | 3530                    | 23.53                                                                         | 14.89                                                                         | 1332.2                                                                        | 126.99                                                                  |
| 23          | 1.61       | 0.229                 | 4.044                 | 0.209    | 0.055                          | 0.913            | 0.173            | 3.057            | 2.670                  | ~ 15                    | 0.100                                                                         | 0.062                                                                         | 5.555                                                                         | 15.86                                                                   |

No 20

MODEL : 2-9

$h = 0.725 \text{ m}$   
 $d = 0.725 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | Ho<br>(m) | Lo<br>(m) | R<br>(m) | $\frac{H_o}{L_o}$ | $\frac{R}{H_o}$ | $\frac{d}{L_o}$ | $\frac{d}{H_o}$ | $\frac{V}{\sqrt{gH_o}}$ | Q <sub>1</sub><br>(cd) | Q <sub>2</sub><br>( $\frac{m^3}{m \cdot sec} \times 10^{-4}$ ) | Q <sub>3</sub><br>( $\frac{m^3}{m \cdot sec} \times 10^{-4}$ ) | Q <sub>4</sub><br>( $\frac{m^3}{m \cdot sec} \times 10^{-4}$ ) | $\frac{2\pi Q_2}{H_o L_o} \times 10^{-4}$ |
|-------------|------------|-----------|-----------|----------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1           | 1.55       | 0.117     | 3.748     | 0.059    | 0.031             | 0.504           | 0.193           | 6.197           | 3.736                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 2           | 1.54       | 0.154     | 3.700     | 0.094    | 0.041             | 0.610           | 0.196           | 4.708           | 3.256                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 3           | 1.54       | 0.171     | 3.700     | 0.128    | 0.046             | 0.748           | 0.196           | 4.240           | 3.090                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 4           |            |           |           |          |                   |                 |                 |                 |                         |                        |                                                                |                                                                |                                                                |                                           |
| 5           |            |           |           |          |                   |                 |                 |                 |                         |                        |                                                                |                                                                |                                                                |                                           |
| 6           |            |           |           |          |                   |                 |                 |                 |                         |                        |                                                                |                                                                |                                                                |                                           |
| 7           | 1.55       | 0.183     | 3.748     | 0.149    | 0.048             | 0.814           | 0.193           | 3.962           | 2.987                   | シブキ                    | シブキ                                                            | シブキ                                                            | シブキ                                                            | シブキ                                       |
| 8           | 1.54       | 0.202     | 3.700     | 0.165    | 0.055             | 0.817           | 0.196           | 3.589           | 2.843                   | 16                     | 0.107                                                          | 0.069                                                          | 6.195                                                          | 0.897                                     |
| 9           | 1.53       | 0.218     | 3.652     | 0.183    | 0.060             | 0.839           | 0.199           | 3.326           | 2.737                   | 230                    | 1.533                                                          | 1.002                                                          | 89.63                                                          | 12.10                                     |
| 10          | 1.55       | 0.216     | 3.748     | 0.204    | 0.058             | 0.944           | 0.193           | 3.356           | 2.749                   | 450                    | 3.000                                                          | 1.935                                                          | 173.11                                                         | 23.28                                     |
| 11          | 1.54       | 0.227     | 3.700     | 0.216    | 0.061             | 0.952           | 0.196           | 3.194           | 2.682                   | 980                    | 6.533                                                          | 4.242                                                          | 379.45                                                         | 48.88                                     |
| 12          | 1.55       | 0.239     | 3.748     | 0.253    | 0.064             | 1.059           | 0.193           | 3.033           | 2.614                   | 1900                   | 12.667                                                         | 8.172                                                          | 730.9                                                          | 88.85                                     |
| 13          | 1.53       | 0.248     | 3.652     | 0.238    | 0.068             | 0.960           | 0.198           | 2.923           | 2.566                   | 2100                   | 14.000                                                         | 9.150                                                          | 818.43                                                         | 97.12                                     |
| 14          | 1.48       | 0.232     | 3.417     | 0.193    | 0.057             | 0.832           | 0.212           | 3.125           | 2.653                   | 420                    | 2.800                                                          | 1.892                                                          | 169.22                                                         | 22.92                                     |
| 15          | 1.55       | 0.173     | 3.748     | 0.175    | 0.046             | 0.011           | 0.193           | 4.191           | 3.072                   | 380                    | 2.533                                                          | 1.634                                                          | 146.19                                                         | 24.55                                     |
| 16          | 1.56       | 0.172     | 3.796     | 0.134    | 0.045             | 0.779           | 0.191           | 4.215           | 3.081                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 17          | 1.55       | 0.182     | 3.748     | 0.130    | 0.049             | 0.714           | 0.193           | 3.984           | 2.995                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 18          | 1.55       | 0.197     | 3.748     | 0.155    | 0.053             | 0.787           | 0.193           | 3.680           | 2.879                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 19          | 1.54       | 0.212     | 3.700     | 0.164    | 0.057             | 0.774           | 0.196           | 3.420           | 2.775                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 20          | 1.55       | 0.220     | 3.748     | 0.207    | 0.058             | 0.941           | 0.193           | 3.295           | 2.724                   | 900                    | 6.000                                                          | 3.871                                                          | 346.23                                                         | 45.72                                     |
| 21          |            |           |           |          |                   |                 |                 |                 |                         |                        |                                                                |                                                                |                                                                |                                           |

No 21

MODEL : 2-10

$h = 0.7 \text{ m}$   
 $d = 0.7 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | Ho<br>(m) | Lo<br>(m) | R<br>(m) | $\frac{H_o}{L_o}$ | $\frac{R}{H_o}$ | $\frac{d}{L_o}$ | $\frac{d}{H_o}$ | $\frac{V}{\sqrt{gH_o}}$ | Q <sub>1</sub><br>(cd) | Q <sub>2</sub><br>( $\frac{m^3}{m \cdot sec} \times 10^{-4}$ ) | Q <sub>3</sub><br>( $\frac{m^3}{m \cdot sec} \times 10^{-4}$ ) | Q <sub>4</sub><br>( $\frac{m^3}{m \cdot sec} \times 10^{-4}$ ) | $\frac{2\pi Q_2}{H_o L_o} \times 10^{-4}$ |
|-------------|------------|-----------|-----------|----------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1           | 1.59       | 0.112     | 3.944     | 0.074    | 0.028             | 0.661           | 0.177           | 6.250           | 3.818                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 2           | 1.56       | 0.131     | 3.796     | 0.099    | 0.034             | 0.756           | 0.184           | 5.343           | 3.530                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 3           | 1.58       | 0.153     | 3.894     | 0.140    | 0.039             | 0.915           | 0.180           | 4.575           | 3.267                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 4           | 1.56       | 0.172     | 3.796     | 0.157    | 0.045             | 0.913           | 0.184           | 4.070           | 3.080                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 5           | 1.55       | 0.186     | 3.748     | 0.170    | 0.050             | 0.913           | 0.187           | 3.763           | 2.963                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 6           | 1.55       | 0.189     | 3.748     | 0.186    | 0.050             | 0.984           | 0.187           | 3.704           | 2.939                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 7           | 1.55       | 0.203     | 3.748     | 0.148    | 0.054             | 0.729           | 0.187           | 3.448           | 2.834                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 8           | 1.53       | 0.225     | 3.652     | 0.199    | 0.062             | 0.884           | 0.192           | 3.111           | 2.694                   | 37.5                   | 0.250                                                          | 0.163                                                          | 14.61                                                          | 1.91                                      |
| 9           | 1.59       | 0.221     | 3.944     | 0.170    | 0.056             | 0.769           | 0.177           | 3.167           | 2.718                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 10          | 1.58       | 0.212     | 3.894     | 0.198    | 0.054             | 0.934           | 0.180           | 3.301           | 2.775                   | 50                     | 0.333                                                          | 0.211                                                          | 18.87                                                          | 2.540                                     |
| 11          | 1.53       | 0.226     | 3.652     | 0.220    | 0.061             | 0.973           | 0.192           | 3.097           | 2.688                   | 165                    | 0.110                                                          | 0.071                                                          | 6.430                                                          | 0.837                                     |
| 12          | 1.56       | 0.239     | 3.796     | 0.226    | 0.062             | 0.958           | 0.184           | 2.966           | 2.630                   | 700                    | 0.467                                                          | 0.299                                                          | 26.76                                                          | 3.273                                     |
| 13          | 1.58       | 0.238     | 3.894     | 0.226    | 0.061             | 0.950           | 0.180           | 2.941           | 2.619                   | 1080                   | 7.200                                                          | 4.557                                                          | 407.59                                                         | 48.81                                     |
| 14          | 1.56       | 0.262     | 3.796     | 0.248    | 0.069             | 0.946           | 0.184           | 2.671           | 2.496                   | 1740                   | 1.160                                                          | 7.436                                                          | 665.09                                                         | 73.284                                    |
| 15          | 1.55       | 0.213     | 3.748     | 0.226    | 0.057             | 1.061           | 0.187           | 3.286           | 2.769                   | 280                    | 1.867                                                          | 1.204                                                          | 107.72                                                         | 14.69                                     |
| 16          | 1.55       | 0.205     | 3.748     | 0.200    | 0.054             | 0.976           | 0.187           | 3.415           | 2.822                   | 100                    | 0.667                                                          | 0.430                                                          | 38.45                                                          | 5.45                                      |
| 17          | 1.56       | 0.210     | 3.796     | 0.188    | 0.055             | 0.895           | 0.184           | 3.333           | 2.788                   | 0                      | 0                                                              | 0                                                              | 0                                                              | 0                                         |
| 18          |            |           |           |          |                   |                 |                 |                 |                         |                        |                                                                |                                                                |                                                                |                                           |
| 19          |            |           |           |          |                   |                 |                 |                 |                         |                        |                                                                |                                                                |                                                                |                                           |
| 20          |            |           |           |          |                   |                 |                 |                 |                         |                        |                                                                |                                                                |                                                                |                                           |
| 21          |            |           |           |          |                   |                 |                 |                 |                         |                        |                                                                |                                                                |                                                                |                                           |

№ 22

MODEL : 3-1

h = 0.74 m  
d = 0.74 m  
H.W.L = T.P + 2.4 m  
V = 18 m/sec

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cm) | 2πQ <sub>2</sub><br>H <sub>0</sub> L <sub>0</sub><br>×10 <sup>-4</sup> | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>2</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>3</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>4</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | F <sub>1,2</sub><br>(kg) | F <sub>3</sub><br>(kg) | ℓ <sub>1,2</sub><br>(m) | ℓ <sub>3</sub><br>(m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1           | 1.50       | 0.141                 | 3.510                 | 0.050    | 0.040                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 50                                     | 0                                      | 0                                      | 0                                      |                          |                        |                         |                       |
| 2           | 1.52       | 0.103                 | 3.604                 | 0.039    | 0.029                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 50                                     | 0                                      | 0                                      | 0                                      |                          |                        |                         |                       |
| 3           | 1.51       | 0.130                 | 3.551                 | 0.043    | 0.037                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 50                                     | 0                                      | 0                                      | 0                                      |                          |                        |                         |                       |
| 4           | 1.60       | 0.135                 | 3.994                 | 0.055    | 0.034                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 50                                     | 0                                      | 0                                      | 0                                      |                          |                        |                         |                       |
| 5           | 1.59       | 0.158                 | 3.944                 | 0.055    | 0.040                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 50                                     | 0                                      | 0                                      | 0                                      |                          |                        |                         |                       |
| 6           | 1.55       | 0.183                 | 3.748                 | 0.057    | 0.049                          | 0                      | 0                                                                      | 0.058                  | 1.802                  | 830                                    | 120                                    | 60                                     | 150                                    |                          |                        |                         |                       |
| 7           | 1.57       | 0.178                 | 3.845                 | 0.058    | 0.046                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0.546                  | 150                                    | 30                                     | 10                                     | 10                                     |                          |                        |                         |                       |
| 8           | 1.55       | 0.194                 | 3.748                 | 0.063    | 0.052                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0.819                  | 340                                    | 40                                     | 30                                     | 50                                     |                          |                        |                         |                       |
| 9           | 1.55       | 0.213                 | 3.748                 | 0.064    | 0.057                          | 0                      | 0                                                                      | 0.174                  | 1.980                  | 980                                    | 120                                    | 70                                     | 220                                    |                          |                        |                         |                       |
| 10          | 1.58       | 0.200                 | 3.894                 | 0.067    | 0.051                          | 0                      | 0                                                                      | 0.093                  | 0.997                  | 930                                    | 100                                    | 60                                     | 130                                    |                          |                        |                         |                       |
| 11          | 1.55       | 0.214                 | 3.748                 | 0.068    | 0.057                          | 0                      | 0                                                                      | 0.290                  | 2.185                  | 880                                    | 170                                    | 120                                    | 250                                    |                          |                        |                         |                       |
| 12          | 1.56       | 0.227                 | 3.796                 | 0.065    | 0.060                          | 0                      | 0                                                                      | 0.174                  | 3.550                  | 1470                                   | 210                                    | 130                                    | 310                                    |                          |                        |                         |                       |
| 13          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |

№ 23

MODEL : 3-2

h = 0.74 m  
d = 0.74 m  
H.W.L = T.P + 2.4 m  
V = 18 m/sec

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cm) | 2πQ <sub>2</sub><br>H <sub>0</sub> L <sub>0</sub><br>×10 <sup>-4</sup> | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>2</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>3</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>4</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | F <sub>1,2</sub><br>(kg) | F <sub>3</sub><br>(kg) | ℓ <sub>1,2</sub><br>(m) | ℓ <sub>3</sub><br>(m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1           | 1.78       | 0.081                 | 4.943                 | 0.045    | 0.016                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 50                                     | 0                                      | 0                                      | 0                                      |                          |                        |                         |                       |
| 2           | 1.78       | 0.123                 | 4.943                 | 0.062    | 0.025                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 50                                     | 0                                      | 0                                      | 0                                      |                          |                        |                         |                       |
| 3           | 1.77       | 0.137                 | 4.887                 | 0.076    | 0.028                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 50                                     | 0                                      | 0                                      | 0                                      |                          |                        |                         |                       |
| 4           | 1.75       | 0.154                 | 4.778                 | 0.065    | 0.032                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 50                                     | 0                                      | 0                                      | 0                                      |                          |                        |                         |                       |
| 5           | 1.79       | 0.163                 | 4.998                 | 0.074    | 0.032                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 50                                     | 30                                     | 0                                      | 0                                      |                          |                        |                         |                       |
| 6           | 1.79       | 0.180                 | 4.998                 | 0.084    | 0.036                          | 0                      | 0                                                                      | 0.121                  | 0.326                  | 440                                    | 40                                     | 30                                     | 50                                     |                          |                        |                         |                       |
| 7           | 1.76       | 0.198                 | 4.832                 | 0.094    | 0.041                          | 0                      | 0                                                                      | 0.363                  | 2.867                  | 1300                                   | 210                                    | 120                                    | 270                                    |                          |                        |                         |                       |
| 8           | 1.76       | 0.188                 | 4.832                 | 0.082    | 0.039                          | 0                      | 0                                                                      | 0.242                  | 1.928                  | 1450                                   | 180                                    | 120                                    | 240                                    |                          |                        |                         |                       |
| 9           | 1.76       | 0.205                 | 4.832                 | 0.092    | 0.042                          | 0                      | 0                                                                      | 0.242                  | 3.367                  | 1530                                   | 180                                    | 120                                    | 290                                    |                          |                        |                         |                       |
| 10          | 1.81       | 0.201                 | 5.111                 | 0.095    | 0.039                          | 0                      | 0                                                                      | 0.303                  | 2.215                  | 1500                                   | 170                                    | 120                                    | 240                                    |                          |                        |                         |                       |
| 11          | 1.77       | 0.228                 | 4.887                 | 0.121    | 0.047                          | 0                      | 0                                                                      | 0.727                  | 4.951                  | 1600                                   | 290                                    | 170                                    | 390                                    |                          |                        |                         |                       |
| 12          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 13          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |

No 24

MODEL : 3-3

 $h = 0.775 \text{ m}$   
 $d = 0.775 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cfs) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10^{-4}$ | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/ml) | P <sub>2</sub><br>(kg/ml) | P <sub>3</sub><br>(kg/ml) | P <sub>4</sub><br>(kg/ml) | F <sub>1,2</sub><br>(kg) | F <sub>3</sub><br>(kg) | ℓ <sub>1,2</sub><br>(m) | ℓ <sub>3</sub><br>(m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1           | 1.58       | 0.145                 | 3.894                 | 0.060    | 0.037                          | 0                       | 0                                         | 0                      | 0.75                   | 930                       | 30                        | 30                        | 60                        |                          |                        |                         |                       |
| 2           | 1.59       | 0.125                 | 3.994                 | 0.038    | 0.031                          | 0                       | 0                                         | 0                      | 0                      | 50                        | 0                         | 0                         | 0                         |                          |                        |                         |                       |
| 3           | 1.56       | 0.155                 | 3.796                 | 0.058    | 0.040                          | 0                       | 0                                         | 0.258                  | 1.228                  | 540                       | 40                        | 40                        | 60                        |                          |                        |                         |                       |
| 4           | 1.58       | 0.173                 | 3.894                 | 0.065    | 0.044                          | 0                       | 0                                         | 0.452                  | 1.841                  | 1140                      | 70                        | 40                        | 100                       |                          |                        |                         |                       |
| 5           | 1.60       | 0.183                 | 3.994                 | 0.076    | 0.046                          | 0                       | 0                                         | 0.516                  | 2.660                  | 1470                      | 150                       | 100                       | 220                       |                          |                        |                         |                       |
| 6           | 1.63       | 0.182                 | 4.415                 | 0.078    | 0.041                          | 0                       | 0                                         | 0.581                  | 2.182                  | 2100                      | 200                       | 120                       | 250                       |                          |                        |                         |                       |
| 7           | 1.58       | 0.212                 | 3.894                 | 0.106    | 0.054                          | 0                       | 0                                         | 1.575                  | 3.546                  | 2150                      | 360                       | 190                       | 460                       |                          |                        |                         |                       |
| 8           | 1.61       | 0.188                 | 4.044                 | 0.069    | 0.046                          | 0                       | 0                                         | 0.258                  | 1.500                  | 1500                      | 150                       | 80                        | 240                       |                          |                        |                         |                       |
| 9           | 1.56       | 0.209                 | 3.796                 | 0.050    | 0.055                          | 0                       | 0                                         | 0.646                  | 2.182                  | 1450                      | 200                       | 120                       | 250                       |                          |                        |                         |                       |
| 10          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        | 1770                      | 300                       | 200                       | 440                       |                          |                        |                         |                       |
| 11          | 1.53       | 0.226                 | 3.652                 | 0.084    | 0.062                          | 0                       | 0                                         | 1.614                  | 3.887                  | 2300                      | 290                       | 200                       | 420                       |                          |                        |                         |                       |
| 12          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 13          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |

No 25

MODEL : 3-4

 $h = 0.8 \text{ m}$   
 $d = 0.8 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cfs) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10^{-4}$ | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/ml) | P <sub>2</sub><br>(kg/ml) | P <sub>3</sub><br>(kg/ml) | P <sub>4</sub><br>(kg/ml) | F <sub>1,2</sub><br>(kg) | F <sub>3</sub><br>(kg) | ℓ <sub>1,2</sub><br>(m) | ℓ <sub>3</sub><br>(m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1           | 1.61       | 0.102                 | 4.044                 | 0.038    | 0.025                          | 0                       | 0                                         | 0                      | 0                      | 50                        | 0                         | 0                         | 0                         |                          |                        |                         |                       |
| 2           | 1.51       | 0.134                 | 3.557                 | 0.038    | 0.038                          | 0                       | 0                                         | 0                      | 0.587                  | 50                        | 0                         | 0                         | 0                         |                          |                        |                         |                       |
| 3           | 1.55       | 0.142                 | 3.748                 | 0.047    | 0.038                          | 0                       | 0                                         | 0.400                  | 1.566                  | 570                       | 40                        | 30                        | 50                        |                          |                        |                         |                       |
| 4           | 1.59       | 0.148                 | 3.944                 | 0.044    | 0.038                          | 0                       | 0                                         | 0.133                  | 0.522                  | 1570                      | 40                        | 40                        | 100                       |                          |                        |                         |                       |
| 5           | 1.58       | 0.165                 | 3.894                 | 0.083    | 0.042                          | 0                       | 0                                         | 1.601                  | 3.393                  | 2450                      | 250                       | 160                       | 330                       |                          |                        |                         |                       |
| 6           | 1.56       | 0.192                 | 3.796                 | 0.096    | 0.050                          | 0                       | 0                                         | 2.535                  | 4.633                  | 1550                      | 200                       | 130                       | 270                       |                          |                        |                         |                       |
| 7           | 1.56       | 0.182                 | 3.796                 | 0.091    | 0.048                          | 0                       | 0                                         | 2.001                  | 5.285                  | 1820                      | 180                       | 120                       | 290                       |                          |                        |                         |                       |
| 8           | 1.57       | 0.195                 | 3.845                 | 0.089    | 0.051                          | 0                       | 0                                         | 1.868                  | 3.458                  | 1350                      | 250                       | 150                       | 350                       |                          |                        |                         |                       |
| 9           |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 10          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 11          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 12          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 13          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                         |                                           |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |

No 26

MODEL: 3-5

 $h = 0.74 \text{ m}$   
 $d = 0.74 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cm) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10^{-4}$ | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>2</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>3</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>4</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | F <sub>1,2</sub><br>(kg) | F <sub>3</sub><br>(kg) | ℓ <sub>1,2</sub><br>(m) | ℓ <sub>3</sub><br>(m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------------|-------------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1           | 1.60       | 0.111                 | 3.994                 | 0.068    | 0.028                          | 0                      | 0                                         | 0                      | 0                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 3.74                     |                        | +3.0                    |                       |
| 2           | 1.63       | 0.119                 | 4.145                 | 0.079    | 0.029                          | 0                      | 0                                         | 0                      | 0                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 3.95                     |                        | +1.2                    |                       |
| 3           | 1.58       | 0.136                 | 3.894                 | 0.073    | 0.035                          | 0                      | 0                                         | 0                      | 0                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 3.98                     |                        | +3.1                    |                       |
| 4           | 1.59       | 0.135                 | 3.944                 | 0.085    | 0.034                          | 0                      | 0                                         | 0                      | 0                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 4.25                     |                        | +0.7                    |                       |
| 5           | 1.58       | 0.168                 | 3.894                 | 0.098    | 0.043                          | 0                      | 0                                         | 0                      | 0                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 4.59                     |                        | +2.8                    |                       |
| 6           | 1.59       | 0.154                 | 3.944                 | 0.085    | 0.039                          | 0                      | 0                                         | 0.212                  | 0.317                  | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 4.48                     |                        | +3.1                    |                       |
| 7           | 1.58       | 0.177                 | 3.894                 | 0.100    | 0.045                          | 0                      | 0                                         | 0.212                  | 0.324                  | 50                                     | 30                                     | 30                                     | 30                                     | 4.70                     |                        | +4.1                    |                       |
| 8           | 1.58       | 0.193                 | 3.894                 | 0.117    | 0.050                          | 0                      | 0                                         | 0.211                  | 0.324                  | 50                                     | 30                                     | 30                                     | 30                                     | 4.70                     |                        | +4.9                    |                       |
| 9           | 1.58       | 0.215                 | 3.894                 | 0.124    | 0.055                          | 0                      | 0                                         | 0.210                  | 0.432                  | 50                                     | 30                                     | 30                                     | 30                                     | 5.24                     |                        | +6.1                    |                       |
| 10          | 1.59       | 0.194                 | 3.944                 | 0.110    | 0.049                          | 0                      | 0                                         | 0.319                  | 0.324                  | 50                                     | 30                                     | 30                                     | 30                                     | 5.41                     |                        | +3.5                    |                       |
| 11          | 1.58       | 0.217                 | 3.894                 | 0.127    | 0.056                          | 0                      | 0                                         | 0.432                  | 0.432                  | 50                                     | 30                                     | 30                                     | 30                                     | 5.52                     |                        | +3.9                    |                       |
| 12          | 1.62       | 0.219                 | 4.094                 | 0.139    | 0.053                          | 0                      | 0                                         | 0.211                  | 0.541                  | 50                                     | 30                                     | 30                                     | 30                                     | 5.67                     |                        | +4.0                    |                       |
| 13          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |

No 27

MODEL: 3-6

 $h = 0.74 \text{ m}$   
 $d = 0.74 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cm) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10^{-4}$ | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>2</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>3</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>4</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | F <sub>1,2</sub><br>(kg) | F <sub>3</sub><br>(kg) | ℓ <sub>1,2</sub><br>(m) | ℓ <sub>3</sub><br>(m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------------|-------------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1           | 1.75       | 0.106                 | 4.778                 | 0.067    | 0.022                          | 0                      | 0                                         | 0                      | 0                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 3.47                     |                        | +0.2                    |                       |
| 2           | 1.75       | 0.135                 | 4.778                 | 0.083    | 0.022                          | 0                      | 0                                         | 0                      | 0                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 3.84                     |                        | +1.9                    |                       |
| 3           | 1.75       | 0.152                 | 4.778                 | 0.111    | 0.032                          | 0                      | 0                                         | 0                      | 0                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 4.12                     |                        | +3.2                    |                       |
| 4           | 1.74       | 0.146                 | 4.723                 | 0.092    | 0.031                          | 0                      | 0                                         | 0                      | 0                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 3.90                     |                        | +3.0                    |                       |
| 5           | 1.75       | 0.170                 | 4.778                 | 0.116    | 0.036                          | 0                      | 0                                         | 0                      | 0                      | 50                                     | 50                                     | 50                                     | 50                                     | 4.49                     |                        | +4.6                    |                       |
| 6           | 1.86       | 0.179                 | 4.397                 | 0.131    | 0.041                          | 0                      | 0                                         | 0.214                  | 0.310                  | 50                                     | 50                                     | 50                                     | 50                                     | 4.81                     |                        | +2.3                    |                       |
| 7           | 1.79       | 0.215                 | 4.998                 | 0.136    | 0.043                          | 0                      | 0                                         | 0.214                  | 0.310                  | 50                                     | 50                                     | 50                                     | 50                                     | 4.74                     |                        | +2.8                    |                       |
| 8           | 1.79       | 0.216                 | 4.832                 | 0.161    | 0.044                          | 0                      | 0                                         | 0.321                  | 0.310                  | 50                                     | 50                                     | 50                                     | 50                                     | 5.60                     |                        | +3.7                    |                       |
| 9           | 1.80       | 0.202                 | 5.054                 | 0.146    | 0.040                          | 0                      | 0                                         | 0.319                  | 0.422                  | 50                                     | 70                                     | 70                                     | 70                                     | 5.31                     |                        | +4.7                    |                       |
| 10          | 1.80       | 0.218                 | 5.054                 | 0.152    | 0.043                          | 0                      | 0                                         | 0.319                  | 0.528                  | 50                                     | 50                                     | 50                                     | 50                                     | 5.52                     |                        | +5.1                    |                       |
| 11          | 1.75       | 0.252                 | 4.778                 | 0.196    | 0.052                          | 0                      | 0                                         | 0.745                  | 0.744                  | 120                                    | 70                                     | 100                                    | 60                                     | 6.23                     |                        | +4.9                    |                       |
| 12          | 1.78       | 0.229                 | 4.943                 | 0.147    | 0.046                          | 0                      | 0                                         | 0.319                  | 0.634                  | 50                                     | 30                                     | 40                                     | 30                                     | 5.46                     |                        | +4.9                    |                       |
| 13          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                           |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |

No 28

MODEL : 3-7

$h = 0.78 \text{ m}$   
 $d = 0.78 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>( $\frac{H_0 L_0}{\text{sec}}$ ) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$<br>( $\times 10^{-4}$ ) | U <sub>1</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{sec}}$ ) | U <sub>2</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{sec}}$ ) | P <sub>1</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{m}}$ ) | P <sub>2</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{m}}$ ) | P <sub>3</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{m}}$ ) | P <sub>4</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{m}}$ ) | F <sub>1,2</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{m}}$ ) | F <sub>3</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{m}}$ ) | $\ell_{1,2}$<br>(m) | $\ell_3$<br>(m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------|-----------------|
| 1           | 1.62       | 0.121                 | 4.094                 | 0.072    | 0.030                          | 0                                                  | 0                                                  | 0                                              | 0                                              | 0                                            | 0                                            | 0                                            | 0                                            | 298                                            |                                              | +2.6                |                 |
| 2           | 1.55       | 0.128                 | 3.748                 | 0.065    | 0.034                          | 0                                                  | 0                                                  | 0                                              | 0                                              | 0                                            | 0                                            | 0                                            | 0                                            | 315                                            |                                              | +0.7                |                 |
| 3           | 1.58       | 0.157                 | 3.894                 | 0.087    | 0.040                          | 0                                                  | 0                                                  | 0                                              | 0.866                                          |                                              |                                              |                                              |                                              | 260                                            |                                              | +3.2                |                 |
| 4           | 1.58       | 0.174                 | 3.894                 | 0.097    | 0.045                          | 0                                                  | 0                                                  | 0                                              | 0.319                                          | 50                                           | 30                                           | 30                                           | 30                                           | 395                                            |                                              | +3.7                |                 |
| 5           | 1.56       | 0.165                 | 3.796                 | 0.087    | 0.043                          | 0                                                  | 0                                                  | 0                                              | 0.213                                          | 20                                           | 30                                           | 30                                           | 10                                           | 355                                            |                                              | +4.6                |                 |
| 6           | 1.60       | 0.157                 | 3.994                 | 0.096    | 0.039                          | 0                                                  | 0                                                  | 0                                              | 0.319                                          | 50                                           | 30                                           | 30                                           | 30                                           | 422                                            |                                              | +2.8                |                 |
| 7           | 1.58       | 0.188                 | 3.894                 | 0.112    | 0.048                          | 0                                                  | 0                                                  | 0                                              | 0.319                                          | 50                                           | 40                                           | 40                                           | 50                                           | 449                                            |                                              | +5.0                |                 |
| 8           | 1.56       | 0.219                 | 3.796                 | 0.114    | 0.058                          | 0                                                  | 0                                                  | 0.747                                          | 0.222                                          | 190                                          | 180                                          | 200                                          | 200                                          | 474                                            |                                              | +7.2                |                 |
| 9           | 1.55       | 0.197                 | 3.748                 | 0.132    | 0.053                          | 0                                                  | 0                                                  | 0.538                                          | 0.851                                          | 70                                           | 70                                           | 70                                           | 80                                           | 448                                            |                                              | +6.7                |                 |
| 10          | 1.58       | 0.253                 | 3.894                 | 0.134    | 0.065                          | 0                                                  | 0                                                  | 0.320                                          | 0.585                                          | 70                                           | 60                                           | 60                                           | 60                                           | 643                                            |                                              | +1.5                |                 |
| 11          | 1.55       | 0.225                 | 3.748                 | 0.162    | 0.060                          | 0                                                  | 0                                                  | 0.961                                          | 1.385                                          | 150                                          | 130                                          | 150                                          | 110                                          | 571                                            |                                              | +4.1                |                 |
| 12          | 1.54       | 0.239                 | 3.700                 | 0.177    | 0.065                          | 0                                                  | 0                                                  | 1.388                                          | 2.447                                          | 170                                          | 170                                          | 170                                          | 180                                          | 594                                            |                                              | +4.3                |                 |
| 13          | 1.60       | 0.249                 | 3.994                 | 0.167    | 0.063                          | シブキ                                                | シブキ                                                | 1.709                                          | 0.851                                          | 170                                          | 170                                          | 170                                          | 160                                          | 598                                            |                                              | +4.0                |                 |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |

No 29

MODEL : 3-8

$h = 0.78 \text{ m}$   
 $d = 0.78 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>( $\frac{H_0 L_0}{\text{sec}}$ ) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0}$<br>( $\times 10^{-4}$ ) | U <sub>1</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{sec}}$ ) | U <sub>2</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{sec}}$ ) | P <sub>1</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{m}}$ ) | P <sub>2</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{m}}$ ) | P <sub>3</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{m}}$ ) | P <sub>4</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{m}}$ ) | F <sub>1,2</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{m}}$ ) | F <sub>3</sub><br>( $\frac{H_0}{\text{m}}$ ) | $\ell_{1,2}$<br>(m) | $\ell_3$<br>(m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------|-----------------|
| 1           | 1.56       | 0.158                 | 3.796                 | 0.056    | 0.041                          | 0                                                  | 0                                                  | 0                                              | 0                                              | 50                                           | 30                                           | 30                                           | 30                                           | 473                                            | -                                            | +2.0                | -               |
| 2           | 1.58       | 0.118                 | 3.894                 | 0.045    | 0.030                          | 0                                                  | 0                                                  | 0                                              | 0                                              | 0                                            | 0                                            | 0                                            | 0                                            | 415                                            | -                                            | +0.2                | -               |
| 3           | 1.59       | 0.136                 | 3.944                 | 0.074    | 0.034                          | 0                                                  | 0                                                  | 0.247                                          | 0.106                                          | 100                                          | 70                                           | 120                                          | 110                                          | 477                                            | 0.38                                         | +3.5                | +1.40           |
| 4           | 1.60       | 0.144                 | 3.994                 | 0.063    | 0.035                          | 0                                                  | 0                                                  | 0.168                                          | 0.159                                          | 50                                           | 30                                           | 30                                           | 30                                           | 488                                            | 0.50                                         | +2.7                | +2.8            |
| 5           | 1.60       | 0.166                 | 3.994                 | 0.087    | 0.042                          | 0                                                  | 0                                                  | 0.449                                          | 0.234                                          | 50                                           | 30                                           | 30                                           | 50                                           | 578                                            | 0.53                                         | +1.2                | +4.9            |
| 6           | 1.55       | 0.195                 | 3.748                 | 0.150    | 0.052                          | シブキ                                                | シブキ                                                | 2.133                                          | 1.859                                          | 170                                          | 130                                          | 130                                          | 150                                          | 570                                            | 0.69                                         | +0.4                | +0.6            |
| 7           | 1.56       | 0.190                 | 3.796                 | 0.124    | 0.050                          | シブキ                                                | シブキ                                                | 1.684                                          | 1.593                                          | 120                                          | 90                                           | 120                                          | 130                                          | 529                                            | 0.65                                         | +4.5                | +3.0            |
| 8           | 1.58       | 0.174                 | 3.894                 | 0.120    | 0.044                          | 0                                                  | 0                                                  | 1.515                                          | 1.274                                          | 100                                          | 100                                          | 100                                          | 130                                          | 509                                            | 0.56                                         | +2.3                | +2.3            |
| 9           | 1.55       | 0.199                 | 3.784                 | 0.106    | 0.053                          | シブキ                                                | シブキ                                                | 1.347                                          | 1.147                                          | 120                                          | 100                                          | 120                                          | 110                                          | 572                                            | 0.71                                         | +1.8                | +2.4            |
| 10          | 1.51       | 0.218                 | 3.557                 | 0.100    | 0.061                          | シブキ                                                | シブキ                                                | 0.730                                          | 0.531                                          | 70                                           | 60                                           | 40                                           | 50                                           | 587                                            | 0.73                                         | +0.3                | +0.3            |
| 11          | 1.59       | 0.198                 | 3.944                 | 0.127    | 0.050                          | 0                                                  | 0                                                  | 1.291                                          | 0.956                                          | 10                                           | 70                                           | 70                                           | 110                                          | 524                                            | 0.71                                         | -0.1                | +0.1            |
| 12          | 1.49       | 0.259                 | 3.463                 | 0.150    | 0.075                          | 0                                                  | 0                                                  | 2.806                                          | 2.867                                          | 190                                          | 170                                          | 170                                          | 200                                          | 419                                            | 0.95                                         | -2.2                | +0.1            |
| 13          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                                                    |                                                    |                                                |                                                |                                              |                                              |                                              |                                              |                                                |                                              |                     |                 |

No 30

MODEL : 3-9

 $h = 0.78 \text{ m}$   
 $d = 0.78 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(m) | 2πQ <sub>2</sub><br>H <sub>0</sub> L <sub>0</sub><br>×10 <sup>-4</sup> | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>2</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>3</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>4</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | F <sub>1,2</sub><br>(kg) | F <sub>3</sub><br>(kg) | ℓ <sub>1,2</sub><br>(m) | ℓ <sub>3</sub><br>(m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1           | 1.78       | 0.074                 | 4.943                 | 0.031    | 0.015                          | 0                     | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 3.05                     | 0.27                   | +4.2                    | +9.5                  |
| 2           | 1.78       | 0.127                 | 4.943                 | 0.076    | 0.026                          | 0                     | 0                                                                      | 0.286                  | 0.269                  | 50                                     | 30                                     | 30                                     | 50                                     | 3.45                     | 0.34                   | +7.7                    | +1.01                 |
| 3           | 1.79       | 0.122                 | 4.998                 | 0.064    | 0.024                          | 0                     | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 50                                     | 30                                     | 30                                     | 30                                     | 3.72                     | 0.35                   | +6.1                    | +1.10                 |
| 4           | 1.76       | 0.146                 | 4.832                 | 0.077    | 0.030                          | 0                     | 0                                                                      | 0.229                  | 0.215                  | 50                                     | 30                                     | 30                                     | 30                                     | 4.76                     | 0.46                   | +1.0                    | +5.4                  |
| 5           | 1.81       | 0.151                 | 5.111                 | 0.078    | 0.030                          | 0                     | 0                                                                      | 0.286                  | 0.269                  | 50                                     | 30                                     | 30                                     | 50                                     | 4.41                     | 0.55                   | +1.3                    | +6.5                  |
| 6           | 1.75       | 0.154                 | 4.778                 | 0.094    | 0.032                          | 0                     | 0                                                                      | 0.572                  | 0.430                  | 50                                     | 30                                     | 30                                     | 50                                     | 4.40                     | 0.64                   | +2.2                    | +2.2                  |
| 7           | 1.73       | 0.170                 | 4.669                 | 0.112    | 0.036                          | 0                     | 0                                                                      | 1.029                  | 0.967                  | 120                                    | 70                                     | 100                                    | 110                                    | 5.20                     | 0.70                   | +0.6                    | +1.4                  |
| 8           | 1.79       | 0.189                 | 4.998                 | 0.121    | 0.038                          | シブキ                   | シブキ                                                                    | 1.486                  | 1.343                  | 100                                    | 70                                     | 100                                    | 110                                    | 5.25                     | 0.65                   | +2.4                    | +3.3                  |
| 9           | 1.76       | 0.195                 | 4.832                 | 0.164    | 0.040                          | シブキ                   | シブキ                                                                    | 2.629                  | 2.041                  | 170                                    | 120                                    | 150                                    | 160                                    | 5.76                     | 0.71                   | +1.3                    | +1.9                  |
| 10          | 1.75       | 0.189                 | 4.778                 | 0.140    | 0.040                          | シブキ                   | シブキ                                                                    | 1.886                  | 1.718                  | 150                                    | 90                                     | 80                                     | 110                                    | 5.50                     | 0.65                   | +1.0                    | +3.0                  |
| 11          | 1.79       | 0.195                 | 4.998                 | 0.151    | 0.039                          | シブキ                   | シブキ                                                                    | 2.115                  | 1.718                  | 150                                    | 120                                    | 130                                    | 150                                    | 6.06                     | 0.72                   | +0.7                    | +3.1                  |
| 12          | 1.78       | 0.220                 | 4.943                 | 0.181    | 0.045                          | シブキ                   | シブキ                                                                    | 2.858                  | 2.148                  | 170                                    | 130                                    | 150                                    | 160                                    | 6.09                     | 0.82                   | +0.6                    | +0.6                  |
| 13          | -          | -                     | -                     | -        | -                              | -                     | -                                                                      | -                      | -                      | -                                      | -                                      | -                                      | -                                      | -                        | -                      | -                       | -                     |
| 14          | 1.80       | 0.154                 | 5.054                 | 0.167    | 0.030                          | シブキ                   | シブキ                                                                    | 2.629                  | 2.094                  | 190                                    | 50                                     | 190                                    | 200                                    | 5.27                     | 0.59                   | +3.1                    | +4.9                  |
| 15          | 1.78       | 0.158                 | 4.943                 | 0.168    | 0.032                          | シブキ                   | シブキ                                                                    | 3.086                  | 2.363                  | 150                                    | 50                                     | 160                                    | 200                                    | 5.82                     | 0.73                   | +1.7                    | +4.6                  |
| 16          | 1.74       | 0.165                 | 4.723                 | 0.198    | 0.035                          | シブキ                   | シブキ                                                                    | 4.858                  | 4.296                  | 320                                    | 290                                    | 290                                    | 330                                    | 6.82                     | -                      | +1.9                    | -                     |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                       |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                       |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                       |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                       |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                       |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |

No 31

MODEL : 3-10

 $h = 0.74 \text{ m}$   
 $d = 0.74 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(m) | 2πQ <sub>2</sub><br>H <sub>0</sub> L <sub>0</sub><br>×10 <sup>-4</sup> | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>2</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>3</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | P <sub>4</sub><br>(kg/m <sup>2</sup> ) | F <sub>1,2</sub><br>(kg) | F <sub>3</sub><br>(kg) | ℓ <sub>1,2</sub><br>(m) | ℓ <sub>3</sub><br>(m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1           | 1.52       | 0.134                 | 3.604                 | 0.070    | 0.037                          | 0                     | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 3.21                     | 0.32                   | +1.7                    | +9.9                  |
| 2           | 1.58       | 0.172                 | 3.894                 | 0.082    | 0.044                          | 0                     | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 50                                     | 30                                     | 10                                     | 30                                     | 4.01                     | 0.61                   | +2.0                    | +2.3                  |
| 3           | 1.58       | 0.145                 | 3.894                 | 0.067    | 0.037                          | 0                     | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                                      | 0                                      | 0                                      | 30                                     | 3.20                     | 0.437                  | +5.6                    | +5.7                  |
| 4           | 1.56       | 0.165                 | 3.796                 | 0.051    | 0.043                          | 0                     | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 20                                     | 30                                     | 30                                     | 10                                     | 4.356                    | 0.502                  | +2.2                    | +6.3                  |
| 5           | 1.62       | 0.154                 | 4.094                 | 0.091    | 0.038                          | 0                     | 0                                                                      | 0.350                  | 0.220                  | 20                                     | 20                                     | 30                                     | 30                                     | 3.623                    | 0.499                  | +4.4                    | +5.5                  |
| 6           | 1.58       | 0.191                 | 3.894                 | 0.097    | 0.049                          | 0                     | 0                                                                      | 0.466                  | 0.327                  | 20                                     | 30                                     | 30                                     | 30                                     | 4.238                    | 0.623                  | +4.2                    | +5.5                  |
| 7           | 1.69       | 0.165                 | 4.456                 | 0.084    | 0.037                          | 0                     | 0                                                                      | 0.292                  | 0.273                  | 20                                     | 30                                     | 10                                     | 10                                     | 3.515                    | 0.555                  | +5.7                    | +4.3                  |
| 8           | 1.56       | 0.184                 | 3.796                 | 0.094    | 0.048                          | 0                     | 0                                                                      | 0.233                  | 0.218                  | 20                                     | 20                                     | 10                                     | 30                                     | 4.168                    | 0.601                  | +2.7                    | +1.4                  |
| 9           | 1.60       | 0.188                 | 3.994                 | 0.094    | 0.047                          | 0                     | 0                                                                      | 0.350                  | 0.327                  | 20                                     | 30                                     | 30                                     | 30                                     | 4.397                    | 0.670                  | +2.8                    | +2.8                  |
| 10          | 1.60       | 0.193                 | 3.994                 | 0.118    | 0.048                          | 0                     | 0                                                                      | 0.466                  | 0.436                  | 50                                     | 30                                     | 30                                     | 30                                     | 4.464                    | 0.670                  | +1.7                    | +2.8                  |
| 11          | 1.60       | 0.221                 | 3.994                 | 0.147    | 0.055                          | 0                     | 0                                                                      | 1.166                  | 0.818                  | 50                                     | 60                                     | 60                                     | 50                                     | 5.046                    | 0.796                  | +1.4                    | +3.5                  |
| 12          | 1.53       | 0.241                 | 3.652                 | 0.115    | 0.066                          | 0                     | 0                                                                      | 0.538                  | 0.327                  | 100                                    | 90                                     | 100                                    | 80                                     | 5.355                    | 0.850                  | +1.6                    | +2.9                  |
| 13          | 1.58       | 0.218                 | 3.894                 | 0.137    | 0.218                          | 0                     | 0                                                                      | 0.938                  | 0.767                  | 70                                     | 60                                     | 70                                     | 60                                     | 5.068                    | 0.758                  | +0.9                    | +4.0                  |
| 14          | 1.58       | 0.201                 | 3.894                 | 0.097    | 0.056                          | 0                     | 0                                                                      | 0.466                  | 0.327                  | 50                                     | 30                                     | 30                                     | 30                                     | 4.647                    | 0.628                  | +1.8                    | +6.4                  |
| 15          | 1.58       | 0.229                 | 3.894                 | 0.163    | 0.051                          | 0                     | 0                                                                      | 1.341                  | 1.036                  | 160                                    | 90                                     | 100                                    | 100                                    | 5.021                    | 2.620                  | +1.6                    | +4.5                  |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                       |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                       |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                       |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                       |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                       |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                       |                                                                        |                        |                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                          |                        |                         |                       |

No 32

MODEL : 3-11

 $h = 0.74 \text{ m}$   
 $d = 0.74 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>( $\text{cm}^3$ ) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10^{-4}$ | U <sub>1</sub><br>( $\text{kg}$ ) | U <sub>2</sub><br>( $\text{kg}$ ) | P <sub>1</sub><br>( $\text{kg/m}^2$ ) | P <sub>2</sub><br>( $\text{kg/m}^2$ ) | P <sub>3</sub><br>( $\text{kg/m}^2$ ) | P <sub>4</sub><br>( $\text{kg/m}^2$ ) | F <sub>1,2</sub><br>( $\text{kg}$ ) | F <sub>3</sub><br>( $\text{kg}$ ) | $\ell_{1,2}$<br>(m) | $\ell_3$<br>(m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------|
| 1           | 1.78       | 0.124                 | 4.943                 | 0.072    | 0.025                          | 0                                   | 0                                         | 0                                 | 0                                 | 0                                     | 0                                     | 0                                     | 30                                    | 3.086                               | 0.389                             | +4.3                | +9.4            |
| 2           | 1.83       | 0.139                 | 5.224                 | 0.077    | 0.027                          | 0                                   | 0                                         | 0                                 | 0                                 | 0                                     | 0                                     | 0                                     | 30                                    | 3.777                               | 0.510                             | +4.5                | +8.1            |
| 3           | 1.83       | 0.151                 | 5.224                 | 0.090    | 0.029                          | 0                                   | 0                                         | 0                                 | 0                                 | 0                                     | 0                                     | 0                                     | 50                                    | 4.125                               | 0.558                             | +2.4                | +5.0            |
| 4           | 1.78       | 0.162                 | 4.943                 | 0.081    | 0.033                          | 0                                   | 0                                         | 0.349                             | 0.275                             | 50                                    | 30                                    | 30                                    | 30                                    | 4.197                               | 0.562                             | +2.6                | +5.7            |
| 5           | 1.78       | 0.168                 | 4.943                 | 0.086    | 0.034                          | 0                                   | 0                                         | 0.350                             | 0.330                             | 50                                    | 30                                    | 30                                    | 30                                    | 4.678                               | 0.615                             | +1.2                | +4.0            |
| 6           | 1.73       | 0.180                 | 4.669                 | 0.108    | 0.039                          | 0                                   | 0                                         | 0.466                             | 0.330                             | 50                                    | 30                                    | 30                                    | 30                                    | 4.744                               | 0.631                             | +1.8                | +7.0            |
| 7           | 1.78       | 0.180                 | 4.943                 | 0.110    | 0.036                          | 0                                   | 0                                         | 0.466                             | 0.385                             | 50                                    | 30                                    | 30                                    | 30                                    | 5.130                               | 0.685                             | +2.0                | +5.4            |
| 8           | 1.73       | 0.198                 | 4.669                 | 0.120    | 0.043                          | 0                                   | 0                                         | 0.583                             | 0.440                             | 50                                    | 40                                    | 40                                    | 50                                    | 4.973                               | 0.732                             | +1.0                | +2.9            |
| 9           | 1.78       | 0.206                 | 4.943                 | 0.148    | 0.042                          | 0                                   | 0                                         | 0.466                             | 0.440                             | 50                                    | 40                                    | 40                                    | 50                                    | 5.284                               | 0.741                             | +0.6                | +4.5            |
| 10          | 1.80       | 0.219                 | 5.054                 | 0.160    | 0.043                          | 0                                   | 0                                         | 0.933                             | 0.440                             | 50                                    | 60                                    | 60                                    | 70                                    | 5.448                               | 0.805                             | +0.3                | +4.7            |
| 11          | 1.79       | 0.229                 | 4.998                 | 0.197    | 0.046                          | 0                                   | 0                                         | 1.283                             | 1.266                             | 50                                    | 60                                    | 70                                    | 10                                    | 5.282                               | 0.925                             | +1.7                | +4.0            |
| 12          | 1.83       | 0.228                 | 5.224                 | 0.189    | 0.043                          | 0                                   | 0                                         | 1.516                             | 1.211                             | 100                                   | 90                                    | 120                                   | 110                                   | 5.446                               | 0.855                             | +0.7                | +3.1            |
| 13          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |

No 33

MODEL : 3-12

 $h = 0.8 \text{ m}$   
 $d = 0.8 \text{ m}$   
 $H.W.L = T.P + 2.4 \text{ m}$   
 $V = 18 \text{ m/sec}$ 

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>( $\text{cm}^3$ ) | $\frac{2\pi Q_2}{H_0 L_0} \times 10^{-4}$ | U <sub>1</sub><br>( $\text{kg}$ ) | U <sub>2</sub><br>( $\text{kg}$ ) | P <sub>1</sub><br>( $\text{kg/m}^2$ ) | P <sub>2</sub><br>( $\text{kg/m}^2$ ) | P <sub>3</sub><br>( $\text{kg/m}^2$ ) | P <sub>4</sub><br>( $\text{kg/m}^2$ ) | F <sub>1,2</sub><br>( $\text{kg}$ ) | F <sub>3</sub><br>( $\text{kg}$ ) | $\ell_{1,2}$<br>(m) | $\ell_3$<br>(m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------|
| 1           | 1.58       | 0.183                 | 3.894                 | 0.180    | 0.045                          | シブキ                                 | シブキ                                       | 2869                              | 2728                              | 200                                   | 170                                   | 160                                   | 180                                   | 4.23                                | 0.60                              | +1.9                | +4.2            |
| 2           | 1.55       | 0.143                 | 3.748                 | 0.057    | 0.038                          | 0                                   | 0                                         | 0.402                             | 0.327                             | 50                                    | 30                                    | 30                                    | 30                                    | 3.43                                | 0.47                              | +4.6                | +3.4            |
| 3           | 1.58       | 0.124                 | 3.894                 | 0.058    | 0.031                          | 0                                   | 0                                         | 0.230                             | 0.218                             | 20                                    | 20                                    | 10                                    | 20                                    | 3.16                                | 0.32                              | +5.4                | +5.4            |
| 4           | 1.56       | 0.149                 | 3.796                 | 0.066    | 0.039                          | 0                                   | 0                                         | 0.459                             | 0.327                             | 50                                    | 30                                    | 30                                    | 30                                    | 3.98                                | 0.48                              | +0.7                | +5.4            |
| 5           | 1.60       | 0.152                 | 3.994                 | 0.099    | 0.038                          | 0                                   | 0                                         | 1.148                             | 0.873                             | 50                                    | 50                                    | 60                                    | 70                                    | 4.140                               | 0.536                             | +4.6                | +4.0            |
| 6           | 1.60       | 0.171                 | 3.994                 | 0.098    | 0.043                          | 0                                   | 0                                         | 1.148                             | 0.927                             | 50                                    | 50                                    | 60                                    | 80                                    | 4.130                               | 0.589                             | +3.1                | +1.9            |
| 7           | 1.58       | 0.164                 | 3.894                 | 0.096    | 0.042                          | 0                                   | 0                                         | 1.320                             | 1.036                             | 50                                    | 60                                    | 40                                    | 80                                    | 3.855                               | 0.530                             | +2.3                | +8.3            |
| 8           | 1.60       | 0.173                 | 3.994                 | 0.136    | 0.043                          | 0                                   | 0                                         | 1.951                             | 1.637                             | 100                                   | 90                                    | 100                                   | 130                                   | 4.213                               | 0.649                             | +4.1                | +5.5            |
| 9           | 1.60       | 0.182                 | 3.994                 | 0.149    | 0.046                          | 0                                   | 0                                         | 2.110                             | 1.986                             | 150                                   | 140                                   | 130                                   | 170                                   | 4.367                               | 0.655                             | +5.2                | +1.5            |
| 10          | 1.60       | 0.182                 | 3.994                 | 0.146    | 0.046                          | シブキ                                 | シブキ                                       | 2.238                             | 1.855                             | 150                                   | 120                                   | 120                                   | 150                                   | 4.354                               | 0.649                             | +5.8                | +1.0            |
| 11          | 1.56       | 0.204                 | 3.796                 | 0.146    | 0.054                          | シブキ                                 | シブキ                                       | 3.156                             | 2.728                             | 200                                   | 170                                   | 170                                   | 250                                   | 4.860                               | 0.715                             | +1.9                | +9.5            |
| 12          | 1.58       | 0.191                 | 3.894                 | 0.171    | 0.049                          | シブキ                                 | シブキ                                       | 3.358                             | 2.837                             | 200                                   | 170                                   | 170                                   | 200                                   | 4.402                               | 0.659                             | +4.3                | +2.5            |
| 13          | 1.60       | 0.203                 | 3.994                 | 0.193    | 0.050                          | シブキ                                 | シブキ                                       | 3.902                             | 3.164                             | 220                                   | 200                                   | 190                                   | 220                                   | 4.544                               | 0.670                             | +4.5                | +4.0            |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                                     |                                           |                                   |                                   |                                       |                                       |                                       |                                       |                                     |                                   |                     |                 |

№ 34

MODEL : 3-13

h = 0.78 m  
d = 0.78 m  
H.W.L = T.P + 2.4 m  
V = 18 m/sec

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cd) | 2πQ <sub>2</sub><br>H <sub>0</sub> L <sub>0</sub><br>×10 <sup>-4</sup> | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/ml) | P <sub>2</sub><br>(kg/ml) | P <sub>3</sub><br>(kg/ml) | P <sub>4</sub><br>(kg/ml) | F <sub>1,2</sub><br>(kg) | F <sub>3</sub><br>(kg) | ℓ <sub>1,2</sub><br>(m) | ℓ <sub>3</sub><br>(m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1           | 1.60       | 0.122                 | 3994                  | 0.044    | 0.031                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 450                       | 0.338                    | 0.517                  | +1.51                   | +2.1                  |
| 2           | 1.55       | 0.139                 | 3748                  | 0.063    | 0.037                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 130                       | 0.680                    | 0.591                  | -2.8                    | +0.8                  |
| 3           | 1.60       | 0.149                 | 3994                  | 0.068    | 0.037                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 130                       | 0.679                    | 0.696                  | +1.0                    | +0.7                  |
| 4           | 1.60       | 0.159                 | 3994                  | 0.056    | 0.039                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 165                       | 0.594                    | 0.670                  | +0.2                    | +0.2                  |
| 5           | 1.61       | 0.157                 | 4044                  | 0.064    | 0.040                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | -                         | -                         | -                         | -                         | 0.423                    | 0.725                  | -4.8                    | -4.0                  |
| 6           | 1.60       | 0.166                 | 3994                  | 0.076    | 0.041                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 30                        | 180                       | 0.509                    | 0.738                  | -0.1                    | -0.8                  |
| 7           |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 8           |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 9           |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 10          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 11          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 12          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 13          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |

№ 35

MODEL : 3-14

h = 0.74 m  
d = 0.74 m  
H.W.L = T.P + 2.4 m  
V = 18 m/sec

| R<br>U<br>N | T<br>(sec) | H <sub>0</sub><br>(m) | L <sub>0</sub><br>(m) | R<br>(m) | H <sub>0</sub> /L <sub>0</sub> | Q <sub>1</sub><br>(cd) | 2πQ <sub>2</sub><br>H <sub>0</sub> L <sub>0</sub><br>×10 <sup>-4</sup> | U <sub>1</sub><br>(kg) | U <sub>2</sub><br>(kg) | P <sub>1</sub><br>(kg/ml) | P <sub>2</sub><br>(kg/ml) | P <sub>3</sub><br>(kg/ml) | P <sub>4</sub><br>(kg/ml) | F <sub>1,2</sub><br>(kg) | F <sub>3</sub><br>(kg) | ℓ <sub>1,2</sub><br>(m) | ℓ <sub>3</sub><br>(m) |
|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1           | 1.54       | 0.111                 | 3700                  | 0.056    | 0.030                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 0                         | 0.253                    | 0.496                  | +3.7                    | +3.0                  |
| 2           | 1.61       | 0.113                 | 4044                  | 0.043    | 0.028                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 0                         | 0.510                    | 0.509                  | +1.43                   | +5.0                  |
| 3           | 1.60       | 0.135                 | 3994                  | 0.051    | 0.034                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 15                        | 0.594                    | 0.643                  | +1.14                   | +3.8                  |
| 4           | 1.56       | 0.159                 | 3796                  | 0.056    | 0.041                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 0                         | 0.424                    | 0.706                  | +5.4                    | +2.9                  |
| 5           | 1.58       | 0.134                 | 3894                  | 0.042    | 0.034                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 0                         | 0.339                    | 0.586                  | +2.3                    | +5.5                  |
| 6           | 1.57       | 0.155                 | 3845                  | 0.057    | 0.040                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 45                        | 0.509                    | 0.725                  | +5.9                    | +4.9                  |
| 7           | 1.59       | 0.165                 | 3944                  | 0.067    | 0.042                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 30                        | 0.765                    | 0.738                  | +1.31                   | +6.2                  |
| 8           | 1.58       | 0.178                 | 3894                  | 0.079    | 0.045                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 80                        | 0.936                    | 0.753                  | +4.2                    | +7.5                  |
| 9           | 1.53       | 0.212                 | 3652                  | 0.064    | 0.058                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 65                        | 0.765                    | 0.928                  | +1.3                    | +3.7                  |
| 10          | 1.56       | 0.186                 | 3796                  | 0.074    | 0.047                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 65                        | 0.850                    | 0.865                  | +3.2                    | +4.4                  |
| 11          | 1.54       | 0.182                 | 3700                  | 0.069    | 0.049                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 30                        | 0.508                    | 0.815                  | +4.0                    | +4.5                  |
| 12          | 1.53       | 0.206                 | 3652                  | 0.086    | 0.056                          | 0                      | 0                                                                      | 0                      | 0                      | 0                         | 0                         | 0                         | 115                       | 0.765                    | 0.898                  | +2.8                    | +7.1                  |
| 13          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 14          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 15          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 16          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 17          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 18          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 19          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 20          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |
| 21          |            |                       |                       |          |                                |                        |                                                                        |                        |                        |                           |                           |                           |                           |                          |                        |                         |                       |