

土 木 研 究 所 資 料

第 187 号

海岸堤防の根固工に関する
模 型 実 験 報 告 書

昭和41年8月

建設省土木研究所

海岸堤防の根固工に関する模型実験報告書

首 藤 伸 夫

目 次

1. コンクリート・ブロックの水理的特性	1
1-1 実験の目的と方法	1
1-2 実験結果の解析方法	2
1-3 使用したブロックの種類と、それらの ϵ , δ などの性質	4
1-4 実験結果	6
2. 海底変形におよぼす底質材料の影響	11
2-1 使用した材料の特性	11
2-2 汀線位置移動速度	13
2-3 沿岸砂洲の有無	18
2-4 砂レンの発生消滅	20
2-5 底質の動き	21
3. 根固工の効果に関する実験	27
3-1 実験条件と装置	27
3-2 海底勾配 $1/20$, 底質・砂	27
3-3 海底勾配 $1/20$, 底質・アンバー・ライト	32
3-4 海底勾配 $1/10$, 底質・アンバー・ライト	39
4. 流速計の非定常流での検定	42
4-1 検定した流速計の種類と概要	42
4-2 検定装置およびその方法	42
4-3 検定の結果	43
4-4 結果の判定	43
5. 結 語	46

附 属 資 料

附・1-1 ○空隙率の測定値

- 異った重量のブロックに対する空隙率の計算と、(高さ～空隙率)の関係をしめすグラフ

附・1-2 表面積の測定

- ブロック一個あたりの表面積測定
- 異った重量のブロックに対する表面積の計算
- 実験条件に対応する(高さ～表面積)の関係

附・1-3 ブロックの重量測定

振・1-4 測定結果と実験条件

○テトラポッド

1列 1,000g, 500g, 250g, 125g

2列 1,000g, 500g, 250g, 125g

○六脚ブロック

1列 1,000g, 500gr, 250gr

2列 1,000g, 500g, 250gr

○中空三角ブロック

1列 1,000g, 500g, 250gr, 125gr

2列 1,000g, 500g, 250gr, 125gr

○ホロー・スケヤ

1列

2列

○中空三脚ブロック

1列

2列

○実験条件

附・1-5 ○ $R \sim (\frac{\Delta h}{L}) / (\frac{V^2}{2g})$

$$\circ (\frac{\Delta h \cdot R}{L}) / (\frac{V^2}{2g}) \sim (\frac{R \cdot V}{\nu})$$

$$\circ (\frac{\Delta h \cdot R}{L}) / (\frac{V^2}{2g}) \sim R$$

附・2-1 ○アンバー・ライトの沈降速度測定

附・2-2 ○アンバー・ライトの水中安息角

附・2-3 ○沿岸砂洲の発生に関する実験資料

附・2-4 ○砂レンの発生・消滅に関する実験資料

附・2-5 ○砂粒子のうごき

1 コンクリート・ブロックの水理的特性

1-1 実験の目的と方法

コンクリート・ブロックは、消波工又は根固工の材料として使用されているが、その特性については、或る特定条件の場合を除いては、まだ十分にはあきらかにされていない。特に、実験室内でしられた結果を現地に適用する際、相似律がどのようなものであるか不明確である。

これまでは、たとえば消波工としての効果をしらべようとする場合、scale の異ったいくつかの実験をおこなって、その結果から現実におこりうる状態を推定していた。

消波工としてのブロックの間を波が通りぬける際に、波エネルギーが何らかの形で消耗されるのであるけれども、このエネルギー減殺機構はまだ説明されていない。この機構をあきらかにすれば、消波ブロック類の特徴もあきらかとなり、実験結果と現地との相似性などについても有用な情報をうることができる。

海岸工事に使用されるコンクリート・ブロックは、時間的に変動する流れの中におかれているのであるから、ブロックの効果は、振動の振幅と位相の両方の因子をもっている。したがって、ブロックの効果をもっとも単純な場合について考えると次図のダイアグラムのようになる。

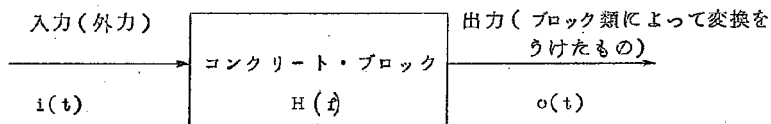


図 - 1 - 1

$$o(t) = H(f) \cdot i(t) \dots\dots\dots (1-1)$$

$H(f)$ は絶対値 $|H(f)|$ の部分と、位相のズレ $\arg[H(f)]$ の部分とからなるのが普通である。

$H(f)$ の内容は周波数 f の他に、 $i(t)$ に関連のある項をも含み、一般には非線型であると考えられる。

$H(f)$ の構造を完全に知ることができれば、ブロック類の効果が明らかになるのである。前提につかわれたブロックの効果をしらべた1, 2の結果から、入射波のスペクトルと伝達波のスペクトルはかなり似通っているといわれているので、ここではまず、非定常の状態を考える前に、定常状態でのブロックの効果をしらべることとした。

定常状態でのブロックの効果は、水の流れがそのブロック類を通りすぎる場合に生ずるエネルギー損失であらわされうる。

巾Bの水路で、流れ方向にLの長さをもつようにブロック類を配置し、流量Qを流す。ブロック前面で水位 h_i 、ブロック背面で h_o であったとすると、水頭損失は $h_i - h_o = \Delta h$ によってあらわされ、 Δh は主にブロック内でのエネルギーの損失を意味することとなる。(図-1-2)。

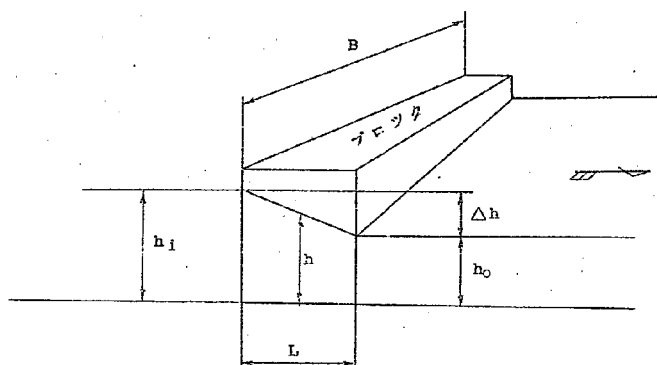


図 - 1 - 2

したがって実験においては、 B 、 L 、 Q 、 h_i 、 h_o の測定をおこなった。水路の勾配は等とした。

1-2. 実験結果の解析方法

図-1-2をみると、ブロック類は、等質な水路の一部分に異質の流路があるような結果をあたえる。この部分では、流路の実質巾は B より小さくなっており、水の流向もブロックの存在によって複雑にされている。ブロックを通りすぎてしばらくの間は、水の運動にはブロック内での運動の影響がのこっている。

ブロック内での平均の水深を h としよう。 h は近似的には $h = \frac{1}{2}(h_i + h_o)$ であたえられる。また高さ h までのブロックの空隙率を ε とすると、 h 以下の部分の空隙の全体積は $\varepsilon \cdot B \cdot L \cdot h$ によってあたえられる。

もし空隙は等方的であると仮定すると、

$$\varepsilon \cdot B \cdot L \cdot h = (\sqrt[3]{\varepsilon} B) (\sqrt[3]{\varepsilon} L) (\sqrt[3]{\varepsilon} h) \dots\dots\dots (1-2)$$

とかいてもよい。

したがって、ブロック類のおかれている部分での平均断面積は

$$\sqrt[3]{\varepsilon} B \cdot \sqrt[3]{\varepsilon} h = \varepsilon^{\frac{2}{3}} \cdot B \cdot h \dots\dots\dots (1-3)$$

によって与えられるであろう。

流量 Q は測定されているから、ブロック内では、

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot B \cdot h} \dots\dots\dots (1-4)$$

という平均流速で水が流れることになる。

(1-4) で与えられる流速でブロック内を通過すると、 Δh の水頭損失を生ずることになる。

水頭損失の原因は、流入損失、流出損失、ブロック内での摩擦損失、ブロックに遮ぎられることによって剝離が生ずるための損失などであって、特に最後の二つが大きく影響するに違いない。勿論、現象は乱流であるとしてよいから、径深に似た概念を導入して考えることが合目的であろう。

水深 h より下にある部分の全ての表面積、これにはブロックの表面積と水路底、水路側壁をも含めるが、全表面積を S とする。 h 以下の空隙体積 $\varepsilon \cdot B \cdot L \cdot h$ を S で割ると、

$$R = \frac{\varepsilon \cdot B \cdot L \cdot h}{S} \dots\dots\dots (1-5)$$

となり、長さの次元をもち、一般につかわれている径深に相当する量をうることができる。

単位流動距離に対応する損失水頭 $\frac{\Delta h}{L}$ は、流速 V と相当径深 R との関数であるに違いない。

$$\frac{\Delta h}{L} = f(R) \cdot \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (1-6)$$

のような関係が一般に成立するであろうと推定される。

まず、

$$\left(\frac{\Delta h}{L} \right) / \frac{V^2}{2g} \sim R \dots\dots\dots (1-7)$$

の関係をしらべる。

ついで、通常の水路で、 $\Delta h = f_1 \cdot \frac{L}{H} \cdot \frac{V^2}{2g}$ としたとき、 f_1 の内容は、Reynolds 数によって、又は R によって変化するように与えられているので、これについても確かめることとする。

Reynolds 数は

$$\frac{V \cdot d}{\nu} \dots\dots\dots (1-8)$$

であらわされるものとする。ここで d としては水深 h 以下の空隙の平均の一辺の長さに相当すると考えて、

$$d = R \dots\dots\dots (1-9)$$

とおいた。 ν は勿論流体の動粘性係数で、 $10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$ とした。 V は(1-4)式で与えられるものである。

1-3. 使用したブロックの種類と、それらの ε 、 S 等の性質

実験は、テトラポッド、中空三角ブロック、六脚ブロック、ホロー・スケア、中空三脚ブロックの5種類についておこなわれたが、解析は、時間の都合上、前三者についてのみおこなった。

ブロックの積方は、それぞれ標準的なものであり、写真1-1、1-2、1-3、1-4、1-5、1-6に、しめしてある。

空隙率の測定は、次のようにしておこなった。まず、標準の積み方の基本となる一組がきっちりとする箱をつくり、ブロックを設置して水を入れ、ついでブロックをとりぞいて水位の下りを測定する。水位の下りの部分はブロック類が占めていた体積に相当するから、ブロック間の空隙率を計算するのは容易である。測定は、例えば一個の平均重量が w_1 であるようなブロックについてのみおこなった。実験に使用したブロックは、1000 gr、500 gr、250 gr、125 grと約4種類であったから、重量 w_1 のブロックでえた結果を同じ型のブロックの重量 w_2 のものになおすには次のようにした。 w_1 のブロックの水位 h_1 のときの空隙率が ε であるとする、 w_2 のブロックでは、

$$h_2 = \sqrt[3]{\frac{w_2}{w_1}} \cdot h_1 \dots\dots\dots (1-10)$$

の水位のとき、空隙率が ε であるとする。

表面積 S の決定はつぎのようにしておこなわれた。

まず、重量が w_1 のもの一個について正立の場合の水深 h 以下にある表面積 S をはかる。形の簡単なものには計算で、形の複雑なものは、まず表面に紙をはりつけ、高さ1cm毎にしるしをつけ、はぎとったのちに高さ毎の面積をプランメーターでしらべ、表面積の高さによる累積曲線をつくる。倒立したものについては、正立したブロックに対する曲線をひっくりかえして用いられよい。

重量 w_1 のものの水位 h_1 以下にある表面積が S_1 であるとする、重量 w_2 に対しては、

$$h_2 = \sqrt[3]{\frac{w_2}{w_1}} \cdot h_1$$

以下にあるブロックの表面積 S_2 が、

$$S_2 = \left(\sqrt[3]{\frac{w_2}{w_1}} \right)^2 \cdot S_1 \dots\dots\dots (1-11)$$



写真 - 1

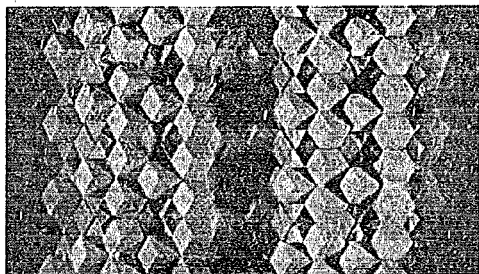


写真 - 2

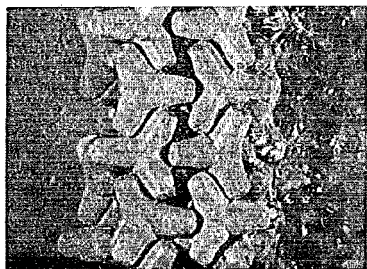


写真 - 3

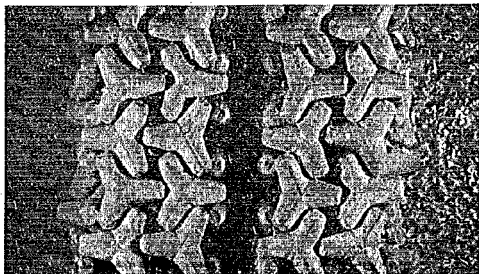


写真 - 4

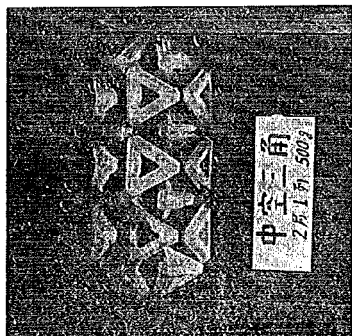


写真 - 5

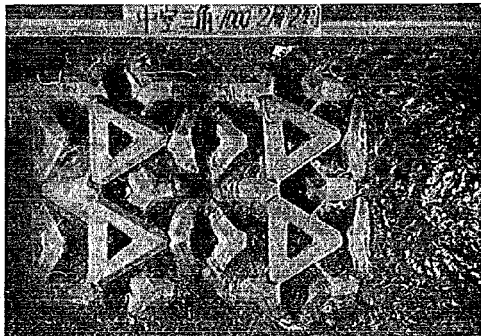


写真 - 6

で与えられるとした。

こうして、正倒立各一個のブロックに対する表面積を高さ毎にもとめたから、実験条件にあわせて計算していけば、全体としての S の変化をもとめることができる。

これら ε , S の計算とその結果は附属資料中にのせてある。

重量についても、附属資料を参照されたい。

1-4. 実験結果

実験結果を 1-2 の考え方にしたがって整理した例を図-1-3 から図-1-5 にのせる。標準的な積方をしたブロック群を 1 組おいたものを 1 列、2 組おいたものを 2 列とよんでいる。

中空三角

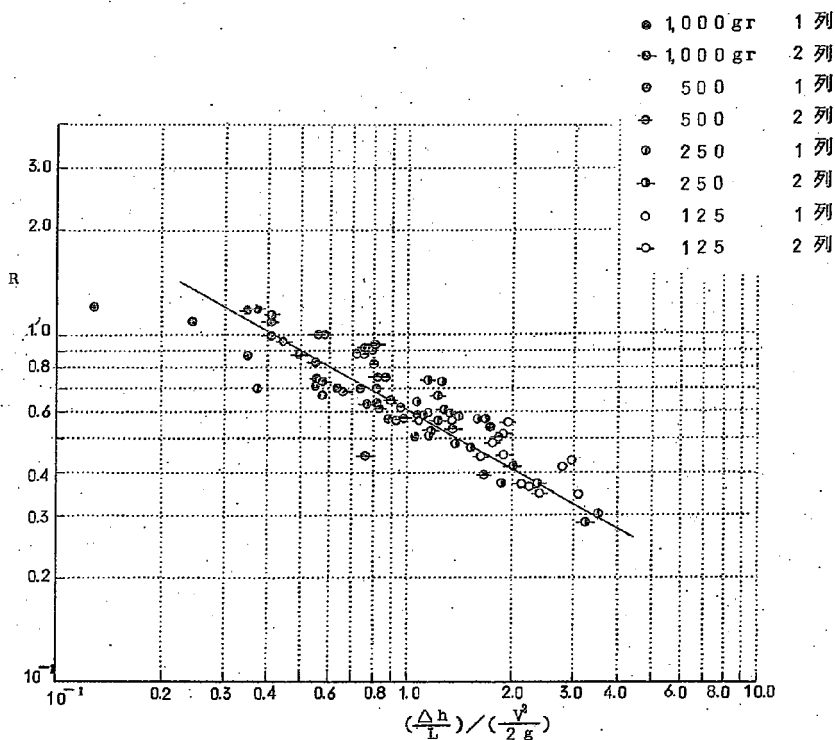


図 - 1 - 3

テトラポッド

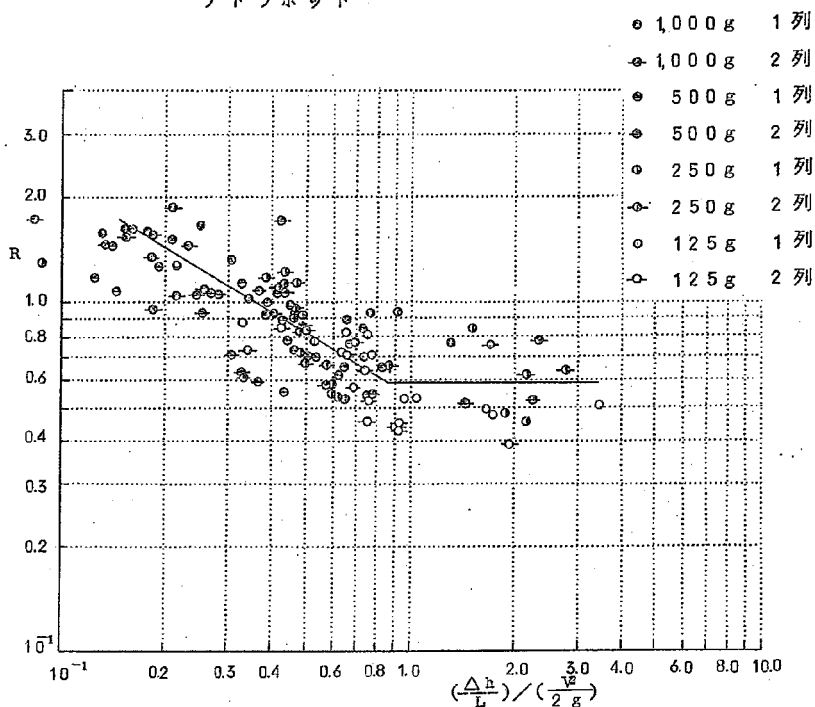


図 - 1 - 4

六脚

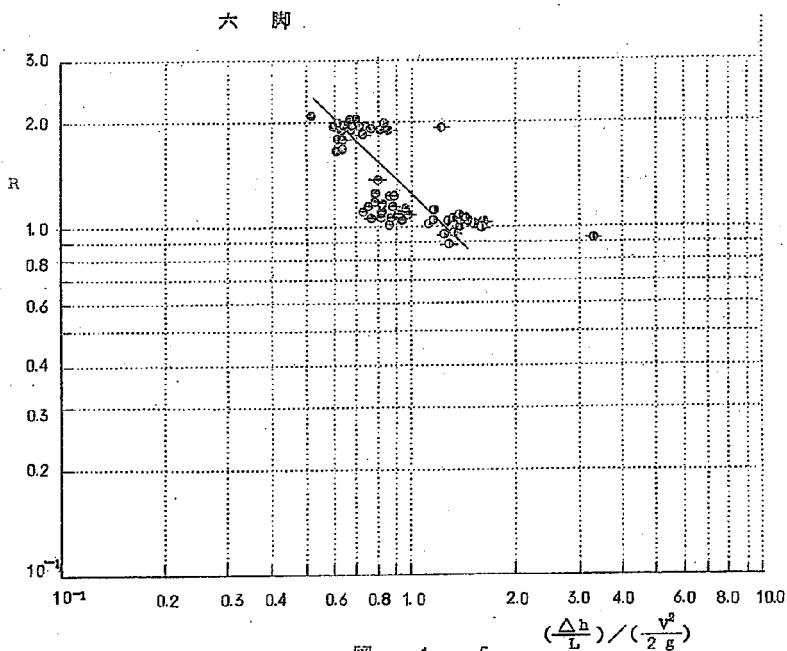


図 - 1 - 5

中空三角とテトラポッドはかなり良く似た結果をあたえているが、 $(\frac{\Delta h}{L}) / (\frac{V^2}{2g})$ が大きくなるとテトラではRが一定値に近くなる。テトラの場合相当径深Rは或る値より小さくならないようにおもわれるが、これはRが小さくなると Δh の変動が僅かの条件の変化に対して大きくあらわれることを意味しているのであろう。テトラの場合、 $(\frac{\Delta h}{L}) / (\frac{V^2}{2g}) > 1.0$ の範囲では実験値のバラツキも相当に大きいため、ハッキリしたことをいうべきではあるまい。

この領域については更に実験をおこなってみる必要がある。

これにくらべ、中空三角は実験値のバラツキも小さく、Rと $(\frac{\Delta h}{L}) / (\frac{V^2}{2g})$ が直線的な関係で結ばれていることがわかる。しかし直線の勾配は-1とは違っているので、

$$\Delta h = f \cdot \frac{L}{R} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

とあらわしたときのfは定数ではなくRの関数であるとおもわれる。

六脚ブロックの場合、勾配-1の直線になるからfの内容は定数値であろう。このことは図-1-6でも確かめられる。f=1.2程度の値とすれば良いであろう。

六脚ブロック

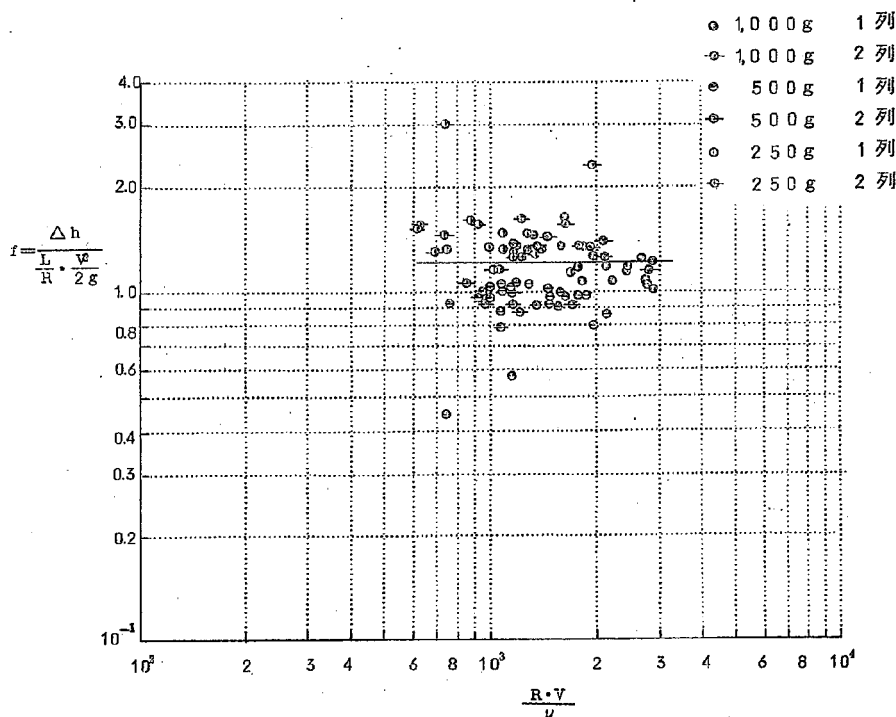


図 - 1 - 6

したがって、六脚に対しては次の(1-12)式が成立する。

$$\Delta h = 1.21 \cdot \frac{L}{R} \cdot \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (1-12)$$

中空三角については、

$$\left(\frac{\Delta h}{L}\right) / \left(\frac{v^2}{2g}\right) \cdot R^{1.76} = 0.414 \dots\dots\dots (1-13)$$

であえられる。

$$\text{つまり、} f = 0.414 \cdot R^{-0.76} \approx 0.414 \cdot R^{-\frac{3}{4}} \dots\dots\dots (1-14)$$

のような形で与えられることになる。

テトラは、 $\left(\frac{\Delta h}{L}\right) / \left(\frac{v^2}{2g}\right) > 0.83$ の範囲では

$$\left(\frac{\Delta h}{L}\right) / \left(\frac{v^2}{2g}\right) \cdot R^{1.6} = 0.361 \dots\dots\dots (1-15)$$

$$f = 0.361 \times R^{-\frac{3}{5}} \dots\dots\dots (1-16)$$

のように与えられる。

このように各ブロックの性質によって異なる結果がでてきたのである。(図-1-7)

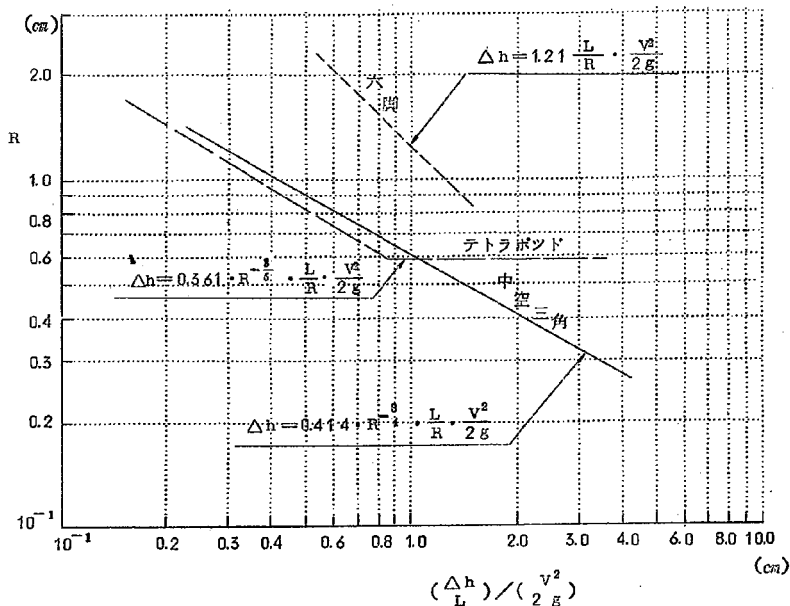


図 - 1 - 7

同じR に対して、テトラポッド、中空三角がおなじ程度の $(\frac{\Delta h}{h})/(\frac{V^2}{2g})$ を与えるのに対し、六脚の対応する値が大きくなる原因の一つとして、次のようなことが考えられよう。

六脚の方が、角張った所が多く、そのような個所では水の流れが剝離して死水領域ができやすいため、実際の流水断面積が上の計算の場合にくらべて非常に小さくなる可能性がある。また、六脚ブロックを積むときには、面と面とがびったりとくっつき、全く水を通さない所ができる。このような面の面積も、上の計算をおこなう際のSの中に入られていた。この点を考えに入れて計算しなおす必要があろう。

このようにまだ改良すべき点がいくつかあるが、1-2で考えた方法にしたがって解析をすすめていくと、大きさのことなるブロックでおこなった実験結果を只一つの関係でまとめることができる。

ブロック類のエネルギー損失に対する効果の一表示として式1-12~1-16をえた訳であるが、この関係と非定常状態の実験結果を組合せることにより、ブロックの効果をしらべる場合の相似律をあきらかにすることができよう。

2 海底変形におよぼす底質材料の影響

2-1 使用した材料の特性

実験用底質材料として砂以外の軽い材料をもちいればどのような効果があるかを一例について試みた。使用した材料は、イオン交換樹脂で、商品名アンバー・ライトと呼ばれているものである。

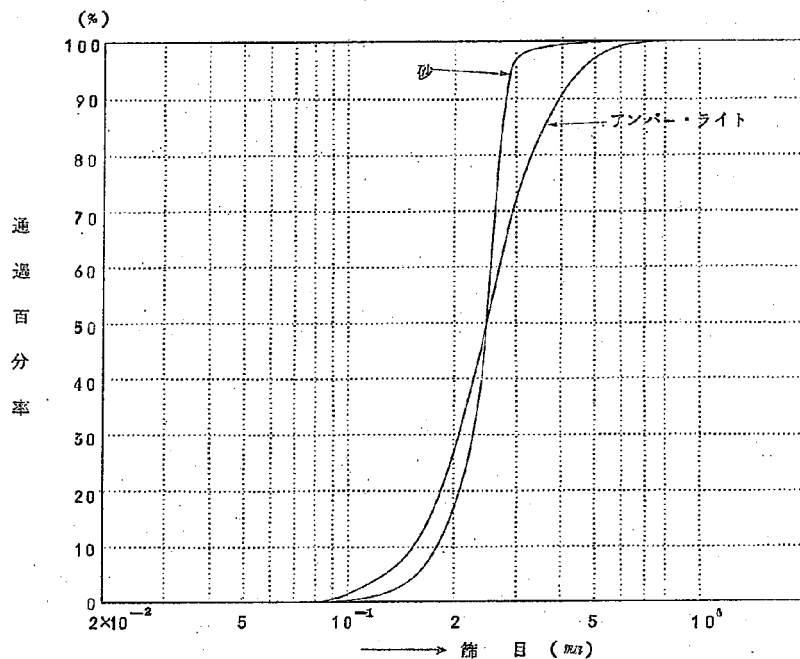


図-2-1 アンバー・ライト粒度曲線

アンバー・ライトの粒度分布は、図-2-1に示めされており、比較のために使用した砂の粒度分布と非常によく似ている。両者とも $d_{50} = 0.25 \text{ mm}$ である。

アンバー・ライトの比重測定の結果は表-2-1にあり、平均で約 1.28 であった。砂の比重は 2.47 であった。

水中での重量比は

$$(\text{アンバー・ライト}) : (\text{砂}) = 0.28 : 1.47 = 1 : 5.2$$

である。

表-2-1 イオン交換樹脂比重測定結果

ふるい目 比重	1 回目	2 回目	3 回目
混 合	1.25	1.27	1.28
1.19 mm			
0.59	1.28	1.21	1.29
0.29	1.31	1.29	1.30
0.149	1.29	1.25	
0.088			

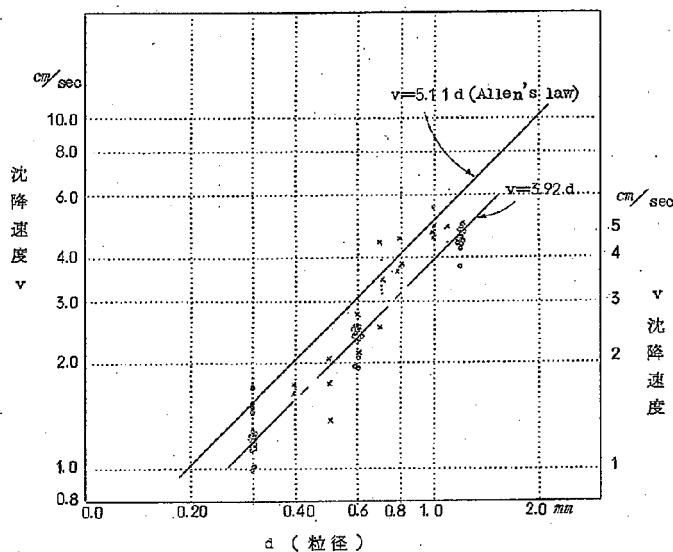


図-2-2 アンバー・ライトの沈降速度

アンバー・ライトの水中の沈降速度は、図-2-2 にしめされている通りであった。

粒状物質の沈降速度は

$$Re < 1 \quad \text{Stokes の式} \quad u = \frac{g \cdot D^2 \cdot (\rho_s - \rho_f)}{18 \cdot \mu_f}$$

$$1 < Re < 500 \quad \text{Allen の式} \quad u = \left\{ \left(\frac{4}{225} \right) \cdot \frac{(\rho_s - \rho_f)^2}{\rho_f \cdot \mu_f} \cdot g^2 \right\}^{\frac{1}{3}} \cdot D$$

$$500 < Re < 200,000 \quad \text{Newton の式} \quad u = \sqrt{\frac{3g(\rho_s - \rho_f)}{\rho_f}} \cdot D$$

であらわされる。

ここで、 u ：最終沈降速度、 D ：粒径、 ρ ：密度、 μ ：粘性係数、 g ：重力の加速度、 s 、 f は、それぞれ粒子、流体をしめしている。

アンバー・ライトの場合にはAllenの式が適用される。

$\rho_f = 1.0$ 、 $\rho_s = 1.28$ 、 $\nu_f = 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$ 、 $g = 980 \text{ cm}/\text{sec}^2$ として計算すると、最終沈降速度を cm/sec で、粒径を mm であらわして、

$$v = 5.11 d$$

をうる。Re 数、 $Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$ を計算すると、 $d_{80} = 0.25 \text{ mm}$ で、 $Re = 3.2$ となって、Allen の式の適用範囲にある。実験値によると、最終沈降速度と粒径とは

$$v = 3.92 d$$

の関係で結ばれている。Allen の式との差は、アンバー・ライトが完全な球状をしていないことに起因するであろう。

アンバー・ライトの水中安息角を測定した所、 $\tan \phi = 0.40$ 、 $\phi = 23.5^\circ$ 、の程度であった。（附表-2-2）

2-2 汀線位置変動速度

初期海底勾配を $1/20$ とし、砂又はアンバー・ライトの底質の海浜が、同一の波条件に対してどのように変形するかをしらべた。堤防などは設置していない。図-2-3は、汀線位置の時間的変動をしめしている。まず、汀線は前進する。その後、後退をはじめる。

アンバー・ライトの後退速度の方が、はるかに大きい。アンバー・ライトの海浜は-1.25 mの所までくるとその前後にゆれうごき平均値としては約1.25 mで、これ以上平均的な汀線位置の変動はおこなないかのようにみえる。

砂の海浜では、後退速度はかなりおそいが、-1.30 m近くに漸近していく形をしている。

砂の場合もアンバー・ライトの場合も、後退しはじめた汀線位置は時間に関してほぼ指数的に変化していく。

両者とも一旦増加してのち減少しているが、再び当初の汀線位置に戻った時間を時間の原点にえらびなおして、後退量 y と経過時間 t の関係をえがくと、半対数紙上で図-2-4、5のようになる。この図上で

$$\log \left(1 + \frac{y}{c_1} \right) = -bt$$

という関係が成立するものと考えて、 $c_1 = 1.30 \text{ m}$ 又は 1.40 m の場合についての計算値をしめしてある。

上で想定したとおり、汀線位置と時間は半対数紙上でほぼ直線的に変化していく。係数 b は変動速度の大小をあらわす量である。二つの材料の変動速度を比較するため、つまりは b の値

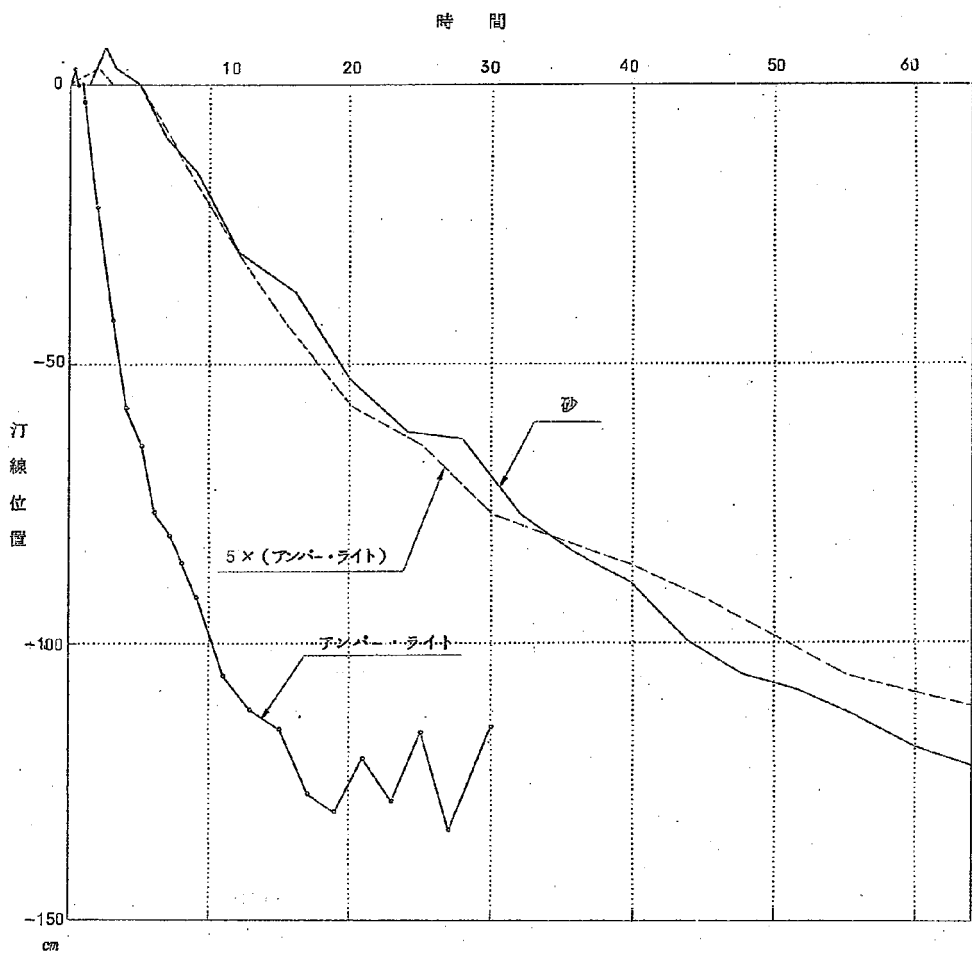


図-2-3 汀線位置の時間的变化

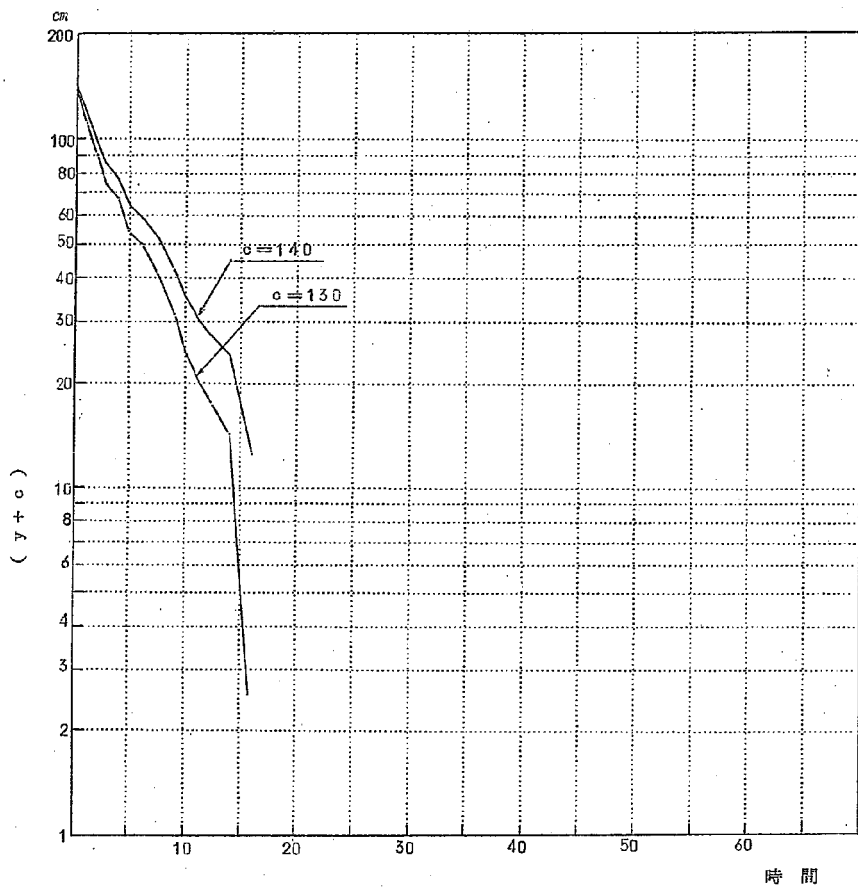


図-2-4 汀線位置の変動(アンバー・ライト)

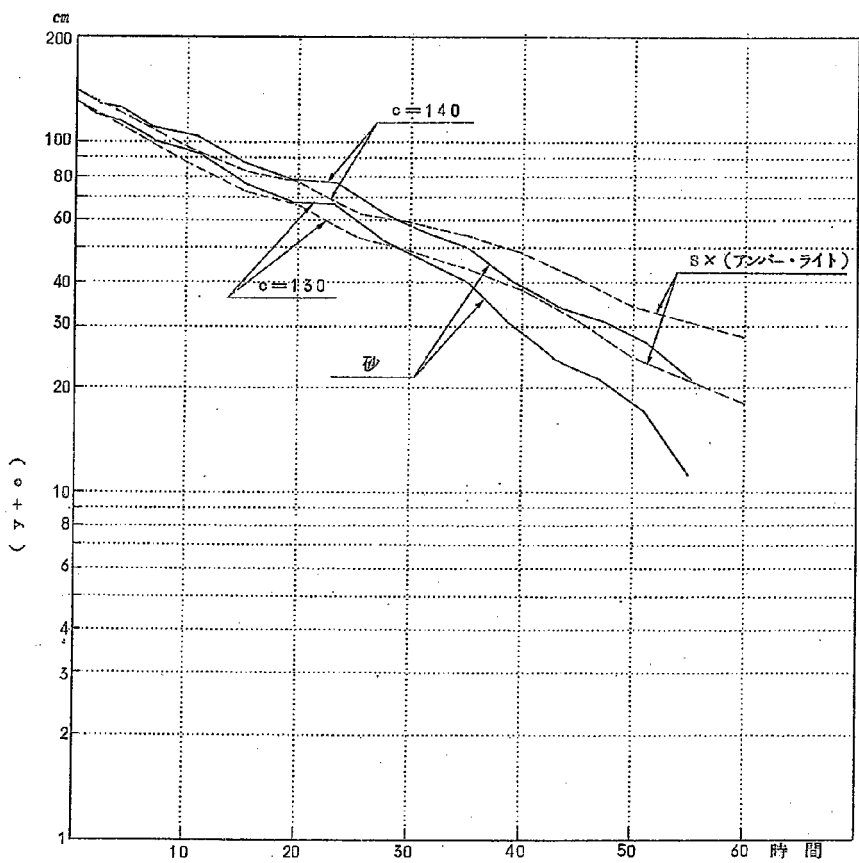


図-2-5 汀線位置の変動(砂)

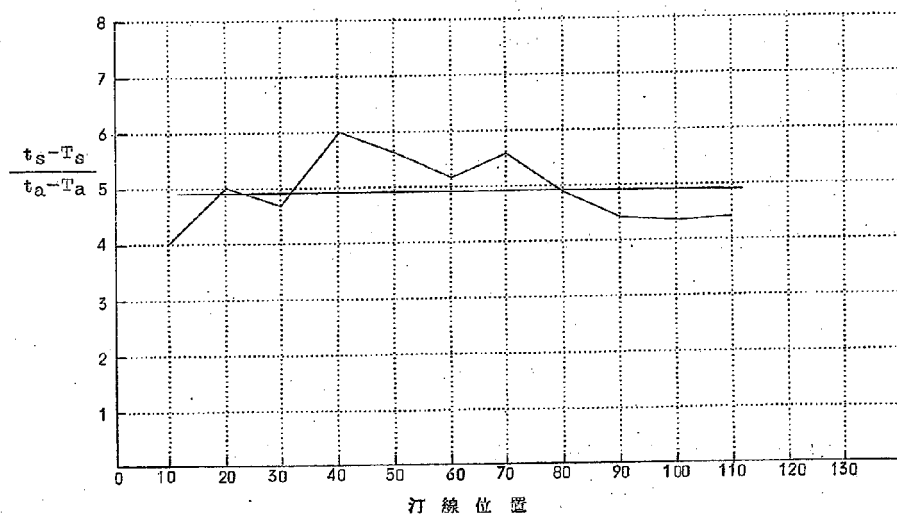
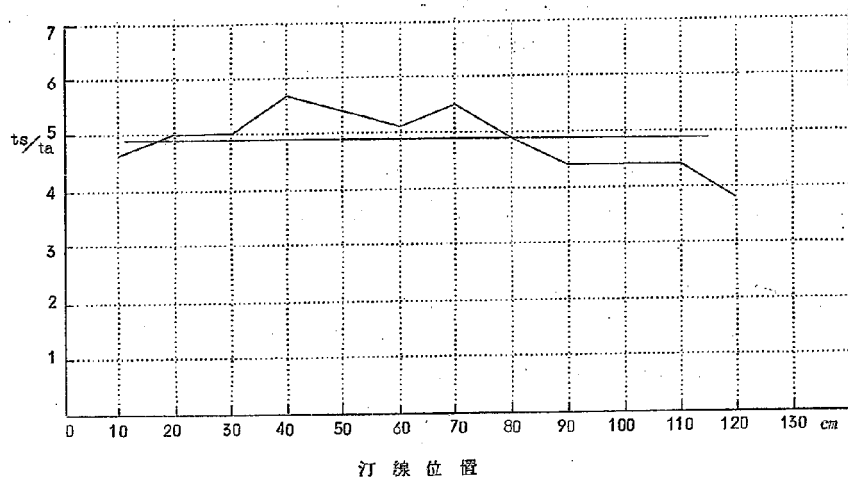


図-2-6 変動速度の大小

を比較するために、同じ汀線位置をもたらしした時間の比をつくって図-2-6にしめす。上図では時間の原点を実験開始時にとり、下図では一時の増加後再び原点にもどった時点を時間の原点にえらんでいる。この後者の場合が、上式の意味での b の比較になっている。平均して5.0の程度になっている。

アンバー・ライトでおこなった実験結果の時間軸を5倍にひきのばすと、図-2-3、図-2-5における点線のとおりのとおりとなり、砂での結果とほぼ一致する。

アンバー・ライトを用いると、砂を用いた場合にくらべ、約 $1/5$ の時間で殆んど同一の結果をうる事が予想される。

ここでつかった二つの材料の水中重量比は、1:5.2の程度であった。他の条件が等しいときには、海底変形は、用いた材料の水中重量比に関係するもののようである。

ただし、このことは、ここでおこなった実験にのみ適用されると考えるべきである。一例のみから他を類推するのは危険でもあるし、また、次の章でのべるように海底地形に差があったりするので、一概にはいえないであろう。

2-3 沿岸砂州の有無

海浜の状態について考察するとき、barを有する海浜であるか、stepをもつ海浜であるかという区別がよく用いられている。barの発生に関しては、Johnson、岩垣・野田、などが砂についておこなっている。底質をアンバー・ライトとして岩垣・野田とおなじ表示によって整理すると図-2-7の通りである。図中、Johnsonの基準、岩垣・野田の曲線も入れてあるが、アンバー・ライトは上の二つとはかなりことになった曲線をしめしている。

実験では初期海底勾配を $1/20$ とし、波を一時間程度あててのち海浜によって判定をおこなっている。

波をあてる時間は、アンバー・ライトの場合には変化速度が早いので、1時間程度で十分であるとおもわれる。

軽量材料によってつくられている海浜の方が、砂の海浜にくらべ、遙かに小さな波によって、暴風海浜にうつりかわっていく様子がうかがわれる。波形勾配がおなじ場合、暴風海浜をつくるに必要な波高は、(砂海浜):(アンバー・ライト海浜)=3:1~5:1の程度である。

これ丈の実験から、海浜形状分類に関する比重の影響を確言することはできないが、材料を変えて実験をする際には、幾何学的な縮尺を考える丈でなく、図-2-7のような条件も考えあわすことが望ましい。もちろん、砂の運動と外力の間の力学的条件について十分の知識がえられていれば、力学的縮尺を採用するのが当然であるが、この条件がわかっていない現在では図-2-7のようなことも考慮した実験をおこなうべきであろう。

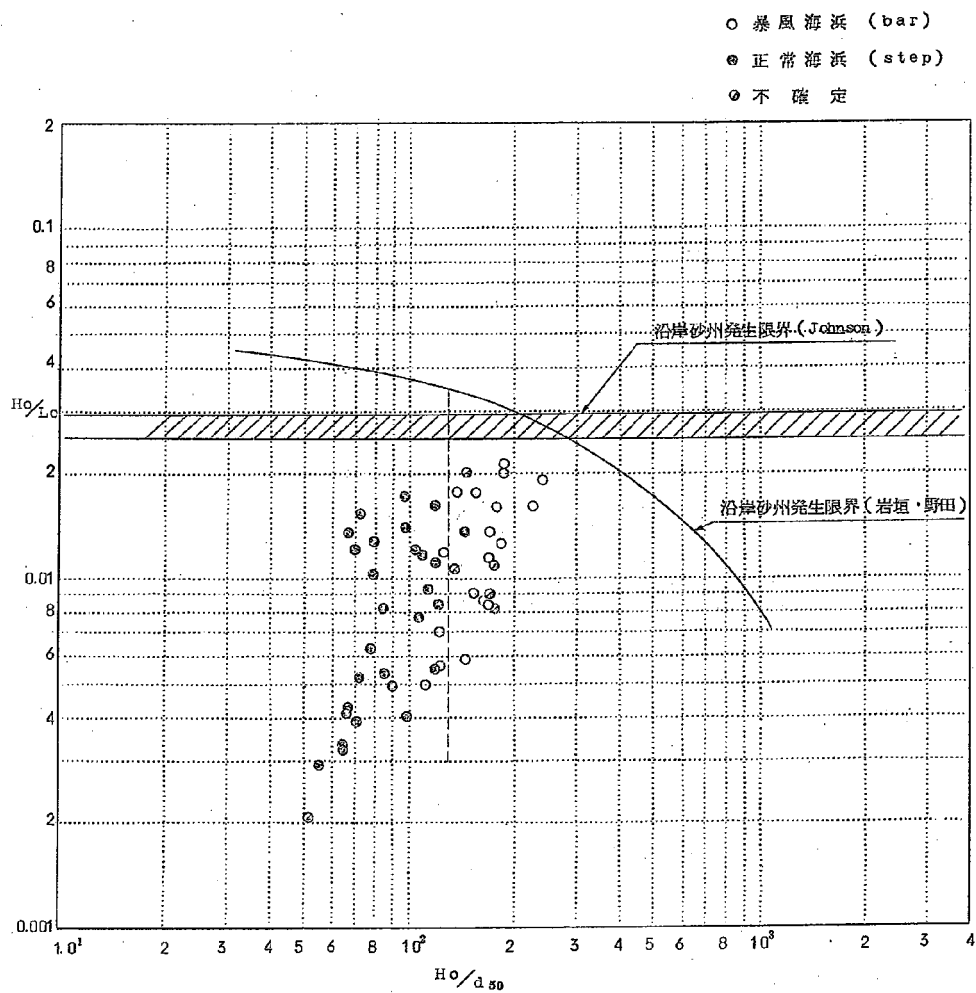


図-2-7 イオン交換樹脂による海浜変形実験

2-4 砂レンの発生消滅

汀線の移動、沿岸砂州の形成などは、かなり巨視的に海浜の形状を眺めたことに相当しよう。砂と水との相互に作用する力学的な条件については、細い観察をおこなわずに、生じた結果のみに言及していたといっても良い。実は、巨視的な意味での海浜変形は、小さな動きが集まって生じたものであるから、微視的な運動をぬきにして考えるのはあまり良いことではない。とはいっても、乱流状態になった条件下で、水や砂の運動を規制する関係をみいだすのは容易でないから、ここではまず砂レンの発生および消滅の限界について考えてみた。

両条件については、Manohar の提案した ψ 関数の値による判定がある。 ψ' は

$$\psi' = \frac{u}{\left(\frac{\rho_s}{\rho_f} - 1\right)^{0.4} \cdot g^{0.4} \cdot \nu^{0.2} \cdot D_{s0}^{0.8}}$$

という形をしている。ここで、 u : 最大流速、 ρ_s : 粒子の密度、 ρ_f : 流体の密度、 g : 重力の加速度、 ν : 流体の動粘性係数、 D_{s0} : 中央粒径である。

Manohar は砂レンの発生条件として $\psi' = 9.23$ 、消滅条件として $\psi' = 2.090$ を与えている。

$\rho_s = 1.28 \rho_f$, $\nu = 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$, $D_{s0} = 0.25 \text{ mm}$, を与えると、

発生条件として

$$u = 16.6 \text{ cm/sec}$$

消滅条件として

$$u = 37.6 \text{ cm/sec}$$

をうる。

我々は実験結果から

発生条件として

$$u = 7.2 \text{ cm/sec}$$

消滅条件として

$$u = 15.0 \text{ cm/sec}$$

を推定しえた。

発生条件の u は微小振巾波による計算値、消滅条件はプロベラ型流速計による測定値である。この後者は、微小振巾浅水波としての流速、又は微小振巾長波としての流速と大体同程度の値であった。この2つとも、Manohar の実験での流速測定にくらべて精度がおとっているが、それにしても倍以上の差がでる程違っている可能性はない。Manohar の実験では外力条件は完全に水平方向のみの運動として与えられていた。しかし現実には鉛直方向の運動があり、また圧力分布も水平方向に異なっている。軽量物質の場合、次の2-5でみるように深い所まで容易にうごかされることがあるので、外力条件の若干の違いが結果に大きく作用することも考え

られよう。

我々はManohar の値にくらべ、約 $\frac{1}{2.5}$ の流速をうることとなった。

2-5 底質の動き

底質が波によってうごかされる形式には種々あるが、砂レンが消滅した場所で、深さ方向にどのような動きをしめしているかをしらべてみた。

図-2-8 は一測定例である。観測窓の所に尺をあて、底質粒子の水平方向の運動振巾を測定してある。これから、指數的に振巾が減衰している様子が読みとれる。測定例全てについて、深さを普通目盛、振巾を対数目盛りにとると、図-2-9、10 のようになり、殆んどすべての実験例で、例外なく、指數的に振巾が減っていくことがわかる。

深度 h における振巾 A は

$$A = A_0 \cdot 10^{-ah}$$

によってあらわされよう。

a の値を計算すると、0.1 ~ 0.16 位の値をとるが、どういふ条件によって a がきまるかは明確でない。

A_0 は砂表面にある砂粒子の運動振巾であるが、これも流速と無関係にきまるようにおもわれる。

流速の測定値は 1.3 ~ 1.7 cm/sec 程度である。もし、流速が長波理論によって与えられるとすると、測定個所の波高をつかって試算しても、大体オーダーは 1.5 cm/sec 位で一致する。

流速は $\frac{H}{d}$ (d : 水深, H : 波高) に比例する。流速と砂表面での振巾には関係があるものとおもわれるが、図-2-11 にみられるように明確な関係がなく、同じ流速に対して異なる振巾があらわれる。

流速の測定値と表面振巾の関係をしめすと図-2-12 の通りである。やはり明確な関係はえられない。

図-2-13 は、水深と表面振巾の関係であるが、水深の深い所では振巾も大きくなるようである。しかし、これも明確なものとはいえない。

減衰勾配は、図-2-14、15 にみられるように、ほぼ一定であるとしてよからう。

W · L ▽

条 件

θ = 28

T = 1.5

H = 2.8

実験 T = 1.53

H = 3.08

砂 連 限 界 = 1.0 m

測 定 位 置 水 深 = 5.0 cm

Scale

V = 1

H = 10

—— 手前
- - - 向う

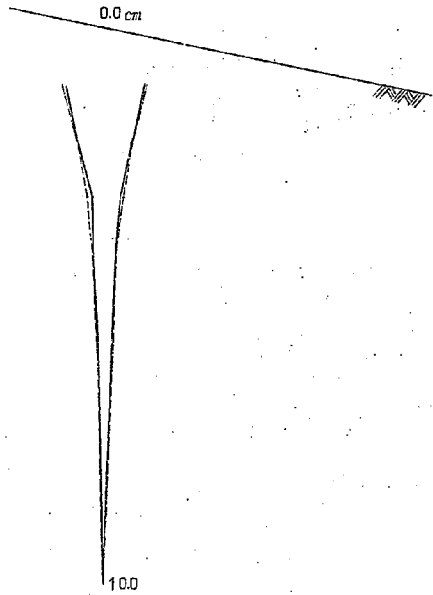
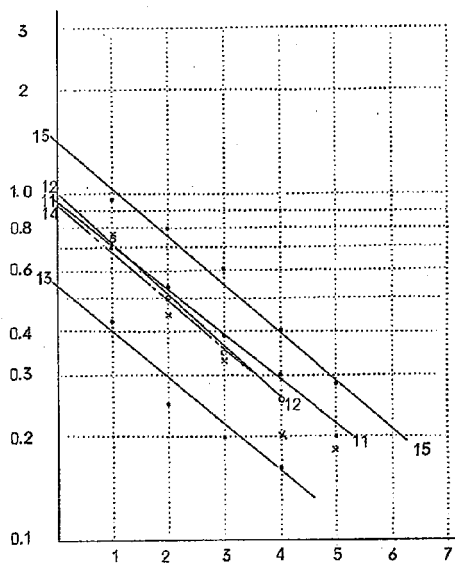
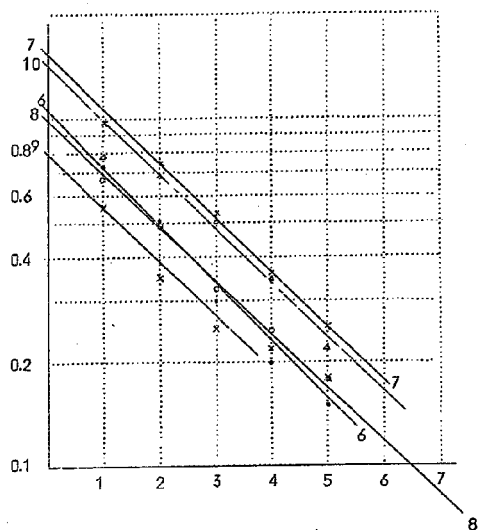
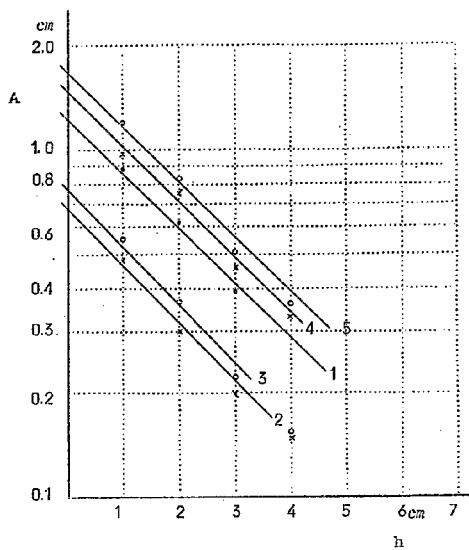


図 - 2 - 8



□ - 2 - 9

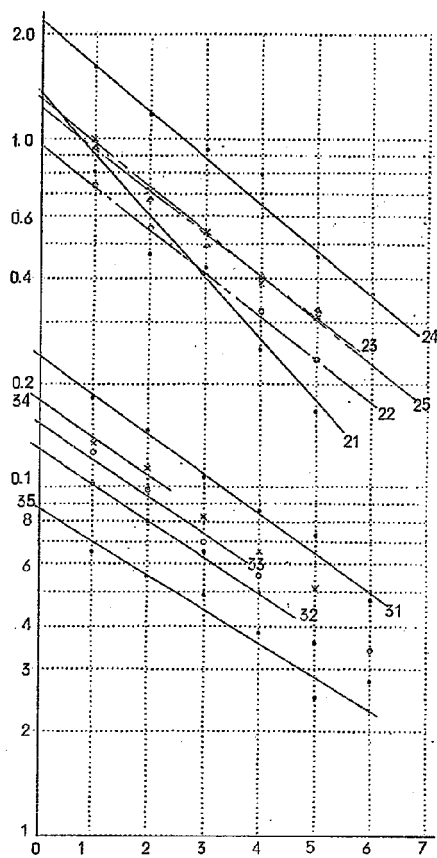
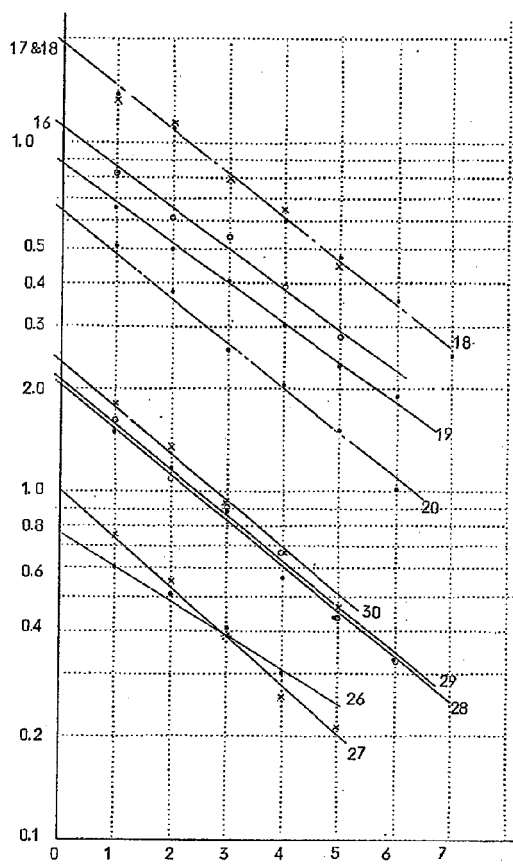


图 - 2 - 10

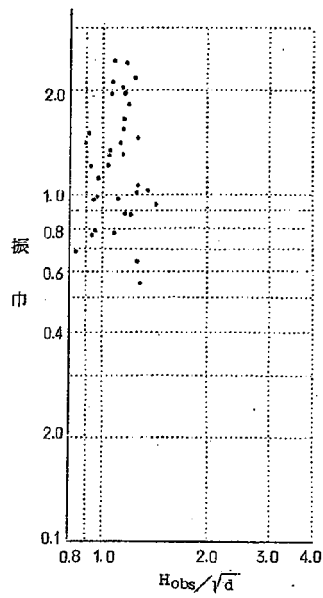


図 - 2 - 1 1

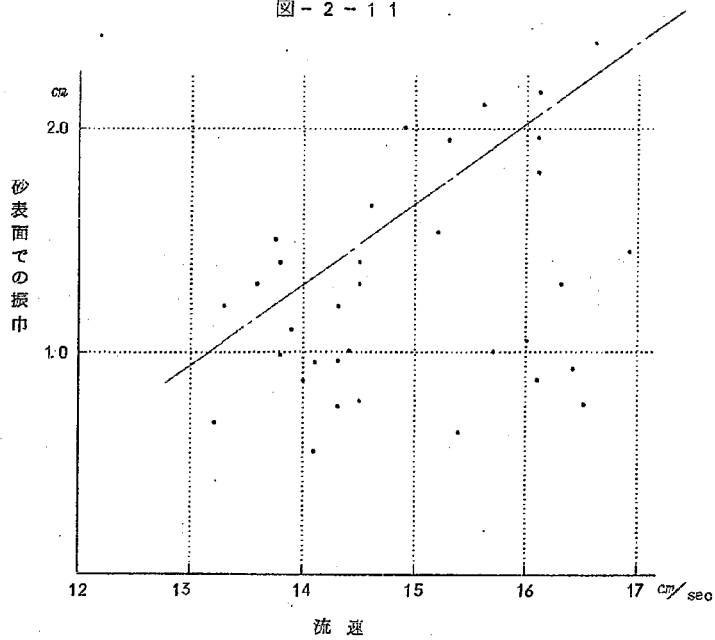


図 - 2 - 1 2

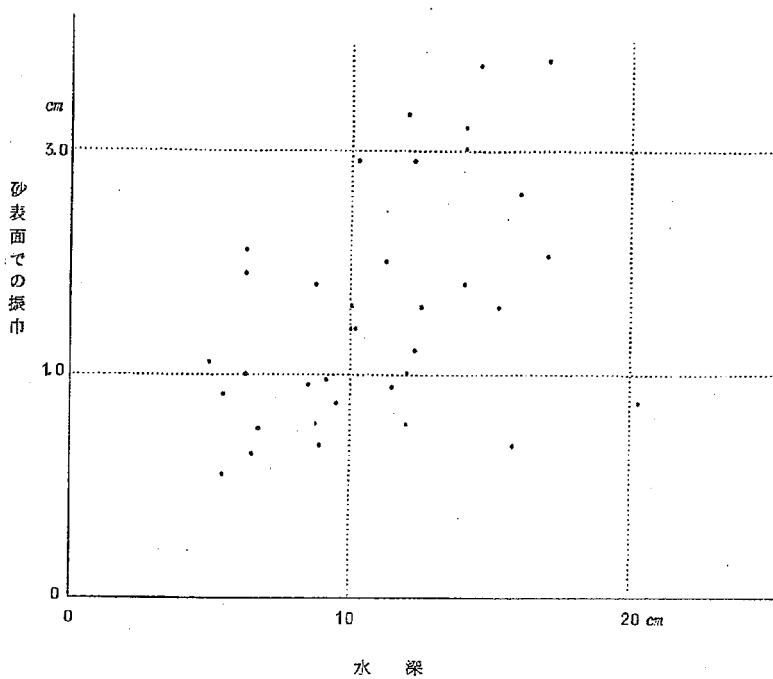


図 - 2 - 1 3

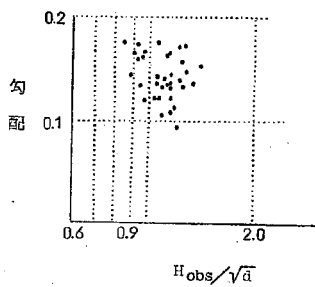


図 - 2 - 1 4

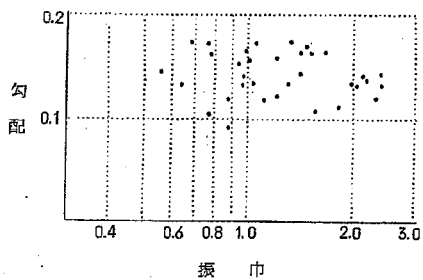


図 - 2 - 1 5

3 根固工の効果に関する実験

3-1 実験条件と装置

根固工の効果についての実験は、土木研究所の二次元水槽でおこなわれた。この水槽は長さ17.0m、深さ0.75m、巾0.60mである。測定部分はガラス張りとなっており、断面形の測定は左右両側のガラス面でおこなった。

底質は、砂またはアンバー・ライトの二種類とした。

実験条件をまとめると表-3-1の通りである。

表 - 3 - 1

底 質	初期海底 勾配	堤 防	ブロック	波 H ₀ (cm)	周 期 T (sec)
砂	1/20	なし	なし	6.7 ^{cm}	1.2 ^{sec}
		あり	なし		
			250 ^B テトラ		
			250 ^B 六脚		
アンバー・ ライト	1/20	なし	なし	13.2 ^{cm}	1.6 ^{sec}
		あり	なし		
			57 ^B テトラ		
			250 ^B テトラ		
	1/10	なし	なし		
		あり	なし		
			57 ^B テトラ		
			250 ^B テトラ		

3-2 海底勾配 1/20、底質・砂

初め、1/20 勾配の海浜をつくり、波をあてる。海浜は次第に変形していく。汀線に注目すると、その移動の状態は2-2でのべたような経過をたどってうつりかわっていく。約80時間波をあてると、断面形状の変化は非常に小さくなってくる。そこで、82時間後の海底断面（S₀とする。）を新たな基準にとり、この断面での汀線の位置に堤防をすえ、さらに波をあててその後の変動をしらべていく。つぎに堤防とブロック類の組合せの効果をみるためには、やはりS₀の状態から出発することにした。この点は、あとでのべるアンバー・ライトの場合と違っている。例えば、図-3-1は一例である。この図中には、最初の1/20 勾配の断面、82時間波をあてつづけた後の断面S₀、S₀の状態になってから堤防を汀線に設置してさらに60時間経過したのちの断面、以上の三断面が記録されている。

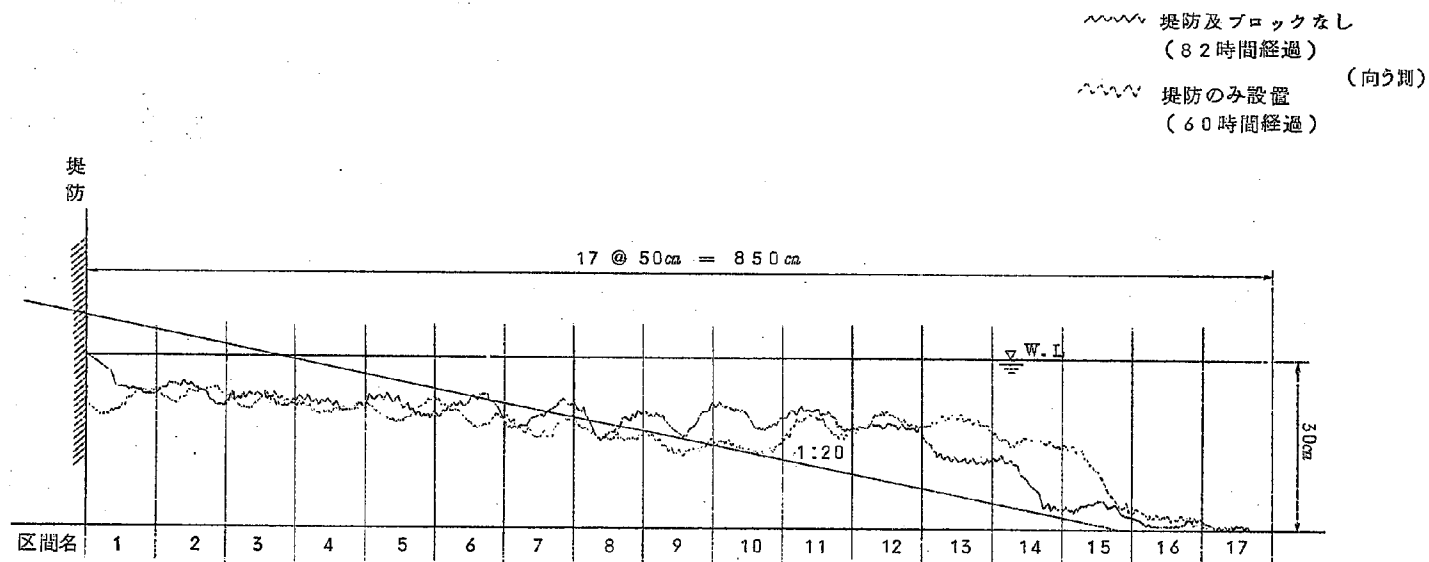
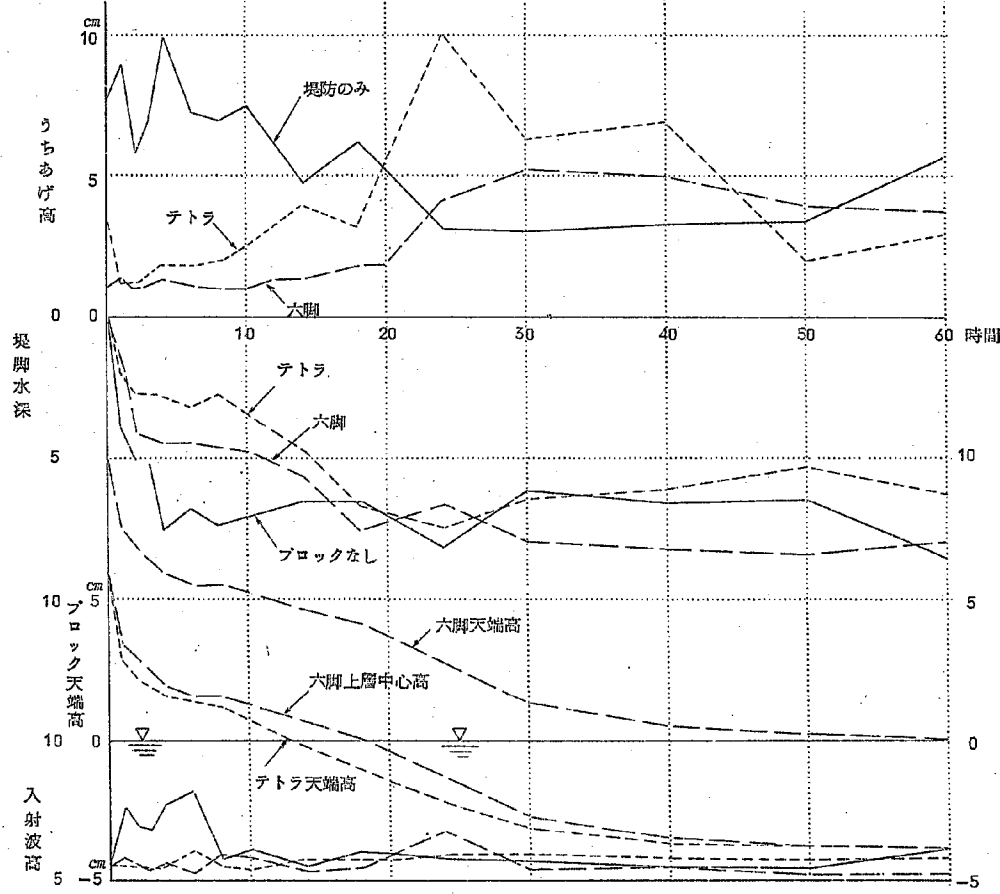


図 - 3 - 1

海底勾配 1/20 堤防勾配 直立 初期堤脚水深 零
底質 砂



実験結果を図一三二、一三三にまとめる。

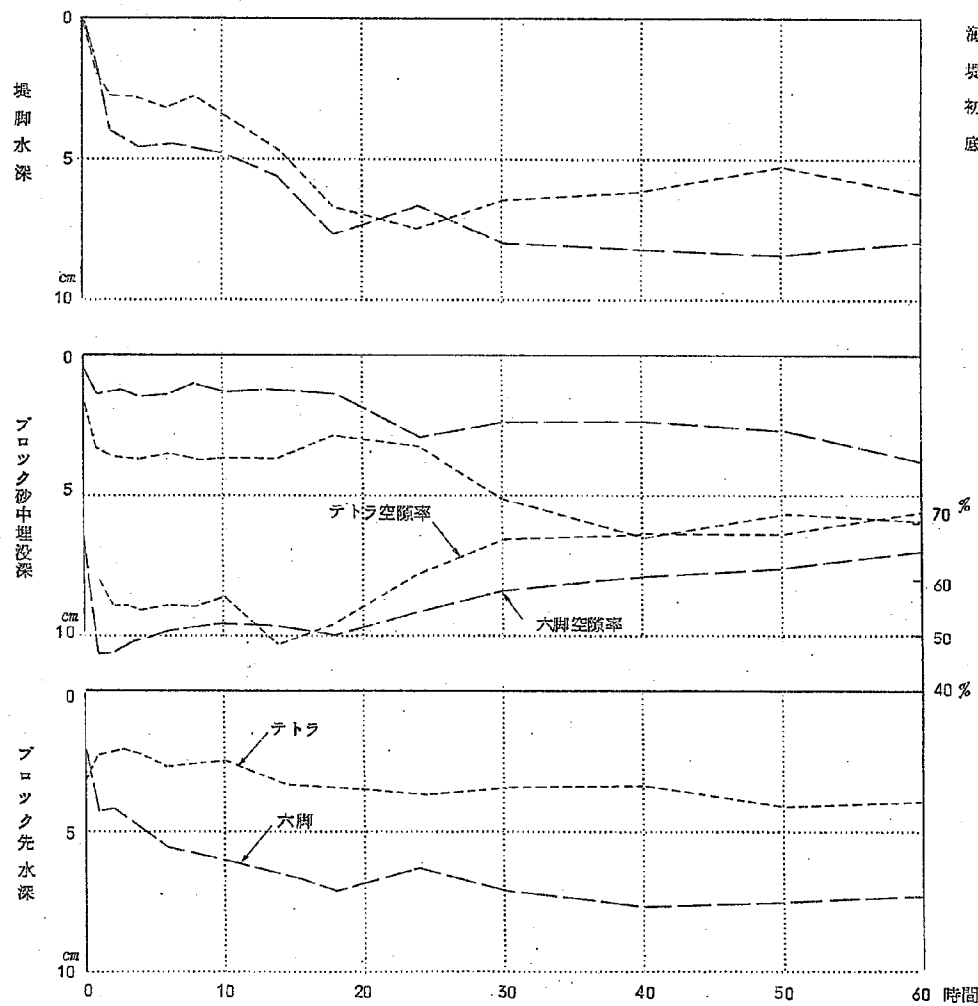
図一三二

海底勾配 1/20

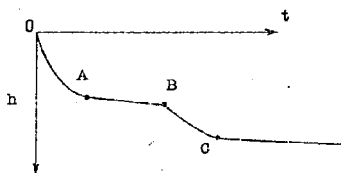
堤防勾配 直

初期堤脚水深 零

底質 砂



堤脚水深は時間とともに深くなっていく。この掘れていく経過をたどってみると、次図のように典型化できよう。



堤防のみをおいた場合、AとCとが一致した形をしている。ブロックをおくと、AからBにいたる間の変化の割合は、ブロックのない場合にくらべてゆるやかになる。

A点にいたる間では、ブロックの天端高も急に変化する。ブロックの天端高の変化は、堤脚水深とブロック沖側部分の水深との平均であたえられる

ような水深の変化と、ブロックの砂中へのめりこみ量との合成された結果であたえられる。

A点にいたるまでにブロックの砂中へのめりこみは一応完了する。つまり、ブロックの重みを支えることのできる丈のめりこみが終る。こののち、かなりの間では、ブロックの砂中埋設深は殆んど一定のまま保たれる。

A-B間では、堤脚水深、ブロックの砂中めりこみ量、うちあげ高も、変化が小さく、一定値に近い値をとる。テトラの場合、この間でブロック先水深もほとんど一定に近い値を与えているが、六脚の場合にはブロック先水深は徐々に洗掘されていく。

ブロックは、この間で上層のブロックが初めの位置からずれおちていくために、平均の天端高はやはり低下していく傾向にある。

B点に達するまで、砂底から静水面までの間にブロックのしめる率はテトラの場合約45%、(いいかえれば空隙率が55%)、六脚の場合は約50%である。

B点に到達したのち、堤脚水深はまた深くなり始め、C点に達すると、もはやブロックの有無に殆んどかわりのない深さになる。

B-C間で、テトラの天端高は静水面以下に潜ってしまい、うちあげ高は急激に大きくなっていく。

上層部テトラが静水面下に入りこんでくるため、空隙率が一時的には減少するようになるが、うちあげ高は減少しない。

このことから、うちあげ高に影響するようにブロックを配置しようとするれば、静水面より若干上にブロックの天端がでているようにおく必要がある。

どの程度静水面上にだしておかねばならないかを量的に決定するのは困難である。

六脚ブロックの場合には、上層につんであるブロックの中心位置が静水面にある時にC点が生ずる。

うちあげ高はB-C間で徐々に大きくなっていく。しかし、六脚の場合には上にのびた足のためにうちあげ高は影響を受ける。六脚の天端高(これは上層の六脚ブロックの上にのびた足の先端の高さであるが)が静水面位置に達すると、うちあげ高に対してもブロックの効果はな

くなくなる。

以上をまとめると、ブロックの効果は次のようになる。

- (i) O-A間の洗掘速度をおとすこと。
- (ii) A-B間の殆んど堤脚水深変化のおこらない状態をつくること。
- (iii) うちあげ高を軽減すること。

ブロックの効果を保持するためには、次のようなことに注意すべきであろう。

- (i) テトラの場合、天端高が静水面より若干上にあるように保たなければ根固めとしての効果も、消波工としての効果も期待されない。
- (ii) 六脚の場合、上層に積んだ六脚ブロックの中心の高さが静水面より若干上にないと根固めとしての効果がない。
- (iii) 六脚の場合、天端高が静水面位置に達すると、消波工としての効果もなくなる。

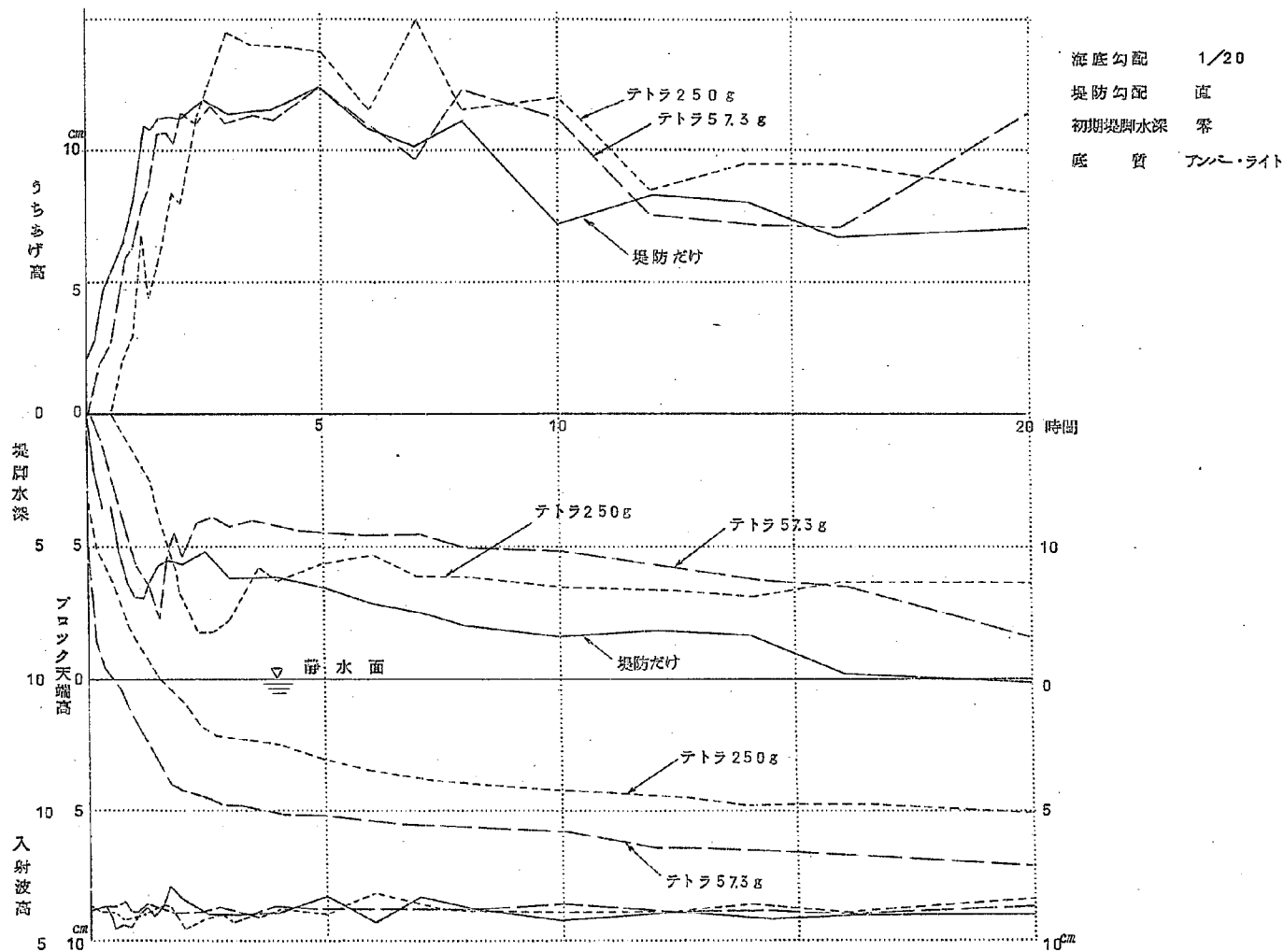
3-3. 海底勾配 $1/20$ ，底質・アンバー・ライト

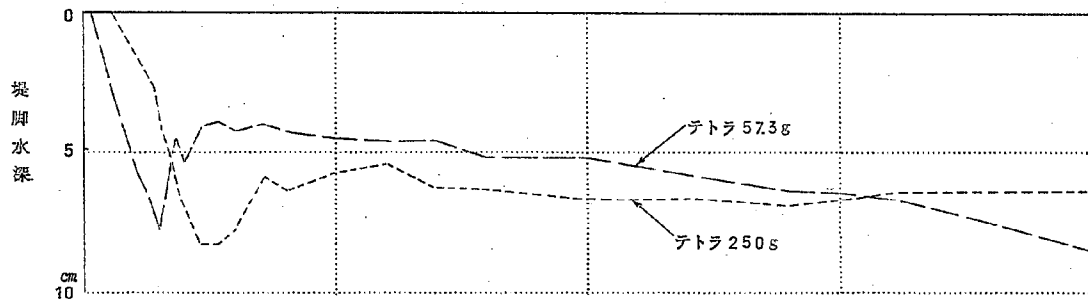
この条件下では、まず初期海底勾配を $1/20$ とし、堤防をおかない場合；堤防のみを汀線においた場合；堤防の前面にテトラをおいた場合の各実験をおこなった。

実験結果のうち、堤防をおかない場合については2-2にのべておいたから、その他の三つの場合について、図-3-4，3-5に示す。

底質がアンバー・ライトの場合には、初めの間の堤脚水深の変動の状態についてみると次のようにいうことができる。

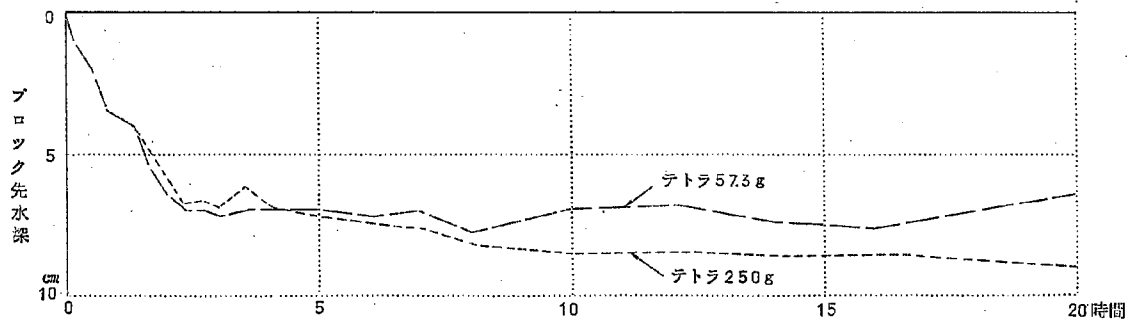
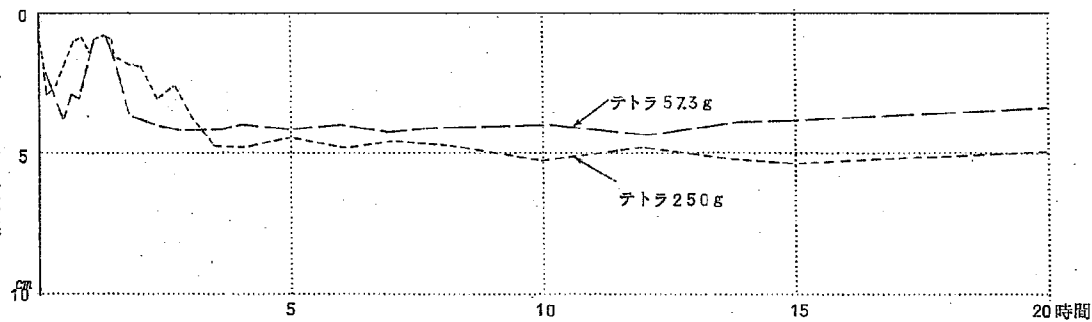
砂でおこなったようなO-A-B-Cという経過がみられなかった。砂の場合には堤防のない状態で約82時間波をあててのち、海底変形が小さくなったとみとめられてから堤防を設置したのであったが、この場合には、堤防なしの状態でも波をあててをせずに堤防をおいた。この二つの方法の違いから、上のような堤脚水深変化の曲線に差が生じたものとおもわれる。また、底質の違いも影響したに違いない。





海底勾配 1/20
堤防勾配 直
初期堤脚水深 零
底 質 アンバー・ライト

図 一 三 五
ブロック砂中埋没深



この実験の場合、堤脚水深は

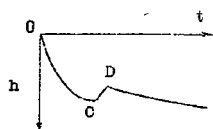


図-3-6

のような経過をたどって変化した。0-0間の変化の速度は根固工の有無にかかわらず大きな違いはない。

ブロックは、波がやってくると下の底質がゆさぶられて摩擦力がへりブロックに対する支持力の減退をきたすから、まずしずむ。その後、0点に対応する時間までかなり早くしずんだが、0点以後、その沈下速度はめだってゆるやかになる。

ブロック沖側の水深も、0点までは急激に減少し、0点以後は非常に変化が少くなる。

ブロックの砂中へのめりこみ量をみると、最初のゆすりこみによる沈下のうち、ブロック部分の砂がとられるため埋没深は浅くなる。

この時期にはブロックの天端はまだ静水面より若干上にある。このため、波が底質をゆりうごかすにしても、砂の動きが海底表面近くにとどまっているためか、支持力に期待出来るようである。ブロック天端が静水面上にでていると、250gテトラの場合、堤脚水深の洗堀速度は若干ゆるやかになる。

さらに堤脚およびブロック先水深が掘れていくと、ブロックの天端も沈下していき、堤脚が0点に達してのちは天端沈下量もめだってへる。砂中埋没深もほとんど一定となり、ブロック先の水深、うちあげ高もあまり急激な変化はみられなくなる。

0点が生じたのち、D点がかかる。D点は3-2の実験においてはあまり顕著ではなかったものである。他の状態が殆んど変化しない時期にD点があられるのは、ブロックの影響が堤脚のごく近傍にのみ生じていることによると考えられる。

このことは、図-3-7~3-9によってもあきらかであろう。たとえば波をあてて1時間後の海底断面形では、250gのテトラの影響は沖合120m位まであらわれているが、14時間、20時間経過すると、沖合40cm位までの範囲にしかブロック類の影響はあられず、それより外海ではブロックの有無はさして関係ない。ブロックの影響は堤防のごく近傍のみにあらわれているだけである。

以上から、次のような事を指摘できよう。

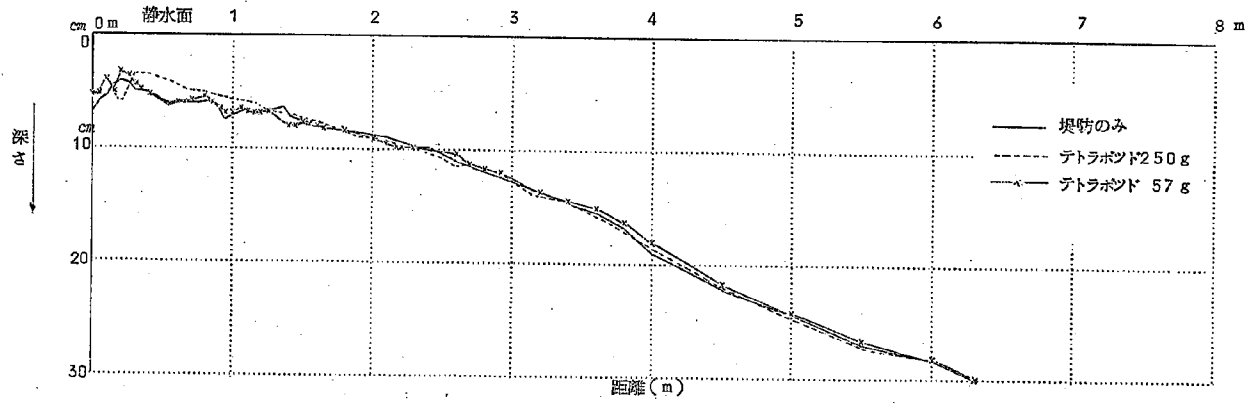
- (i) テトラの天端高が静水面より上にあることはこの場合も、わずかであるが良い結果をもたらしている。
- (ii) 時間が経過するにつれ、ブロックを設置したことの影響は堤防のごく近傍のみに限られてくる。

海底断面変化図

初期勾配 : 1/20

底 質 : アンバー・ライト

1 時間後海底勾配



1 時 3 0 分後海底勾配

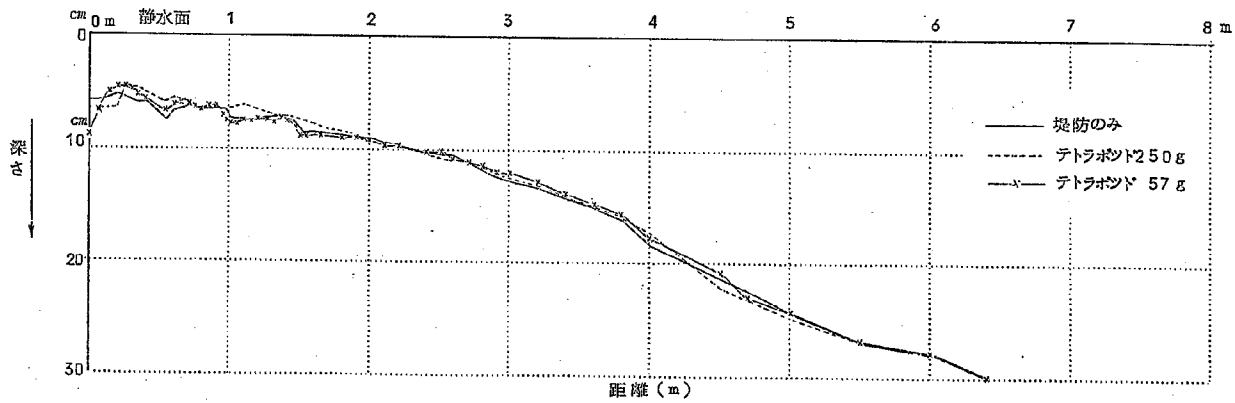


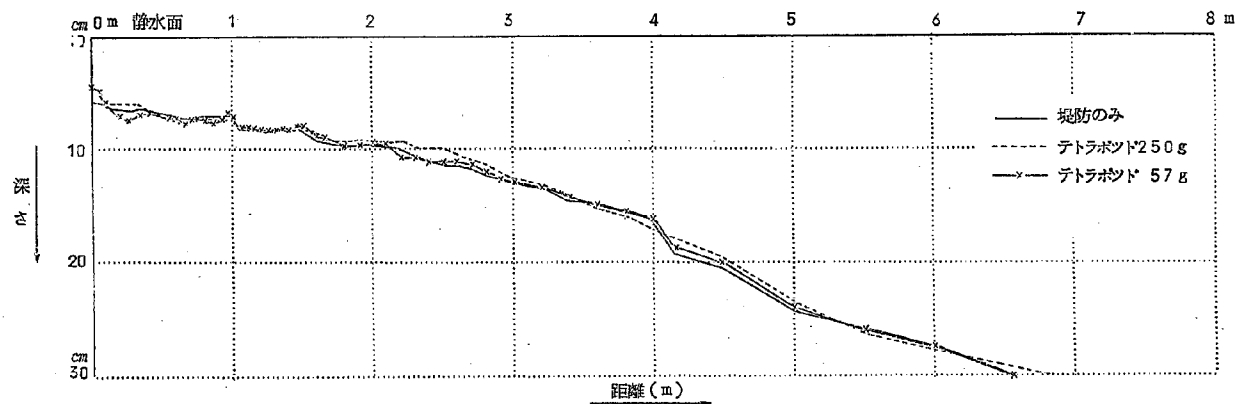
図 - 3 - 7

海底断面変化図

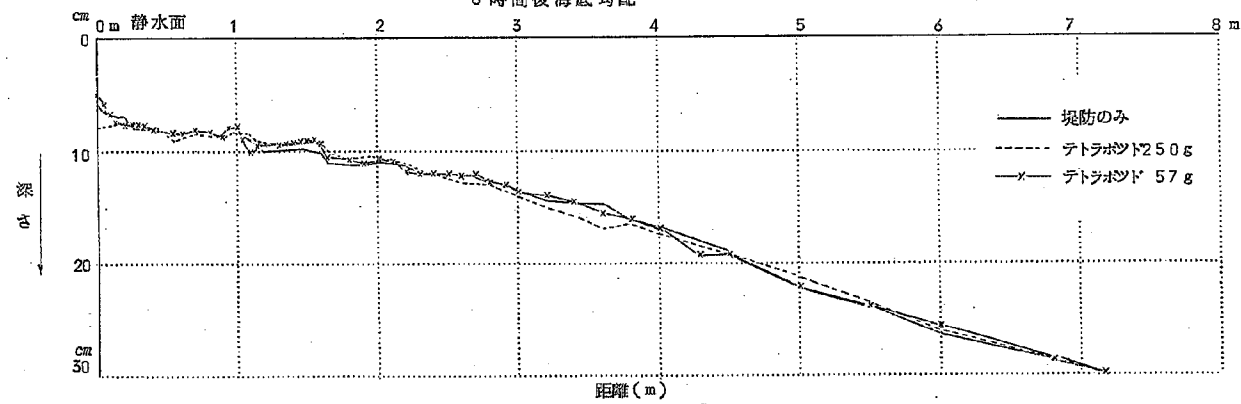
3 時間後海底勾配

初期勾配: 1/20

底 質: アンバー・ライト



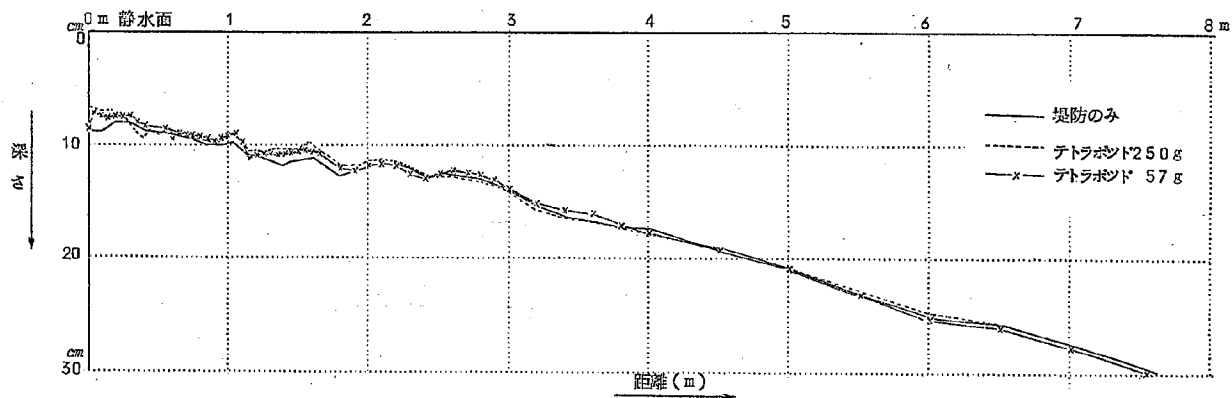
8 時間後海底勾配



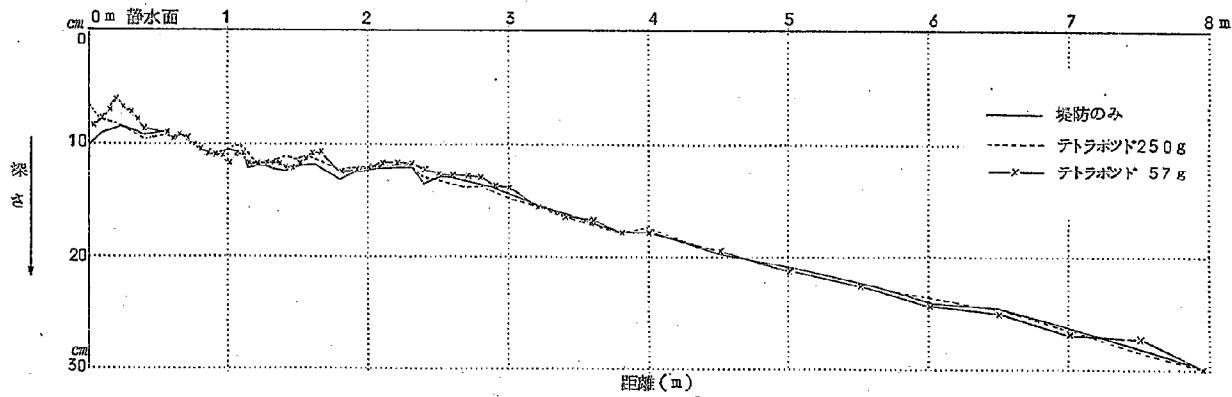
14 時間後海底勾配

初期勾配: 1/20

底 質: アンバー・ライト



20 時間後海底勾配 1/20



(Ⅲ) 3-2 でみられた A-B にいたる緩和区間がないため、ブロックの効果があまりあらわれていない。

このことは、根固工の効果を確かめる実験では、相似律をあきらかにし、実験条件について正確な判断を下すことがいかに重要であることをしめしている。これらの点で若干の間違いをしても、生じてくる結果に大きな差をもたらすことがあろう。

3-4. 海底勾配 $1/10$ ，底質・アンバー・ライト

実験方法は 3-3 とおなじである。実験結果を図-3-10 にあげる。

この場合、外力条件が大きいためもあるが急激に変化する。堤防のない状態での初期の汀線に相当する個所の水深変化も同時にしめしてある。

これで見ると、無堤時の水深変化の方がはるかにゆるやかであることがわかる。しかも、有堤時にくらべて半分位であった。このことから判断すると、堤防をおくと堤脚位置の水深は深く掘れ、海浜変形にかえって悪影響をもたらしたような印象をあたえる。しかし、砂の移動量についてみると図-3-11 の通りであって、堤防のある場合の方が無堤時にくらべて砂移動量は小さい。ブロックの存在は砂移動量の大小には大きな影響を与えていない。

堤脚水深の変化は 3-3 の場合とおなじく、O-O-D という経過をたどる。

この $1/10$ の場合についてはあまりに変化が早すぎて十分な実験をおこなうことができなかったが、

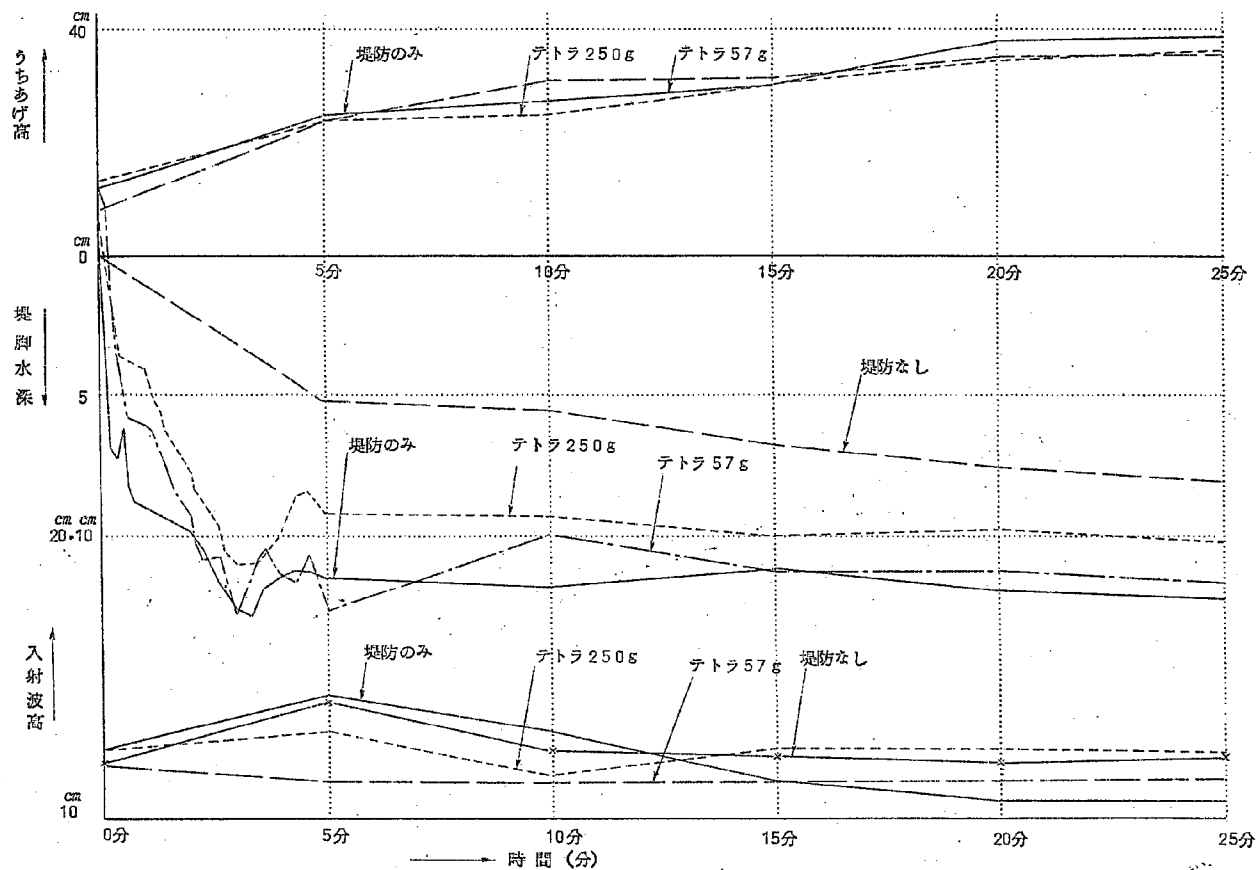
(i) 堤防を設置すると、堤脚位置での洗掘は無堤時の約 2 倍程度が期待される。

(ii) 堤防をおくと砂移動量はへる。

(Ⅲ) 根固めブロックは、砂移動量などには大きな影響をもたらさず、堤脚のごく近傍の海底のみに影響をおよぼす。

ことがいえる。

海底勾配 1/10, 底質アンバーライト, 堤防勾配 直立, 初期水深 零。



底質移動量

海底勾配 1/10

底質 アンバー・ライト

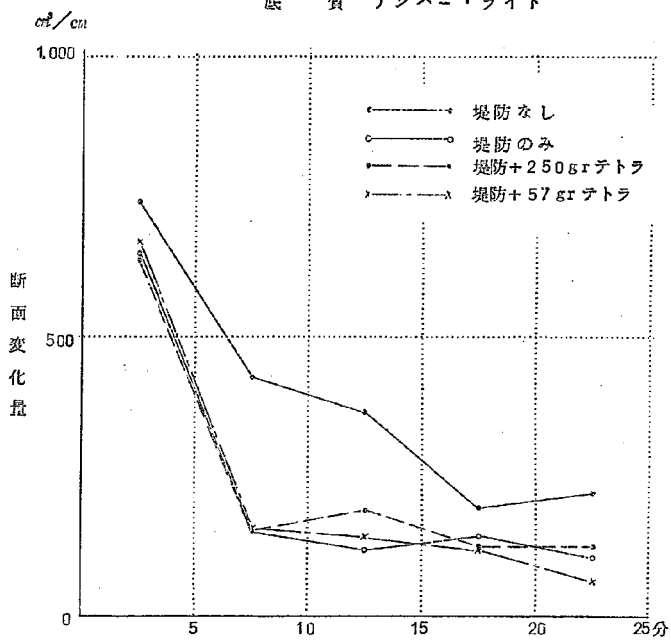


図 - 3 - 11

4 流速計の非定常流での検定

4-1 検定した流速計の種類と概要

検定した流速計は、差圧式流速計と電界式流速計の二種類であり、次にその概要を示す。

1) 差圧式流速計

この流速計のピックアップ部分は、ピトー管の原理を用いたもので、その先端にて動圧と静圧を測定できるようになっている。圧力は、ビニール製パイプで差圧計に導びかれ、差圧計内部で圧力差を歪ゲージに生ずる電気抵抗変化におおしてとりだすようになっている。

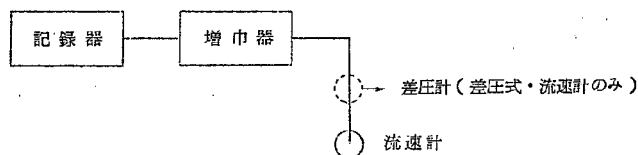
2) 電界式流速計

流速計の先端は、四枚の金属板が羽根状になっていて、これが $1/4$ 回転すると1パルス記録できるようになっており、回転数により流速を求める。

4-2 検定装置およびその方法

検定を行った水槽は、土木研究所赤羽分室の26水槽（長さ17.00m，巾0.60m，水深0.30m）で、その一端に一定周期に繰返し運動ができる装置がある。（図-4-1）

検 定 概 略 図



検 定 装 置

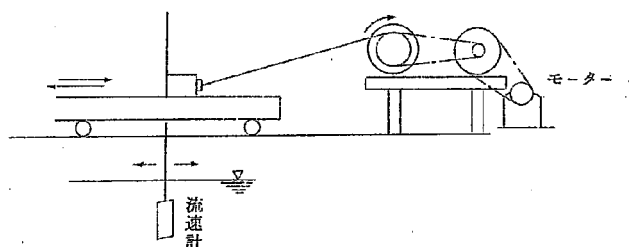


図 - 4 - 1

検定に用いた周期は、0.8秒から1.8秒までの区間で1秒間隔に、また振巾を各周期毎に3種類(8.1cm, 9.95cm, 12cm)にして検定した。

4-3. 検定の結果

1) 差圧式流速計

実験で得た値は理論値に比較して小さい値であり、最大流速を記録する時間のずれは0.2秒から0.3秒の範囲である。これら時間のズレは、振巾および周期の影響を受けることなく一定の傾向がある。

実験値を X とし、それに相当する理論値を Y としてプロットすると図-4-2のようになり、1次関数の関係が適用できる。これを最小自乗法によって計算した結果 $Y = 1.704X - 9.1776$ という関係が得られた。

信頼係数0.95のもとで X に対する関数 Y の真の値の信頼限界は図-4-2に点線で表わした。

以上の結果より、今回検定した差圧式流速計は流速が40cm/sec位のときに最も良い精度で測定できることがわかる。

2) 電界式流速計

実験で得た値が、理論値と比較して、大きく記録された。この流速計では振巾が大きくなる程、周期が短くなる程理論値との差が大きくなる傾向がある。

最大流速の時間的なずれは振巾および周期が長い程大きい、その範囲は0.05秒以下である。

実験値を X とし、それに相当する理論値を Y としてプロットすると図-4-3に表わしたように一次関数の関係が適用できる。この関係を最小自乗法により求めると $Y = 0.6743X + 4.4417$ である。

信頼係数0.95のもとで X に対する Y の真の値の信頼限界は図-4-3に点線で表わした。

以上の結果より、今回検定した流速計は、流速が30cm/secに近い値の場合に最も良い精度で測定できることがわかった。

4-4. 結果の判定

以上検定で得られた結果によると、流速が30-40cm/secに近い場合に比較的良好な結果が得られるが、流速が10cm/sec以下になった場合、理論上は測定可能であっても実験の装置、および流速計の構造から判断して、良好な結果が得られないと思われる。

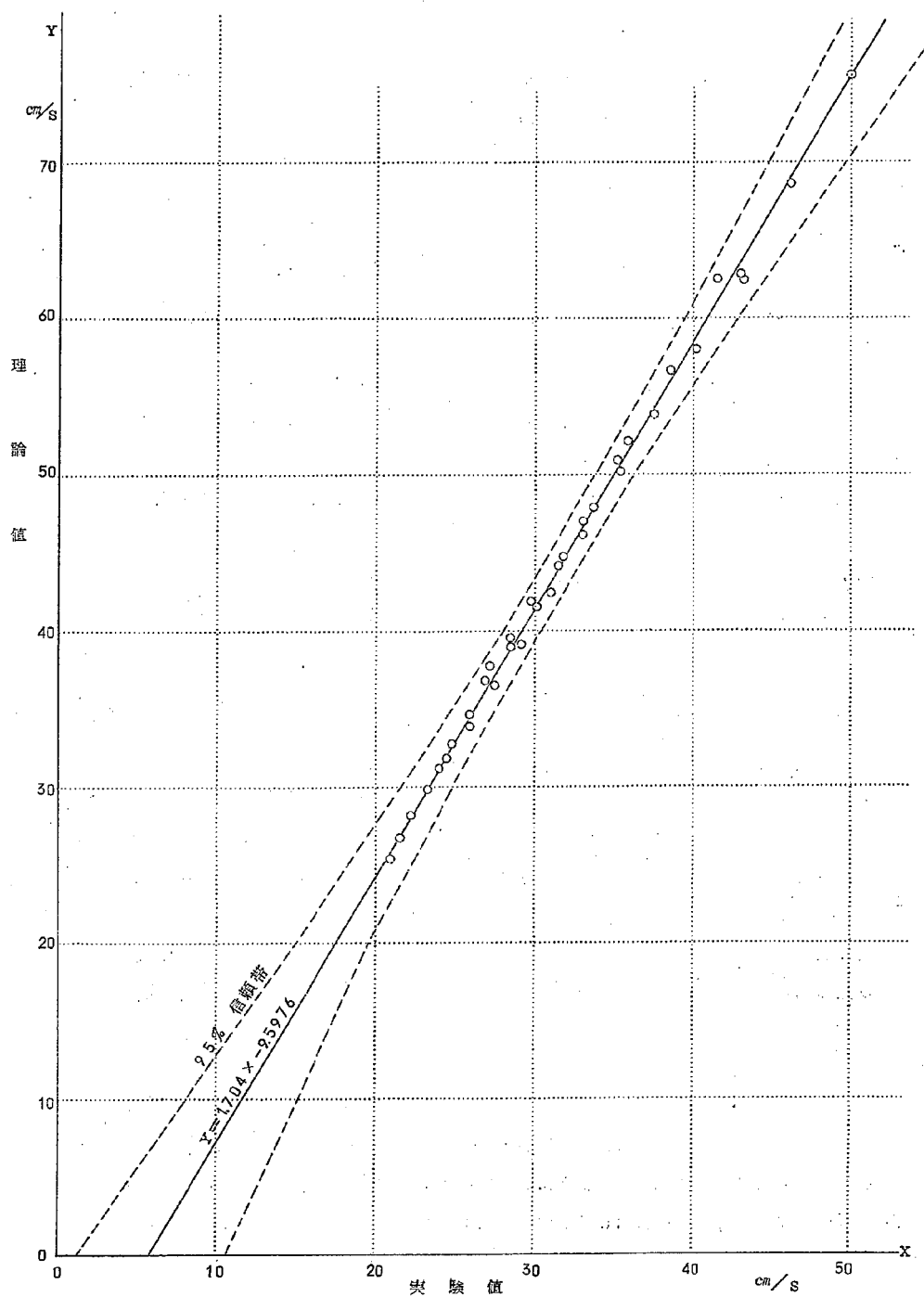


圖 - 4 - 2 差 壓 式 流 速 計

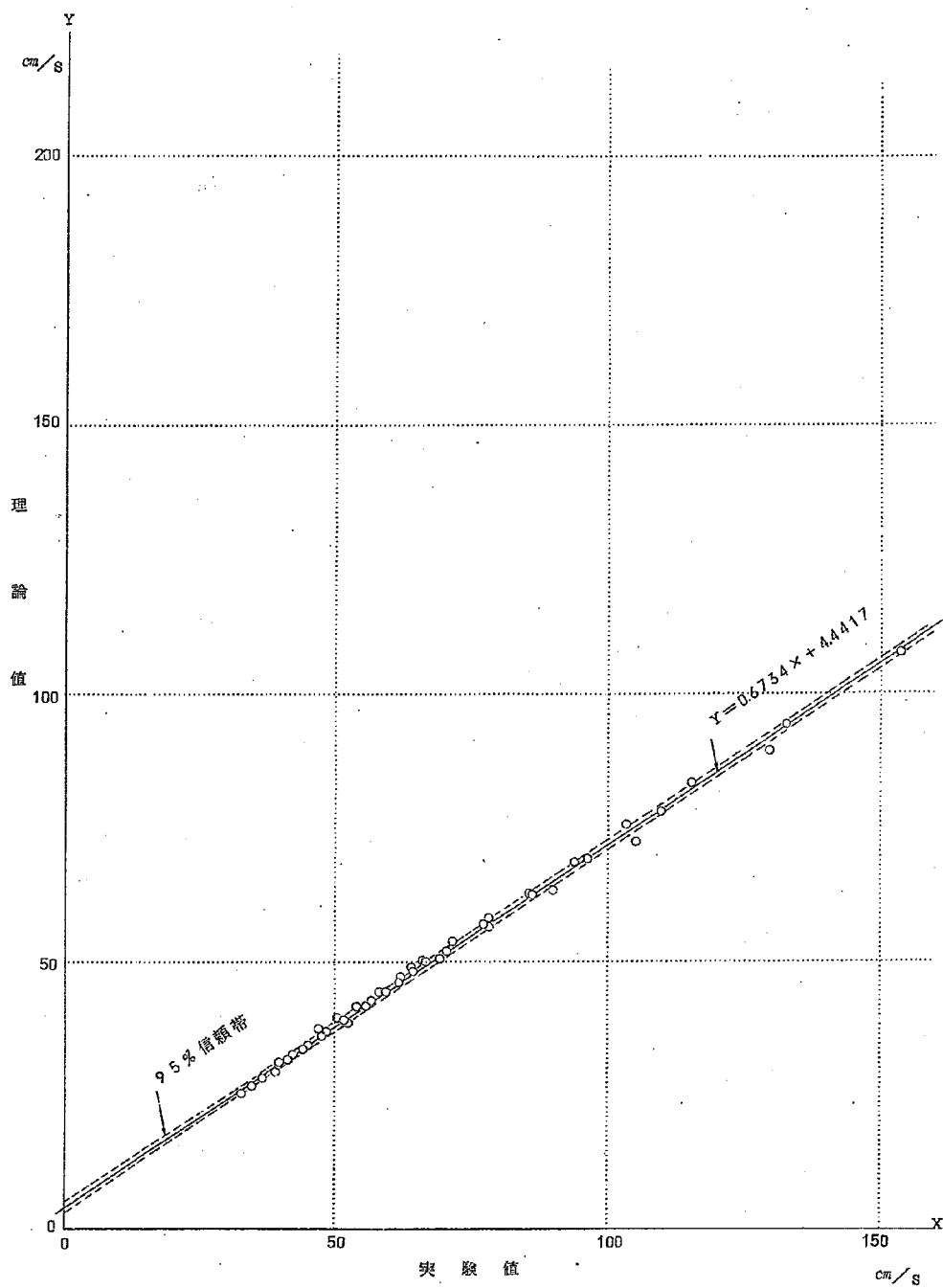


圖-4-3 電界式流速計

5 結 語

以上で40年度に実施した根固工に関する実験の結果をまとめたが、まだ必ずしも十分なものであるとはいえない。

根固工の効果に関する実験にあたっては、二種類の現象に関する実験をまずあきらかにしなければならない。

第一にブロック類の特性である。或る外的条件として与えられた水理条件に反応したブロック類があらたにどのような水理条件をつくりだすかがまず問題である。

ついで、ブロックが存在することにより変化をうけた水理条件が、海底にどのように作用してこれを変えていくかである。

それぞれの課題のなかには、未解決の問題が数多く含まれており、ひとつづつ解決していかなければならない。

与えられた水理条件を明確に把握するための測定装置も不完全であるため、流速計の非定常流による検定などもおこなったのであるが、これらの計器の精度は小さな水槽でおこなう実験には適当なものとはいえなかった。

今後は、ブロック類の特性、海底変形の状態についての実験をさまざまなスケールでおこなって、そこに支配している力学的条件をあきらかにする必要がある。

なお40年度の実験および資料整理は、奥山、および池辺技官が担当した。

テトラポッド

2 空隙率 (250gr の場合)

水深 (cm)		水深 の 差	ブロック の 体 積 V cm ³	空隙体積 S cm ³	空隙率 $e \% = \frac{S}{S+V}$
ブロック有	無				
1.0	0.9	0.1	12.4	83.6	0.871×10^2
2.0	1.5	0.5	49	143	0.745
3.0	1.9	1.1	124	164	0.569
4.0	2.6	1.4	173	211	0.549
5.0	3.3	1.7	236	244	0.509
6.0	4.2	1.8	223	353	0.612
7.0	5.3	1.7	223	449	0.669
8.0	6.0	2.0	285	483	0.629
9.0	6.8	2.2	335	529	0.612
10.0	7.6	2.3	359	601	0.626
11.0					0.66
12.0					0.688
13.0					0.718
14.0					0.733

附 1 - 1 - 1

六脚ブロック

2 空隙率 (250gr の場合)

水深 (cm)		水深 の 差	ブロック の 体 積 V cm ³	空隙体積 S cm ³	空隙率 $e \% = \frac{S}{S+V}$
ブロック有	無				
1.0	0.95	0.05	10.7	93.6	93.6
2.0	1.7	0.3	76.1	162.0	81.0
3.0	2.25	0.75	190.3	200.9	66.5
4.0	3.0	1.0	253.8	276.3	68.5
5.0	3.6	1.4	355.3	326.3	65.0
6.0	4.15	1.85	469.4	351.1	58.0
7.0	5.1	1.9	482.1	451.9	64.0
8.0	6.0	2.0	507.5	527.3	65.0
9.0	6.85	2.15	545.6	590.0	65.0
10.0	7.8	2.2	558.3	678.1	67.3
11.0	8.75	2.25	570.9	766.3	69.0
12.0	9.7	2.30	583.6	854.4	70.8
13.0					

附 1 - 1 - 2

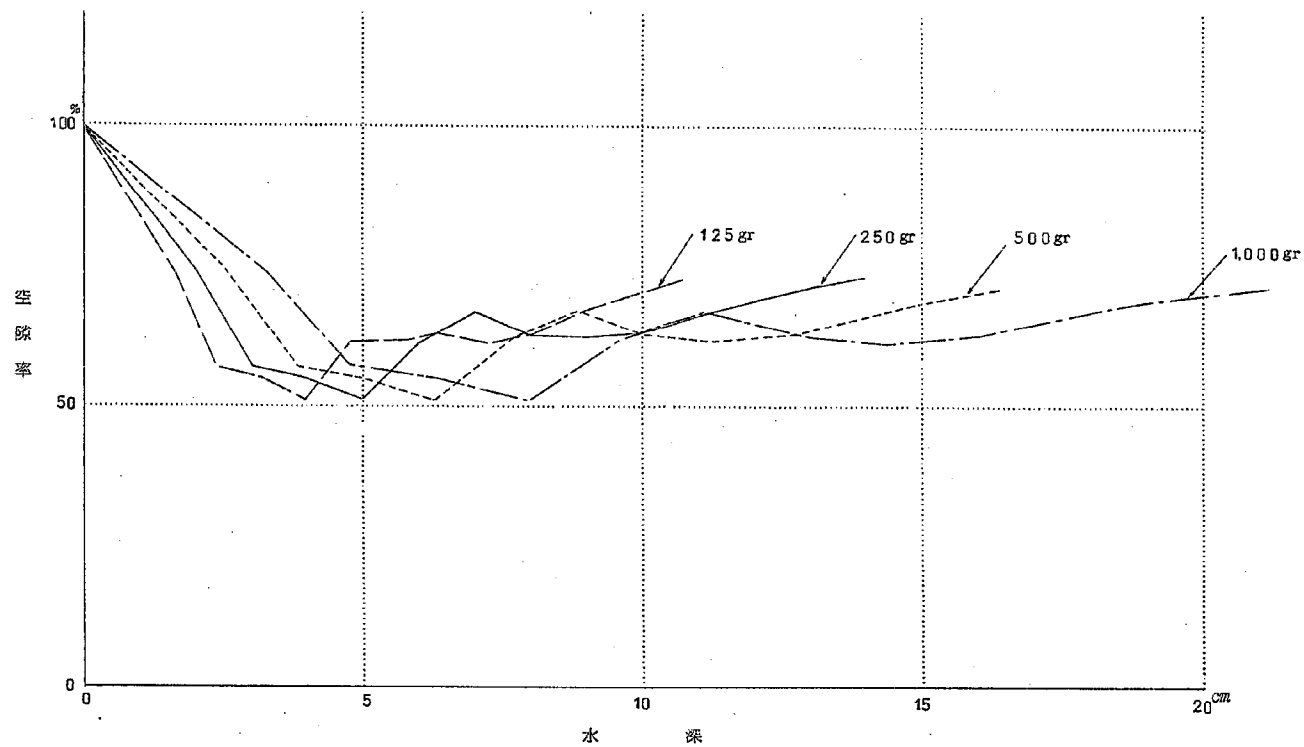
中空三角ブロック

2 空隙率 (250gr の場合)

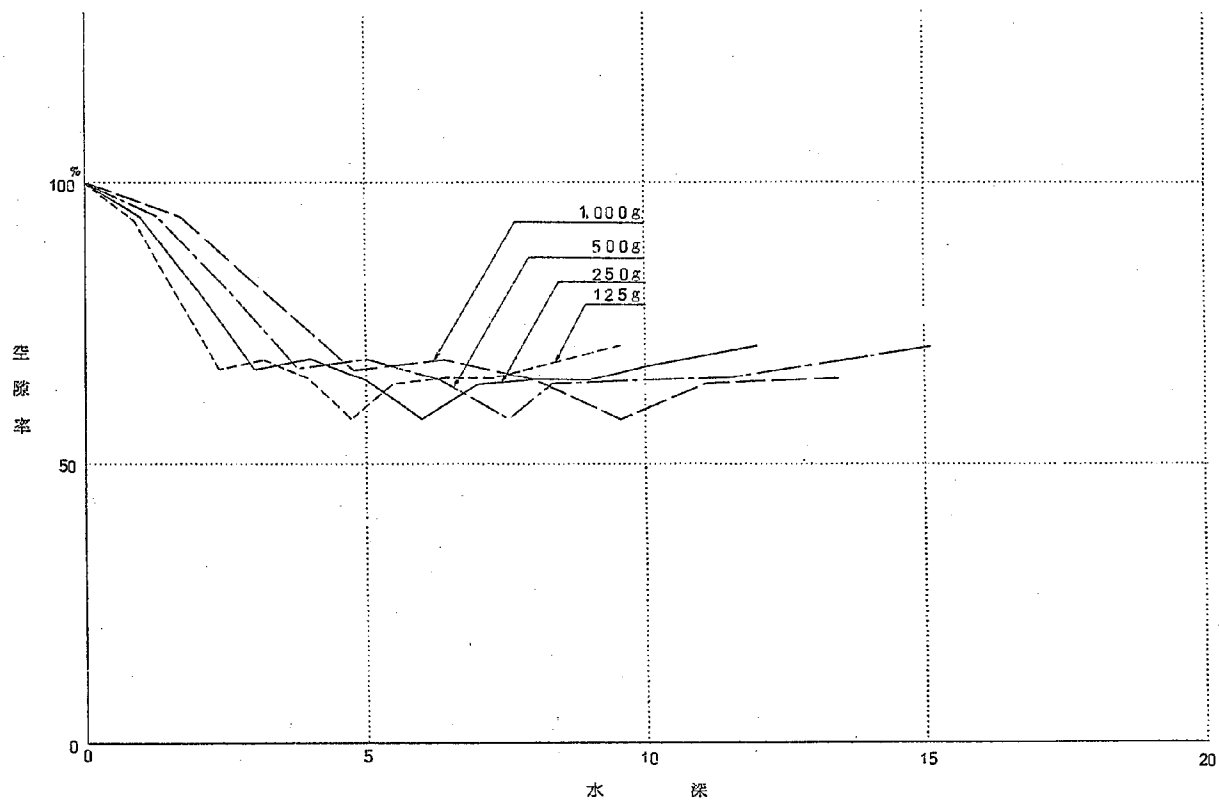
水深 (cm)		水深 の 差	ブロック の 体 積 V cm ³	空隙体積 S cm ³	空隙率 $e \% = \frac{S}{S+V} \times 10^2$
ブロック有	無				
1.0	0.9	0.1	45	315	0.875 × 10 ²
2.0	1.1	0.9	405	315	0.438
3.0	1.8	1.2	540	540	0.500
4.0	2.3	1.7	765	675	0.468
5.0	3.0	2.0	900	900	0.500
6.0	3.9	2.1	945	1215	0.562
7.0	4.7	2.3	1035	1485	0.589
7.6	5.0	2.6	1170	1566	0.572
8.0			1170	1710	0.594
9.0			1170	2070	0.639
10.0			1170	2430	0.675
11.0			1170	2790	0.705
12.0			1170	3150	0.729
13.0			1170	4680	0.750

附 1 - 1 - 3

テトラポッド

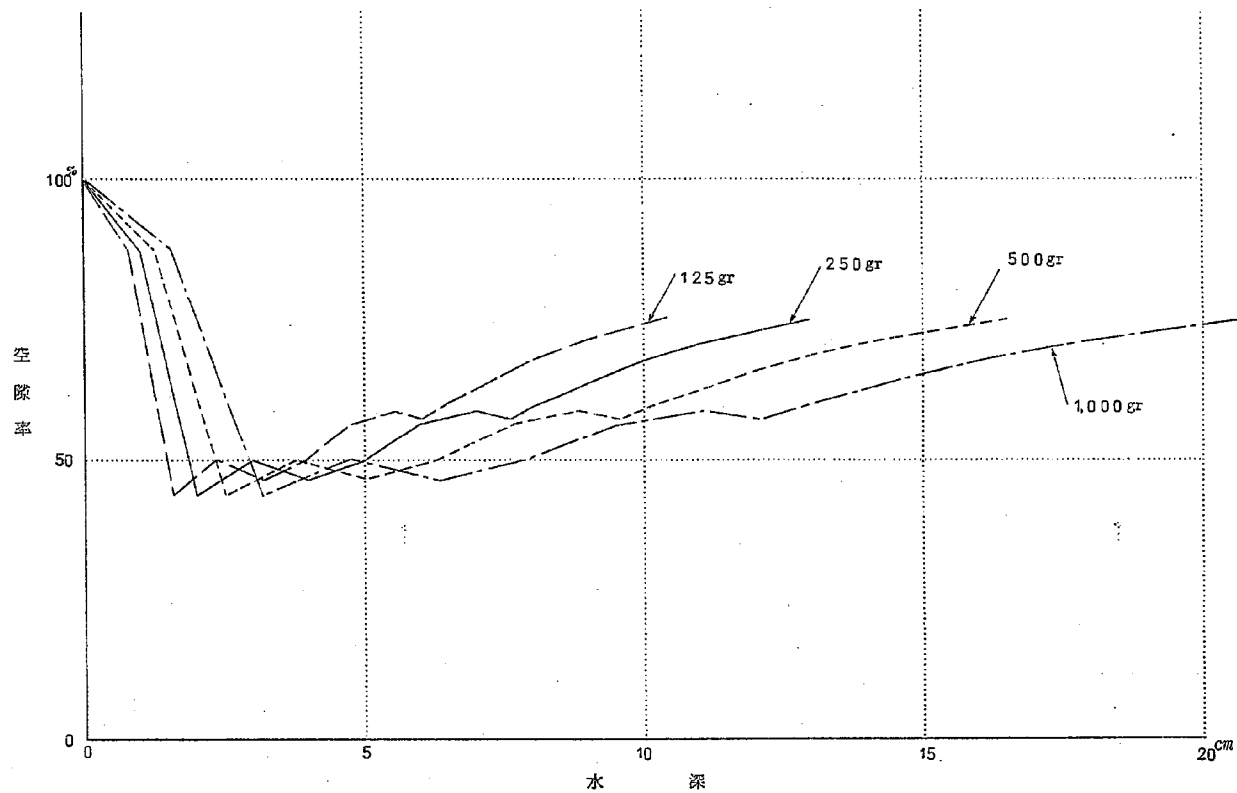


六脚ブロック



附 1 - 1 - 5

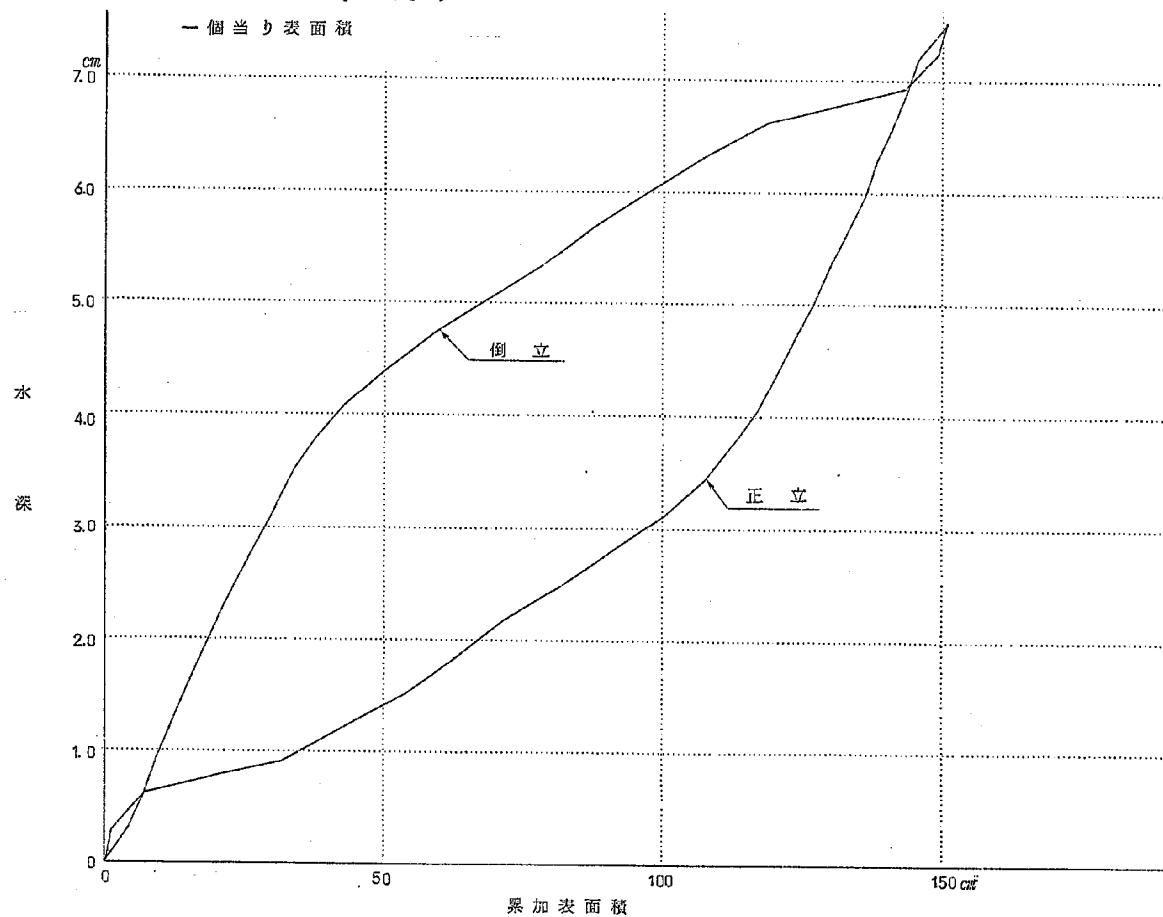
中空三角



附 1 - 1 - 6

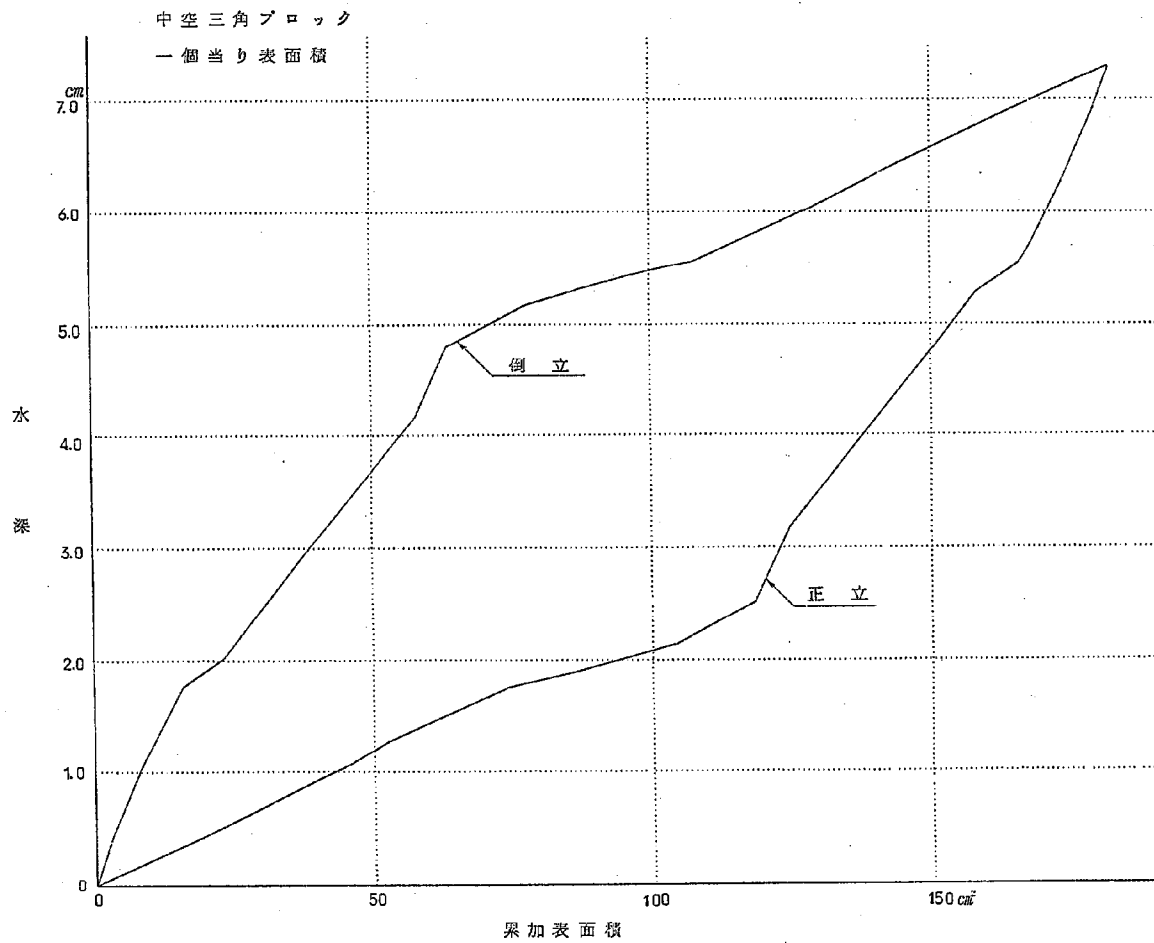
テトラポッド (250 gr)

一個当り表面積



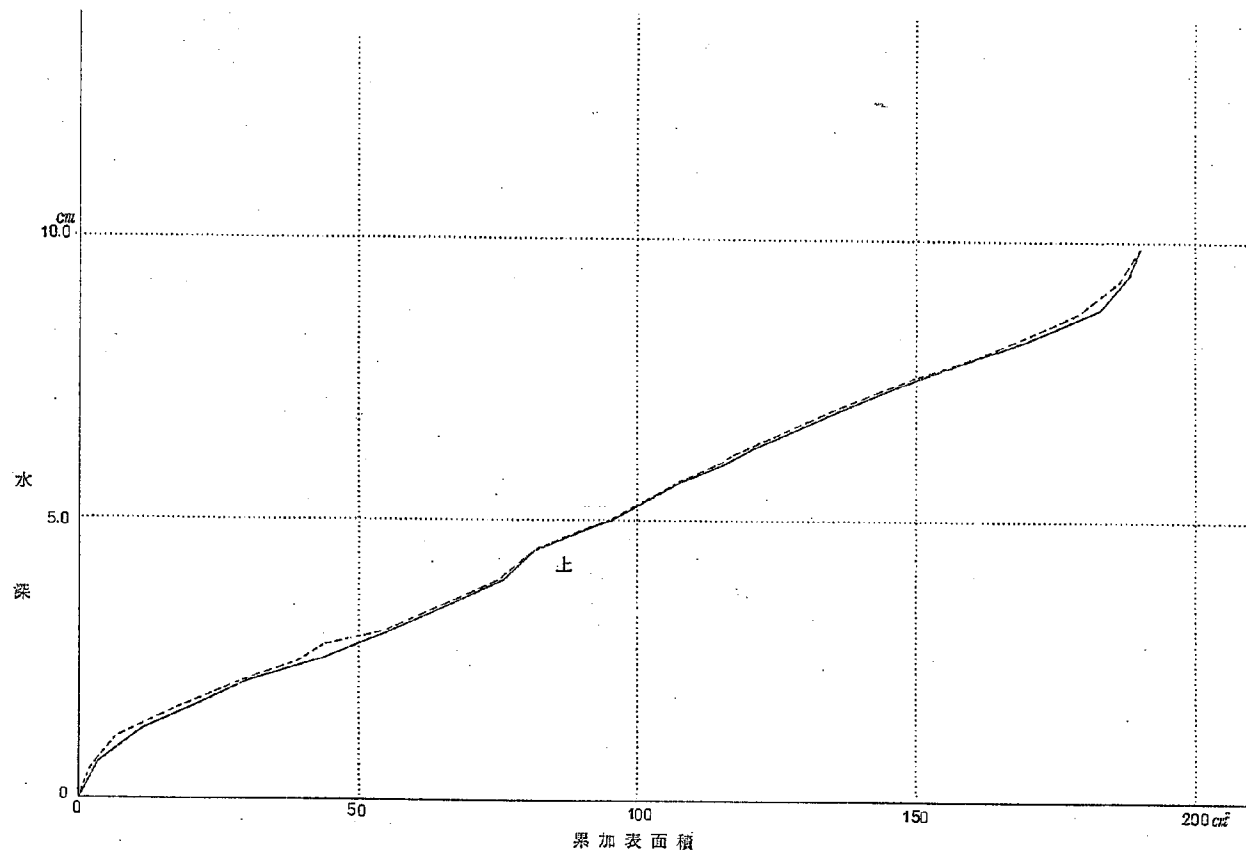
累加表面積

附 1 - 2 - 1



六脚プロッター個当り

表 面 積 250g



附 1 - 2 - 3

テトラポット 8000gr

3 潤面積 (公称8000grの場合)

水深	表面積	水深	表面積
1.0 ^{cm}	46.0	13.0 ^{cm}	436.0
2.0	72.0	14.0	511.0
3.0	96.0	15.0	596.0
4.0	122.0	16.0	696.0
5.0	150.0	17.0	797.0
6.0	179.0	18.0	881.0
7.0	209.0	19.0	974.0
8.0	240.0	20.0	1084.0
9.0	272.0	21.0	1192.0
10.0	306.0	22.0	1446.0
11.0	341.0	23.0	1506.0
12.0	384.0	24.0	1518.0

附 1-2-4

テトラポット 1000gr

$$w = 1000gr$$

$$W = 8000gr$$

$$\frac{h}{H_1} = \sqrt[3]{\frac{w}{W}} = \sqrt[3]{\frac{1}{8}} = \frac{1}{2} \quad h = \frac{H}{2}$$

$$\frac{s}{S} = \sqrt[3]{\frac{w}{W}} = \sqrt[3]{\frac{1}{64}} = \frac{1}{4} \quad s = \frac{S}{4}$$

水深	表面積	水深	表面積
0.5 ^{cm}	115.0	6.5 ^{cm}	1100.0
1.0	180.0	7.0	1280.0
1.5	240.0	7.5	1490.0
2.0	305.0	8.0	1740.0
2.5	375.0	8.5	1992.0
3.0	447.5	9.0	2205.0
3.5	522.5	9.5	2435.0
4.0	600.0	10.0	2710.0
4.5	680.0	10.5	2980.0
5.0	765.0	11.0	3615.0
5.5	851.0	11.5	3760.0
6.0	960.0	12.0	3795.0

附 1-2-5

テトラポッド

500gr

500gr の場合

$$w = 500 \text{ gr}$$

$$W = 8000 \text{ gr}$$

$$\frac{h}{H} = \sqrt[3]{\frac{w}{W}} = \frac{1}{\sqrt[3]{16}} = \frac{1}{2.52} \quad h = \frac{H}{2.52}$$

$$\frac{s}{S} = \sqrt[3]{\left(\frac{w}{W}\right)^2} = \frac{1}{\sqrt[3]{256}} = \frac{1}{6.36} \quad s = \frac{S}{6.36}$$

水 深	表 面 積	水 深	表 面 積
0.396 ^{cm}	7.24	5.155 ^{cm}	68.50
0.794	11.30	5.555	80.45
1.191	15.09	5.950	93.60
1.588	19.18	6.350	109.40
1.982	23.60	6.750	125.20
2.380	28.15	7.150	138.50
3.055	32.85	7.545	153.00
3.175	37.70	7.940	170.50
3.570	42.75	8.335	187.90
3.960	48.10	8.745	227.00
4.365	53.55	9.140	136.50
4.760	60.40	9.525	238.00

附 1 - 2 - 6

テトラポッド

250gr

3 潤 面 積 (公称250gr の場合)

250gr の場合

$$w = 250 \text{ gr}$$

$$W = 8000 \text{ gr}$$

$$\frac{h}{H} = \sqrt[3]{\frac{w}{W}} = \sqrt[3]{\frac{1}{32}} = \frac{1}{3.18} \quad h = \frac{H}{3.18}$$

$$\frac{s}{S} = \sqrt[3]{\left(\frac{w}{W}\right)^2} = \sqrt[3]{\frac{1}{1024}} = \frac{1}{10.1} \quad s = \frac{S}{10.1}$$

水 深	表 面 積	水 深	表 面 積
0.315	4.56	4.09	43.1
0.630	7.13	4.40	50.6
0.945	9.50	4.72	59.0
1.260	12.10	5.04	69.0
1.572	14.85	5.35	79.0
1.886	17.71	5.66	87.2
2.200	20.70	5.98	96.4
2.515	23.80	6.30	107.3
2.830	27.00	6.60	118.2
3.150	30.30	6.92	143.1
3.460	33.80	7.24	149.1
3.78	38.00	7.55	150.1

附 1 - 2 - 7

テトラポット 125gr

125gr の場合

$$w = 125 \text{ gr} \quad W = 8,000 \text{ kg}$$

$$\frac{h}{H} = \sqrt[3]{\frac{w}{W}} = \sqrt[3]{\frac{1}{64}} = \frac{1}{4} \quad h = \frac{H}{4}$$

$$\frac{s}{S} = \sqrt[5]{\left(\frac{w}{W}\right)^3} = \sqrt[5]{\frac{1}{64^2}} = \frac{1}{16} \quad s = \frac{S}{16}$$

水 深	表 面 積	水 深	表 面 積
0.25	2.88	3.25	27.25
0.50	4.50	3.50	32.00
0.75	6.00	3.75	37.25
1.00	7.62	4.00	42.50
1.25	9.36	4.25	49.80
1.50	10.19	4.50	55.10
1.75	13.06	4.75	60.90
2.00	15.00	5.00	67.80
2.25	17.00	5.25	74.55
2.50	19.13	5.50	90.30
2.75	21.30	5.75	94.05
3.00	24.00	6.00	94.80

附 1 - 2 - 8

六脚ブロック 1000gr

3 潤面積 (公称1000grの場合)

水深 cm	表面積 cm ²	水深 cm	表面積 cm ²	水深 cm	表面積 cm ²
1.0	8.0	4.0	109.0	7.0	204.0
2.0	29.0	5.0	148.0	8.0	243.0
3.0	65.0	6.0	182.0	9.0	270.0
3.2	72.0	6.3	192.0	9.5	288.0
10.0	305	12.6	408	15.0	475.0
11.0	340	13.0	424	15.8	480.0
11.4	356	13.3	436		
12.0	380	14.0	462		

附 1-2-9

六脚ブロック 500gr

$$w = 250g$$

$$W = 1000g$$

$$w = 500g$$

$$\frac{h}{H} = \sqrt[3]{\frac{W}{w}} = \sqrt[3]{\frac{1}{4}} = \frac{1}{1.59}$$

$$h = \frac{H}{1.59} \quad H = \frac{1}{1.26}$$

$$\frac{s}{S} = \sqrt[3]{\left(\frac{W}{w}\right)^2} = \sqrt[3]{\frac{1}{16}} = \frac{1}{2.52}$$

$$s = \frac{S}{2.52} \quad S = \frac{1}{1.59}$$

水深	表面積	水深	表面積	水深	表面積
0.79	5.03	5.55	128.4	10.00	257.0
1.59	18.25	6.35	152.9	10.31	267.0
2.38	40.80	7.14	169.7	10.55	274.1
2.54	45.30	7.53	181.0	11.11	290.0
3.17	68.60	7.94	192.0	11.90	299.0
3.97	93.10	8.74	214.0	12.54	302.0
4.76	114.40	9.05	224.0		
5.00	120.7	9.53	239.0		

附 1-2-10

六脚ブロック 250gr

0.63	3.17	3.14	58.8	5.66	107.1
1.26	11.51	3.77	72.3	5.97	114.1
1.89	25.79	3.96	76.2	6.30	121.0
2.01	28.60	4.40	81.0	6.92	134.9
2.52	43.3	5.03	96.5	7.17	141.1
2.56	150.7	8.36	173.0	9.93	190.5
2.93	162.0	8.81	183.1		
3.17	168.1	9.45	188.4		

附 1-2-11

中空三角ブロック 1000gr

3 潤面積 (公称1000grの場合)

水深	表面積	水深	表面積	水深	表面積
cm	cm ²	cm	cm ²	cm	cm ²
1.0	6.9	4.0	29.8	8.8	41.8
1.7	11.5	5.0	31.3	9.0	42.2
2.0	13.3	6.0	33.9	10.0	43.8
2.8	18.7	7.0	36.4	11.0	45.1
3.0	21.7	8.0	39.0	11.6	45.8
3.4	26.2	8.4	39.9		

附 1-2-12

中空三角ブロック 250gr

$$w = 250 \text{ gr}$$

$$W = 1000 \text{ gr}$$

$$\frac{h}{H} = \sqrt[3]{\frac{w}{W}} = \sqrt[3]{\frac{1}{4}} = \frac{1}{1.59}$$

$$h = \frac{H}{1.59}$$

$$\frac{s}{S} = \sqrt[3]{\left(\frac{w}{W}\right)^2} = \sqrt[3]{\frac{1}{16}} = \frac{1}{2.52}$$

$$s = \frac{S}{2.52}$$

水深	表面積	水深	表面積	水深	表面積
cm	cm ²	cm	cm ²	cm	cm ²
0.63	2.74	2.52	11.83	5.54	16.60
1.07	4.56	3.15	12.42	5.66	16.75
1.26	5.28	3.77	13.45	6.29	17.39
1.76	7.42	4.40	14.45	6.92	17.91
1.89	8.61	5.03	15.48	7.30	18.2
2.14	10.40	5.28	15.85		

附 1-2-13

中空三角ブロック 250gr 倒立

0.38	2.9	2.90	37.5	5.54	107.8
1.01	8.1	3.53	47.5	6.04	129.2
1.64	14.5	4.15	57.8	6.23	136.4
1.76	16.0	4.78	63.7	6.67	154.6
2.02	23.5	5.16	78.0	7.30	182.
2.27	27.2	5.41	95.9		

附 1-2-14

正立 24 個
倒立 12 個

テトラポッド 1000gr

B = 44.0cm
L = 75.0cm

水 深	2層1列の 表 面 積	2層2列の 表 面 積	側 壁	底 面	合 計
0.485	33.24	66.48	72.80	3,300.0	3,439.28
1.00	97.80	195.60	150.00	"	3,645.60
1.59	1,058.40	2,116.80	238.50	"	5,655.80
2.67	1,602.00	3,204.00	400.00	"	6,904.00
3.18	2,023.20	4,046.40	477.00	"	7,823.40
3.82	2,389.20	4,778.40	573.50	"	8,651.90
4.21	2,670.72	5,341.44	632.00	"	9,273.44
4.61	2,935.08	5,870.16	691.50	"	9,861.66
5.01	3,175.02	6,350.04	751.50	"	10,401.54
5.41	3,380.40	6,760.80	812.00	"	10,872.80
6.20	3,687.00	7,374.00	930.00	"	11,604.00
7.00	3,912.60	7,825.20	1,050.00	"	12,175.20
8.59	4,381.80	8,763.60	1,289.00	"	13,352.60
10.18	4,842.00	9,684.00	1,526.00	"	14,510.00
10.96	5,134.80	10,269.60	1,644.00	"	15,213.60
11.37	5,298.60	10,597.20	1,705.00	"	15,602.20
12.00	5,641.80	11,283.60	1,800.00	"	16,383.60
12.70	5,833.80	11,667.60	1,905.00	"	16,872.60
14.30	6,328.80	12,657.60	2,143.00	"	18,100.60
15.90	6,811.20	13,622.40	2,385.00	"	19,307.40

附 1 - 2 - 15

正立 36 個
倒立 20 個

テトラポッド 500gr

B = 47.8cm
L = 520cm

水 深	2層1列の 表 面 積	2層2列の 表 面 積	側 壁	底 面	合 計
0.39	31.50	63.00	40.60	2,485.60	2,589.20
0.80	206.10	412.20	83.20	"	2,981.00
1.26	1,001.70	2,003.40	131.00	"	4,620.00
1.89	1,517.40	3,034.80	196.50	"	5,716.90
2.54	1,915.20	3,830.40	264.00	"	6,580.00
3.05	2,260.80	4,521.60	317.00	"	7,324.20
3.34	2,533.80	5,067.60	347.50	"	7,900.70
3.66	2,786.20	5,572.40	380.50	"	8,438.50
3.97	3,016.10	6,032.20	413.00	"	8,930.80
4.28	3,219.00	6,438.00	445.00	"	9,368.60
4.92	3,509.00	7,018.00	512.00	"	10,015.60
5.54	3,733.20	7,466.40	576.00	"	10,528.00
6.80	4,322.00	8,644.00	707.00	"	11,836.60
8.06	4,649.80	9,299.60	838.00	"	12,623.20
8.69	4,944.20	9,888.40	903.00	"	13,277.00
9.01	5,111.50	10,223.00	937.00	"	13,645.60
9.51	5,449.00	10,898.00	989.00	"	14,372.60
10.10	5,652.00	11,304.00	1,050.00	"	14,839.60
11.32	6,173.00	12,346.00	1,177.00	"	16,008.60
12.60	6,678.00	13,356.00	1,310.00	"	17,151.60

附 1 - 2 - 16

正立 42 個
倒立 24 個

テトラポッド 250gr

B=45.0cm
L=43.5cm

水 深	2層1列の 表 面 積	2層2列の 表 面 積	側 壁	底 面	合 計
0.31	25.1	46.2	27.00	1957.50	2030.70
0.63	151.2	302.4	54.80	"	2314.70
1.00	735.0	1470.00	87.00	"	3514.50
1.50	1113.0	2226.00	130.60	"	4314.10
2.00	1404.9	2809.80	174.00	"	4941.30
2.40	1659.0	3318.00	208.40	"	5483.90
2.65	1858.8	3717.60	274.00	"	5949.10
2.90	2047.2	4094.40	252.00	"	6303.90
3.15	2214.9	4429.80	302.00	"	6689.30
3.40	2362.8	4725.60	295.80	"	6978.90
3.90	2580.0	5160.00	339.20	"	7456.70
4.40	2744.4	5488.80	382.40	"	7828.70
5.40	3086.4	6172.80	470.00	"	8600.30
6.40	3424.5	6849.00	556.00	"	9362.50
6.90	3645.3	7290.60	600.00	"	9848.10
7.15	3769.2	7538.40	621.00	"	10116.90
7.55	4025.7	8051.40	656.00	"	10664.90
8.00	4178.1	8356.20	696.00	"	11009.70
9.00	4570.5	9141.00	784.00	"	11882.50
10.00	4953.30	9906.60	870.00	"	12734.10

附 1 - 2 - 17

正立 54 個
倒立 32 個

テトラポッド 125gr

B=49.0cm
L=35.0cm

水 深	2層1列の 表 面 積	2層2列の 表 面 積	側 壁	底 面	合 計
0.25	18.63	37.26	17.50	1715.00	1769.76
0.50	122.04	244.08	35.00	"	1994.08
0.795	169.40	338.8	48.60	"	2102.40
1.19	899.37	1798.74	83.30	"	3597.04
1.59	1138.05	2276.10	111.20	"	4102.30
1.91	1341.90	2683.80	133.60	"	4532.40
2.10	1505.60	3011.20	147.00	"	4873.20
2.30	1646.50	3293.00	161.00	"	5169.00
2.50	1792.28	3584.56	175.00	"	5474.56
2.70	1915.04	3830.08	188.90	"	5733.98
3.09	2091.32	4182.64	216.00	"	6113.64
3.49	2226.66	4453.32	244.10	"	6412.42
4.28	2505.84	5011.68	299.50	"	7026.18
5.08	2786.08	5572.16	355.50	"	7642.66
5.48	2965.50	5931.00	383.00	"	8029.00
5.68	3071.48	6142.96	397.00	"	8254.96
6.00	3281.60	6563.20	420.00	"	8698.20
6.35	3409.60	6819.20	444.00	"	8978.20
7.15	3739.20	7478.40	500.00	"	9693.40
8.13	4059.20	8118.40	569.00	"	10402.40

附 1 - 2 - 18

L.B=1716cm

B=4.40

L=39.0

テトラポッド 1000gr

正立12個 倒立6個

水深	正立1個 表面積	倒立1個 表面積	正立12個 表面積	倒立6個 表面積	計	側壁	合計
0.485	277	0	3324	0	3324	3780	17870.4
1.00	815	0	9780	0	9780	7800	189180
1.59	882	0	10584	0	105840	12400	289840
2.67	1335	0	160200	0	160200	20810	352610
3.18	1686	0	202320	0	202320	24800	398720
3.82	1991	0	238920	0	238920	29800	440320
4.21	2179	932	261480	5592	267072	32820	471492
4.61	2369	1538	284280	9228	293508	35960	501068
5.01	2545	2017	305400	12102	317502	39100	528202
5.41	2691	252	322920	15120	338040	42200	551840
6.20	2895	355	347400	21300	368700	48350	588650
7.00	3025	471	363000	28260	391260	54600	617460
8.59	3286	731	394320	43860	438180	67000	676780
10.18	3511	1048	421320	62880	484200	79400	735200
10.96	3611	1336	433320	80160	513480	85550	770630
11.37	3660	1511	439200	90660	529860	88700	790160
12.00	3784	1835	454080	110100	564180	93600	829380
12.70	3784	2155	454080	129300	583380	99100	854080
14.30	3784	2980	454080	178800	632880	111500	915980
15.90	3784	3784	454080	227040	681120	124000	976720

附1-2-19

L.B=13145cm

B=478

L=275

テトラポッド 500gr

正立18個 倒立10個

水深	正立1個 表面積	倒立1個 表面積	正立18個 表面積	倒立10個 表面積	計	側壁	合計
0.39	175	0	3150	0	3150	2150	136750
0.80	1145	0	20610	0	20610	4400	156460
1.26	5565	0	100170	0	100170	6740	238560
1.89	8430	0	151740	0	151740	10400	293590
2.54	10640	0	191520	0	191520	13980	366950
3.05	12560	0	226080	0	226080	16790	374320
3.34	13750	588	247500	5880	253370	18370	403200
3.66	14940	970	268920	9700	278620	20250	430320
3.97	16050	1271	288900	12710	301610	21840	454900
4.28	17000	1590	306000	15900	321900	23560	476910
4.92	1825	2240	328500	22400	350900	27100	509450
5.54	1909	2970	343620	29700	373320	31000	535770
6.80	2145	4610	386100	46100	432200	37400	601050
8.06	2216	6610	398880	66100	464980	44400	640830
8.69	2279	8420	410220	84200	494420	47800	673670
9.01	23100	9535	415800	95350	511150	49600	692200
9.51	23850	1156	429300	115600	544900	52350	728700
10.10	23850	1359	429300	135900	565200	55600	752250
11.32	23850	1880	429300	188000	617300	62300	811050
12.60	23850	23850	429300	238500	667800	69300	868550

附1-2-20

B, L=1035cm

テトラポッド 250gr 正立21個 倒立12個

L=230

B=450

水深	正立1個 表面積	倒立1個 表面積	正立21個 表面積	倒立12個 表面積	計	側壁	計
0.31	1.1	0	23.1	0	23.1	142.6	10723.6
0.63	7.2	0	151.2	0	151.2	289.5	12151.0
1.00	35.0	0	735.0	0	735.0	460.0	18160.0
1.50	53.0	0	1113.0	0	1113.0	690.0	22170.0
2.00	66.9	0	1404.9	0	1404.9	920.0	2531.90
2.40	79.0	0	1659.0	0	1659.0	1103.0	2804.30
2.65	86.4	3.7	1814.4	4.4	1858.8	1218.0	3015.60
2.90	94.0	6.1	1974.0	7.3	2047.2	1333.0	3215.50
3.15	100.9	8.0	2118.9	9.6	2214.9	1449.0	3394.80
3.40	106.8	10.0	2242.8	12.0	2362.8	156.10	3553.90
3.90	114.8	14.1	2410.8	16.2	2580.0	179.10	3794.10
4.40	120.0	18.7	2520.0	22.4	2744.4	202.10	3981.50
5.40	130.4	29.0	2738.4	34.8	3086.4	248.00	4369.40
6.40	139.3	41.6	2925.3	49.2	3424.5	294.10	4753.60
6.90	143.3	53.0	3009.3	63.6	3645.3	317.00	4997.30
7.15	145.2	60.0	3049.2	72.0	3769.2	328.50	5132.70
7.55	150.1	72.8	3152.1	87.3	4025.7	347.00	5407.70
8.00	150.1	85.50	3152.1	102.60	4178.1	367.50	5580.60
9.00	150.1	118.20	3152.1	141.840	4570.5	413.50	6019.00
10.00	150.1	150.10	3152.1	180.120	4953.30	460.00	6448.30

附1-2-21

L, B=906.5cm

テトラポッド 125gr 正立27個 倒立16個

L=185

B=420

水深	正立1個 表面積	倒立1個 表面積	正立27個 表面積	倒立16個 表面積	計	側壁	合計
0.25	0.69	0	18.63	0	18.63	9.25	934.38
0.50	4.52	0	122.04	0	122.04	18.50	1047.04
0.795	22.00	0	1694.0	0	1694.0	29.42	1105.22
1.19	33.31	0	899.37	0	899.37	44.03	1849.80
1.59	42.15	0	1138.05	0	1138.05	58.83	2103.28
1.91	49.70	0	1341.90	0	1341.90	70.67	2319.07
2.10	54.40	23	1468.80	36.80	1505.60	77.70	2489.80
2.30	59.10	38	1595.70	50.80	1646.50	85.10	2638.10
2.50	63.40	50.3	1711.80	80.48	1792.28	92.50	2791.28
2.70	67.20	62.9	1814.40	100.64	1915.04	99.90	2921.44
3.09	72.20	88.7	1949.40	141.92	2091.32	114.33	3112.15
3.49	75.50	117.6	2038.50	188.16	2226.66	129.13	3262.29
4.28	82.00	182.4	2214.00	291.84	2505.84	158.36	3570.70
5.08	87.60	261.8	2367.20	418.88	2786.08	187.96	3880.54
5.48	90.10	333.0	2432.70	532.80	2965.50	202.76	4074.76
5.68	91.40	377.3	2467.80	603.68	3071.48	210.16	4188.14
6.00	94.40	458.0	2548.80	732.80	3281.60	222.00	4410.15
6.35	94.40	538.0	2548.80	860.80	3409.60	235.00	4551.10
7.15	94.40	744.0	2548.80	1190.40	3739.20	264.50	4910.20
8.13	94.40	944.0	2548.80	1510.40	4059.20	300.00	5265.70

附1-2-22

底面積 $B, L=455 \times 33=15015 \text{ cm}^2$

六脚ブロック 1000gr

250:1000 正-8

2層1列

$H=159 \text{ h}$ 倒 4

$S=252 \text{ S}$

水深	正立1個 表面積	倒立1個 表面積	正立8個 表面積	倒立4個 表面積	計	側壁 表面積	合計	潤面積
103	756	0	605	0	605	68.0	128.5	163.00
206	302	0	2420	0	2420	136.0	378.0	1880.0
318	706	0	5150	0	5150	209.5	724.5	2226.0
477	1387	0	11090	0	11090	315.0	1424.0	2926.0
627	1915	0	15310	0	15310	414.0	1945.0	3447.0
707	2055	0	16450	0	16450	466.0	2111.0	3613.0
1032	3150	794	25200	3180	28380	681.0	3519.0	5021.0
1264	4080	1725	32600	6900	39500	844.0	4791.0	6293.0
1391	4550	2040	36400	8160	44560	919.0	5375.0	6877.0
1479	4720	2370	37800	9490	47290	975.0	5704.0	7206.0
1580	4800	2680	38400	10730	49130	1042.0	5955.0	7457.0

附 1 - 2 - 23

底面積 $B, L=435 \times 248=107880 \text{ cm}^2$

六脚ブロック 500g

250g:500g 正 15個

2層1列

$H=126 \text{ h}$ 倒 10個

$S=159 \text{ S}$

水深	正立1個 表面積	倒立1個 表面積	正立15個 表面積	倒立10個 表面積	計	側壁 表面積	合計	潤面積
082	478	0	716	0	716	40.6	112.2	119.10
158	191	0	2870	0	2870	78.4	365.4	1444.0
252	446	0	6690	0	6690	125.0	794.0	1873.0
378	874	0	13100	0	13100	187.0	1497.0	2576.0
499	1210	0	18150	0	18150	248.0	2063.0	3142.0
561	1295	0	19450	0	19450	278.0	2223.0	3302.0
819	1985	501	29850	5010	34860	406.0	3892.0	4971.0
1001	2580	1090	38700	10900	49600	496.0	5456.0	6535.0
1102	2870	1290	43000	12900	55900	547.0	6137.0	7216.0
1172	2970	1495	44500	14950	59450	581.0	6526.0	7605.0
1250	3030	1680	45500	16800	62300	620.0	6850.0	7929.0

附 1 - 2 - 24

六脚ブロック 250g 底面積
 正 21個 1021.4cm²
 2層1列 倒 4個

B=42.0

L=20.6

底面積

$$B \cdot L = 42 \times 20.6 = 1021.4$$

水深	正立1個 表面積	倒立1個 表面積	正立21個 表面積	倒立4個 表面積	ブロック 表面積	側壁 表面積	計	潤面積
0.65	3.0	0	63.0	0	63.0	26.8	89.8	111.0
1.30	12.0	0	256.0	0	256.0	53.6	309.6	133.0
2.0	28.0	0	588.0	0	588.0	82.4	570.4	159.0
3.0	55.0	0	1155.0	0	1155.0	123.6	1278.6	230.0
3.95	76.0	0	1576.0	0	1576.0	162.0	1738.0	275.0
4.45	81.5	0	1711.0	0	1711.0	183.2	1894.2	291.0
6.50	125.0	31.5	2625.0	126.0	2751.0	268.0	3019.0	404.0
7.95	162.0	68.5	3380.0	274.0	3654.0	328.0	3982.0	500.0
8.75	180.5	81.0	3790.0	324.0	4114.0	362.0	4476.0	549.0
9.30	187.0	94.0	3927.0	376.0	4303.0	383.0	4686.0	570.0
9.93	190.5	105.6	4000.0	425.0	4425.0	409.0	4934.0	595.0

附 1 - 2 - 25

六脚ブロック 1000gr

B = 45.5cm L = 62.0cm

2層2列

$$B \cdot L = 45.5 \times 62.0 = 2721.0 \text{cm}^2$$

水深	正立1列 表面積	倒立1列 表面積	正立2列 表面積	倒立2列 表面積	ブロック 表面積	側壁 表面積	計	潤面積
1.03	60.5	0	121.0	0	121.0	12.78	248.8	297.0
2.06	242.0	0	484.0	0	484.0	255.5	739.5	346.0
3.18	515.0	0	1030.0	0	1030.0	394.0	1424.0	414.0
4.77	1109.0	0	2218.0	0	2218.0	591.0	2809.0	553.0
6.27	1531.0	0	3062.0	0	3062.0	775.0	3837.0	658.0
7.07	1645.0	0	3290.0	0	3290.0	876.0	4166.0	688.0
10.32	2520.0	318.0	5040.0	636.0	5676.0	1281.0	6957.0	967.0
12.64	3260.0	690.0	6520.0	1380.0	7900.0	1570.0	9470.0	1219.0
13.91	3640.0	816.0	7280.0	1632.0	8912.0	1730.0	10642.0	1336.0
14.79	3780.0	949.0	7560.0	1898.0	9458.0	1835.0	11293.0	1401.0
15.80	3840.0	1073.0	7680.0	2146.0	9826.0	1960.0	11786.0	1450.0

附 1 - 2 - 26

六脚ブロック 500gr

B=43.5 L=47.0

2層2列

底面積 B.L=2044.5cm²

水深	正立1列 表面積	倒立1列 表面積	正立2列 表面積	倒立2列 表面積	ブロック 表面積	側壁 表面積	計	潤面積
0.82	71.6	0	143.2	0	143.2	77.1	220.3	2,265.0
1.58	287.0	0	574.0	0	574.0	148.5	722.5	2,767.0
2.52	669.0	0	1,338.0	0	1,338.0	237.0	1,575.0	3,620.0
3.78	1,310.0	0	2,620.0	0	2,620.0	355.0	2,975.0	5,020.0
4.99	1,815.0	0	3,630.0	0	3,630.0	469.0	4,099.0	6,144.0
5.61	1,945.0	0	3,890.0	0	3,890.0	527.0	4,412.0	6,457.0
8.19	2,985.0	501.0	5,970.0	1,002.0	6,972.0	771.0	7,743.0	9,788.0
10.01	3,870.0	1,090.0	7,740.0	2,180.0	9,920.0	943.0	10,863.0	12,908.0
11.02	4,300.0	1,290.0	8,600.0	2,580.0	11,180.0	1,038.0	12,218.0	14,263.0
11.72	4,450.0	1,495.0	8,900.0	2,990.0	11,890.0	1,102.0	12,992.0	15,037.0
12.50	4,550.0	1,680.0	9,100.0	3,360.0	12,460.0	1,175.0	13,635.0	15,680.0

附 1 - 2 - 27

六脚ブロック 250gr

B=49.0 L=39.0

2層2列

底面積 B.L=1,911.0cm²

水深	正立1列 表面積	倒立1列 表面積	正立2列 表面積	倒立2列 表面積	ブロック 表面積	側壁 表面積	計	潤面積
0.65	63.0	0	126.0	0	126.0	50.7	176.7	2,088.0
1.30	256.0	0	512.0	0	512.0	101.3	613.3	2,524.0
2.0	588.0	0	1,176.0	0	1,176.0	156.0	1,332.0	3,243.0
3.0	1,155.0	0	2,310.0	0	2,310.0	234.0	2,544.0	4,455.0
3.95	1,576.0	0	3,152.0	0	3,152.0	310.0	3,462.0	5,373.0
4.45	1,711.0	0	3,422.0	0	3,422.0	347.0	3,769.0	5,680.0
6.50	2,625.0	126.0	5,250.0	252.0	5,502.0	507.0	6,009.0	7,920.0
7.95	3,380.0	274.0	6,760.0	548.0	7,308.0	620.0	7,928.0	9,839.0
8.75	3,790.0	324.0	7,580.0	648.0	8,228.0	722.0	8,950.0	10,861.0
9.30	3,927.0	376.0	7,854.0	752.0	8,606.0	736.0	9,342.0	11,253.0
9.93	4,000.0	425.0	8,000.0	850.0	8,850.0	775.0	9,625.0	11,536.0

附 1 - 2 - 28

実験条件 巾46.2cm 正立10ヶ 倒立2ヶ

中空三角 1000gr 表面積

水深	正立1ヶ 表面積	倒立1ヶ 表面積	正立10ヶ 表面積	倒立2ヶ 表面積	total	側面 表面積	TOTAL
1.11 ^{cm}	76.9	7.3	769	15	784	62.2	2140
1.59	108.4	13.9	1084	28	1112	82.0	2495
2.07	136.1	20.2	1361	40	1401	115.9	2811
2.78	186.5	31.5	1865	63	1928	155.7	3377
3.26	245.7	40.3	2457	81	2538	182.6	4014
3.42	263.3	46.6	2633	93	2726	191.5	4211
3.66	278.5	59.2	2785	118	2903	205.0	4402
3.98	297.4	65.5	2974	131	3105	222.9	4622
5.01	313.7	92.0	3137	184	3321	280.6	4895
7.08	366.7	146.2	3667	292	3959	396.5	5649
8.11	391.9	160.0	3919	320	4239	454.2	5987
8.42	399.4	180.2	3994	360	4354	471.5	6119
8.66	412.0	196.5	4120	393	4513	485.0	6292
8.82	418.3	211.7	4183	423	4606	493.9	6394
9.08	423.4	241.9	4234	484	4718	508.5	6520
9.28	427.1	270.9	4271	542	4813	519.7	6626
9.54	430.9	288.5	4309	577	4886	534.2	6714
10.96	451.1	381.8	4511	764	5275	613.8	7182
11.60	458.6	425.9	4586	852	5438	649.6	7381
12.10	458.6	458.6	4586	917	5503	677.6	7474

附1-2-29

中空三角 500gr 正立14ヶ 倒立3ヶ 巾490cm L=22.5cm

水深	正立1ヶ 表面積	倒立1ヶ 表面積	正立14ヶ 表面積	倒立3ヶ 表面積	total	側面 表面積	TOTAL
0.88 ^{cm}	48.5 ^{cm}	4.6	679	9	688	39.6	1830
1.26	68.4	8.7	958	17	975	56.7	2134
1.64	85.9	12.7	1203	25	1228	73.8	2404
2.20	117.7	19.9	1648	40	1688	99.0	2890
2.58	155.0	25.4	2170	51	2221	116.1	3440
2.71	166.2	29.4	2327	49	2376	122.0	3601
2.90	175.7	37.4	2460	75	2535	130.5	3768
3.15	187.6	41.3	2626	83	2709	141.8	3953
3.97	198.0	58.0	2772	116	2888	178.7	4169
5.60	231.3	92.3	3238	185	3423	252.0	4778
6.42	247.2	101.0	3461	202	3663	289.0	5055
6.68	252.0	113.4	3528	227	3755	300.6	5158
6.87	260.0	124.0	3640	248	3888	309.2	5300
7.00	263.9	133.6	3695	267	3962	315.0	5380
7.20	267.1	152.6	3739	305	4044	324.0	5471
7.36	269.5	170.9	3773	342	4115	331.2	5549
7.56	271.9	182.1	3807	364	4171	340.2	5614
8.69	284.6	240.9	3984	482	4466	391.1	5960
9.20	289.4	268.7	4052	537	4589	414.0	6106
9.58	289.4	289.4	4052	579	4631	431.0	6165

附1-2-30

中空三角 250gr 正立18ヶ 倒立4ヶ B=49.0cm L=18.0cm

水深	正立1個 表面積	倒立1個 表面積	正立18個 表面積	倒立4ヶ 表面積	合計	側壁 表面積	TOTAL
0.70 ^{cm}	3.05	2.9	54.9	12	56.1	2.5	146.8
1.00	43.0	5.5	77.4	22	79.6	3.6	171.4
1.30	54.0	8.0	97.2	32	100.4	4.7	193.3
1.75	74.0	12.5	133.2	50	138.2	6.3	232.7
2.05	97.5	16.0	175.5	64	181.9	7.4	277.2
2.15	104.5	18.5	188.1	74	195.5	7.7	291.4
2.30	110.5	23.5	198.9	94	208.3	8.3	304.8
2.50	118.0	26.0	212.4	104	222.8	9.0	320.0
3.15	124.5	36.5	224.1	146	238.7	11.3	338.2
4.45	145.5	58.0	261.9	232	285.1	16.0	389.2
5.10	155.5	63.5	279.9	254	305.3	18.4	411.9
5.30	158.5	71.5	285.3	286	313.9	19.1	421.2
5.45	163.5	78.0	294.3	312	325.5	19.6	433.3
5.55	166.0	84.0	298.8	336	332.4	20.0	440.6
5.71	168.0	96.0	302.4	384	340.8	20.6	449.6
5.84	169.5	107.5	305.1	430	348.1	21.0	457.3
6.00	171.0	114.5	307.8	458	353.6	21.6	463.4
6.90	179.0	151.5	322.2	606	382.8	24.8	495.8
7.30	182.0	169.0	327.6	676	395.2	26.3	509.7
7.60	182.0	182.0	327.6	728	400.4	27.4	516.0

附 1 - 2 - 32

中空三角 125g 正立22ヶ 倒立5ヶ

B, L=68.6cm

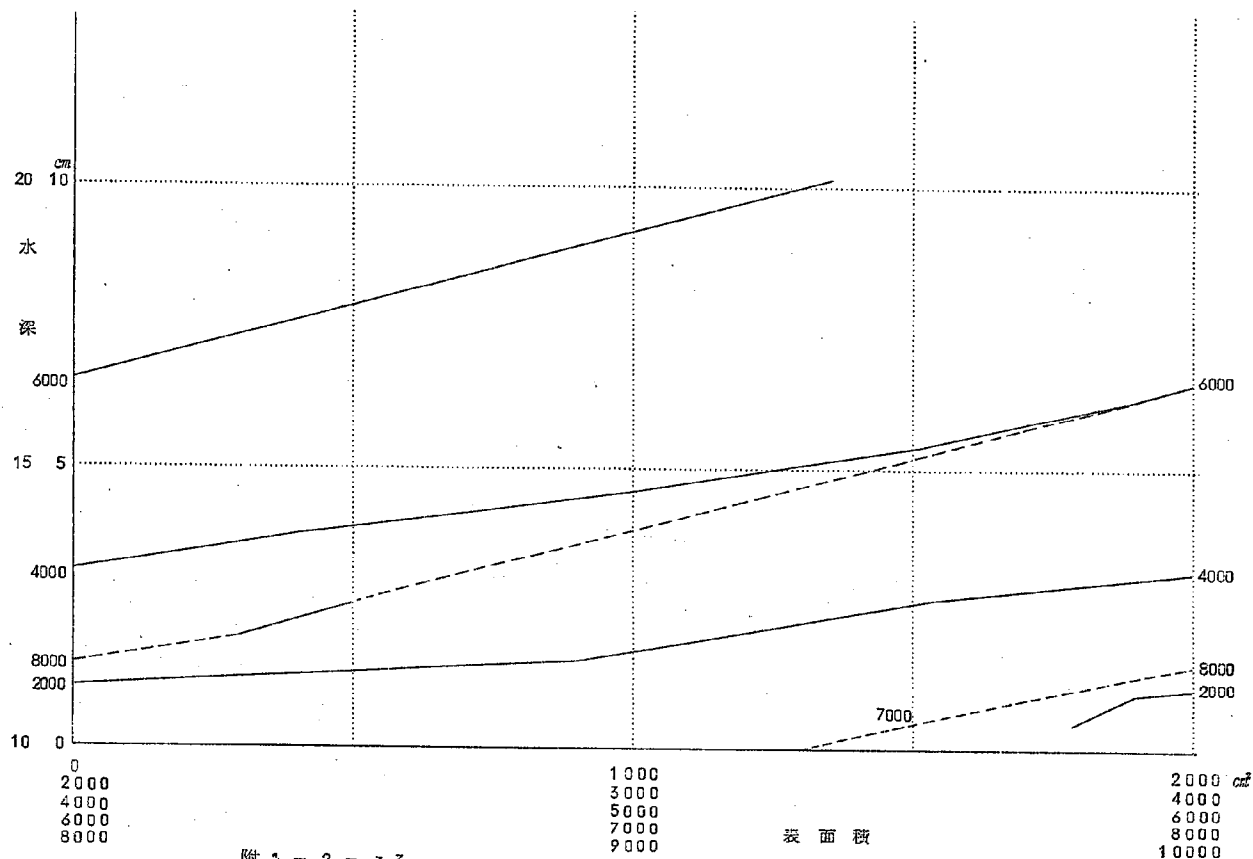
L=14.0

B=4.90

水深	正立1個 表面積	倒立1個 表面積	正立22ヶ 表面積	倒立5ヶ 表面積	合計	側壁 表面積	TOTAL
0.56	19.2	1.8	42.2	9	43.1	1.6	113.3
0.79	27.0	3.5	59.4	18	61.2	2.2	132.0
1.03	34.0	5.0	74.8	25	77.3	2.9	148.8
1.39	46.5	7.9	102.3	40	106.3	3.9	178.8
1.63	61.3	10.1	134.9	51	140.0	4.6	213.2
1.71	65.7	11.6	144.5	58	150.3	4.8	223.7
1.83	69.5	14.8	152.9	74	160.3	5.1	234.0
1.98	74.2	16.4	163.2	82	171.4	5.5	245.5
2.50	78.3	23.0	172.3	115	183.8	7.0	259.4
3.53	91.5	36.5	201.3	183	219.6	9.9	298.1
4.05	97.8	39.9	215.2	200	235.2	11.3	315.1
4.21	99.7	45.0	219.3	225	241.8	11.8	322.2
4.33	102.8	49.1	226.2	246	250.8	12.1	331.5
4.40	104.4	52.8	229.7	264	256.1	12.3	337.0
4.53	105.7	60.4	232.5	302	262.7	12.7	344.0
4.64	106.7	67.6	234.7	338	268.5	13.0	350.1
4.76	107.5	72.0	236.5	360	272.5	13.3	354.4
5.48	112.6	92.3	247.7	462	293.9	15.3	377.8
5.80	114.5	106.3	251.9	532	305.1	16.2	389.9
6.04	114.5	114.5	251.9	573	309.2	16.9	394.7

附 1 - 2 - 32

テトラポッド 1000gr (2層1列) 正立12ヶ 倒立6ヶ

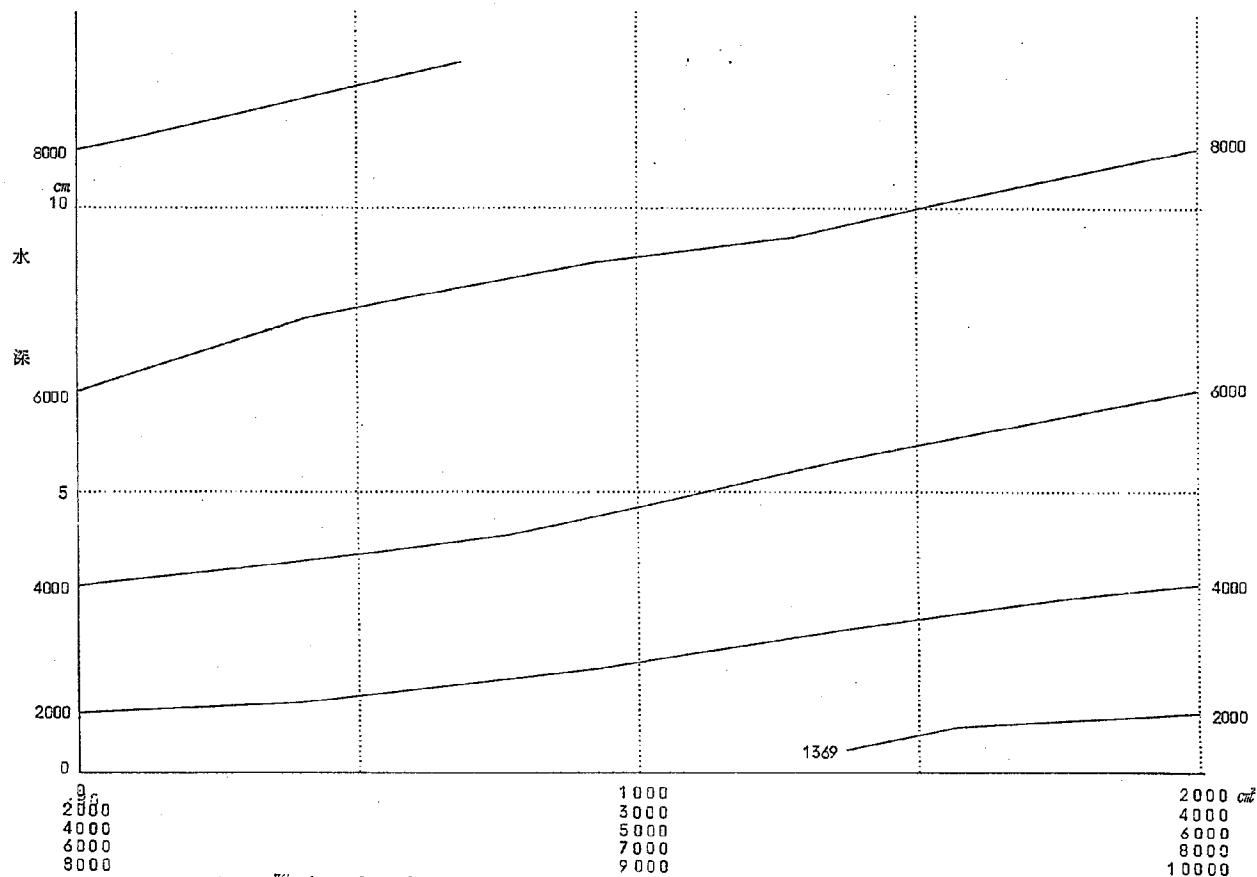


附 1 - 2 - 33

表 面 積

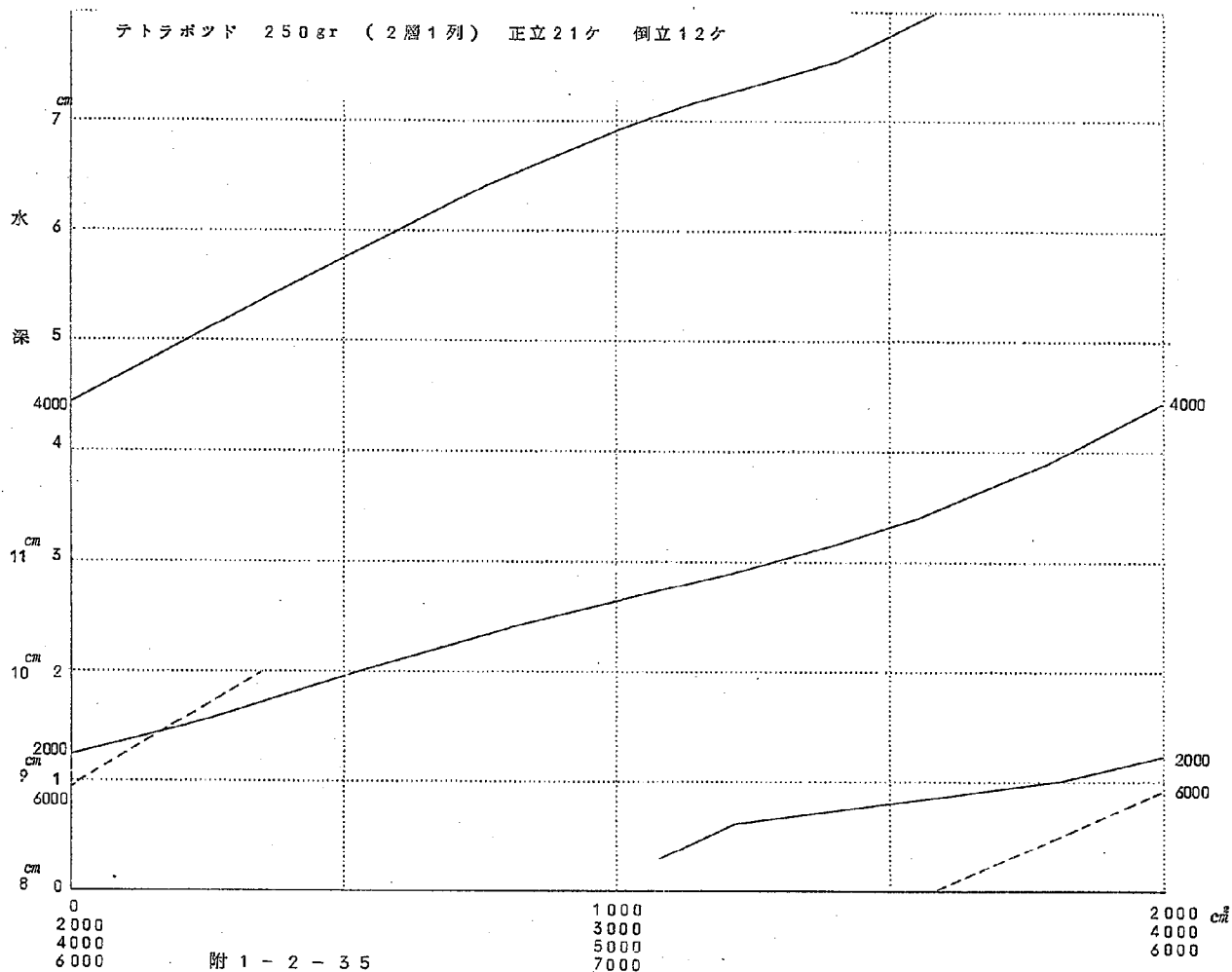
10000

テトラポッド 500 gr (2層1列) 正立 18ヶ 倒立10ヶ

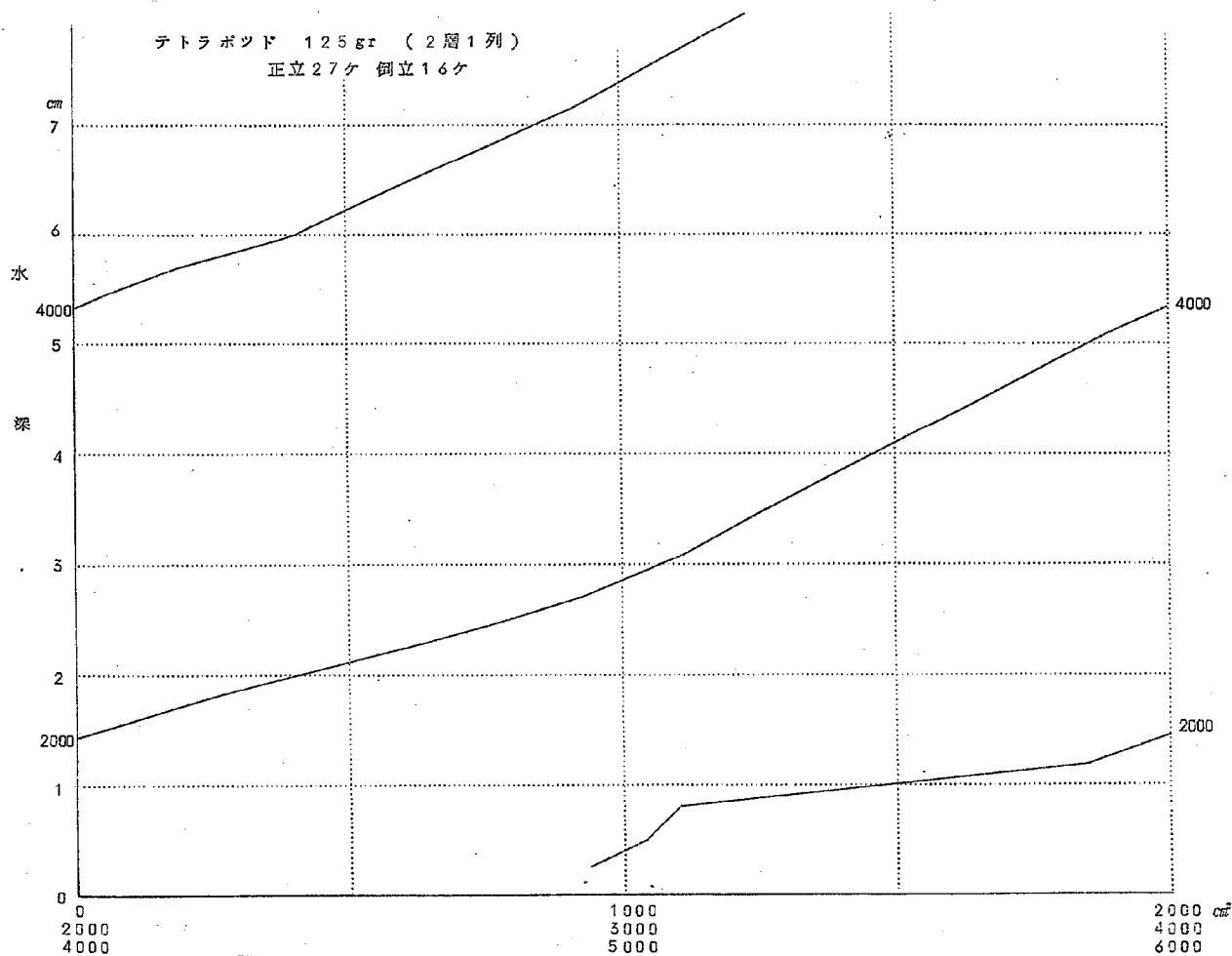


附 1 - 2 - 3 4

テトラポッド 250 gr (2層1列) 正立21ヶ 倒立12ヶ

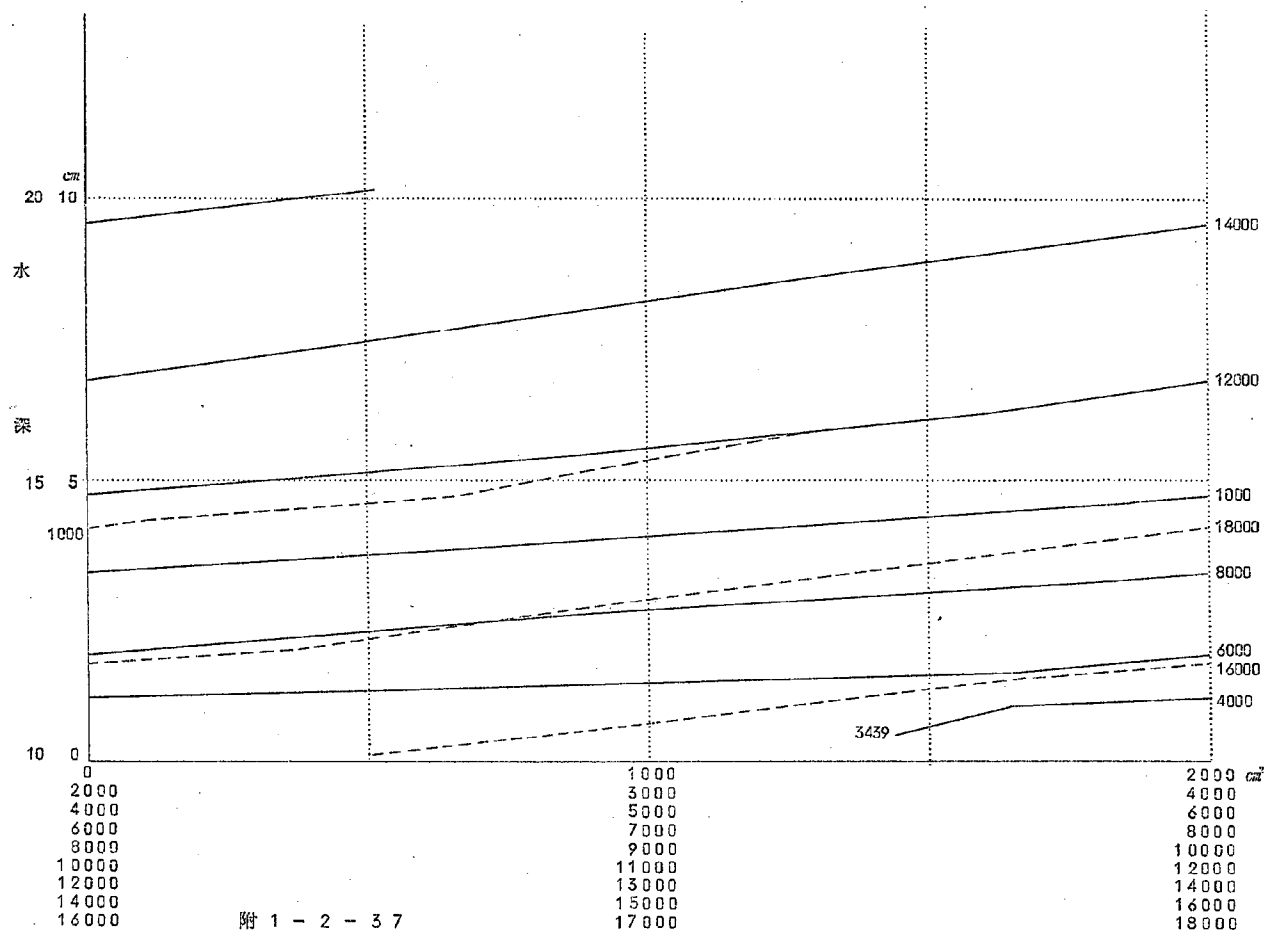


附 1 - 2 - 3 5

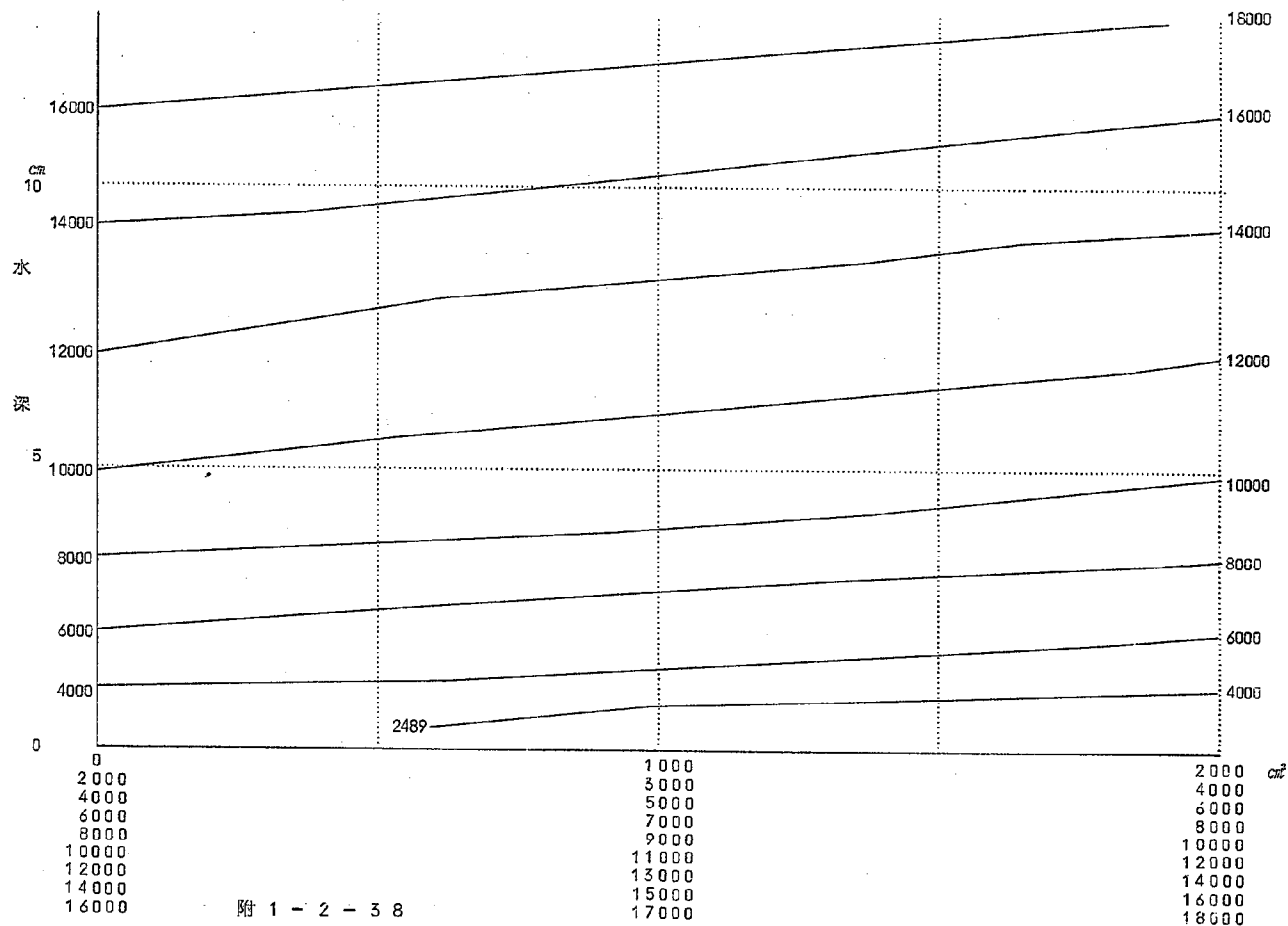


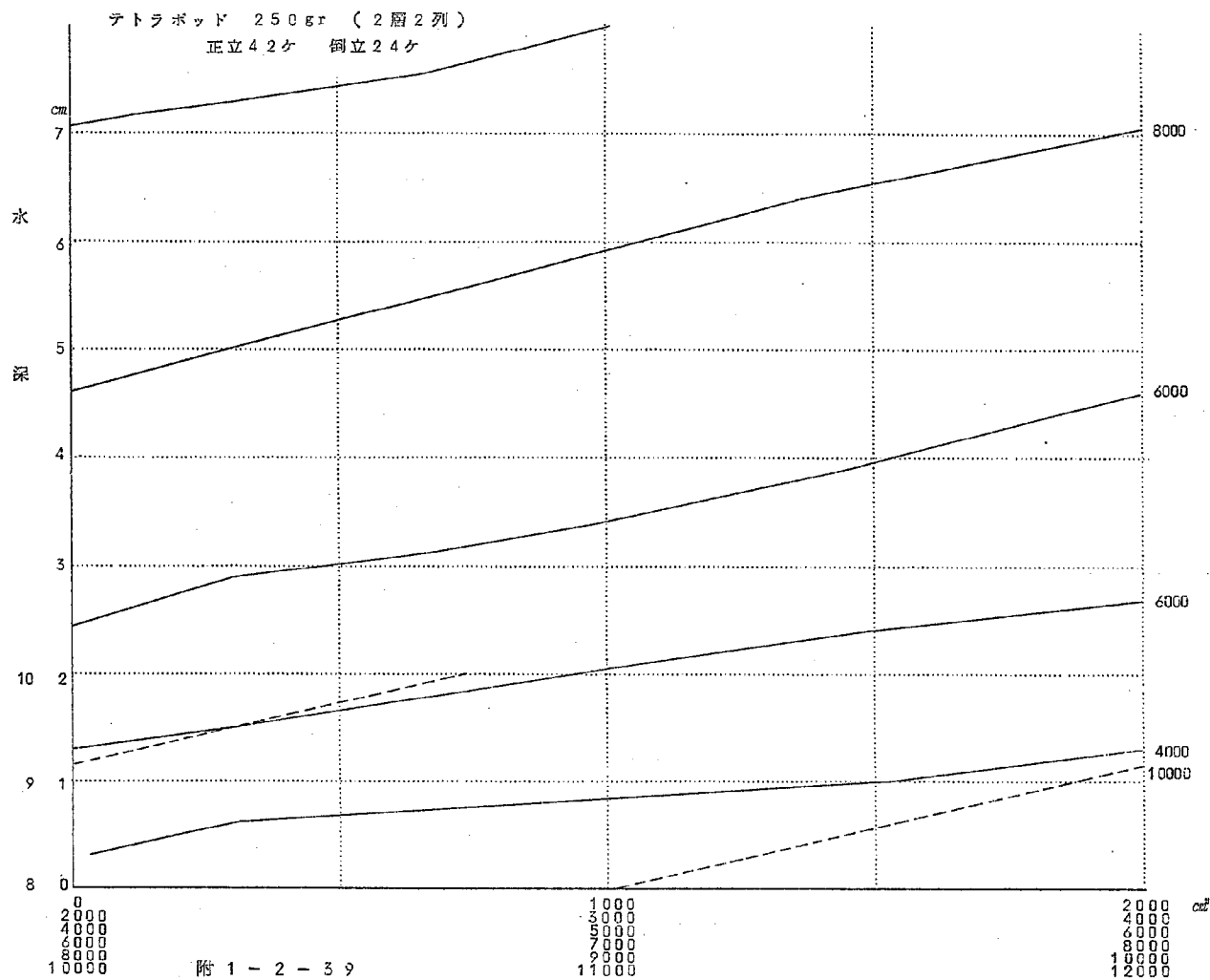
附 1 - 2 - 3 6

テトラポッド 1000 gr (2層2列) 正立24ヶ 倒立12ヶ

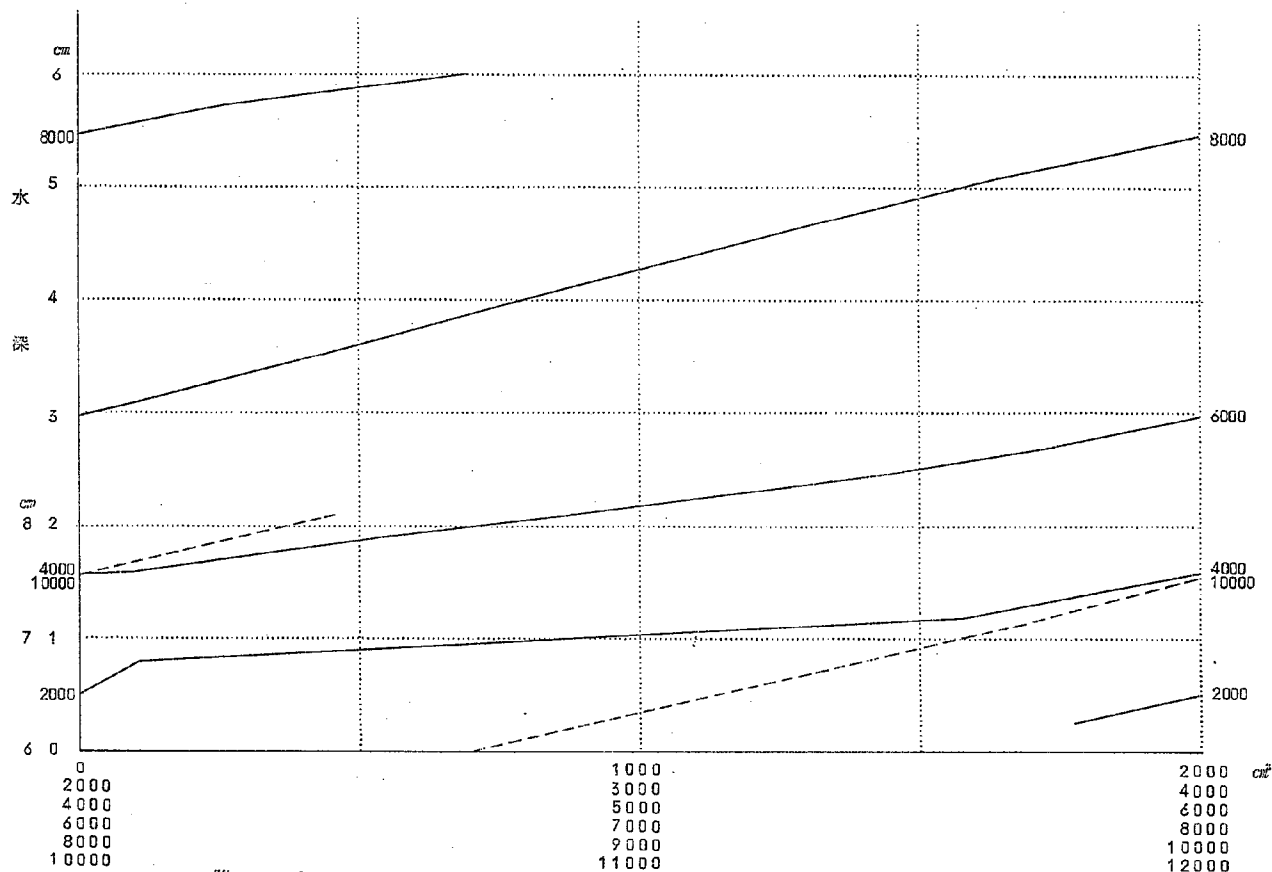


テトラポッド 500gr (2層2列) 正立36ヶ 倒立20ヶ

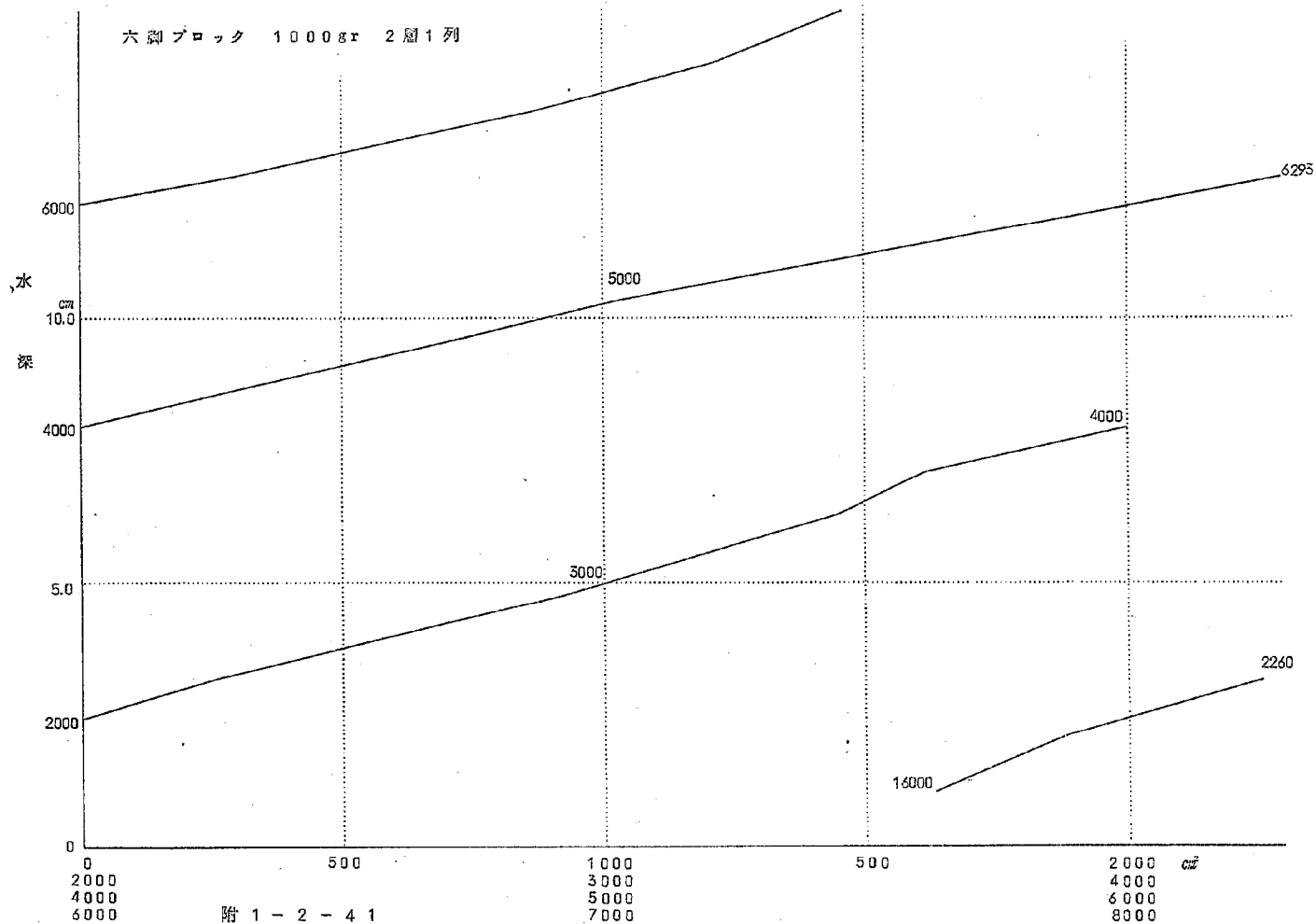




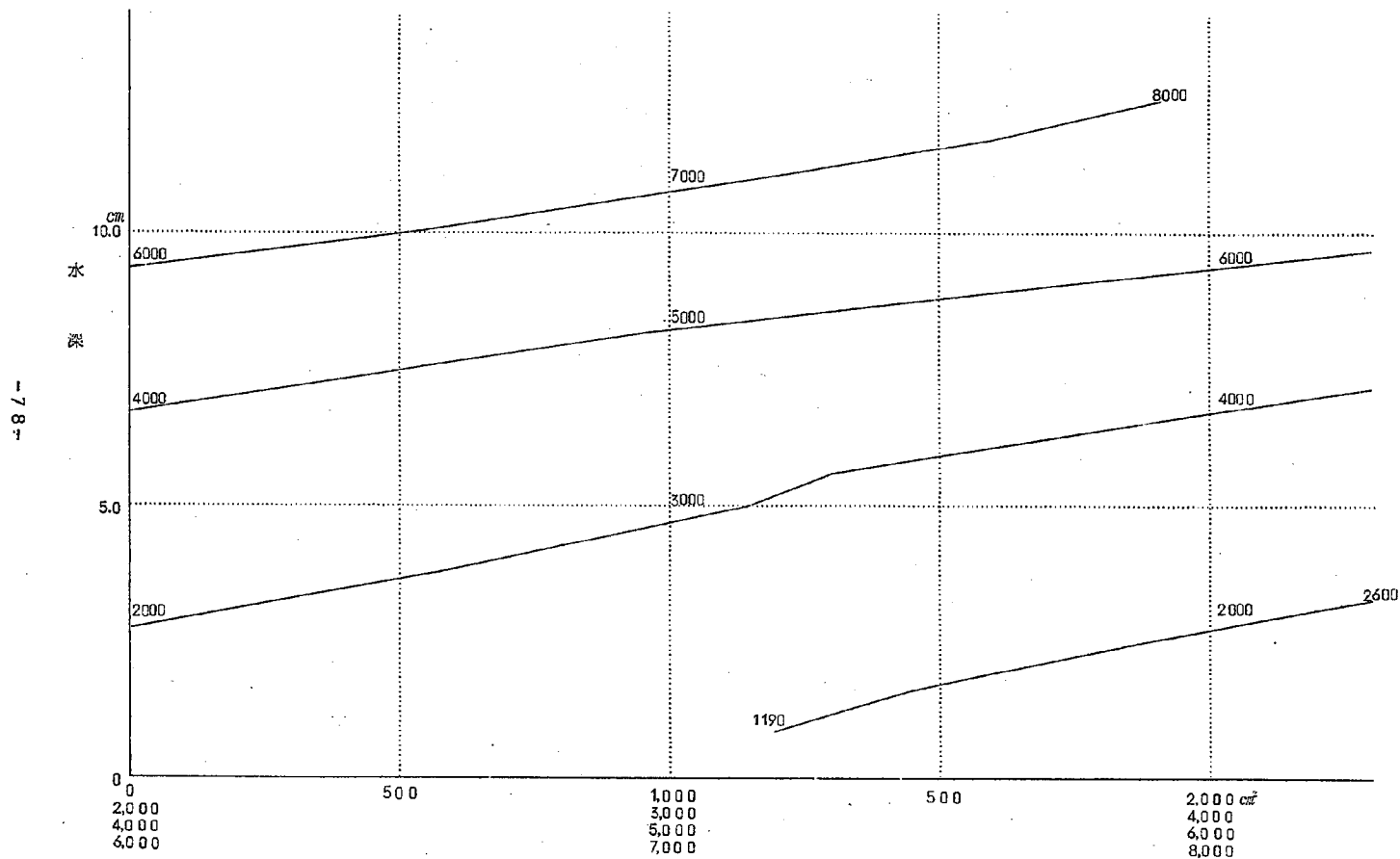
テトラポッド 125 gr (2層2列) 正立54ヶ 倒立52ヶ



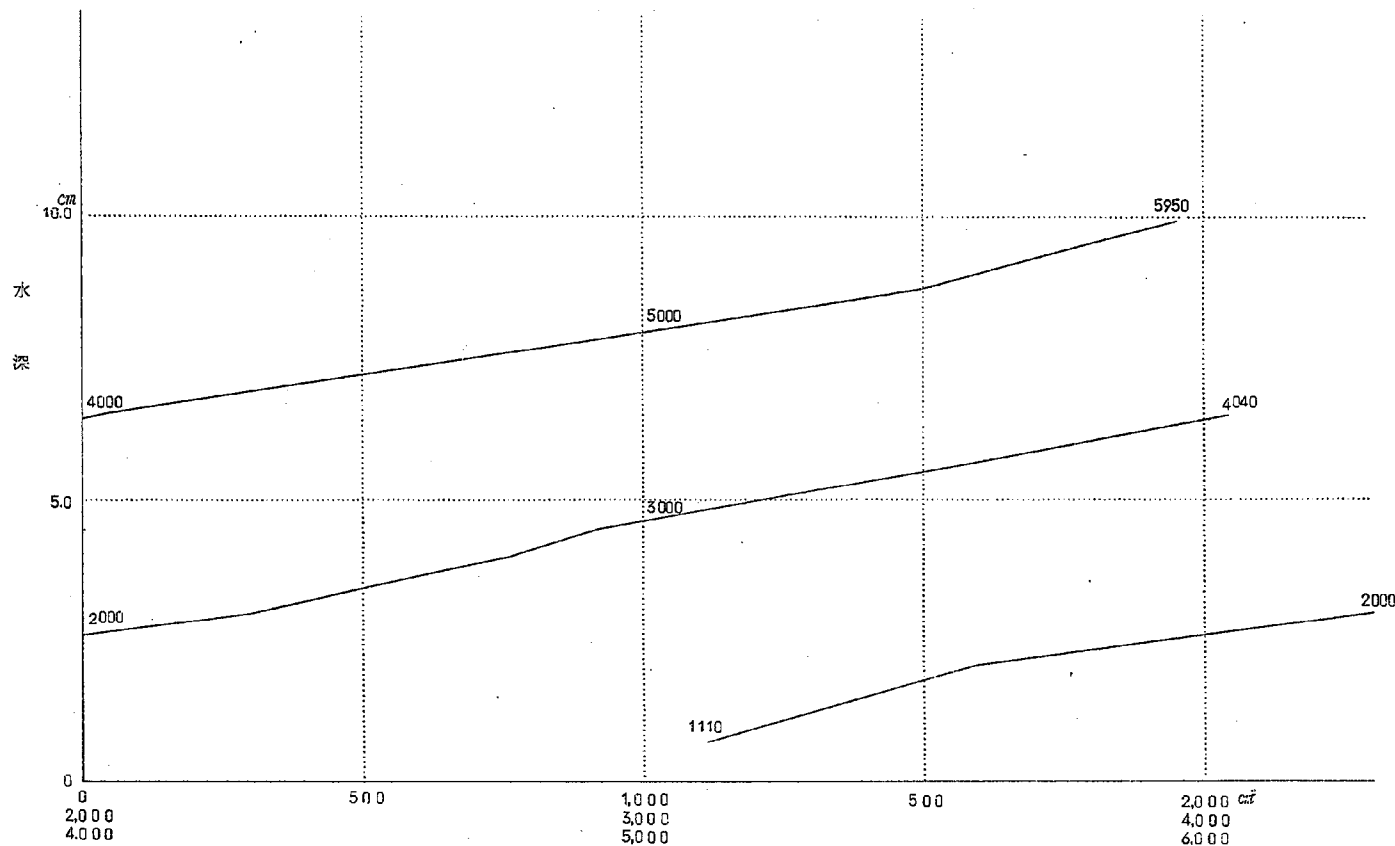
附 1 - 2 - 40



六脚ブロック 500 gr 2 層 1 列

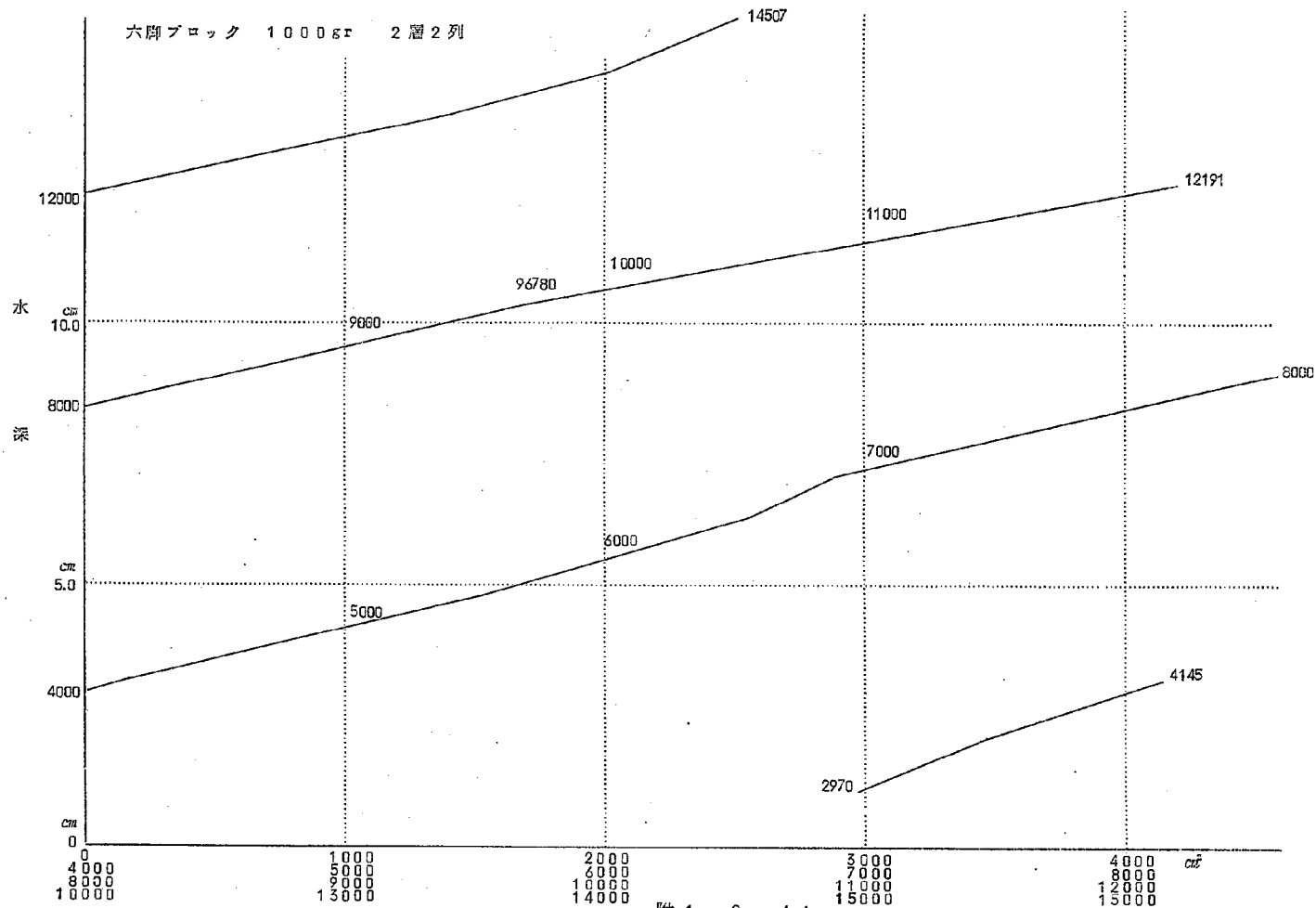


六脚ブロック 250gr 2層1列



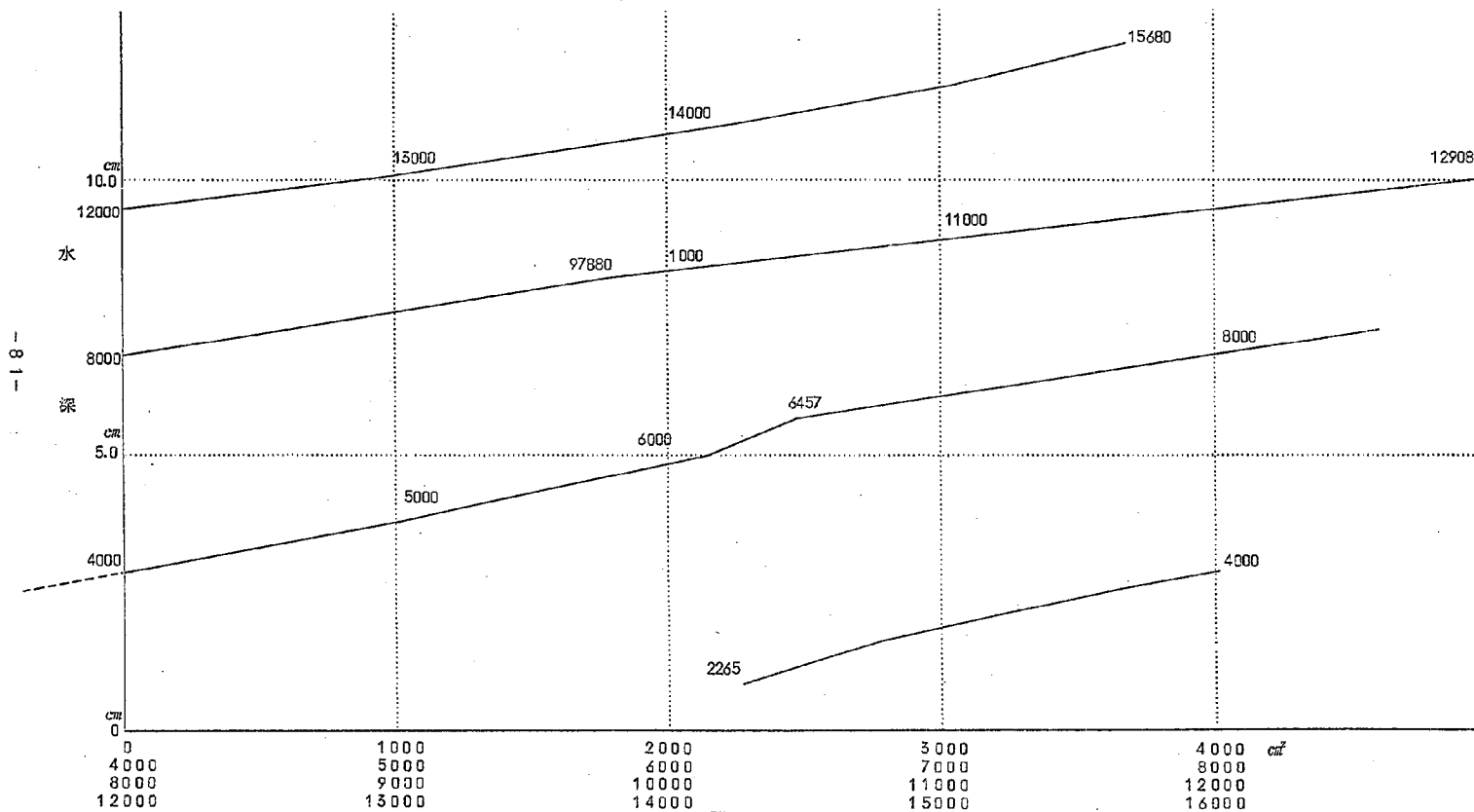
六脚ブロック 10006F 2層2列

-08-

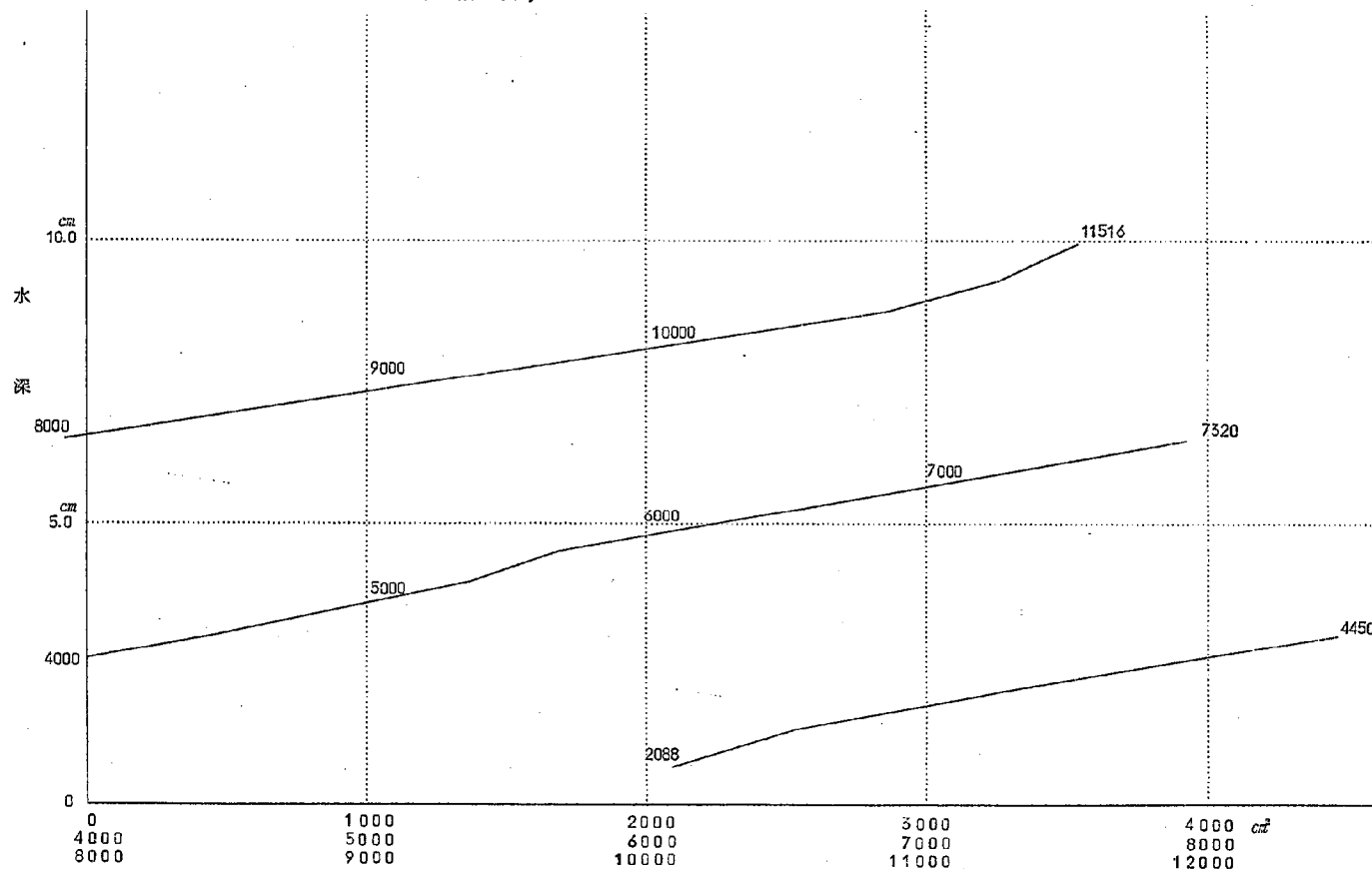


附 1 - 2 - 4 4

六脚ブロック 500g 2層2列

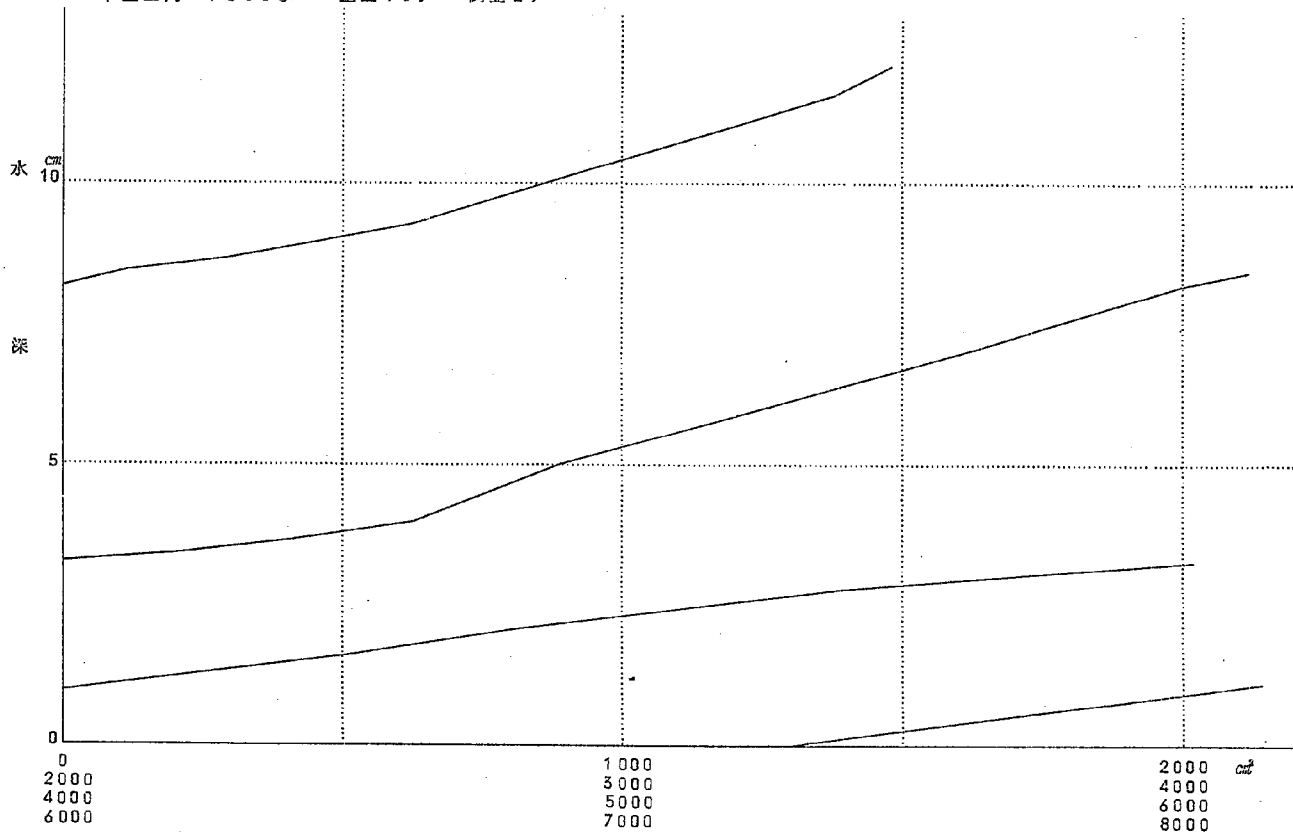


六脚ブロック 250g (2層2列)



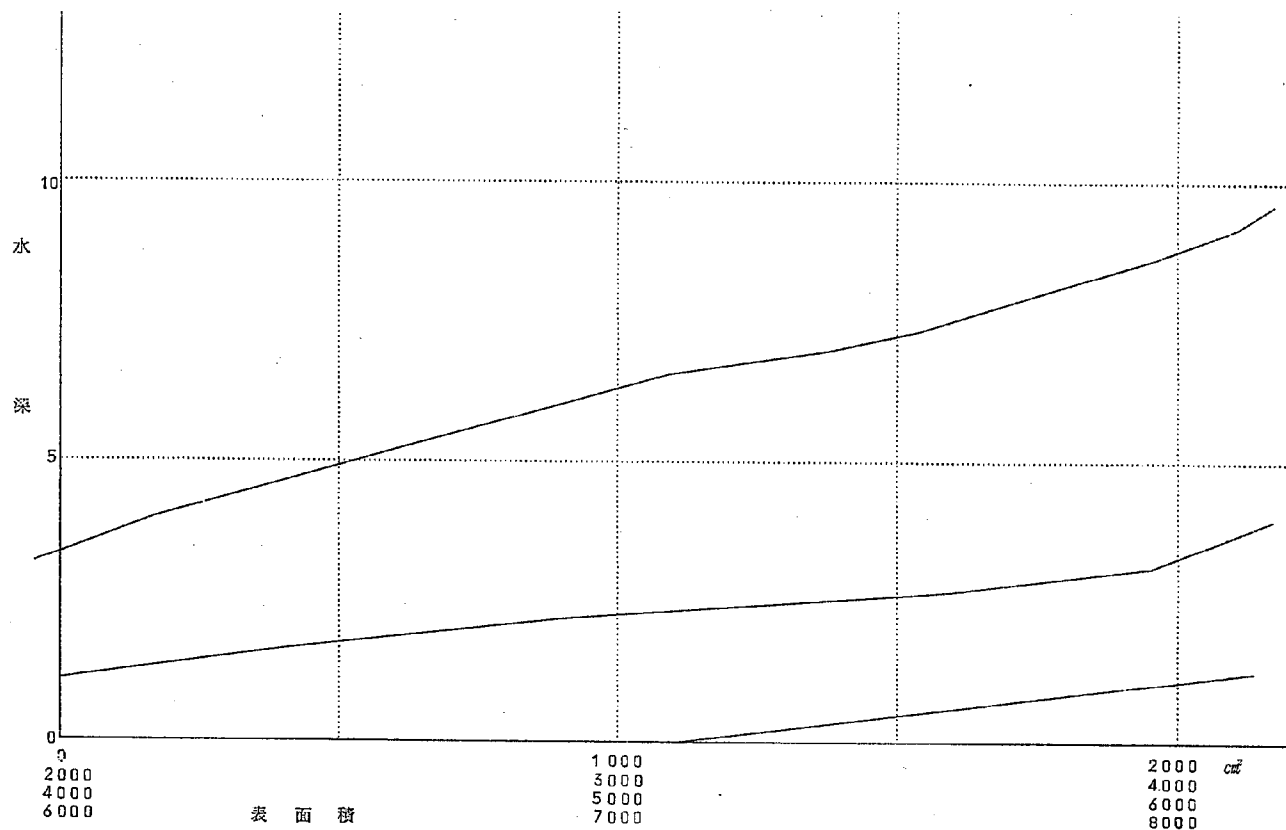
附 1 - 2 - 4 6

中空三角 1000 gr 正立10分 倒立2分



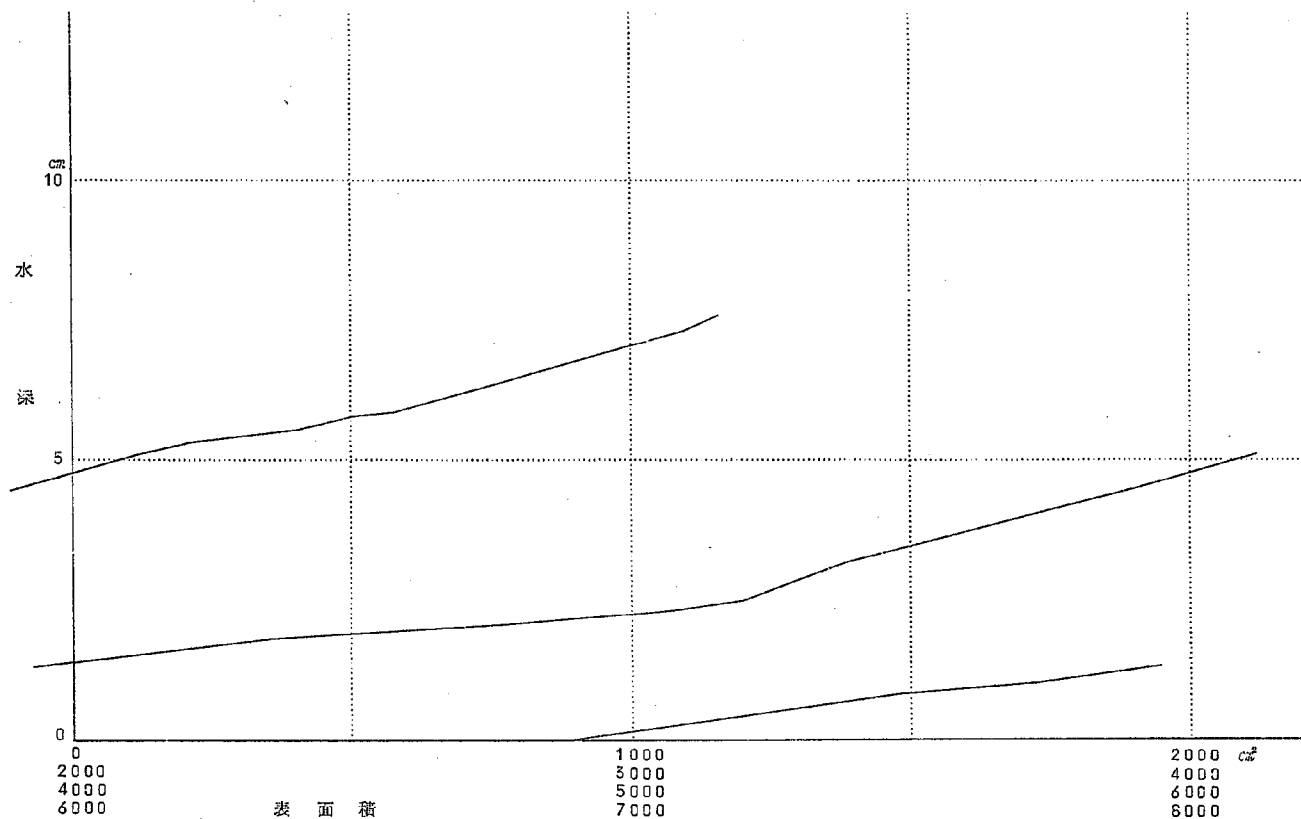
附 1 - 2 - 4 7

中空三角 500 gr



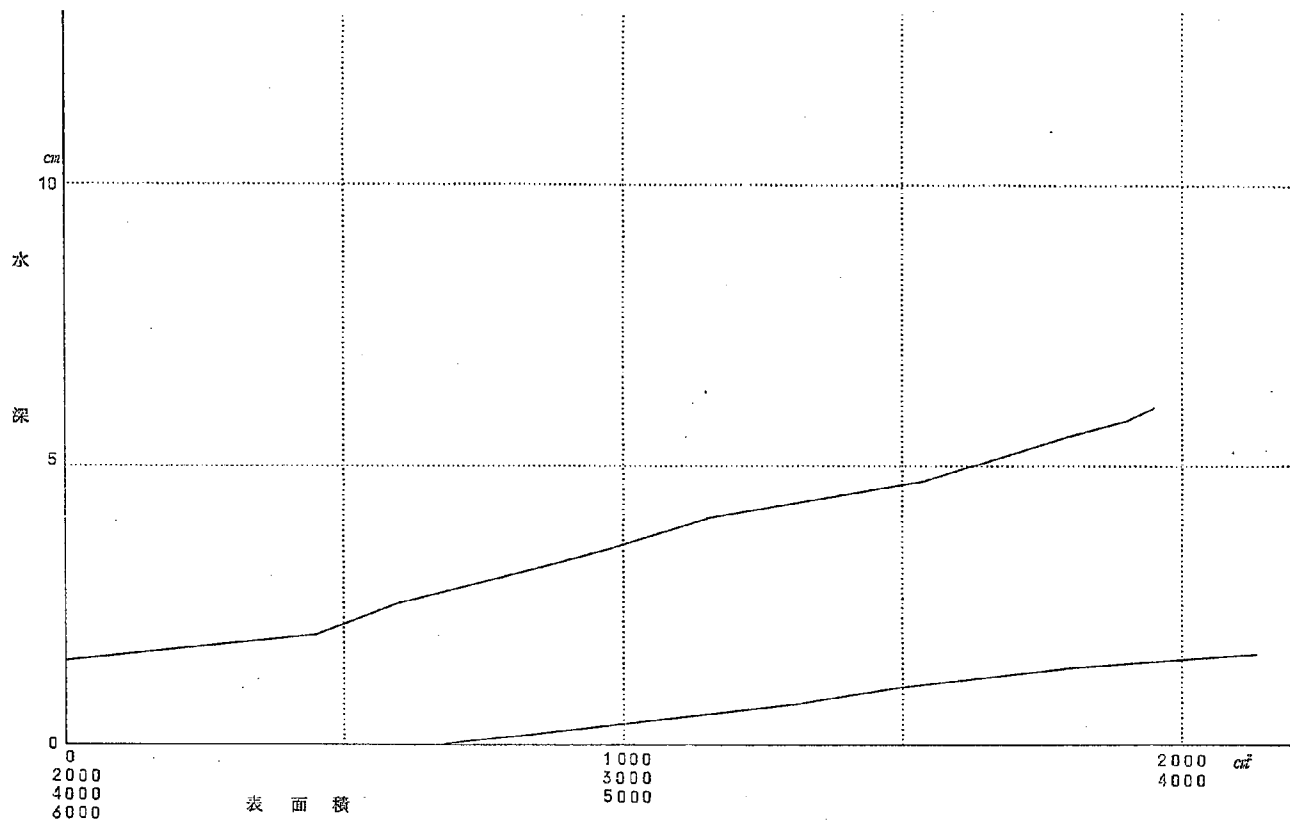
附 1 - 2 - 48

中空三角 250 gr



附 1 - 2 - 4 9

中空三角 125 gr



附 1 - 2 - 50

テトラポッド

1 重量 (公称250grの場合)

試料番号	乾燥時	湿潤時	水中	体積	比重
1	252.5 ^{gr}	253 ^{gr}	136 ^{gr}	117 ^{cm³}	2.162
2	247.5	248.5	133	115.5	2.152
3	247	253	138	115	2.200
4	246.5	247	132	115	2.148
5	242	246.5	131.5	115	2.143
6	253	253	136	117	2.162
7	247	247.5	130.5	117	2.115
8	253.5	255	138	117	2.179
9	248	248	131.5	116.5	2.129
10	253	253.5	137	115.5	2.195
平均	249 ^{gr}	250.5 ^{gr}	134.4 ^{gr}	116.5 ^{cm³}	2.159 (2.16)

附 1 - 3 - 1

六脚ブロック

1 重量 (公称250grの場合)

試料番号	重量		水中	体積	比重
	乾燥時	湿潤時			
1	247.5 ^{gr}	251 ^{gr}	138 ^{gr}	113 ^{cm³}	2.221
2	247	249.5	137.5	112	2.228
3	251	252.5	141	111.5	2.265
4	245	248.5	137	111.5	2.229
5	249.5	250.5	137.5	113	2.217
6	244.5	247	136	111	2.225
7	248.5	250.5	139	111.5	2.247
8	263	263.5	150	113.5	2.322
9	252.5	253.5	141	112.5	2.253
10	242.5	246	134	112	2.196
平均	249.1	252.2	140.1	112.5	2.240

附 1 - 3 - 2

中空三角

1 重量 (公称 250 gr の場合)

試料番号	乾燥時	湿润時	水中	体積	比重
1	246.5 ^{gr}	253.5 ^{gr}	139 ^{gr}	114.5 ^{cm³}	2.214
2	288	289	171	117	2.47
3	287	287.5	170	117.5	2.447
4	245.5	246.5	134.5	112.0	2.201
5	225	233	125	108	2.157
6	283	285	172	113	2.522
7	232.5	233	131.5	101.5	2.296
8	278	279	165	114	2.447
9	272	274.5	160	114.5	2.397
10	240	249	135	114	2.184
平均	259 ^{gr}	263 ^{gr}	150 ^{gr}	113 ^{cm³}	2.23

(2.34)

附 1 - 3 - 3

テトラポッド 1000gr (2層1列) $B = 4.40 \text{ cm}$ $L = 3.90 \text{ cm}$ $BL = 1.716 \text{ cm}^2$ $\frac{1}{B} = 2.27 \times 10^{-2}$ $V = 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$

$h_1 \text{ (cm)}$	$\Delta h \text{ (cm)}$	$\frac{Q}{\text{cm}^2/\text{sec}}$	$h_1 - \frac{1}{2} \frac{\Delta h}{\text{cm}}$	$\varepsilon \text{ (\%)}$	$\frac{\varepsilon BLh}{\text{cm}^2}$	$S \text{ (cm}^2\text{)}$	$R \text{ (cm)}$	$\frac{Q}{Bh} \text{ (cm/sec)}$	$\frac{V}{\text{cm/sec}}$	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/ν	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
685	160	$\times 10^3$ 1.84	6.05	55.0	$\times 10^3$ 5.71	$\times 10^3$ 6.10	0.935	6.90	10.28	$\times 10^{-2}$ 4.11	$\times 10^{-2}$ 5.00	$\times 10^{-1}$ 7.61	$\times 10^{-1}$ 7.10	$\times 10^2$ 9.60	$\times 10^{-2}$ 2.40	29.6
1095	0.15	2.74	10.87	66.0	1230	7.71	1599	5.74	7.57	0.385	2.92	13.2	2.11	12.05	4.10	5.14
930	0.50	3.01	9.65	58.1	9.00	7.03	1280	7.56	10.88	1.281	5.94	2.16	2.177	13.90	3.29	8.43
825	1.20	2.87	7.65	51.5	6.76	6.65	1020	8.55	13.34	3.080	9.08	3.40	3.47	13.61	2.62	1320
800	1.85	2.93	7.07	53.1	6.44	6.54	0.985	9.43	14.40	4.749	10.57	4.49	4.41	142.0	2.53	1753
770	3.40	2.87	6.00	55.0	5.66	6.43	0.880	10.86	16.18	8.72	13.30	6.54	5.76	142.1	2.26	255
760	4.05	2.80	5.57	56.0	5.35	6.39	0.839	10.40	16.77	10.40	14.35	7.26	6.09	140.5	2.15	28.2
O.F. 17.95	0.05	3.56	17.92	66.5	2050	—	—	4.50	5.90	0.128	1.78	0.13	—	—	—	28.1
12.65	0.30	3.74	12.50	63.5	13.60	0.53	1.600	6.80	9.20	0.770	4.32	1.78	2.84	14.71	4.11	6.95
10.65	0.50	3.74	10.00	64.5	11.50	7.58	1520	8.45	10.92	1.280	6.10	2.10	3.20	16.60	3.90	820
9.15	1.05	3.62	8.62	62.5	9.24	6.97	1.225	9.55	13.56	2.700	8.70	3.10	4.10	17.31	3.40	12.07
13.70	0.15	2.99	13.62	62.0	14.50	8.92	1.629	4.99	6.86	0.385	2.40	1.60	2.60	11.19	4.17	6.25
14.00	0.15	3.11	13.92	61.5	14.65	9.04	1.620	5.08	7.03	0.385	2.52	1.53	2.48	11.38	4.15	5.95
O.F. 16.15	0.00	3.40	16.15	63.0	17.40	—	—	4.78	6.50	0	2.16	0	0	—	—	0
15.05	0.30	3.68	14.90	51.5	15.70	9.44	1.668	5.60	7.75	0.770	3.07	2.50	4.16	12.91	4.27	9.78
O.F. 17.45	0.00	3.56	17.45	66.0	19.75	—	—	4.64	6.11	0	1.91	0	0	—	—	0
6.00	3.75	1.62	4.12	64.0	4.40	5.79	0.760	8.95	12.04	9.61	7.40	13.00	9.89	9.15	1.95	50.7
1.70	0.55	0.36	1.42	88.5	2.16	2.95	0.731	5.77	6.25	0.925	1.99	4.65	3.40	4.56	1.87	27.6

テトラポッド 500 gr (2層1列) $B = 4.78^{cm}$ $L = 2.75^{cm}$ $BL = 1.3145^{cm^2}$ $\frac{1}{B} = 209 \times 10^{-1}$

h_1	Δh	Q	$h_1 - \frac{1}{2}\Delta h$	ϵ	ϵBLh	S	R	Q/Bh	V	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/v	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
7.75	2.60	$\times 10^3$ 3.71	6.45	52.0	$\times 10^3$ 4.40	$\times 10^3$ 6.31	0.696	12.04	18.60	$\times 10^{-3}$ 2.45	$\times 10^{-4}$ 17.70	$\times 10^{-4}$ 5.34	3.72	12.95	$\times 10^{-2}$ 2.53	14.70
Q.F.16.65	0.00	350	16.65	—	—	—	—	4.41	—	0	—	0	—	—	—	—
11.15	0.45	3.74	10.92	62.0	8.90	8.05	1.105	7.17	9.87	1.640	4.98	3.50	3.68	10.90	4.01	9.05
7.65	2.75	3.77	6.27	51.0	4.20	6.28	0.670	12.58	19.70	10.000	19.84	5.04	3.37	13.20	2.44	13.86
7.50	4.20	3.77	5.40	54.0	3.83	6.23	0.614	14.60	22.00	15.30	24.75	6.19	3.29	13.49	2.23	16.98
6.95	0.60	2.11	6.65	54.0	4.72	6.06	0.777	6.49	9.79	2.180	4.88	4.47	3.48	7.60	2.82	12.3
10.45	0.15	2.66	10.37	62.5	11.25	7.72	1.460	5.37	7.34	0.385	2.74	1.40	2.05	10.71	5.31	5.47
Q.F.12.55	0.10	3.37	12.50	62.5	10.28	8.68	1.184	5.64	7.70	0.364	3.02	1.205	1.43	9.12	4.31	3.32
8.70	0.75	3.37	8.32	64.5	7.05	6.73	1.050	8.47	11.34	2.73	6.57	4.15	4.36	11.90	3.82	11.40
7.60	1.25	3.30	6.97	56.5	5.19	6.26	0.877	9.91	14.50	4.55	10.73	4.24	3.72	12.70	3.19	11.63
7.35	2.00	3.25	6.35	51.5	4.30	6.18	0.697	10.72	16.70	7.27	14.22	5.11	3.56	11.64	2.54	14.04
7.20	2.85	3.18	5.77	52.5	3.99	6.13	0.652	11.51	17.70	10.37	16.00	6.40	4.22	11.53	2.37	17.80
7.15	4.10	3.20	5.10	55.0	3.69	6.12	0.603	13.14	19.58	14.92	19.60	7.62	4.60	11.80	2.20	20.9
5.95	3.55	3.25	4.17	56.0	3.08	5.56	0.554	16.30	24.00	12.90	29.40	4.39	2.43	13.30	2.01	12.08
7.40	0.20	3.30	9.30	65.0	7.95	7.20	1.090	7.43	9.90	0.727	5.00	1.453	1.585	10.85	3.97	4.00
7.85	0.85	3.26	7.42	60.0	5.85	6.35	0.922	8.92	12.52	3.07	8.00	3.86	3.56	11.56	3.36	10.62

テトラポッド 250gr (2層1列) $B=45.0^{cm}$ $L=23.0^{cm}$ $BL=1035^{cm^2}$ $\frac{1}{B}=2.22 \times 10^{-2}$

h_1	Δh	Q	$h_1 - \frac{1}{2}\Delta h$	ε	εBLh	S	R	Q/Bh	V	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/v	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
650	350	$\times 10^3$ 3.03	475	52.0	$\times 10^3$ 2.55	$\times 10^4$ 4.81	0.530	14.18	219	$\times 10^{-2}$ 15.20	$\times 10^{-2}$ 24.5	$\times 10^{-1}$ 6.20	$\times 10^{-1}$ 3.29	$\times 10^2$ 11.60	$\times 10^{-2}$ 2.31	14.3
Q.F. 1090	0.00	2.87	1090	66.0	745	—	—	5.85	772	—	—	—	—	—	—	—
790	0.85	3.09	747	65.0	5.02	5.54	0.907	9.20	1227	3.69	7.68	4.81	43.6	11.13	3.95	11.10
650	3.10	2.99	4.95	51.0	2.61	4.81	0.543	13.40	210	13.47	22.5	5.99	3.25	11.40	2.36	13.78
650	3.55	2.97	4.72	52.0	2.54	4.81	0.528	14.00	216	15.43	23.8	6.49	3.42	11.40	2.30	14.90
420	1.95	0.93	3.22	56.5	1.882	3.91	0.482	6.41	938	8.48	4.49	18.90	9.10	4.52	2.10	4.34
400	2.40	0.88	2.80	60.0	1.74	3.83	0.454	6.99	9.80	10.43	4.90	21.30	9.67	4.45	1.975	4.90
Q.F. 1205	0.05	2.93	12.02	62.0	8.60	6.37	1.350	5.42	6.95	0.217	2.47	0.88	1.190	9.40	5.88	2.02
825	0.85	3.22	7.82	63.5	5.14	5.69	0.903	9.15	12.40	3.69	7.85	4.70	4.24	11.20	2.93	10.83
655	2.80	3.03	5.15	52.5	2.80	4.83	0.580	13.07	20.10	12.17	20.6	5.91	3.43	11.68	2.52	13.60
720	2.05	3.68	6.17	62.0	3.96	5.16	0.767	13.24	18.20	8.91	16.9	5.27	4.04	13.98	2.34	12.12
930	0.80	3.56	8.90	62.5	5.56	6.12	0.909	8.90	12.16	3.48	7.54	4.62	4.20	11.05	3.95	10.62
Q.F. 1055	0.20	3.80	10.45	64.0	6.92	—	—	8.16	10.00	0.87	6.17	1.41	—	—	—	3.24
915	0.95	3.80	8.67	62.5	5.61	6.07	0.925	9.75	13.33	4.13	9.08	4.55	4.21	12.33	4.02	10.47
745	1.70	3.80	6.60	64.5	4.41	5.34	0.828	12.80	17.13	7.39	15.00	4.92	4.07	14.20	3.60	11.34
以上 (250-I)																

テトラポット 125 gr (2層1列) $B = 49.0 \text{ cm}$ $L = 18.5 \text{ cm}$ $BL = 907 \text{ cm}^2$ $\frac{1}{B} = 2.04 \times 10^{-2}$ $V = 10^{-2} \text{ cm}^2 / \text{sec}$

$h_1 \text{ (cm)}$	$\Delta h \text{ (cm)}$	Q (cm^3 / sec)	$h_1 - \frac{1}{2} \Delta h$ (cm)	$\varepsilon \text{ (\%)}$	εBLh (cm^3)	S (cm^2)	$R \text{ (cm)}$	Q/Bh (m/sec)	V (cm/sec)	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/v	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
3.75	2.00	101×10^3	2.75	56.0	1400×10^3	2.95×10^3	0.475	7.500	11.02	10.80×10^{-2}	6.20×10^{-2}	17.40	8.26	5.24	2.57	32.3
4.10	2.10	118	3.05	55.0	1523	3.09	0.493	7.90	11.77	11.34	7.06	16.07	7.92	5.60	2.67	29.8
4.35	0.80	116	3.95	51.0	1830	3.44	0.532	6.00	9.41	4.32	4.52	9.55	5.08	5.01	2.88	17.7
4.95	0.50	140	4.70	60.0	2.56	3.74	0.685	6.08	8.55	2.70	3.73	7.24	4.96	5.85	3.71	13.4
4.50	1.35	141	3.82	51.5	1785	3.39	0.527	7.54	11.73	7.30	7.04	10.58	5.47	6.19	2.85	19.2
7.50	0.55	243	7.22	61.5	403	4.935	0.818	6.87	9.50	2.97	4.61	6.44	5.27	7.77	4.43	119.3
8.15	0.25	259	8.02	63.0	4.58	5.23	0.877	6.60	8.97	1.35	4.11	3.29	2.89	7.87	4.75	6.09
9.25	0.10	280	9.20	67.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.35	0.95	284	6.87	62.0	3.85	4.785	0.805	8.44	11.60	5.13	6.86	7.47	6.02	9.33	4.35	13.85
6.40	1.15	282	5.82	62.0	3.26	4.27	0.764	9.88	13.52	6.22	9.40	6.62	5.06	10.37	4.13	12.24
5.85	2.00	282	4.85	61.0	2.68	3.795	0.706	11.88	16.50	10.80	13.90	7.78	5.50	11.66	3.83	14.4
5.80	2.50	280	4.55	58.5	2.42	3.68	0.657	12.56	17.92	13.50	16.40	8.24	5.49	11.80	3.56	15.25
5.30	2.55	238	4.02	51.5	1.88	3.47	0.542	12.10	18.84	13.77	18.12	7.59	4.11	10.20	2.93	14.06
3.25	1.80	0.59	2.35	57.0	1.34	2.68	0.501	5.12	7.45	9.72	2.83	3.44	17.25	3.73	2.71	63.7

テトラポッド 1000gr (2層1列) $B = 4.40 \text{ cm}$ $L = 7.50 \text{ cm}$ $BL = 3300 \text{ cm}^2$ $\frac{1}{B} = 2.27 \times 10^{-2}$ $V = 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$

h_1 (cm)	Δh (cm)	Q (cm^3/sec)	$h_f \frac{1}{2} \Delta h$ (cm)	ε (%)	εBLh (cm^2)	S (cm^2)	R (cm)	Q/Bh (m/sec)	V (cm/sec)	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/ν	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
O.F.1685	0.00	$\times 10^4$ 2.97	1685	64.5	—	—	—	4.00	—	—	—	—	—	—	—	—
O.F.1620	0.20	3.32	1610	63.0	$\times 10^3$ 358.0	$\times 10^3$ —	—	4.69	6.38	$\times 10^{-2}$ 0.27	$\times 10^{-2}$ 2.08	$\times 10^{-1}$ 1.30	$\times 10^{-1}$ —	—	—	9.62
13.55	0.45	3.20	1332	62.0	33.00	17.50	1.880	5.45	7.50	0.60	2.87	2.09	3.92	$\times 10^{-3}$ 14.10	$\times 10^{-2}$ 2.51	15.7
10.80	0.80	3.25	1040	64.5	22.10	15.10	1.463	7.11	9.52	1.070	4.63	2.31	3.38	13.92	1.95	17.3
9.20	1.95	3.16	822	52.5	14.20	13.72	1.034	8.74	13.40	1.95	9.17	2.12	2.19	13.90	1.38	21.3
8.95	2.90	3.11	750	52.0	12.85	13.55	0.950	9.42	14.55	1.99	10.80	1.84	1.74	13.81	1.27	26.9
8.90	3.55	3.11	712	53.0	12.50	13.50	0.928	9.92	15.15	4.73	11.70	4.04	2.74	14.04	1.24	30.4
8.80	5.10	3.05	625	53.0	11.35	13.40	0.847	11.10	16.55	6.81	13.98	4.87	4.14	14.00	1.13	36.5
8.71	5.60	2.97	590	55.5	10.81	13.35	0.811	11.45	16.95	7.46	14.67	5.09	4.11	13.75	1.08	38.5
11.60	0.30	2.40	1145	61.5	23.25	15.10	1.476	4.77	6.60	0.300	2.22	1.35	1.99	9.71	1.97	14.17
12.75	0.30	2.51	1260	63.0	26.20	16.80	1.552	4.53	6.17	0.300	1.945	1.54	2.38	9.60	2.07	15.4
10.20	0.25	2.70	1007	61.5	28.35	18.74	1.581	4.36	6.03	0.335	1.855	1.81	2.86	9.55	2.11	10.5
O.F.1600	0.16	2.87	1595	63.0	31.20	19.37	1.752	4.09	5.57	0.133	1.585	0.84	1.44	9.55	2.28	6.31
9.80	0.70	2.99	945	66.0	19.00	14.20	1.338	7.15	9.92	0.934	5.02	1.56	2.49	13.28	1.79	13.95
9.00	1.25	2.73	837	54.0	14.90	13.55	1.096	7.42	11.20	1.67	6.40	2.61	2.86	12.29	1.46	19.55
7.25	4.90	2.82	480	57.0	9.03	12.35	0.730	13.33	19.40	6.53	19.20	3.40	2.48	14.15	0.98	25.5
4.65	3.15	0.67	307	75.5	7.65	9.86	0.776	4.96	5.98	4.20	1.82	23.10	17.90	4.65	1.04	123.0
6.15	4.30	1.08	200	63.5	8.65	11.58	0.746	6.14	8.12	5.73	3.37	17.00	12.69	6.06	0.99	127.6

テトラポッド 500gr (2層2列) B=47.8^{cm} L=52.0^{cm} BL=2,455.6^{cm²} $\frac{1}{B} = 2.09 \times 10^{-2}$

h_1	Δh	Q	$h_1 - \frac{1}{2}\Delta h$	ϵ	ϵBLh	S	R	Q/Bh	V	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/v	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
O.F. 16.75	0.00	$\times 10^3$ 2.94	16.75	—	—	—	—	3.68	—	$\times 10^{-2}$ 0	$\times 10^{-2}$ —	$\times 10^{-1}$ —	$\times 10^{-1}$ —	$\times 10^2$ —	$\times 10^{-2}$ —	—
O.F. 15.40	0.10	3.22	15.35	69.0	263.0	—	—	43.9	5.62	0.128	161	0.80	0	—	—	622
11.10	0.70	3.15	10.75	68.0	16.60	15.82	1050	6.14	8.44	0.897	3.63	2.47	2.60	8.85	2.02	193
8.50	1.25	3.07	7.87	68.5	12.20	13.15	092.9	8.15	11.15	1.60	6.34	2.53	2.34	1035	1.78	197.5
7.90	2.55	3.03	6.67	54.0	8.89	12.53	070.9	9.60	14.50	3.27	13.74	3.04	2.16	1029	1.36	25.7
7.80	3.25	2.99	6.17	51.0	7.82	12.37	062.7	10.12	15.90	4.17	12.90	3.24	2.03	998	1.21	25.2
7.70	3.15	2.99	5.87	52.0	7.59	12.41	063.0	10.68	16.50	4.68	13.90	33.6	2.04	1008	1.07	26.2
7.75	4.10	2.99	5.70	52.5	7.65	12.45	059.6	10.97	16.85	5.25	14.50	3.62	2.16	1025	1.15	28.3
7.70	4.65	2.99	5.37	54.0	7.22	12.41	058.1	11.65	17.6	8.93	15.83	5.64	3.28	1022	1.117	29.3
9.15	0.40	2.09	8.95	66.5	148.0	13.80	107.3	4.89	6.41	0.768	2.10	3.66	3.93	6.89	2.06	19.0
10.45	0.30	2.27	10.30	62.5	16.00	15.20	105.3	4.60	6.29	0.576	2.02	2.85	3.00	6.62	2.02	148.5
12.10	0.25	2.46	11.97	62.0	28.45	16.93	109.0	4.31	5.93	0.480	1.79	2.68	2.92	6.46	2.09	139.5
O.F. 13.45	0.10	2.63	13.40	64.5	21.50	—	—	4.10	5.49	—	1.54	—	—	—	—	6.5
O.F. 15.15	0.05	2.80	15.12	69.0	25.90	—	—	3.87	4.95	—	1.25	—	—	—	—	4.0
O.F. 14.40	0.10	2.85	14.35	67.0	23.90	—	—	4.16	5.43	—	1.505	—	—	—	—	6.55
11.05	0.50	2.46	10.80	62.0	16.65	15.77	105.7	4.77	6.56	0.960	2.20	4.37	4.61	6.95	2.03	22.7
8.65	0.70	2.44	8.30	64.5	13.32	13.34	100.0	6.15	8.23	1.343	3.45	3.89	3.89	8.23	1.92	20.3
7.25	1.35	2.24	6.57	53.0	8.66	12.16	071.3	7.13	10.90	2.59	6.07	4.25	3.03	7.77	1.37	22.2
6.80	4.20	2.15	4.70	55.5	6.49	11.84	054.8	9.58	14.20	8.09	0.30	7.83	4.29	7.78	1.05	40.8
5.65	3.65	1.26	3.82	57.0	5.42	10.65	050.9	6.77	9.85	7.01	4.95	10.17	7.20	5.01	0.978	73.8
4.90	3.20	0.86	3.28	64.0	5.22	10.00	052.2	5.49	7.39	6.15	2.79	22.05	11.50	3.86	1.602	114.8

テトラポッド 250gr (2層2列) $B = 45.0 \text{ cm}$ $L = 46.0 \text{ cm}$ $BL = 2070 \text{ cm}^2$ $\frac{1}{B} = 2.22 \times 10^{-2}$

h_1	Δh	Q	$h_1 - \frac{1}{2}\Delta h$	ϵ	ϵBLh	S	R	Q/Bh	V	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/ν	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
Q.F. 1070	0.15	$\times 10^3$ 240	10.62	65.0	$\times 10^3$ 1030	—	—	5.02	6.70	$\times 10^{-2}$ 0.326	$\times 10^{-2}$ 2.29	$\times 10^{-1}$ 14.23	$\times 10^{-1}$ —	$\times 10^2$ —	$\times 10^{-2}$ —	655
Q.F. 1115	0.05	253	11.62	68.0	1640	—	—	484	6.26	0.1087	2.00	0.543	—	—	—	250
Q.F. 1100	0.25	263	10.87	65.5	1473	—	—	538	7.14	0.544	2.60	2.09	—	—	—	9.6
8.60	1.05	273	8.07	62.5	1046	9.53	1097	7.52	10.30	2.28	5.42	4.20	4.60	11.30	238	19.4
7.90	1.10	260	7.35	65.0	990	8.93	1.113	7.85	10.48	2.39	5.62	4.27	4.75	14.67	242	19.65
7.40	1.35	259	6.72	65.0	905	7.45	1.217	8.56	11.42	2.94	6.67	4.41	5.36	13.90	264	20.2
6.90	1.90	254	5.95	60.5	745	7.83	0.952	9.48	13.26	4.13	8.96	6.61	4.39	12.62	207	21.2
6.75	2.50	251	5.50	56.0	638	7.69	0.830	10.12	14.90	5.44	11.33	4.80	3.98	12.37	1805	22.05
6.70	3.25	249	5.07	51.5	541	7.64	0.709	10.90	16.95	7.07	14.66	4.82	3.82	12.00	154	22.2
6.65	3.85	249	4.72	52.0	508	7.60	0.668	11.72	18.10	8.37	16.75	5.00	3.34	12.10	145	23.0
8.55	0.60	2.01	8.25	62.5	10.67	9.48	1.125	5.41	7.40	1.304	2.79	4.68	5.26	8.32	2.45	21.5
9.60	0.45	2.18	9.37	62.5	12.12	10.39	1.170	5.17	7.07	0.978	2.55	3.84	4.49	8.27	2.54	17.15
6.65	3.95	2.33	4.67	52.0	5.03	7.60	0.662	11.08	17.12	8.59	14.98	5.74	3.80	11.34	1.44	26.4
5.65	3.45	1.56	3.92	65.0	4.46	6.78	0.659	8.83	13.14	7.50	8.82	8.50	5.60	8.66	1.43	19.1
4.90	3.05	1.01	3.37	56.0	3.91	6.21	0.629	4.67	6.87	6.64	2.41	2.75	17.30	4.32	1.37	12.15
4.20	2.70	0.66	2.85	59.5	3.51	5.67	0.619	5.15	7.29	5.87	2.71	2.17	13.43	4.54	1.345	19.6

テトラポッド 125gr (2層2列) $B = 490 \text{ cm}$ $L = 370 \text{ cm}$ $BL = 1813 \text{ cm}^2$ $\frac{1}{B} = 2.04 \text{ cm}^2$ $V = 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$

h_1 (cm)	Δh (cm)	$\frac{Q}{\text{cm}^2/\text{sec}}$	$h_1 - \frac{1}{2} \frac{\Delta h}{\text{cm}}$	ϵ (%)	ϵBLh (cm^3)	S (cm^2)	R (cm)	$\frac{Q}{Bh}$ (cm/sec)	V (cm/sec)	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/ν	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
3.40	2.00	$\times 10^3$ 0.59	2.40	57.0	$\times 10^3$ 2.48	$\times 10^3$ 6.34	0.392	5.02	7.31	$\times 10^{-2}$ 5.40	$\times 10^{-2}$ 2.74	$\times 10^{-1}$ 19.70	$\times 10^{-1}$ 7.72	$\times 10^3$ 28.7	$\times 10^{-2}$ 10.6	73.0
3.90	2.20	0.84	2.80	56.0	2.84	6.72	0.424	7.68	11.35	5.94	6.59	9.02	3.83	4.81	1.146	33.4
4.40	2.45	1.14	3.17	55.0	3.17	7.10	0.445	8.00	11.90	6.62	7.25	9.14	4.06	5.30	1.20	33.8
4.75	2.65	1.36	3.42	53.5	3.31	7.37	0.449	8.13	12.35	7.16	7.81	9.16	4.11	5.54	1.212	33.9
5.25	2.90	1.72	3.80	52.0	3.52	7.80	0.459	9.23	14.26	7.84	10.41	7.53	3.46	6.54	1.24	27.8
5.30	2.20	1.70	4.20	54.0	4.11	7.84	0.525	8.25	12.43	5.94	7.91	7.50	3.94	6.54	1.42	27.8
6.05	2.15	2.19	4.97	61.5	5.54	8.72	0.635	8.98	12.42	5.81	7.80	7.45	4.73	7.90	1.717	27.6
6.85	1.70	2.54	6.00	62.0	6.75	9.42	0.716	8.64	11.88	4.59	7.24	6.35	4.55	8.50	1.937	23.5
8.15	0.65	2.51	7.82	62.5	8.89	10.48	0.850	6.55	8.95	1.757	4.09	4.30	3.66	7.10	2.30	15.9
10.50	0.00	2.40	10.50	72.0	13.70	—	—	4.66	5.81	—	1.73	—	—	—	—	—
8.80	0.35	2.66	8.12	65.5	10.22	—	—	6.30	8.35	0.945	3.57	2.65	—	—	—	9.80
9.10	0.30	2.73	8.95	67.0	10.95	—	—	6.22	8.14	0.81	3.38	2.40	—	—	—	8.88
7.70	1.45	2.75	6.97	61.5	7.77	10.12	0.766	8.04	11.11	3.92	5.68	6.90	5.29	8.52	2.07	25.5
7.00	2.00	2.73	6.00	62.0	6.75	9.57	0.705	9.28	12.75	5.40	8.33	6.49	4.57	8.98	1.90	24.0
6.50	3.60	2.73	4.70	60.0	5.12	9.13	0.561	11.84	16.65	9.73	14.20	6.85	3.85	9.35	1.517	25.3

中空三角 1000gr (1列)

$B = 4.62 \text{ cm}$

$L = 28.0 \text{ cm}$

$BL = 1.294 \text{ cm}^2$

$\frac{1}{B} = 2.16 \times 10^{-2}$

$V = 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$

h_1 (cm)	Δh (cm)	$\frac{Q}{(\text{cm}^2/\text{sec})}$ $\times 10^8$	$h_1 - \frac{1}{2}\Delta h$	ε (%)	εBLh (cm^2) $\times 10^4$	S (cm^2) $\times 10^3$	R (cm)	$\frac{Q}{Bh}$ (cm/sec)	V (cm/sec)	$\Delta h/L$	$V^2/2g$ $\times 10^{-1}$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$ $\times 10^{-1}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$ $\times 10^{-1}$	RV/v $\times 10^2$	R/L $\times 10^{-2}$	$\frac{\Delta h}{(V^2/2g)}$
O.F.18.90	000	4.52	18.90	72.5	1.77	—	—	—	—	$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-1}$	$\times 10^{-1}$	$\times 10^{-1}$	$\times 10^2$	$\times 10^{-2}$	—
O.F.12.15	015	3.53	12.08	58	0.905	7.47	1.21	6.32	9.08	0.536	0.418	1.28	1.55	13.34	4.33	3.59
8.20	070	2.73	7.85	50	0.508	5.885	0.863	7.51	11.92	2.50	0.725	3.45	2.97	10.30	3.08	9.66
6.00	160	2.09	5.20	49	0.329	4.960	0.664	8.68	13.97	5.71	0.996	5.78	3.84	0.927	2.37	16.19
5.70	210	1.83	4.65	50	0.302	4.795	0.630	8.50	13.49	7.50	0.927	8.09	5.10	0.850	2.25	22.65
5.50	235	1.68	4.33	48	0.269	4.720	0.570	8.38	13.67	8.39	0.953	8.80	5.01	0.779	2.04	24.62
4.90	2.25	1.28	3.78	46	0.225	4.480	0.502	7.32	12.29	8.03	0.774	10.39	5.29	0.624	1.75	29.1
? 4.00	2.10	0.79	2.95	50.5	0.1928	3.580	0.538	5.78	9.13	7.50	0.429	17.49	9.40	0.491	1.92	49.0
? 2.45	1.15	0.41	1.88	79	0.1922	2.680	0.715	4.71	5.53	4.11	0.158	26.00	18.59	0.395	2.55	72.8
10.55	000	3.16	10.55	58	0.7920	7.045	1.125	6.47	9.30	0.714	0.441	11.62	18.21	10.47	—	—
O.F.12.25	020	3.48	12.15	58	0.9120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
O.F.13.35	000	3.74	13.35	61	1.055	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.35	050	3.80	10.10	57.0	0.745	6.895	1.080	8	11.91	1.79	0.725	2.47	2.67	1.286	3.86	69.0
8.05	3.40	3.68	6.35	46.5	0.382	5.375	0.711	12.51	20.85	12.14	2.220	5.47	3.99	1.484	2.58	15.31
7.95	4.40	3.62	5.75	48	0.357	5.160	0.692	13.60	22.20	15.71	2.508	6.28	4.34	1.535	2.47	17.55

中空三角 500gr (1列) $B = 4.90 \text{ cm}$ $L = 2.25 \text{ cm}$ $BL = 1.1025 \text{ cm}^2$ $\frac{1}{B} = 2.04 \times 10^{-2}$

h_1	Δh	Q	$h_1 - \frac{1}{2}\Delta h$	ε	εBLh	S	R	Q/Bh	V	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/ν	R/L	$\Delta h/(\frac{V^2}{2g})$
485	2.10	$\times 10^3$ 1.17	3.80	50.	$\times 10^3$ 0.2095	$\times 10^3$ 4.12	0.509	6.28	9.97	$\times 10^{-2}$ 9.33	$\times 10^{-4}$ 0.507	$\times 10^{-4}$ 18.40	$\times 10^{-4}$ 9.36	$\times 10^3$ 0.507	22.6	4.14
3.25	1.25	0.84	2.63	44.	0.1276	3.50	0.365	6.52	11.29	5.57	0.649	8.58	3.13	0.471	—	—
3.75	1.80	0.64	2.85	45.	0.1415	3.72	0.121	4.58	7.81	8.00	0.312	25.60	3.10	0.095	—	—
1.55	0.55	0.20	1.28	88.	0.1241	2.12	0.585	3.19	3.48	2.44	0.0618	39.50	23.50	0.207	—	—
4.35	2.40	0.95	3.15	47.	0.1631	3.955	0.412	6.15	10.19	10.66	0.529	20.30	8.38	0.420	18.3	45.6
O.F. 9.85	0.45	3.39	9.63	58.	0.616	6.17	0.999	5.80	8.34	2.00	0.355	5.64	5.64	0.833	4.44	12.7
7.45	4.10	3.13	5.40	47.5	0.283	4.67	0.606	11.83	19.44	18.22	1.930	9.44	5.72	1.179	2.69	2.125
7.35	2.00	3.02	6.35	50.	0.350	5.02	0.698	9.70	15.40	8.89	1.209	7.36	5.14	1.075	3.10	16.56
6.85	4.00	2.77	4.85	47.0	0.252	4.48	0.561	11.65	19.28	17.78	1.895	9.38	5.26	1.081	2.49	2.120
9.55	4.20	5.24	7.45	55.	0.452	5.575	0.812	14.35	2.140	18.66	2.337	8.00	6.50	1.739	3.61	18.00
9.45	5.50	5.06	6.70	52.	0.384	5.165	0.746	15.41	23.70	24.45	2.869	8.52	6.36	1.768	3.32	19.17
O.F. 13.80	0	3.87	13.80	70.5	1.072	—	—	5.72	7.22	—	—	—	—	—	—	—
O.F. 11.45	0	3.53	11.45	64.	1.023	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
O.F. 9.95	0.30	3.16	9.95	59.	0.647	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.30	2.15	2.01	5.13	47.	0.266	4.59	0.580	7.97	13.20	9.55	0.889	10.75	6.24	0.766	2.58	24.20
8.50	0.90	2.80	8.05	57.5	0.510	5.765	0.885	7.09	10.25	4.00	0.536	7.46	6.60	0.907	3.93	16.80
8.25	0.90	2.76	7.80	57.	0.490	5.68	0.863	7.22	10.50	4.00	0.563	7.10	6.13	0.906	3.84	15.98

中空三角 250gr (1列) $B = 4.90 \text{ cm}$ $L = 18.0 \text{ cm}$ $BL = 882 \text{ cm}^2$ $\frac{1}{B} = 2.04 \times 10^{-2}$

h_1	Δh	Q	$h_1 - \frac{1}{2}\Delta h$	ϵ	ϵBLh	S	R	Q/Bh	V	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/v	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
465	270	117	330	44.	$\times 10^4$ 0.128	$\times 10^3$ 3.44	0.372	7.23	12.50	15.00	0.797	$\times 10^{-1}$ 18.82	$\times 10^{-1}$ 7.00	0.465	2.07	339
500	140	117	430	47.5	0.180	3.83	0.470	5.55	10.03	7.78	0.513	15.16	7.12	0.484	2.62	273
625	070	147	551	53.	0.258	4.39	0.588	5.44	8.30	3.89	0.352	11.05	6.50	0.488	3.27	199
570	095	132	522	51.5	0.237	4.18	0.567	5.16	8.03	5.28	0.329	16.05	9.10	0.455	3.15	289
610	175	55.6	523	51.5	0.237	4.18	0.567	2.170	33.75	9.72	0.810	16.73	9.48	1.916	—	30.1
O.F. 840	020	276	830	61.	0.465	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
O.F. 1050	0	322	1050	69.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
820	050	340	795	59.	0.414	5.21	0.795	8.73	12.12	2.78	0.750	3.71	2.95	0.964	4.42	6.68
790	190	370	695	59.	0.362	4.97	0.729	9.01	12.81	10.55	0.838	12.60	9.19	0.934	4.05	22.70
760	150	291	685	58.5	0.353	4.94	0.715	8.67	12.38	8.33	0.782	11.65	8.33	0.885	3.97	2.10
715	370	289	530	52.	0.243	4.22	0.576	11.12	17.16	20.55	1.504	13.67	7.88	0.989	3.20	2.46
600	315	210	442	48.	0.187	3.88	0.482	9.69	15.80	17.50	1.274	13.75	6.63	0.762	2.68	24.75
270	145	040	197	46.	0.080	2.63	0.304	4.14	6.94	8.60	0.246	35.00	10.64	0.211	1.69	63.00

附 1 - 4 - 11

中空三角 125gr (1列) $B = 4.90 \text{ cm}$ $L = 14.0 \text{ cm}$ $BL = 686 \text{ cm}^2$

h_1	Δh	Q	$h_1 - \frac{1}{2}\Delta h$	ϵ	ϵBLh	S	R_{cm}	Q/Bh	V	$\Delta h/L$	$V^2/2g$					
415	125	0875	352	51.5	$\times 10^4$ 0.124	$\times 10^3$ 2.98	0.416	5.08	7.91	8.93	0.519	2800	11.65	0.329	2.97	39.2
395	265	089	262	50.	0.0898	2.63	0.342	6.93	11.00	18.93	0.617	28.70	10.50	0.376	2.44	43.0
455	260	118	325	55.	0.123	2.88	0.427	7.40	11.03	18.57	0.621	29.90	12.76	0.471	3.05	41.8

附 1 - 4 - 12

六 脚 1,000 gr (2層1列) $B = 45.5 \text{ cm}$ $L = 330 \text{ cm}$ $BL = 1,500 \text{ cm}^2$ $\frac{1}{B} = 2.2 \times 10^{-2}$ $\nu = 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$

h_1 (cm)	Δh (cm)	Q (cm^3/sec)	$h_1 - \frac{1}{2}\Delta h$ (cm)	ε (%)	$\varepsilon B L h$ (cm^3)	S (cm^2)	R (cm)	Q/Bh (cm/sec)	V (cm/sec)	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/ν	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
12.25	0.55	$\times 10^3$ 2.70	11.97	64.5	$\times 10^3$ 11.58	$\times 10^3$ 5.91	19.6	4.97	6.66	$\times 10^{-2}$ 1.667	$\times 10^{-2}$ 2.25	$\times 10^{-1}$ 7.40	$\times 10^{-1}$ 14.50	$\times 10^2$ 13.05	$\times 10^{-2}$ 5.95	24.5
10.00	1.05	3.07	9.47	58.5	8.30	4.66	17.8	7.12	10.18	3.18	5.28	6.02	10.70	18.10	5.40	19.9
8.80	1.30	3.19	8.15	64.0	7.83	4.09	19.1	8.34	11.22	3.94	6.44	6.12	10.69	21.41	5.79	20.2
7.40	1.75	2.95	6.52	68.0	6.65	3.50	19.0	9.95	12.86	5.30	8.42	6.30	10.98	24.41	5.90	20.8
6.55	2.75	2.91	5.17	67.0	5.20	3.07	16.9	12.40	16.20	8.33	13.40	6.21	10.50	27.40	5.42	20.5
6.40	2.90	2.87	4.95	67.0	4.98	2.99	16.7	12.72	16.60	8.79	14.05	6.26	10.45	27.70	5.06	20.6
6.20	3.20	2.85	4.60	68.0	4.70	2.86	16.4	13.62	17.15	9.69	15.90	6.10	10.00	28.90	4.97	20.2
15.10	1.90	6.55	14.15	65.0	13.80	6.96	19.8	10.18	13.56	5.75	9.38	6.14	12.3	26.85	6.00	20.3
16.60	0.85	4.78	16.17	67.0	16.29	—	—	6.50	8.48	2.57	3.67	7.00	—	—	—	23.2
17.30	0.65	4.40	16.97	68.0	16.50	—	—	5.70	7.38	1.97	2.78	7.09	—	—	—	23.4
18.45	0.30	2.66	18.30	70.0	19.25	—	—	3.20	4.06	0.91	0.843	10.80	—	—	—	35.6
Q.F. 19.40	0.05	3.71	19.37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17.65	0.25	3.37	17.52	69.0	18.15	—	—	4.23	5.41	0.757	1.49	5.08	—	—	—	16.8
14.10	0.75	3.70	13.72	65.0	13.40	6.79	19.8	6.00	8.00	2.27	3.27	6.95	13.76	15.81	6.00	22.9
11.05	1.20	3.53	10.45	61.5	9.65	5.10	18.9	7.43	10.28	3.64	5.38	6.77	12.80	19.40	5.73	22.3
8.85	1.65	3.56	8.28	64.0	7.88	4.12	19.1	9.52	12.82	5.00	8.40	5.95	11.35	24.50	5.79	19.65
7.75	2.40	3.45	6.55	68.0	6.68	3.51	19.0	11.58	15.00	7.27	11.48	6.34	12.05	28.50	5.76	20.9
15.70	0.30	3.16	15.55	66.5	15.46	7.40	20.8	4.47	5.87	0.909	1.76	5.16	10.72	12.20	6.30	17.44
14.75	0.40	2.96	14.55	65.0	14.20	7.11	20.0	4.47	5.95	1.211	1.81	6.70	13.40	11.90	6.06	22.1
11.85	0.95	3.16	11.37	64.0	10.90	5.60	19.5	6.12	8.24	2.88	3.46	8.32	16.20	16.05	5.91	29.4

六 脚 500gr (2層1列) $B = 43.5 \text{ cm}$ $L = 24.8 \text{ cm}$ $BL = 1080 \text{ cm}^2$ $\frac{1}{B} = 2.3 \times 10^{-2}$ $\nu = 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$

h_1 (cm)	ΔR (cm)	Q (cm ² /sec)	$h_1 - \frac{1}{2} \frac{\Delta h}{\nu}$ (cm)	ε (%)	εBLh (cm ²)	S (cm ²)	R (cm)	Q/Bh (cm/sec)	V (cm/sec)	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/ν	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
2.20	0.65	$\times 10^3$ 0.75	1.87	88.0	$\times 10^3$ 1.78	$\times 10^3$ 1.57	12.35	9.22	10.04	$\times 10^{-2}$ 2.62	$\times 10^{-2}$ 5.15	$\times 10^{-4}$ 5.08	$\times 10^{-4}$ 5.76	$\times 10^2$ 11.40	$\times 10^{-2}$ 4.58	12.62
6.40	0.95	1.83	5.92	66.0	4.22	3.50	12.05	7.16	9.38	3.83	4.49	8.54	10.30	11.30	4.87	2.12
11.80	0.50	2.66	11.55	65.5	8.18	7.51	1.09	5.30	7.02	2.62	4.93	4.10	4.46	7.65	4.40	10.14
10.30	1.05	2.96	9.77	64.5	6.80	6.33	1.08	6.97	9.33	4.24	4.44	9.55	10.30	10.08	4.36	23.7
9.10	1.35	2.87	8.42	64.0	5.82	5.19	1.12	7.84	10.56	5.45	5.68	9.60	10.75	11.81	4.53	23.8
7.90	1.85	2.91	6.97	61.5	4.63	4.17	1.11	9.60	13.28	7.47	8.99	8.31	9.23	14.75	4.48	20.6
6.90	2.15	2.83	5.87	66.0	4.19	3.47	1.21	11.10	14.65	8.68	10.94	7.93	9.60	17.70	4.89	19.65
6.75	2.35	2.85	5.57	67.0	4.03	3.29	1.23	11.75	15.37	9.47	12.04	7.86	9.67	18.90	4.97	19.50
6.25	3.30	2.85	4.55	68.0	3.34	2.94	1.14	14.40	18.60	3.32	17.64	7.55	8.61	21.20	4.60	18.70
5.60	2.85	2.47	4.17	67.5	3.04	2.76	1.10	13.62	17.18	11.50	15.92	7.25	7.95	19.62	4.49	17.9
O.F. 17.45	0.20	3.40	17.35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14.40	0.35	2.53	14.22	69.5	10.70	—	—	0.09	52.1	1.41	13.85	10.18	—	—	—	25.3
12.00	1.00	3.45	11.50	65.5	8.14	7.48	1.09	6.90	9.15	4.63	4.27	9.45	10.30	9.97	4.40	23.4
9.90	1.70	3.45	9.05	64.0	6.25	5.75	1.09	8.78	11.82	6.81	7.14	9.62	10.50	12.90	4.40	23.8
9.85	1.85	2.85	6.87	62.0	4.60	4.10	1.12	9.54	13.13	7.46	8.80	8.48	9.50	14.71	4.52	21.05
11.35	0.55	2.56	11.07	65.0	7.76	7.22	1.07	5.33	7.11	2.22	2.58	8.60	9.20	7.61	4.32	21.5
13.35	0.85	2.91	12.92	67.5	9.43	—	—	5.18	6.74	3.43	2.32	14.80	—	—	—	26.7
O.F. 15.45	0.10	3.18	15.40	—	—	—	—	—	—	0.403	—	—	—	—	—	—
12.85	0.80	3.59	12.45	67.0	9.02	7.91	1.14	6.63	8.67	3.23	3.84	8.41	9.60	9.89	4.60	20.85
11.35	0.95	3.40	10.87	65.0	7.63	7.09	1.08	7.20	9.60	3.83	4.71	8.14	8.80	10.37	4.36	20.2
9.00	2.00	3.30	8.00	61.5	5.37	4.85	1.095	9.48	13.10	8.07	8.76	9.22	10.10	14.36	4.41	22.85

六 脚 250 gr (2層1列) $B = 49.0 \text{ cm}$ $L = 20.6 \text{ cm}$ $BL = 1010 \text{ cm}^2$ $\frac{1}{B} = 2.04 \times 10^{-2}$ $\nu = 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$

h_1 (cm)	Δh (cm)	Q (cm^2/sec)	$h_1 - \frac{1}{2} \Delta h$ (cm)	ε (%)	εBLh (cm^2)	S (cm^2)	R (cm)	Q/Bh (cm/sec)	V (cm/sec)	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/ν	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
8.95	1.60	$\times 10^3$ 3.12	8.15	65.0	$\times 10^3$ 5.35	$\times 10^3$ 5.10	1.05	7.82	10.45	$\times 10^{-2}$ 7.77	$\times 10^{-2}$ 5.56	$\times 10^{-1}$ 13.98	$\times 10^{-1}$ 14.69	$\times 10^{-2}$ 10.95	$\times 10^{-2}$ 5.10	28.8
8.30	2.30	3.22	6.80	63.0	4.33	4.24	1.02	9.67	13.16	10.08	8.83	12.65	12.91	13.40	4.96	26.05
6.90	3.20	3.16	5.30	63.0	3.32	2.34	1.01	12.18	16.57	15.54	14.00	11.10	11.24	16.74	4.91	22.85
6.70	3.60	3.13	4.90	65.5	3.24	3.17	1.02	13.03	17.26	17.50	15.20	11.51	11.05	17.60	4.95	23.7
O.F. 13.35	0.00	2.99	13.35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	—	—	—
O.F. 12.65	0.20	3.13	12.55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.20	1.45	3.25	8.47	65.0	5.56	5.33	0.05	7.84	10.46	7.05	5.58	12.64	13.27	10.98	5.10	26.0
7.85	2.70	3.13	6.50	61.0	4.00	4.04	0.973	9.84	13.69	13.10	9.55	13.70	13.60	13.59	4.81	29.3
8.00	2.25	3.03	6.87	63.5	4.40	4.28	1.03	9.01	12.19	10.93	7.57	14.45	14.90	12.55	4.96	29.7
9.20	1.25	2.99	2.57	65.0	5.57	5.39	1.035	7.12	9.49	1.07	4.60	13.20	13.65	9.80	5.04	27.2
11.10	0.65	2.83	10.77	69.0	7.57	—	—	5.37	6.89	3.16	2.42	13.07	—	—	—	26.9
O.F. 12.15	0.15	2.82	12.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.95	0.56	2.43	9.67	66.5	6.50	5.85	1.111	5.13	6.73	2.72	2.31	11.80	13.10	2.50	5.40	24.2
11.45	0.45	2.63	11.22	69.5	7.88	—	—	4.79	6.33	2.19	2.05	10.70	—	—	—	22.0
11.70	0.35	2.68	11.52	70.0	8.15	—	—	4.75	6.03	1.70	1.86	9.95	—	—	—	18.8

六 脚 1000 gr (2層2列) $B = 45.5 \text{ cm}$ $L = 62.0 \text{ cm}$ $BL = 2820 \text{ cm}^2$ $\frac{1}{B} = 2.2 \times 10^{-2}$ $\nu = 10^{-2} \text{ cm}^2 / \text{sec}$

h_1 (cm)	Δh (cm)	Q (cm ² /sec)	$h_1 - \frac{1}{2} \Delta h$ (cm)	ϵ (%)	ϵBLh (cm ²)	S (cm ²)	R (cm)	Q/Bh (cm/sec)	V (cm/sec)	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/ν	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
O.F.1645	0.70	$\times 10^3$ 3.18	16.10	67.0	$\times 10^3$ 3048	$\times 10^3$ —	—	435	5.69	$\times 10^{-2}$ 1.15	$\times 10^{-2}$ 1.65	$\times 10^{-1}$ 6.85	$\times 10^{-1}$ —	$\times 10^2$ —	$\times 10^{-2}$ —	42.4
13.95	1.40	3.45	13.25	65.0	24.18	12.74	1900	5.73	7.64	22.6	29.7	7.61	14.45	1450	3.06	46.6
12.40	1.95	3.34	11.42	64.0	20.65	1090	1895	6.42	8.64	3.14	3.81	8.25	15.63	1635	3.06	51.2
11.50	2.25	3.34	10.37	61.0	17.85	9.74	1830	7.09	9.85	3.63	4.96	7.32	13.40	1800	2.95	45.4
10.40	2.55	3.27	9.12	60.0	15.42	8.66	0910	7.87	11.07	4.11	6.25	6.58	12.56	2110	3.08	44.8
8.35	5.15	3.23	5.77	67.5	10.98	6.21	077	12.30	15.98	8.30	13.02	6.38	11.30	2830	2.86	39.5
O.F.2005	0.20	3.56	19.95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
O.F.1900	0.50	3.77	18.75	70.5	37.30	—	—	4.42	5.58	0805	1.59	5.06	—	—	—	31.4
O.F.1850	0.60	3.71	18.20	70.0	35.95	—	—	4.48	5.69	0967	1.65	5.86	—	—	—	36.3
15.50	0.85	3.30	15.07	66.0	28.05	14.16	1980	4.82	6.36	1.37	2.07	6.62	13.10	12.60	3.19	41.1
13.70	1.15	3.20	13.12	65.0	24.05	12.64	1900	5.35	7.13	18.55	25.9	7.17	13.63	13.58	3.06	44.4
13.65	2.05	3.16	12.62	65.0	23.20	12.18	1905	5.50	7.33	3.31	2.74	12.08	23.50	13.95	3.07	75.0
14.10	0.85	2.83	13.67	65.0	25.05	13.14	1905	4.56	6.08	1.37	1.89	7.25	13.80	11.60	3.07	45.0
14.40	0.80	2.91	14.00	65.0	25.65	13.42	1910	4.57	6.09	1.29	1.89	6.83	13.00	12.62	3.08	42.3
13.00	1.10	2.70	12.45	64.5	22.65	11.36	1895	4.77	6.39	1.774	2.085	6.50	16.10	12.10	3.06	52.7
9.10	2.10	2.63	8.05	64.5	14.65	7.74	1895	7.17	9.61	3.39	4.72	7.18	13.60	18.25	3.06	44.5
8.10	2.15	2.44	7.02	67.0	13.25	6.87	1930	7.64	9.98	3.47	5.08	6.84	13.20	19.25	3.11	42.3
7.70	2.55	2.38	6.42	68.5	12.40	6.62	1870	8.14	10.49	4.11	5.60	7.35	13.75	19.60	3.02	45.5
7.45	3.00	2.36	5.95	68.0	11.82	6.34	1870	8.71	11.25	4.84	6.45	7.50	14.00	21.10	3.02	46.5

六 脚 500gr (2層2列)

$B = 4.35 \text{ cm}$ $L = 4.70 \text{ cm}$

$BL = 2.045 \text{ cm}^2$

$\frac{1}{E} = 2.3 \times 10^{-2}$

$\nu = 10^{-2} \text{ cm}^2 / \text{sec}$

h_1 (cm)	Δh (cm)	$\frac{Q}{cm^2/sec}$	$h_1 - \frac{1}{2} \frac{\Delta h}{cm}$	ε (%)	εBLh (cm ²)	S (cm ²)	R (cm)	Q/Bh (cm/sec)	V (cm/sec)	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/ν	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
12.70	0.75	2.57×10^3	12.32	66.5	16.80×10^3	12.56×10^3	1340	4.79	6.27	15.97×10^{-2}	2.02×10^{-2}	7.91×10^{-1}	10.60×10^{-1}	843	285×10^{-2}	37.1
10.25	1.80	2.71	9.55	64.5	12.34	11.80	1050	6.66	8.92	3.84	4.06	9.45	9.92	936	2235	44.4
8.60	2.65	2.60	7.27	59.5	8.86	8.60	1030	7.86	11.13	5.64	6.33	8.90	9.17	1150	2.19	41.9
8.60	2.90	2.56	6.65	63.0	8.57	7.78	1003	8.86	12.05	6.17	7.40	8.34	9.20	1330	2357	39.2
7.40	3.55	2.54	5.62	67.0	7.70	6.48	1190	10.38	13.35	7.56	9.10	8.31	9.90	1590	2535	39.0
7.35	3.95	2.54	5.37	67.0	7.36	6.34	1162	10.90	14.25	8.41	10.36	8.13	9.45	1658	2475	38.1
7.20	3.90	2.50	5.25	68.0	7.30	6.28	1164	10.95	14.15	8.30	10.22	8.12	9.46	1650	248	38.2
7.05	4.25	2.49	4.92	68.5	6.90	6.08	1135	10.60	14.94	9.05	11.40	7.95	9.02	1675	2415	37.3
10.65	4.20	3.98	8.55	64.0	11.20	10.40	1078	10.70	14.40	8.95	10.57	8.47	9.06	1550	229	39.8
11.15	2.70	3.68	9.80	64.5	12.93	12.56	1030	8.63	10.56	5.75	5.81	8.45	8.70	1200	2.19	39.7
11.90	2.00	3.68	10.90	65.0	4.50	14.14	1027	7.76	10.35	4.26	5.47	7.79	7.98	1063	2.18	36.6
O.F.1545	0.10	3.50	15.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
O.F.1470	0.55	3.62	14.42	70.0	20.70	—	—	5.78	7.34	1.17	2.75	42.6	—	—	—	20.0
O.F.1611	0.05	3.11	16.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14.15	0.90	3.74	13.70	68.5	19.24	—	—	6.29	8.09	1.92	3.34	5.75	—	—	—	26.9
12.95	1.60	3.45	12.15	66.5	16.53	15.40	1074	6.53	8.57	3.41	3.75	9.10	9.78	921	2.29	42.7
10.85	1.80	2.99	9.95	65.0	13.22	12.80	1034	6.90	9.20	3.84	4.32	8.70	9.20	952	2.20	41.7
9.65	2.30	2.74	8.50	64.0	11.12	10.32	1080	7.41	9.98	4.90	5.08	9.65	10.40	1077	2.30	45.3
4.05	2.15	1.08	2.97	76.0	4.62	4.10	1126	8.35	10.03	4.58	5.15	8.90	10.00	1130	2395	41.8

六 脚 250 gr (2 層 2 列)

$B = 49.0 \text{ cm}$

$L = 39.0 \text{ cm}$

$BL = 1.910 \text{ cm}^2$

$\frac{1}{B} = 2.04 \times 10^{-2}$

$\nu = 10^{-2} \text{ cm}^2 / \text{sec}$

h_1 (cm)	Δh (cm)	Q (cm^3/sec)	$h_1 - \frac{1}{2} \Delta h$ (cm)	ϵ (%)	ϵBLh (cm^3)	S (cm^2)	R (cm)	Q/Bh (cm/sec)	V (cm/sec)	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/ν	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
1155	0.70	2.28×10^3	1120	69.5	1487×10^3	$\times 10^3$	—	4.16	5.30	$\times 10^{-2}$ 1.80	$\times 10^{-2}$.80	$\times 10^{-1}$ 10.00	$\times 10^{-1}$ —	$\times 10^2$ —	$\times 10^{-2}$ —	38.9
975	1.45	2.40	902	65.0	1122	1106	1016	5.43	7.24	3.72	2.67	14.30	14.51	7.35	2.64	54.3
855	2.40	2.33	735	64.5	906	904	1042	6.46	8.65	6.15	3.82	16.64	16.20	8.67	2.58	62.9
825	2.75	2.33	687	63.5	833	840	0.991	6.92	9.37	7.06	4.08	15.79	15.62	9.29	2.54	61.4
760	3.20	2.30	600	58.0	665	740	0.899	7.82	11.24	8.21	6.45	12.70	11.40	10.10	2.60	49.5
735	3.65	2.30	547	61.5	642	680	0.947	8.58	11.87	9.37	7.19	13.04	12.33	11.24	2.43	50.8
710	4.00	2.30	510	64.0	624	539	0.977	9.20	12.40	10.26	7.85	13.05	12.75	12.11	2.50	51.0
695	4.25	1.63	582	59.5	662	720	0.923	5.71	8.08	10.90	3.33	32.75	30.20	7.45	2.37	127.7
O.R.13.65	0.10	2.59	13.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
O.R.13.05	0.20	2.48	12.95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1145	0.85	2.22	1082	69.0	1438	—	—	4.19	5.36	2.18	1.47	14.84	—	—	—	57.8
1035	0.90	2.18	990	67.0	1267	1133	1098	4.37	5.70	2.31	1.66	13.92	15.30	6.25	2.81	54.2
910	1.15	1.93	852	65.0	1058	1058	1000	4.52	6.16	2.95	1.94	15.20	15.20	6.16	2.56	69.4
455	1.35	1.05	387	68.5	506	520	0.977	5.54	7.12	3.47	2.59	13.40	13.09	6.95	2.50	52.2
520	2.95	1.54	372	68.0	483	516	0.939	8.45	10.92	7.57	6.10	12.40	11.63	10.25	2.40	48.4

中空三角 1000 gr (2層2列) $B = 4.62 \text{ cm}$ $L = 5.60 \text{ cm}$ $BL = 2.588 \text{ cm}^2$ $\frac{1}{B} = 2.16 \times 10^{-2}$ $\nu = 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$

h_1 (cm)	Δh (cm)	$\frac{Q}{(\text{cm}^2/\text{sec})}$	$h_1 - \frac{1}{2} \Delta h$ (cm)	ϵ (%)	ϵBLh (cm^2)	S (cm^2)	R (cm)	Q/Bh (cm/sec)	V (cm/sec)	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/ν	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
Q.F.1155	0.50	$\frac{\times 10^3}{2.62}$	1140	58.5	$\frac{\times 10^4}{1.728}$	$\frac{\times 10^4}{1.464}$	1180	4.98	7.13	$\frac{\times 10^{-2}}{0.894}$	$\frac{\times 10^{-1}}{0.260}$	$\frac{\times 10^{-1}}{5.44}$	0.406	$\frac{\times 10^2}{8.41}$	$\frac{\times 10^{-2}}{2.11}$	1923
1090	0.75	2.75	1052	58.0	1580	1408	1124	5.55	7.98	1340	0.325	4.18	0.463	8.93	201	231
960	1.05	2.66	907	54.5	1280	1302	0.984	6.35	9.53	1878	0.464	4.05	0.398	9.38	176	22.7
880	1.89	2.65	785	50.0	1018	1178	0.865	7.30	11.58	3380	0.683	4.95	0.428	$\frac{\times 10^3}{1.00}$	155	27.7
820	3.10	2.60	665	47.0	0.810	10.96	0.739	8.45	14.00	5.540	1000	5.54	0.409	10.35	132	310
805	3.80	2.59	615	47.0	0.749	10.61	0.705	9.10	15.07	6.800	1158	5.88	0.415	10.60	126	328
810	5.25	2.63	547	48.5	0.688	10.11	0.680	10.40	16.84	9.380	1450	6.47	0.440	11.45	122	362
O.F.1355	0.10	2.87	1350	61.5	2.150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Q.F.1260	0.65	3.00	1177	58.0	1.757	1.483	1.184	5.54	7.82	1161	0.312	3.72	0.441	$\frac{\times 10^2}{9.50}$	2.12	209
Q.F.1275	0.75	2.89	1237	58.0	1.860	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
875	2.55	2.85	747	49.0	0.948	1.146	0.828	11.60	$\frac{13.30}{18.70}$	4560	1.787	$\frac{540}{2.55}$	0.206	$\frac{\times 10^3}{1.55}$	148	143
O.F.1465	0.05	3.01	4.62	64.5	2.446	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1055	1.05	3.03	1002	59.0	1.480	1.374	1.078	6.54	9.52	1878	0.462	4.06	0.438	10.25	193	22.75
945	1.40	2.78	875	53.0	1.200	1.268	0.948	6.88	10.50	2500	0.563	4.45	0.422	$\frac{\times 10^2}{9.95}$	1.695	24.9
690	4.45	1.90	4.67	49.5	0.600	0.960	0.625	8.80	1420	7.950	1030	7.72	0.488	8.88	1.12	43.2

中空三角 500 gr (2層2列) $B = 420^{cm}$ $L = 95.0^{cm}$ $BL = 2205^{cm^2}$ $\frac{1}{B} = 2.04 \times 10^{-2}$ $\nu = 10^{-2} \text{ cm/sec}$

h_1	Δh	Q	$h - \frac{1}{2}\Delta h$	ϵ	ϵBLR	S	R	Q/Bh	V	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta R/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/ν	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
Q.F12.70	0.05	$\times 10^3$ 2.73	12.67	68.0	$\times 10^4$ 1895	$\times 10^3$	cm		cm/sec	$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-1}$	$\times 10^{-1}$	$\times 10^{-1}$	$\times 10^1$	$\times 10^{-2}$	
Q.F12.20	0.05	2.73	12.17	66.5	1780											
Q.F10.10	1.00	2.89	3.60	57.5	1215	12330	0.985	6.15	8.89	2.22	0.403	5.51	5.44	8.76	2.19	24.8
9.15	1.75	2.82	8.27	57.8	1052	11652	0.904	6.97	10.05	3.89	0.518	7.52	6.81	9.07	2.01	33.8
8.55	2.45	2.76	7.32	54.5	0.878	11.060	0.795	7.71	11.55	5.45	0.684	7.97	6.34	9.19	1.77	35.9
8.30	2.85	2.71	6.87	52.5	0.796	10.600	0.750	8.05	12.35	6.34	0.774	8.19	6.14	9.27	1.67	36.9
8.05	4.60	2.62	5.75	48.5	0.614	9.610	0.639	9.30	15.05	10.21	1.156	8.85	5.65	9.61	1.52	39.8
8.05	5.15	2.70	5.47	47.5	0.572	9.410	0.608	10.07	16.55	11.45	1.405	8.15	4.95	10.08	1.35	36.7
7.35	4.75	2.45	4.97	46.8	0.512	9.050	0.566	8.85	14.66	10.55	1.077	9.63	5.45	8.30	1.26	43.4
10.60	0.40	2.65	10.40	60.6	1390											
Q.F. 9.30	0.95	2.68	8.82	59.0	1.127	12.000	0.941	5.04	7.16	2.11	0.263	8.00	7.53	6.74	2.09	36.1
7.45	2.45	2.11	6.22	50.0	0.687	9.94	0.672	7.25	11.50	5.45	0.675	8.17	5.59	7.96	1.538	36.3
6.80	3.55	1.78	4.97	47.0	0.515	9.04	0.570	7.31	12.10	8.11	0.747	10.81	6.19	6.90	1.265	48.9
6.25	4.10	1.48	4.20	49.0	0.454	8.48	0.535	7.19	11.56	9.11	0.682	13.38	7.15	6.18	1.190	60.1
4.75	3.50	1.82	2.95	46.0	0.300	7.60	0.395	5.67	9.51	7.78	0.462	16.83	6.65	3.76	0.878	75.8

中空三角 250g (2層2列) $B = 4.90 \text{ cm}$ $L = 36.0 \text{ cm}$ $BL = 1764 \text{ cm}^2$ $\frac{1}{B} = 2.04 \times 10^{-2}$

h_1	Δh	Q	$h_1 - \frac{1}{2}\Delta h$	ϵ	$\epsilon BL/b$	S	R	Q/BR	V	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/rg}$	RV/ν	R/L	$\frac{\Delta R}{(V^2/2g)}$
O.F.1030	0.00	$\times 10^3$ 2.18	1030	68.5	$\times 10^3$ 1246	$\times 10^8$				$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-1}$		$\times 10^{-1}$	$\times 10^2$	$\times 10^{-2}$	
O.F. 915	0.25	2.31	902	64.0	1020											
790	1.90	2.28	695	59.0	0.724	9936	0.729	6.70	9.52	5.28	0.462	1.102	8.33	6.94	2.02	4.12
735	3.35	2.19	567	54.0	0.541	892	0.607	7.88	11.90	9.30	0.724	1.280	7.80	7.23	1.688	4.64
735	3.85	2.17	537	52.5	0.498	852	0.585	8.25	12.67	10.70	0.818	1.31	7.67	7.40	1.625	4.71
720	4.05	2.17	517	51.0	0.466	830	0.562	8.57	13.43	11.24	0.922	1.22	5.86	7.55	1.56	4.40
715	4.55	2.16	487	49.5	0.426	807	0.529	9.04	14.40	12.62	1.058	1.194	6.32	7.11	1.47	4.30
O.F. 860	0.50	1.94	845	61.5	0.917	-										
800	1.15	1.96	742	58.0	0.760	1024	0.742	5.40	7.77	3.19	0.508	1.035	7.68	5.76	2.06	3.73
740	2.15	2.08	632	57.0	0.636	950	0.670	6.72	9.78	5.97	0.488	1.223	8.20	6.55	1.86	4.41
570	3.10	1.86	390	47.0	0.324	735	0.441	9.74	16.13	10.00	1.330	0.753	3.32	7.12	1.226	2.71
290	1.75	0.31	202	44.0	0.1570	508	0.287	3.13	5.42	4.86	0.150	3.24	9.30	1.56	0.798	116.6
415	2.60	0.67	285	49.0	0.247	660	0.374	4.79	7.70	7.28	0.303	2.38	8.90	2.88	1.04	85.8
485	3.05	0.92	332	49.0	0.287	6890	0.417	5.66	9.10	8.47	0.423	2.00	8.34	3.80	1.16	72.2

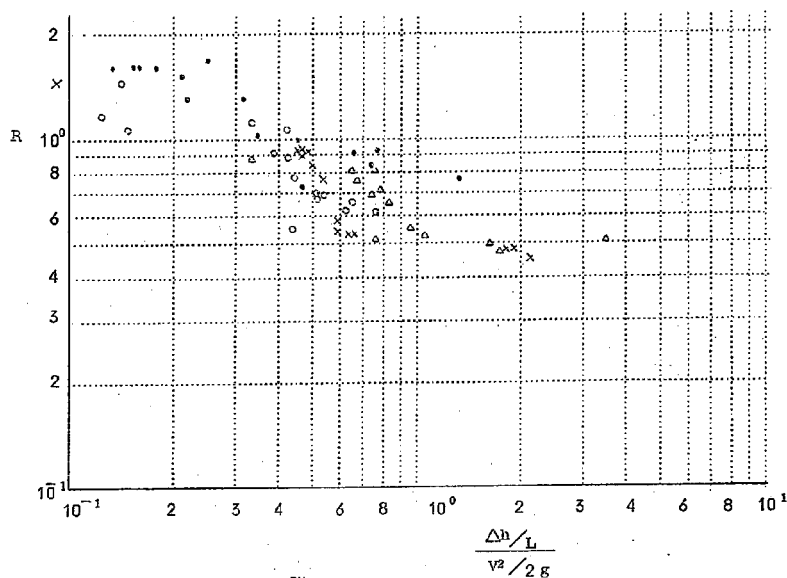
中空三角 125g (2層2列) $B = 49.0 \text{ cm}$ $L = 28.0 \text{ cm}$ $BL = 1372 \text{ cm}^2$ $\frac{1}{B} = 2.04 \times 10^{-2}$ $\nu = 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$

$h_1 \text{ (cm)}$	$\Delta h \text{ (cm)}$	$\frac{Q}{\text{cm}^2/\text{sec}}$	$h_1 - \frac{1}{2}\Delta h \text{ (cm)}$	$\varepsilon (\%)$	$\varepsilon BLh \text{ (cm)}$	$S \text{ (cm}^2\text{)}$	$R \text{ (cm)}$	$\frac{Q/Bh}{\text{cm}^2/\text{sec}}$	$\frac{V}{\text{cm}/\text{sec}}$	$\Delta h/L$	$V^2/2g$	$\frac{\Delta h/L}{V^2/2g}$	$\frac{R\Delta h/L}{V^2/2g}$	RV/ν	R/L	$\frac{\Delta h}{V^2/2g}$
5.90	3.30	$\times 10^3$ 156	4.25	52.5	$\times 10^4$ 0362	$\times 10^3$ 652	0.555	7.50	11.5	$\times 10^{-2}$ 11.80	$\times 10^{-1}$ 0.671	1.908	$\times 10^{-1}$ 10.60	$\times 10^2$ 639	$\times 10^{-2}$ 1982	49.1
5.90	3.75	156	4.02	50.5	0.279	6.28	0.444	8.05	12.7	13.40	0.827	1.620	7.19	5.64	1585	45.4
7.00	0.40	157	6.80	62.0	0.579	-										
8.20	0.10	2.11	8.15	68.0	0.762	-										
7.25	0.40	2.18	7.05	63.0	0.609	-										
6.70	2.00	2.15	5.70	58.5	0.458	7.72	0.593	7.72	11.07	7.15	6.28	1.140	6.76	6.57	2.120	3.19
5.00	2.00	1.07	4.00	50.5	0.278	6.27	0.444	5.46	0.862	7.15	3.80	1.882	8.55	3.82	1.585	52.6
4.25	2.00	0.774	3.25	47.0	0.210	5.74	0.366	4.86	0.806	7.15	3.31	2.160	7.90	2.96	1.380	60.4
4.15	2.55	0.75	2.87	48.0	0.189	5.45	0.347	5.31	0.867	9.12	3.84	2.380	8.26	3.01	1.238	66.4
4.15	2.00	0.74	3.15	47.0	0.204	5.66	0.361	4.79	0.794	7.15	3.21	2.230	8.05	2.87	1.280	62.3
6.15	1.50	1.64	5.40	58.5	0.434	7.51	0.577	6.20	8.87	5.36	0.402	1.337	7.70	5.12	2.06	37.3
6.05	2.80	1.57	4.65	55.5	0.354	6.98	0.508	6.90	10.20	10.00	0.530	1.887	9.58	5.18	1.816	52.9
6.00	2.85	1.57	4.57	55.0	0.346	6.89	0.503	7.01	10.45	10.18	0.557	1.828	9.19	5.25	1.797	51.1
5.95	3.10	1.58	4.40	53.5	0.323	6.72	0.481	7.32	11.12	11.07	0.632	1.752	8.44	5.35	1.72	49.0

		B	L
中空三角			
1,000 gr	2 列	4 6.2	5 6.0
	1 列	4 6.2	2 8.0
500	2	4 9.0	4 5.0
	1	4 9.0	2 2.5
250	2	4 9.0	3 6.0
	1	4 9.0	1 8.0
125	2	4 9.0	2 8.0
	1	4 9.0	1 4.0
テ ト ラ			
1,000	2	4 4.0	7 5.0
	1	4 4.0	3 9.0
500	2	4 7.8	5 2.0
	1	4 7.8	2 7.5
250	2	4 5.0	4 3.5
	1	4 5.0	2 3.0
125	2	4 9.0	3 5.0
	1	4 9.0	1 8.5
六 脚			
1,000	2	4 5.5	6 2.0
	1	4 5.5	3 3.0
500	2	4 3.5	4 7.0
	1	4 3.5	2 4.8
250	2	4 9.0	3 9.0
	1	4 9.0	2 0.6
ホ ロ ス ケ ャ			
250	1	4 6.0	
125	1	4 4.0	
三 脚			
1,000	2	3 9.5	
	1	3 8.5	
500	2	4 0.5	
	1	4 0.5	
250	2	4 7.8	
	1	4 7.8	

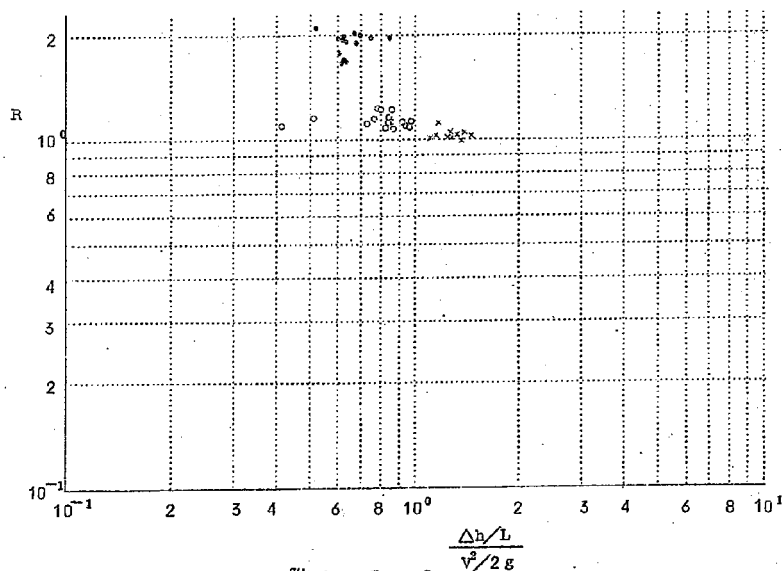
テトラポッド (2層 1列)

• 1000gr
○ 500gr
× 250gr
△ 125gr



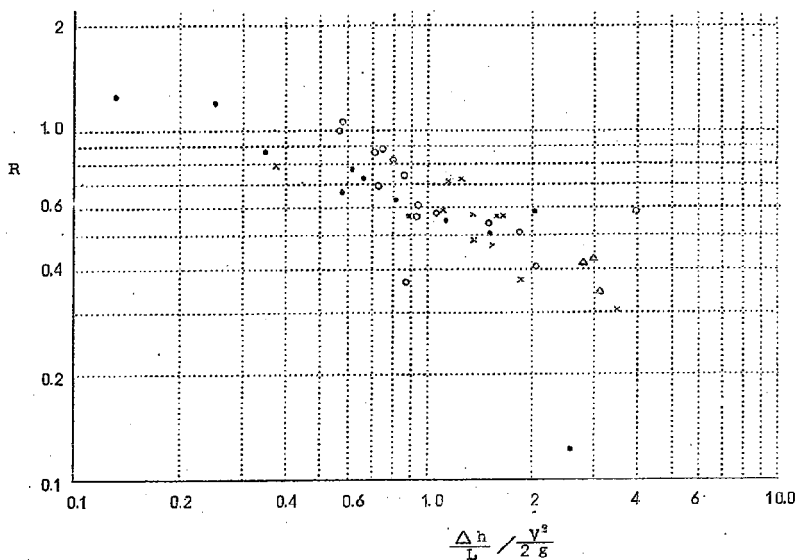
六脚 (2層 1列)

• 1000gr
○ 500gr
× 250gr



中空三角 (2層 1列)

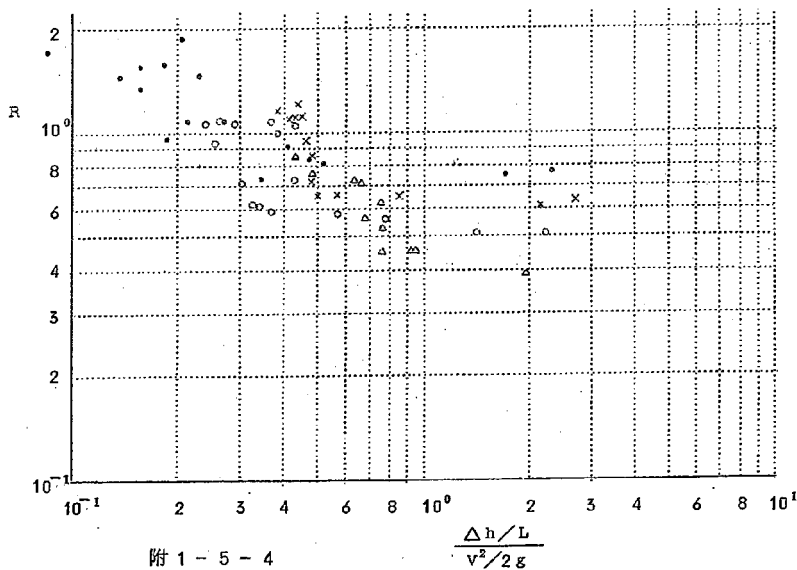
• 1000gr
○ 500gr
× 250gr
△ 125gr



附 1 - 5 - 3

テトラポッド (2層 2列)

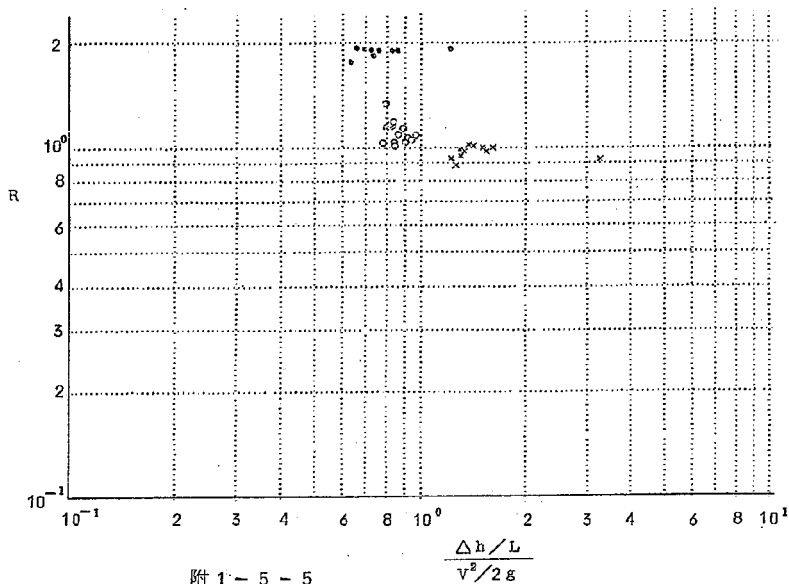
• 1000gr
○ 500gr
× 250gr
△ 125gr



附 1 - 5 - 4

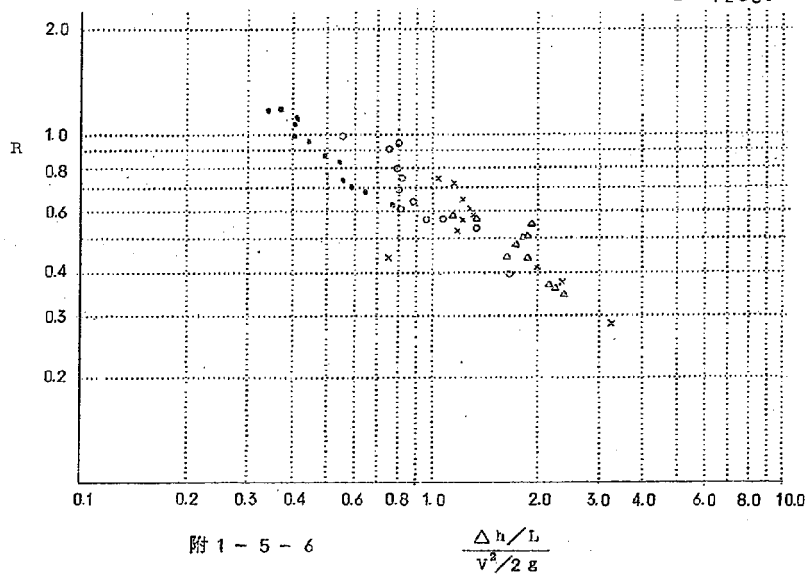
六 牌 (2 層 2 列)

- 1000 gr
- 500 gr
- × 250 gr



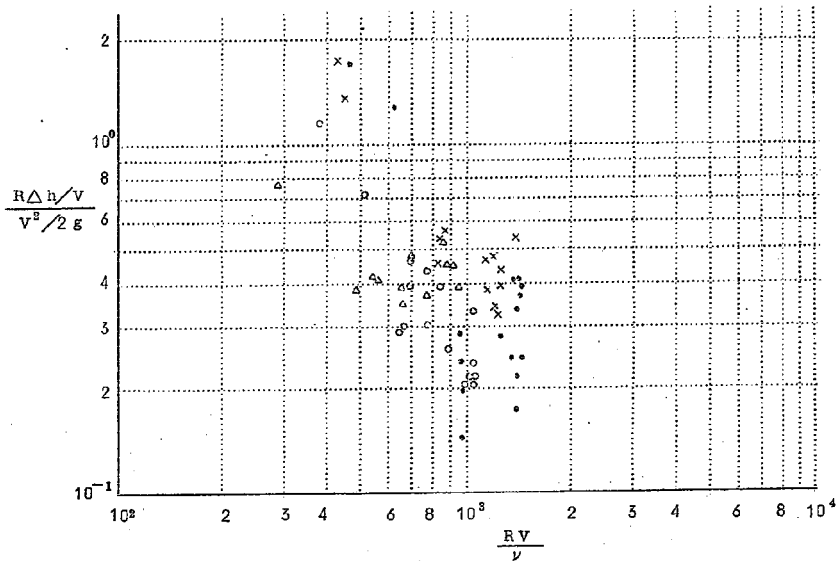
中 空 三 角 (2 層 2 列)

- 1000 gr
- 500 gr
- × 250 gr
- △ 125 gr



テトラポッド (2層 2列)

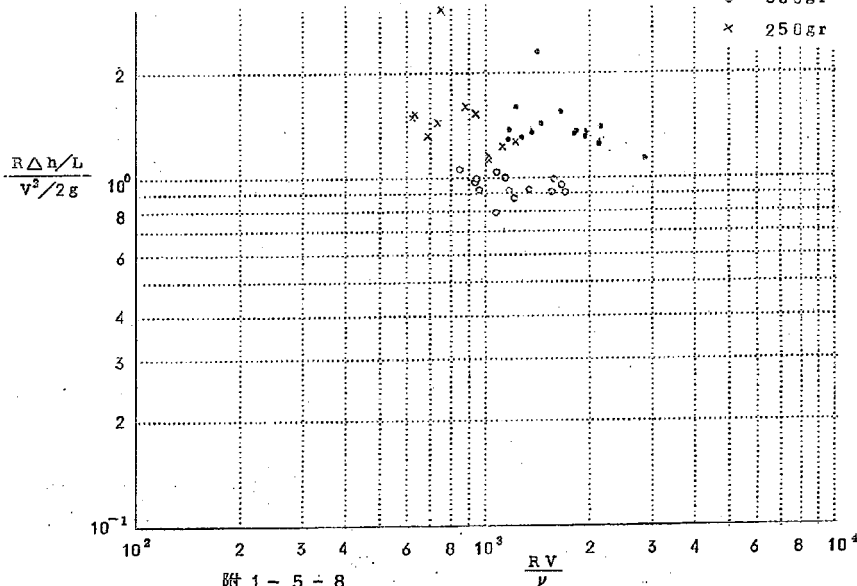
• 1000gr
○ 500gr
× 250gr
△ 125gr



附 1 - 5 - 7

六脚 (2層 2列)

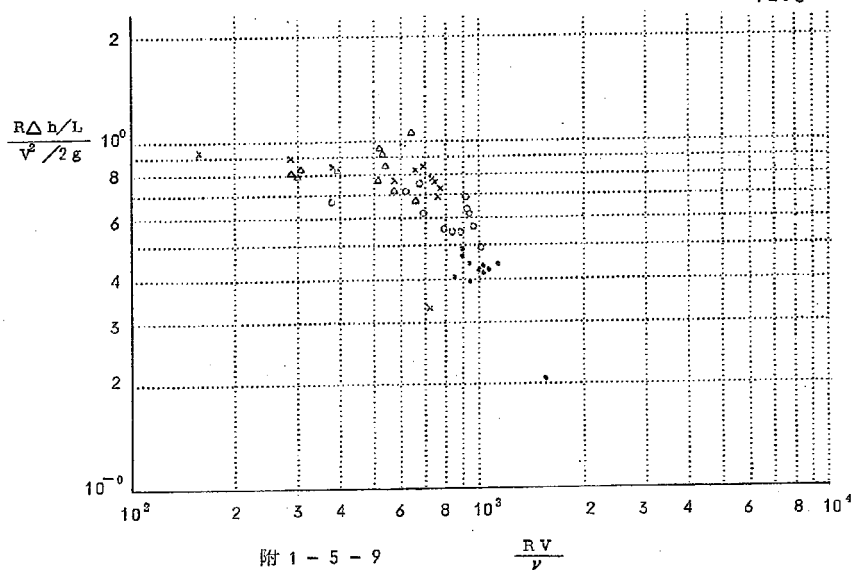
• 1000gr
○ 500gr
× 250gr



附 1 - 5 - 8

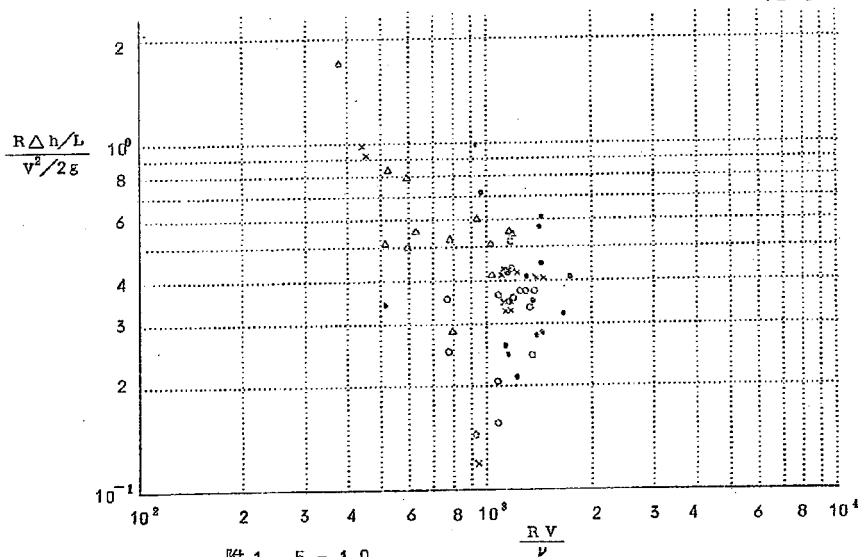
中空三角(2層 2列)

• 1,000gr
○ 500gr
× 250gr
△ 125gr



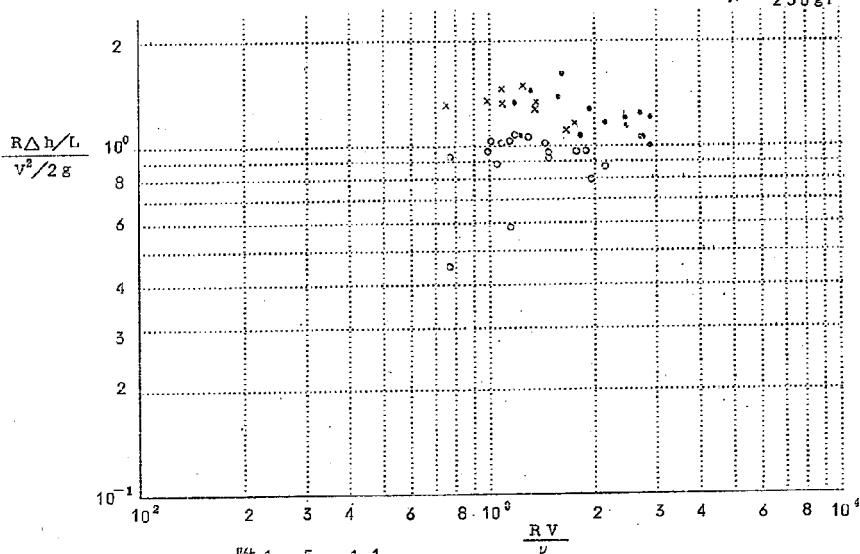
テトラポッド(2層 1列)

1,000gr
500gr
250gr
125gr



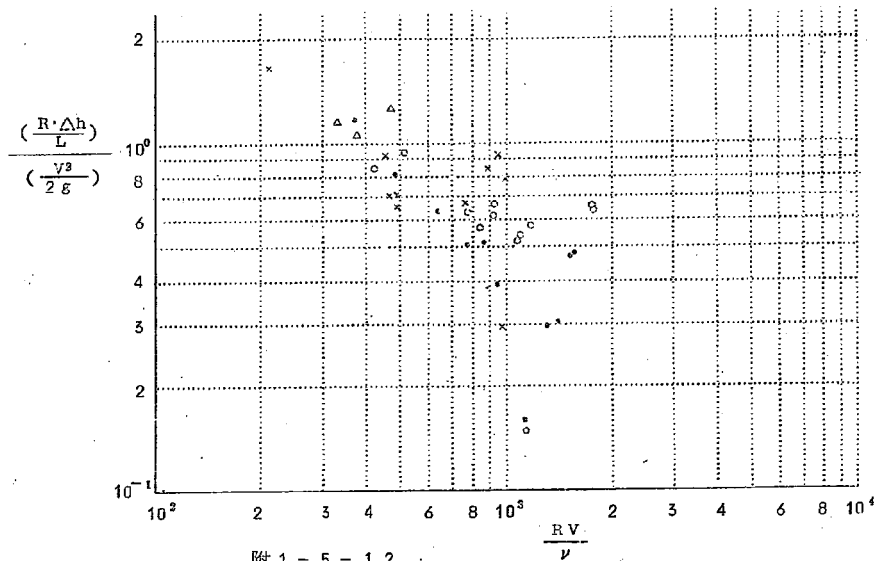
六脚 (2層 1列)

• 1000gr
○ 500gr
× 250gr

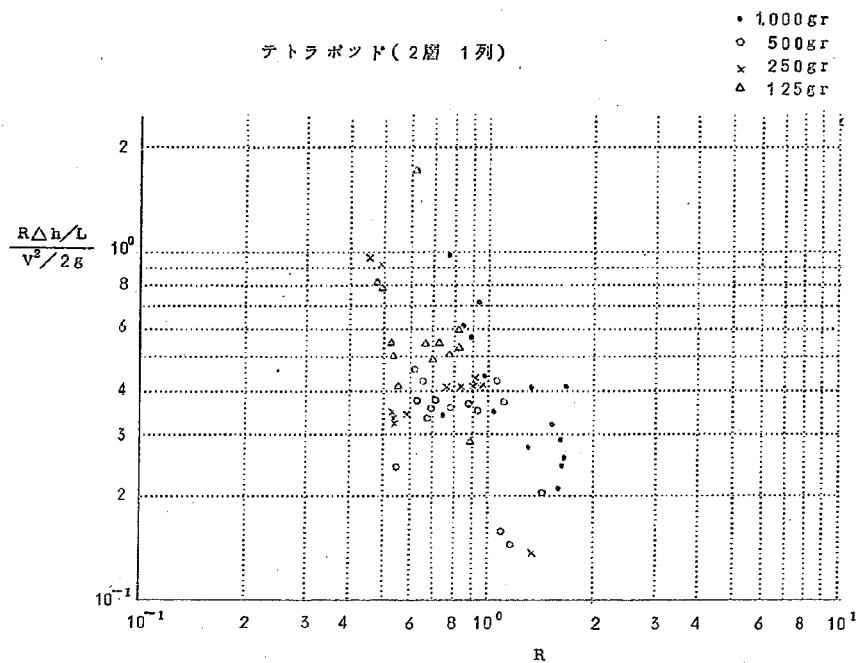


中空三角 (2層 2列)

• 1000gr
○ 500gr
× 250gr
△ 125gr

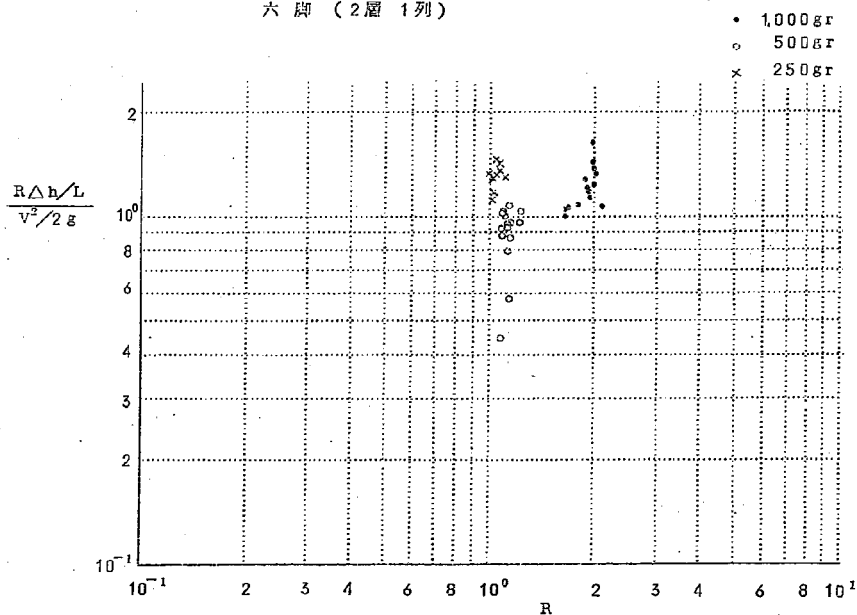


テトラポッド (2層 1列)



附 1 - 5 - 1 3

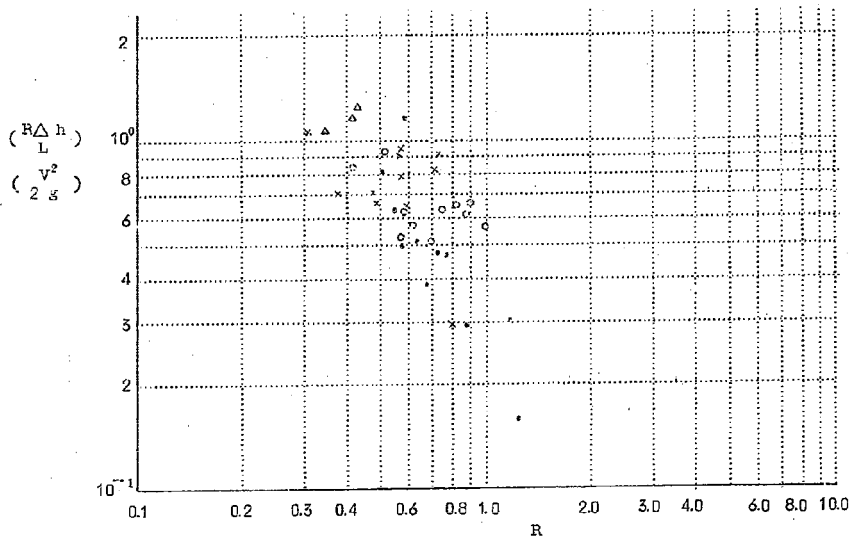
六脚 (2層 1列)



附 1 - 5 - 1 4

中空三角(2層 1列)

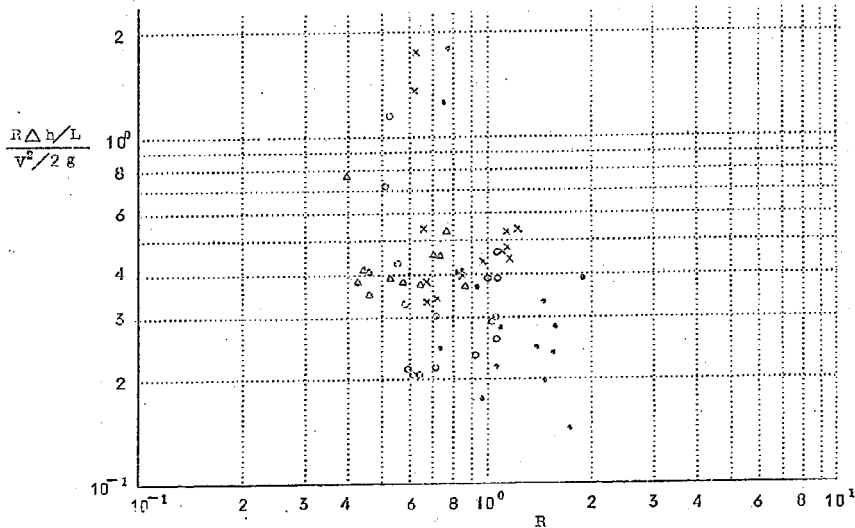
• 1000gr
○ 500gr
× 250gr
△ 125gr



附1-5-15

テトラポッド(2層 2列)

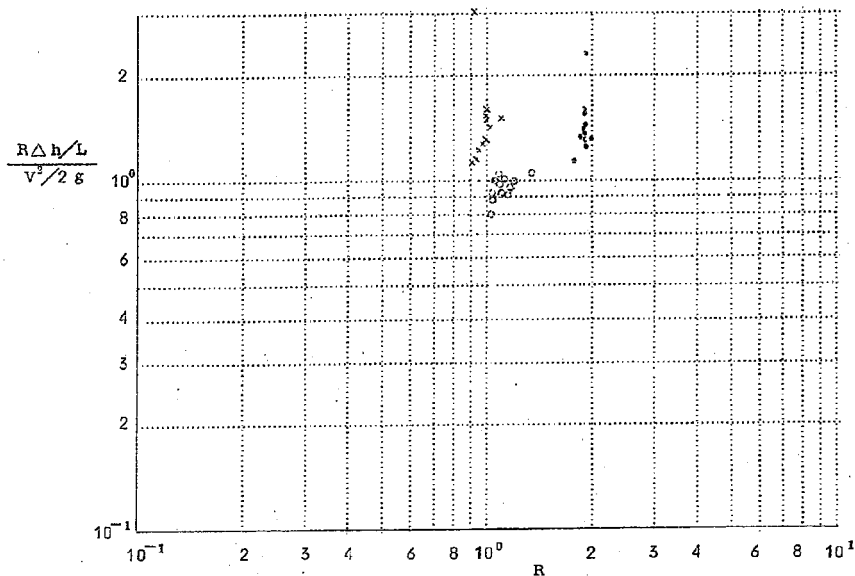
• 1000gr
○ 500gr
× 250gr
△ 125gr



附1-5-16

六脚 (2層 2列)

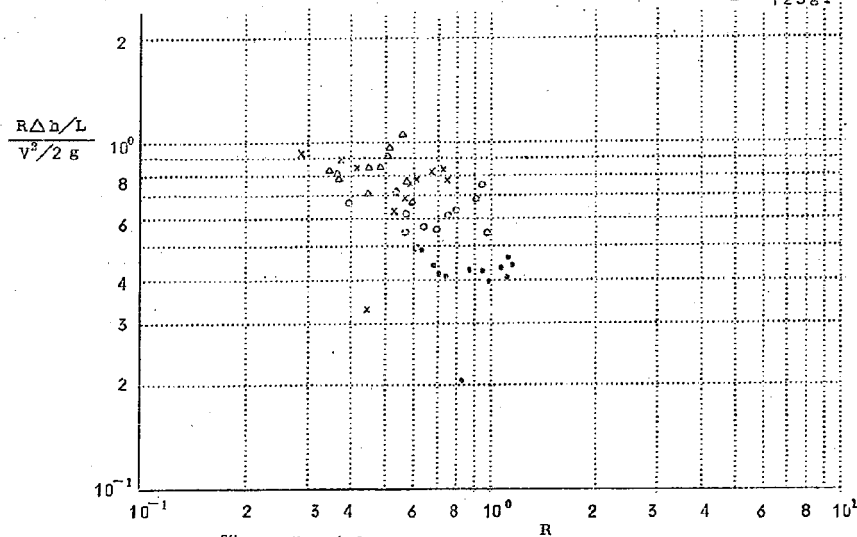
• 1000gr
○ 500gr
× 250gr



附 1 - 5 - 17

中空三角 (2層 2列)

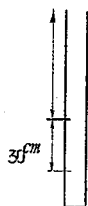
• 1000gr
○ 500gr
× 250gr
△ 125gr



附 1 - 5 - 18

附 2-1-1

アンバー・ライト沈降速度



d	通過所要時間	沈降速度
1.1 mm	6.2 sec	4.84 $\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$
	6.6	4.54
1.0	6.7	4.48
	7.2	4.16
0.9	7.8	3.85
	7.6	3.95
0.8	8.1	3.61
	8.4	3.57
	8.4	3.57
	8.0	3.85
	8.3	3.62
	7.6	3.95
0.7	9.0	3.33
	8.8	3.41
	9.2	3.26
	7.6	3.95
	9.6	3.13
0.6	10.0	3.00
	9.9	3.03
	12.5	2.40

附 2-1-2

d	所要時間	沈降速度
1.1 mm	6.2 sec	4.84 $\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$
1.0	6.0	5.00
	5.5	5.46
	6.2	4.84
	6.3	4.76
0.9	6.6	4.54
0.8	6.6	4.54
	7.4	4.05
	7.8	3.85
	7.5	4.00
	8.2	3.66
0.7	11.8	2.54
	8.7	3.45
	8.6	3.49
	6.8	4.42
0.6	13.8	2.17
	10.9	2.75
	14.0	2.14
0.5	17.2	1.74
	22.2	1.36
	14.9	2.01
	14.5	2.07
0.4	19.2	1.56
	18.3	1.64
	14.7	2.04
	17.6	1.71
0.3	30.0	1.00
	25.8	1.16
	30.0	1.00

附 2-1-3

d	所要時間	沈降速度
0.3 尺	2 6.4 sec	1.14 cm/sec
	4 3.2	0.69
	3 0.6	0.98
	2 3.4	1.28
	2 5.9	1.16
	2 0.8	1.45
	2 4.2	1.24
	1 9.2	1.56
	2 6.2	1.15
	2 5.2	1.19
	1 7.8	1.69
	2 3.8	1.26
	2 0.0	1.50
	2 4.4	1.23

$$\text{mean } \frac{17.52}{14} = 1.25$$

0.6	1 2.3	2.44
	1 2.2	2.46
	1 5.6	1.92
	1 3.0	2.32
	1 2.8	2.34
	1 4.7	2.04
	1 2.8	2.34
	1 5.6	1.92
	1 3.1	2.29
	1 2.9	2.33
	1 2.6	2.38
	1 1.8	2.54
	1 2.4	2.42
	1 1.8	2.54
	1 1.7	2.56

$$\text{mean } \frac{34.84}{15} = 2.32$$

附 2-1-4

	所要時間	沈降速度
1.2 尺	6.8 sec	4.41 cm/sec
	7.1	4.22
	7.0	4.28
	6.3	4.76
	8.0	3.75
	6.9	4.35
	6.2	4.84
	6.3	4.76
	7.2	4.16
	6.0	5.00
	6.8	4.48
	6.8	4.48

$$\frac{53.49}{12} = 4.46 \text{ cm/sec}$$

アンバー・ライト水中安息角

1965.8.26

1. base width

height

1 1.5

3 3.4

1 1.6

3 1.1 5

2 3.1 CM

2.2 5 CM

mean 1 1.5 5

$$\tan \phi = \frac{2 \times 2.25}{1.155} = 0.39$$

2.7

3 3.1

2.9

3 1.2

2.8 m

1.9 CM

$$\tan \phi = \frac{2 \times 1.9}{2.8} = 0.387$$

1 2.3

3 3.8

1 2.6

3 1.2

1 2.4 5

2.6

$$\tan \phi = \frac{5.2}{12.45} = 0.418$$

1 0.4

3 3.4

1.0 6

3 1.4

1 0.5

2.0

$$\tan \phi = \frac{4}{10.5} = 0.382$$

1 2.0

3 3.8

1 2.3

3 1.4

1 2.1 5

2.4

$$\tan \phi = \frac{4.8}{12.15} = 0.395$$

mean 0.390

0.387

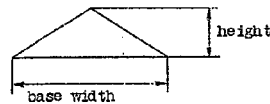
0.418

0.382

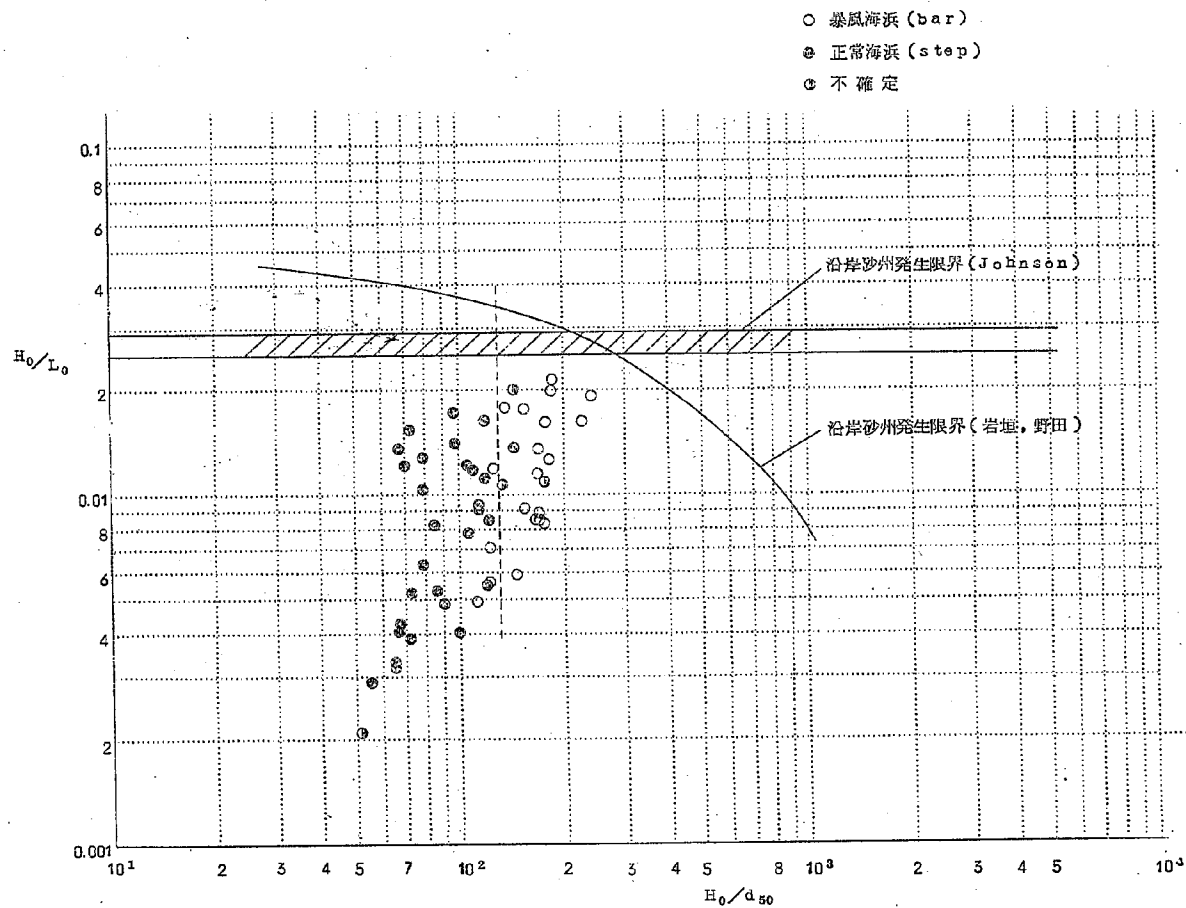
0.395

1.972

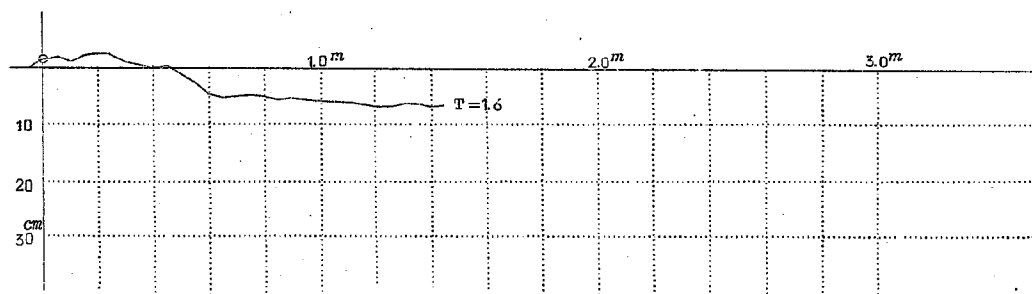
$\tan \phi = 0.394$



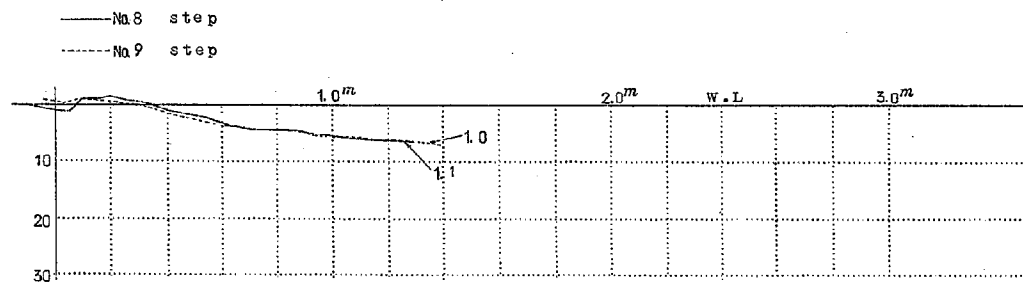
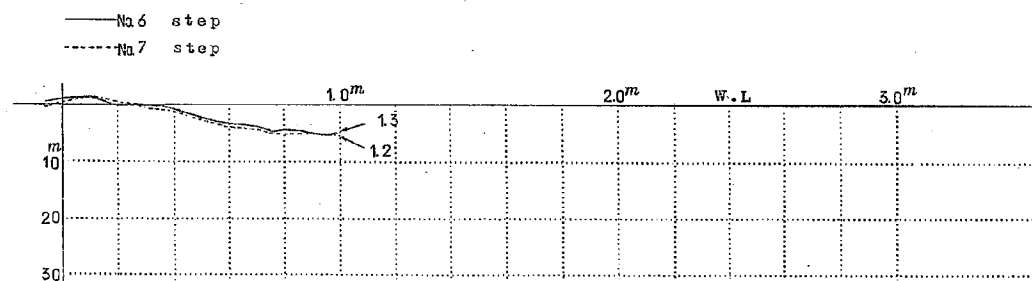
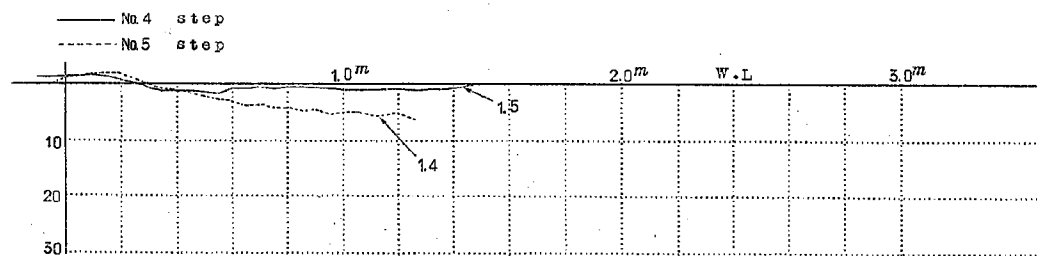
沿岸砂州の発生限界

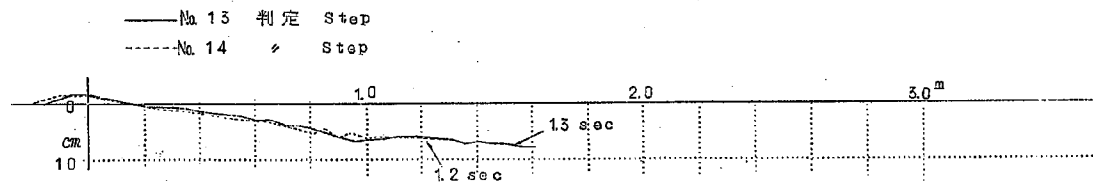
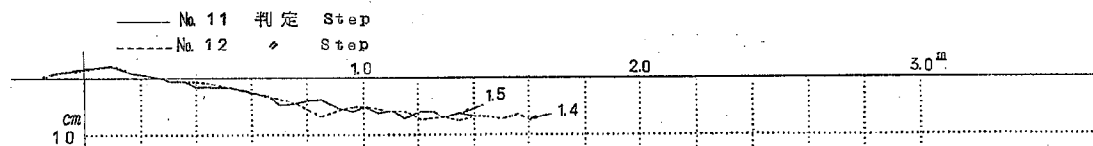
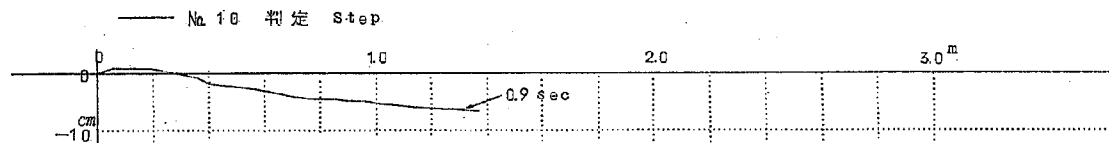


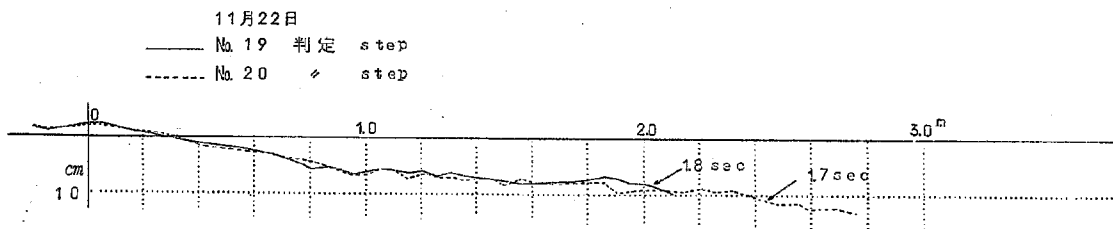
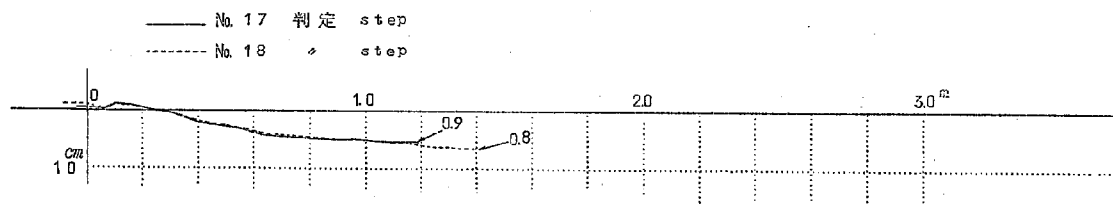
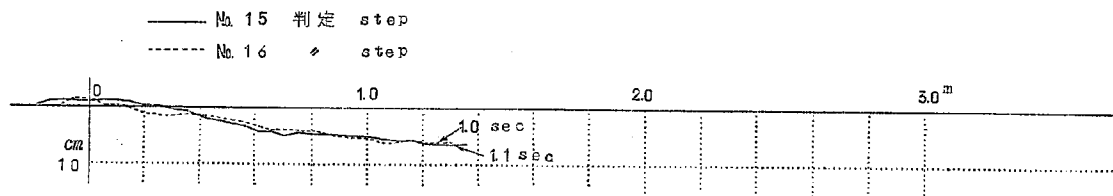
№ 3 判定 step

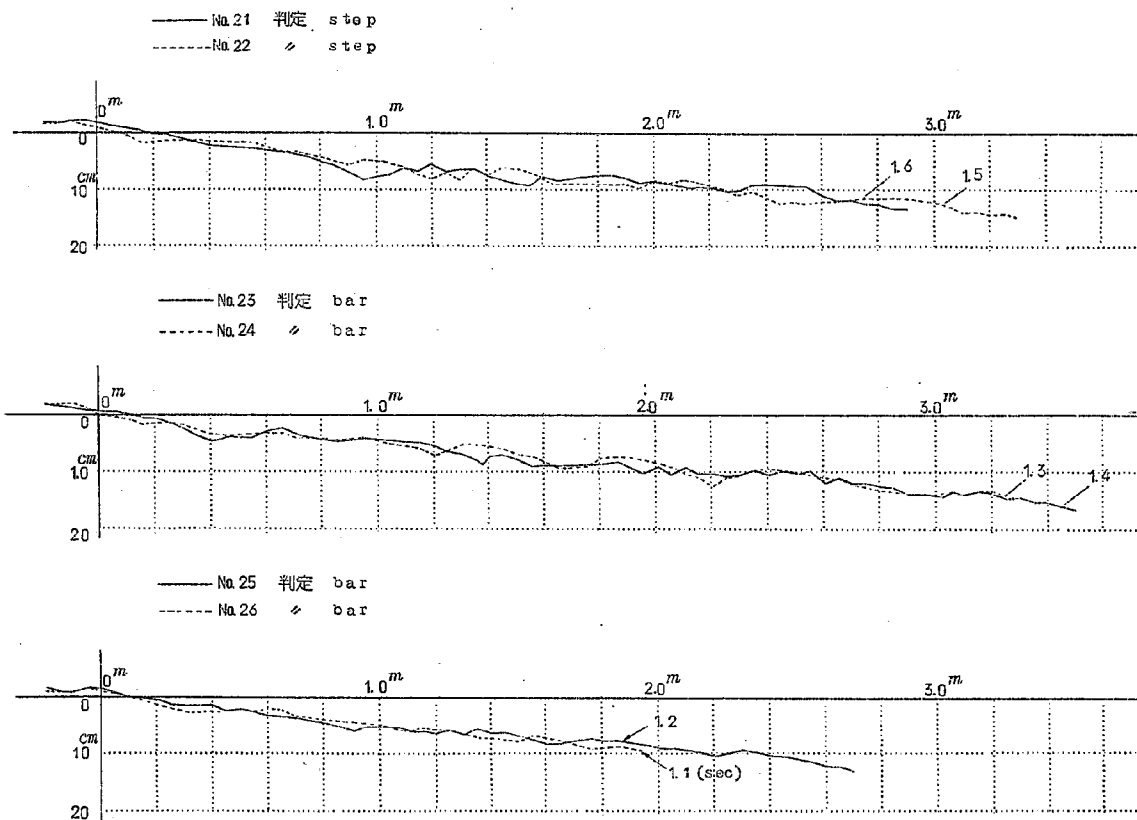


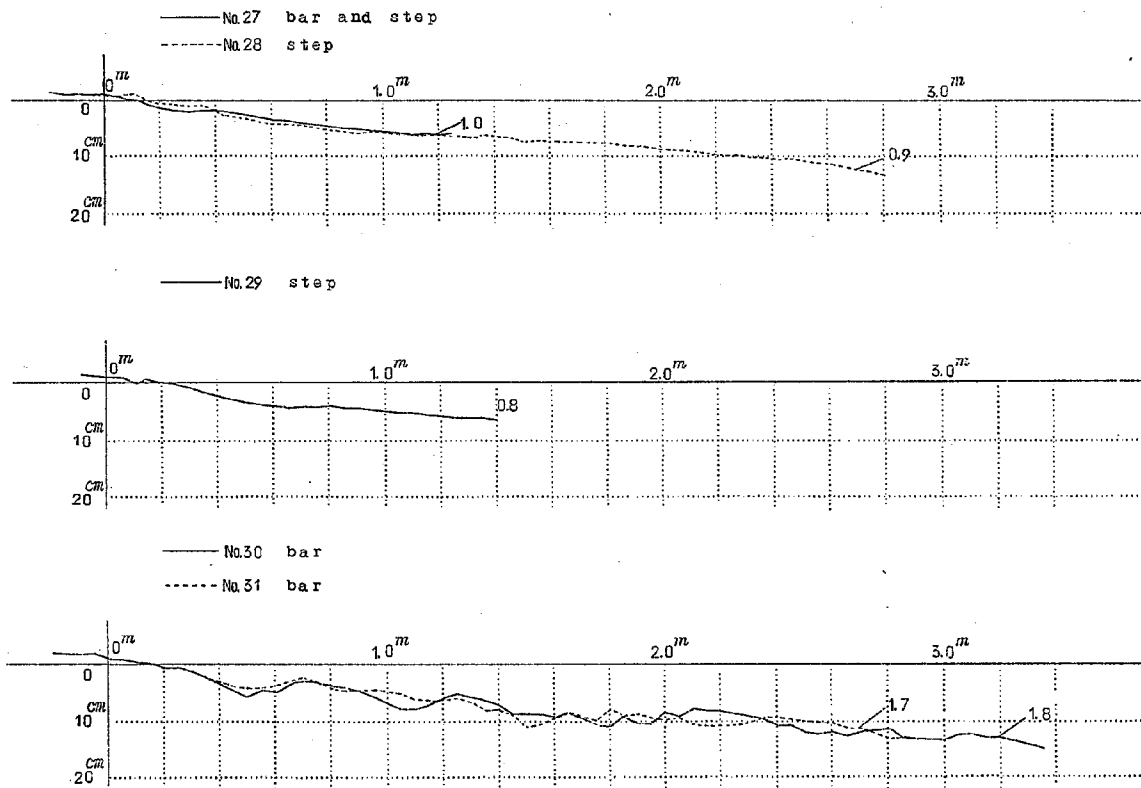
附 2 - 3 - 2

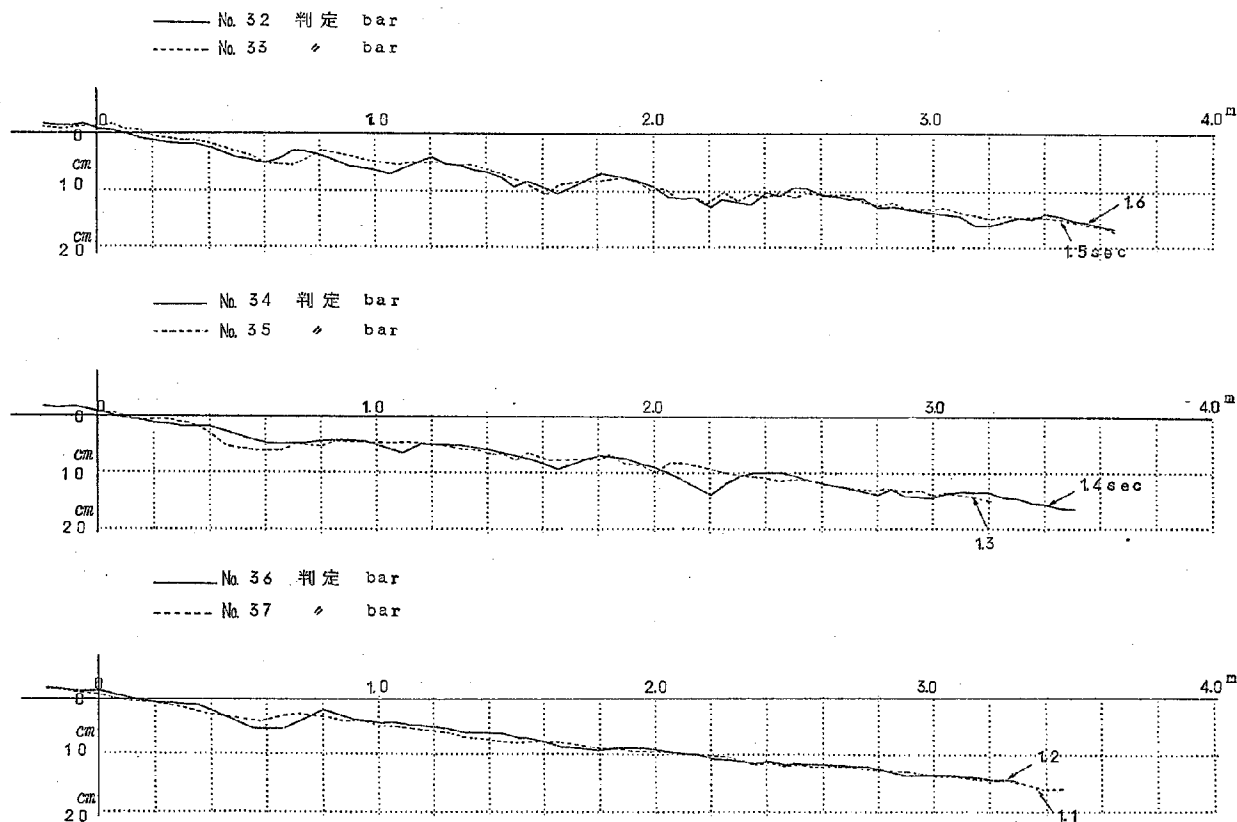








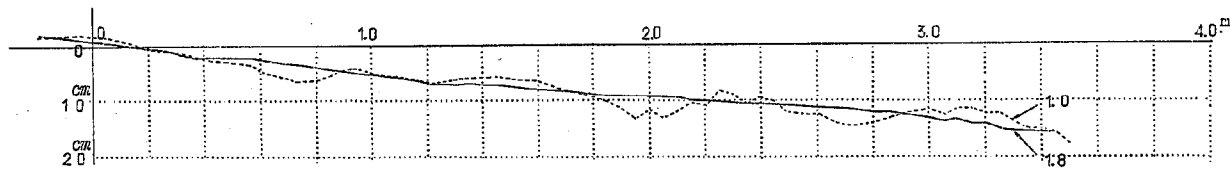




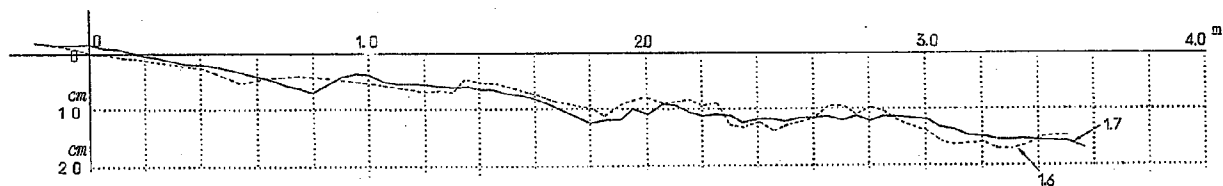
附 2 - 3 - 8

- 131 -

— No. 38 bar and step
 ---- No. 39 bar

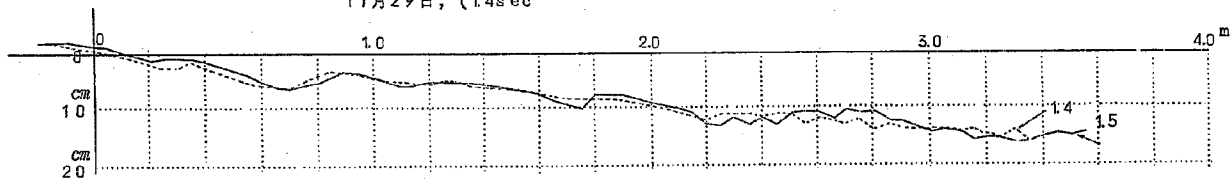


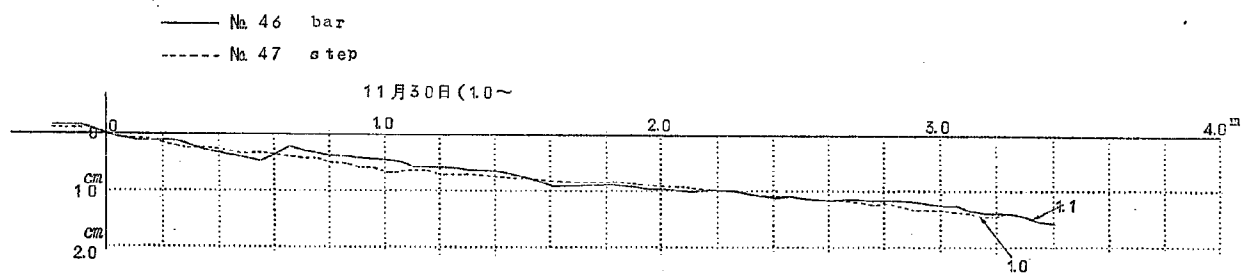
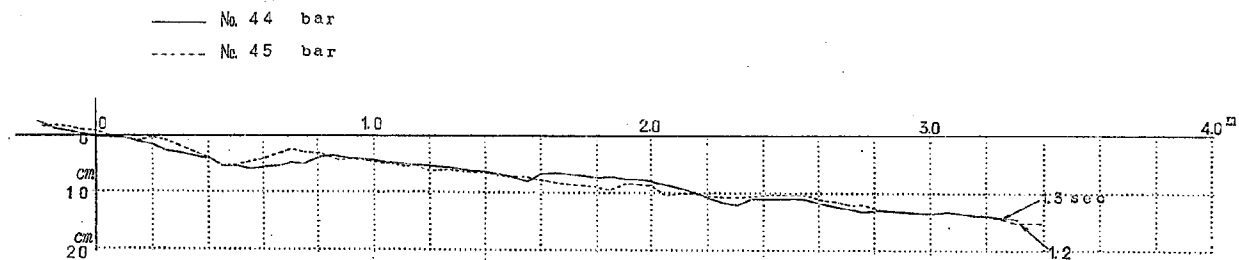
— No. 40 bar
 ---- No. 41 bar and step

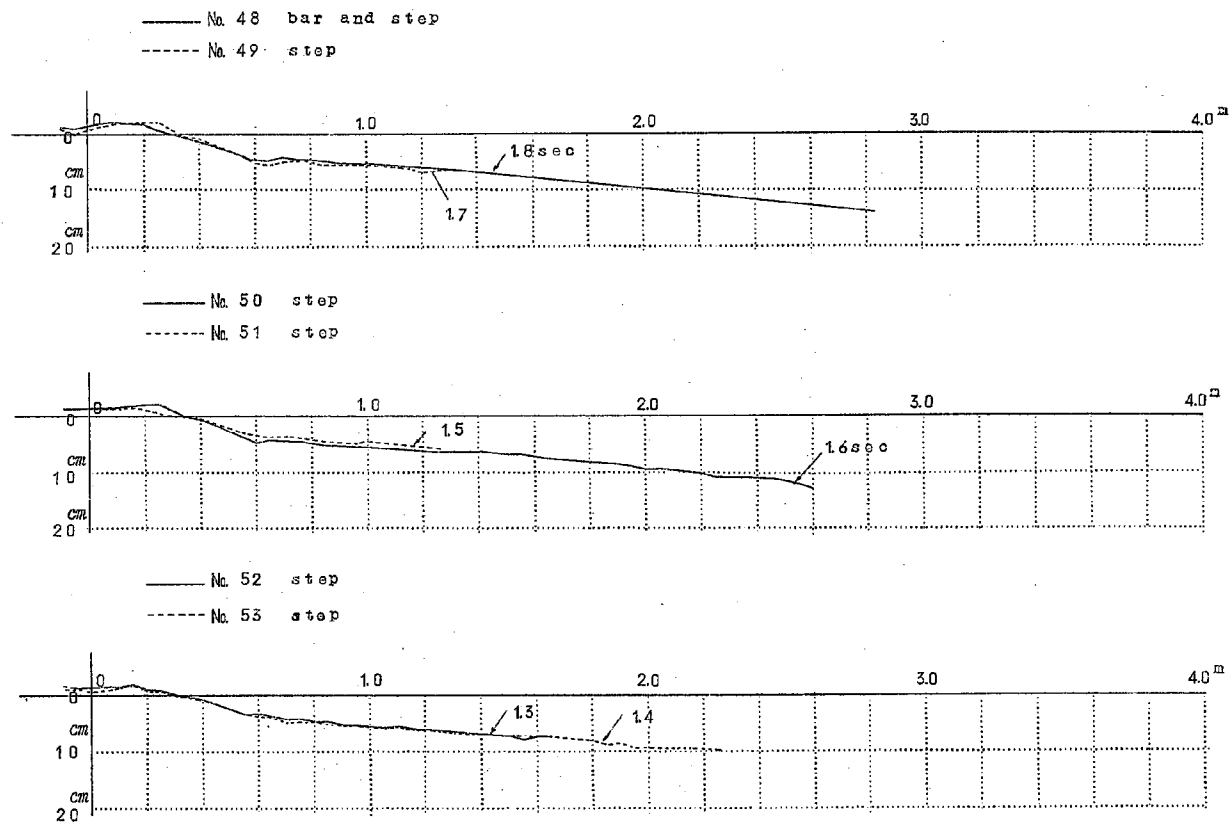


— No. 42 bar
 ---- No. 43 bar

11月29日, (1.4sec)







bar, step の実験 イオン交換樹脂使用

海底勾配 1:20

d = 30 cm

No	arm	θ	d	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	L	H/L	d/L	砂州の 種類	H_0/d_{90}	実験期日
1	1	28	30	1.8	1.2	5.06	0.0593	0.9948	1.20	0.00239	2.90	0.00414	0.1036	step	55	11. 17
2	"	"	"	1.7	1.4	4.51	0.0666	0.9783	1.43	0.00318	2.71	0.00517	0.1107	step	65	
3	"	"	"	1.6	1.9	3.99	0.0753	0.9619	1.97	0.00496	2.53	0.00752	0.1189	step	90	
4	"	"	"	1.49	1.4	3.46	0.0867	0.9461	1.48	0.00428	2.32	0.00604	0.1294	step	67.4	11. 18
5	"	"	"	1.39	2.2	3.01	0.0997	0.9329	2.36	0.00784	2.13	0.01034	0.1407	step	107.2	
6	"	"	"	1.31	2.3	2.68	0.1120	0.9245	2.49	0.00930	1.98	0.01161	0.1513	step	113.1	
7	"	"	"	1.2	1.7	2.25	0.1335	0.9160	1.85	0.00825	1.77	0.0096	0.1695	step	84.5	
8	"	"	"	1.1	2.1	1.89	0.1589	0.9130	2.30	0.01215	1.57	0.01338	0.1907	step	104.7	
9	"	"	"	1.0	2.0	1.56	0.1925	0.9166	2.18	0.0140	1.37	0.0146	0.2188	step	99.5	
10	"	"	"	0.9	1.4	1.265	0.2375	0.9284	1.52	0.01202	1.17	0.01198	0.2572	step	69.1	11. 19
11	"	22.5	20	1.52	1.8	3.60	0.0834	0.9499	1.90	0.00528	2.38	0.00757	0.1263	step	86.4	
12	"	"	"	1.42	2.5	3.14	0.0956	0.9367	2.67	0.00851	2.19	0.01141	0.1372	step	121.3	
13	"	"	"	1.32	2.3	2.72	0.1105	0.9254	2.49	0.00915	2.00	0.01150	0.1501	step	113.1	
14	"	"	"	1.23	2.4	2.36	0.1271	0.9178	2.62	0.0111	1.83	0.01311	0.1641	step	119.1	
15	"	"	"	1.14	2.2	2.03	0.1480	0.9135	2.41	0.01188	1.65	0.01332	0.1816	step	109.6	
16	"	"	"	1.04	1.6	1.69	0.1779	0.9142	1.75	0.01035	1.45	0.01103	0.2065	step	79.6	11. 20
17	"	"	"	0.93	1.6	1.35	0.2220	0.9236	1.73	0.0128	1.23	0.0130	0.2438	step	78.8	
18	"	"	"	0.84	1.4	1.10	0.2730	0.9400	1.49	0.01355	1.04	0.01348	0.2880	step	67.7	
19	"	15	30	1.87	2.2	5.46	0.0549	1.007	2.19	0.00401	3.03	0.00726	0.09930	step	99.5	11. 22
20	"	"	"	1.75	2.6	4.78	0.0629	0.9862	2.64	0.00553	2.80	0.00929	0.1072	step	120.0	
21	"	"	"	1.68	3.6	4.40	0.0682	0.9748	3.69	0.00839	2.70	0.01335	0.1122	step	168.0	
22	"	"	"	1.51	3.7	3.58	0.0839	0.9494	3.90	0.01090	2.37	0.0156	0.1267	step	177.0	
23	"	"	"	1.40	4.6	3.06	0.0981	0.9343	4.93	0.01611	2.16	0.0213	0.1393	bar	224.0	
24	"	"	"	1.33	2.7	2.76	0.1087	0.9265	2.92	0.01058	2.02	0.01335	0.1485	bar	133.0	11. 24
25	"	"	"	1.22	2.9	2.32	0.1291	0.9172	3.17	0.01365	1.81	0.01601	0.1658	bar	144.0	
26	"	"	"	1.12	3.8	1.96	0.1531	0.9132	4.16	0.02122	1.62	0.0235	0.1859	bar	189.0	
27	"	"	"	1.03	2.7	1.66	0.1808	0.9145	2.96	0.01785	1.44	0.0187	0.2091	bar	134.5	11. 25

No.	arm	θ	d	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	L	H/L	d/L	砂州の 種類	H_0/d_{s0}	実験期日
28	1	15	30	09	2.0	12.65	0.2370	0.9282	2.16	0.01708	1.17	0.0171	0.2556	step	98.4	
29	"	"	"	08.2	1.5	10.48	0.2865	0.9445	1.59	0.01517	1.00	0.015	0.3001	step	72.4	
30	"	7.5	"	18.8	2.5	5.53	0.0544	1.009	2.48	0.00449	3.05	0.00820	0.09829	bar	112.9	
31	"	"	"	17.4	2.6	4.72	0.0636	0.9847	2.65	0.00563	2.79	0.00933	0.1078	bar	120.5	
32	"	"	"	1.64	3.5	4.20	0.0715	0.9685	3.62	0.00861	2.60	0.01345	0.1154	bar	164.5	
33	"	"	"	1.57	2.6	3.84	0.0782	0.9573	2.72	0.00708	2.47	0.01053	0.1216	bar	123.7	11.26
34	"	"	"	1.44	3.5	3.23	0.0930	0.9391	3.73	0.01155	2.22	0.01575	0.1349	bar	169.5	
35	"	"	"	1.34	3.5	2.81	0.1068	0.9278	3.79	0.01349	2.05	0.01705	0.1468	bar	172.3	
36	"	"	"	1.21	2.5	2.28	0.1318	0.9164	2.73	0.01198	1.79	0.01395	0.1680	bar	124.0	
37	"	"	"	1.11	3.1	1.92	0.1562	0.9130	3.40	0.01770	1.59	0.0195	0.1885	bar	154.5	
38	"	"	"	1.01	2.9	1.59	0.1885	0.9158	3.18	0.02000	1.39	0.0209	0.2155	bar step and	144.5	
39	"	0	"	1.86	3.2	5.40	0.0556	1.006	3.18	0.00589	3.01	0.01063	0.09980	bar	144.5	11.27
40	"	"	"	1.74	3.8	4.73	0.0634	0.9849	3.86	0.00816	2.78	0.01366	0.1077	bar	175.4	
41	"	"	"	1.63	3.6	4.15	0.0724	0.9667	3.73	0.009	2.58	0.014	0.1163	step bar	170.0	
42	"	"	"	1.53	3.2	3.65	0.082	0.9520	3.36	0.0092	2.40	0.015	0.1251	bar	152.9	11.29
43	"	"	"	1.43	3.8	3.20	0.094	0.9381	4.05	0.0127	2.21	0.0145	0.1357	bar	184.0	
44	"	"	"	1.33	4.9	2.76	0.109	0.9263	5.30	0.0192	2.02	0.0242	0.1488	bar	241.0	
45	"	"	"	1.24	3.6	2.40	0.125	0.9186	3.92	0.0163	1.85	0.0195	0.1624	bar	178.0	
46	"	"	"	1.14	3.7	2.03	0.148	0.9135	4.05	0.0200	1.65	0.0224	0.1816	bar	184.0	
47	"	"	"	1.02	2.4	1.62	0.1852	0.9152	2.62	0.01615	1.41	0.0170	0.2127	step	119.0	
48	"	"	"	1.81	1.1	5.11	0.0588	0.9963	1.11	0.002165	2.91	0.00378	0.1031	step bar and	50.5	
49	"	"	"	1.66	1.4	4.29	0.0700	0.9713	1.44	0.00336	2.64	0.0053	0.1139	step	65.5	
50	"	"	"	1.61	1.5	3.96	0.0758	0.9610	1.56	0.00394	2.51	0.00598	0.1193	step	71.0	
51	"	"	"	1.52	1.4	3.60	0.0834	0.9501	1.47	0.00408	2.39	0.00586	0.1253	step	67.0	
52	"	"	"	1.40	1.5	3.06	0.0981	0.9342	1.61	0.00526	2.15	0.00688	0.1393	step	73.3	
53	"	"	"	1.33	1.6	2.78	0.1080	0.9269	1.73	0.00623	2.03	0.00790	0.1479	step	78.6	

附2-4 砂レンの発生消滅に関する実験資料

砂レン形成条件

θ	T	H	h cm	L_0 m	H_0	h/L_0	H/H_0	H	$\sinh \frac{2\pi h}{L}$	流速 cm/s
28	^{sec} 0.98	^{cm} 2.7		150	2.91					
	1.10	3.5	27	189	3.82	0.143	0.9141	3.5	1360	7.35
	1.20	2.10	19	2.24	2.29	0.0849	0.9481	2.17	08915	6.37
	1.31	2.3	23	2.68	2.53	0.0859	0.9469	2.4	08989	6.41
	1.41	2.40	21	3.10	2.57	0.0678	0.9768	2.51	07633	7.33
	1.50	2.2	21	3.51	2.34	0.0598	0.9932	2.32	07033	6.91
25	1.04	3.9	23	1.69	4.26	0.136	0.9154	3.9	1300	9.05
	1.10	2.7	24	1.89	2.99	0.127	0.9178	2.75	1223	6.40
	1.20	2.6	24	2.24	2.84	0.107	0.9276	2.63	1061	6.49
	1.33	3.7	28	2.76	4.02	0.102	0.9311	3.74	1022	8.64
	1.43	3.2	27	3.20	3.45	0.0844	0.9486	3.27	0888	8.10
	1.53	2.6	24	3.65	2.71	0.0658	0.9800	2.66	0747	7.31
	1.62	2.0	24	4.10	2.05	0.0585	0.9969	2.04	0691	5.71

mean 7.19 cm/sec

砂レンの消滅条件

θ	T	流速 cm/sec	水深
28	^{sec} 0.983	^{cm/sec} 13.3	
	1.061	13.2	
	1.210	14.3	
	1.280	16.9	
	1.332	14.6	
	1.490	16.0	
25	1.018	13.8	
	1.099	13.8	
	1.179	14.5	
	1.324	14.5	
	1.371	14.3	
	1.505	14.4	
	1.620	14.1	
20	1.643	16.4	
	0.993	13.8	
	1.071	13.9	
	1.187	15.3	
	1.257	16.1	
	1.423	14.0	
	1.560	15.4	
15	0.978	13.6	
	1.105	14.1	
	1.147	14.3	
	1.318	16.1	
	1.353	16.3	
	1.468	16.5	
	1.594	15.7	
7.5	0.998	14.9	
	1.092	15.6	
	1.180	16.6	
	1.299	17.8	
0	0.973	14.5	
	1.075	15.2	
	1.181	16.1	
	1.320	16.3	

mean 15.03 cm/sec

附2-5 砂粒子のうどき

番 号	振 巾		水 深 d	流 速 u max	T	$\rho_s (A/A-1)$	$\sqrt{d}$	H _{obs}	H _{obs} / $\sqrt{d}$
	砂表面 0	砂面下 -10 cm							
1	1.2	0.85	10 ^{cm}	^{cm/sec} 13.3	^{sec} 0.988	0.150	3.16	2.9	0.92
2	0.68	(0.46) 0.48	8.9	13.2	1.061	(0.169) 0.151	2.98	2.5	0.84
3	0.76	(0.52) 0.54	6.75	14.3	1.210	(0.165) 0.148	2.60	2.4	0.92
4	1.45	(1.00) 0.95	6.25	16.9	1.28	(0.161) 0.184	2.50	3.1	1.24
5	1.65	(1.15) 1.16	6.25	14.6	1.33	(0.157) 0.152	2.50	2.8	1.12
6	1.05	0.72	5.0	16.0	1.49	0.164	2.24	2.8	1.25
7	1.50	(1.05) 0.97	11.25	13.8	1.018	(0.155) 0.189	3.35	3.0	0.90
8	0.98	(0.68) 0.65	9.15	13.8	1.099	(0.158) 0.178	3.02	2.9	0.96
9	0.78	0.55	8.75	14.5	1.179	0.152	2.96	2.8	0.95
10	1.40	(0.98) 0.78	8.75	14.5	1.324	(0.155) 0.254	2.96	3.3	1.11
11	0.96	0.71	8.5	14.3	1.371	0.131	2.91	3.2	1.10
12	1.00	0.71	6.25	14.4	1.505	0.149	2.50	3.1	1.24
13	0.55	0.40	5.5	14.1	1.620	0.138	2.35	3.0	1.28
14	0.93	0.67	5.5	16.4	1.643	0.142	2.35	3.3	1.40
15	1.40	1.03	14.0	13.8	0.993	0.133	3.74	3.3	0.88
16	1.1	0.85	12.25	13.9	1.071	0.112	3.50	3.4	0.97
17	1.95	1.45	10.25	15.3	1.187	0.128	3.20	3.3	1.03
18	1.95	1.45	12.25	16.1	1.257	0.128	3.50	4.0	1.14
19	0.87	0.67	9.5	14.0	1.423	0.113	3.08	3.5	1.14
20	0.64	0.48	6.5	15.4	1.560	0.125	2.55	3.2	1.25
21	1.31	0.89	10.0	13.6	0.978	0.168	3.16	3.3	1.05
22	0.96	0.72	11.5	14.1	1.105	0.125	3.39	3.2	0.94
23	1.20	0.92	10.0	14.3	1.147	0.115	3.16	3.2	1.01
24	2.16	1.60	12.0	16.1	1.318	0.130	3.47	4.2	1.21
25	1.30	0.97	12.5	16.3	1.353	0.127	3.54	4.0	1.13
26	0.77	0.61	12.0	16.5	1.468	0.101	3.47	3.8	1.09
27	1.01	0.75	12.0	15.7	1.594	0.129	3.47	4.6	1.33
28	2.00	1.50	14.0	14.9	0.998	0.125	3.74	4.2	1.12
29	2.10	1.55	14.0	15.6	1.092	0.132	3.74	3.9	1.04
30	2.38	1.75	14.5	16.6	1.180	0.133	3.81	4.4	1.16
31	2.40	1.81	17.0	17.8	1.299	0.123	4.12	4.5	1.09
32	1.30	1.00	15.25	14.5	0.973	0.114	3.9	4.0	1.03
33	1.53	1.20	17.0	15.2	1.075	0.105	4.12	4.7	1.14
34	1.80	1.40	16.0	16.1	1.181	0.109	4.0	4.7	1.18
35	0.87	0.70	20.25	16.3	1.320	0.094	4.5	5.4	1.20