

土木研究所資料

140号

皆生海岸の消波工に関する

調査報告書

140号

昭和41年3月

建設省土木研究所

目 次

1. まえがき	1
2. 消波工に関する模型実験	1
1) はじめに	1
2) 実験条件	1
a) 潮 位	1
b) 波 浪	2
c) 消波ブロック	17
d) 海底横断形状	17
e) 風	18
f) 実験諸元一覧	18
g) 相似率	21
3) 実験施設および実験方法	22
a) 実験施設	22
b) 実験方法	22
4) 実験結果および考察	26
5) 結 論	35
6) 附 記	48

1. まえがき

本報告書は鳥取県皆生海岸の一部に対する越波防止のための消波工の構造に関する模型実験結果である。

皆生海岸は図-1に見られるように日本海に面した美保湾奥に位置している。このため冬期季節風による比較的周期の長い波形こう配の小さい波が来襲しやすく、夏期は台風による湾口向きの北東の風と共に比較的周期の短い波が来襲しやすい。一方海岸構造物としては、海岸堤防の前面には侵食にもそなえて、根固め、突堤等が施工されている。しかし、条件によつては少なからぬ越波およびしぶきがあるのが現状である。またここは民家は堤防のすぐ後方にまでせまつており、さらに、堤防の天端高は後方が温泉街であるため観光上これ以上嵩上げすることが不可能である等の事情で、これ等越波およびしぶきを防止するための適当な消波構造物が必要と考えられ、今回その構造に関する資料を得るための実験を行なつた。ここにその結果を報告する。

2. 消波工に関する模型実験

1) はじめに

本実験の目的は、潮位、波浪、海底形状等の種々の条件に対し、越波防止のための適当な消波工の構造を決定することである。一般に消波構造物としては種々のものが考えられるが、本実験に於ては消波ブロック(六脚ブロック)を用い、その積み方を種々の条件に対して検討した。

実験は、土研研究所赤羽分室にある風洞つき二次元水槽を用いて行なわれた。

2) 実験条件

実験に用いた諸元は以下の通りである。

a) 潮 位

海岸構造物の設計潮位は一般に既往最高潮位とするか又は期望平均満潮位+既往最大偏差としている。設計潮位として前者をとるか、あるいは後者かは、データの精度、生起頻度、背後地の状況を考慮して決めるべきであろう。

皆生海岸については、境港の潮位記録を考慮して次のように定められた。

$$\begin{aligned}\text{① 期望平均満潮位} + \text{最大偏差} &= 0.379^{1)} + 0.42^{2)} \\ &= 0.799 \text{ m (T.P.)}\end{aligned}$$

$$\text{② 既往最高潮位} = 0.858^{3)} \text{ m (T.P.)}$$

上記の値で1) は境港に於ける昭和7年から33年までの27年間の平均値、2), 3) は昭和34年9月18日の台風14号の時の値である。これを見ると②の方がわずかではあるが高いようである。これは期望平均満潮位以上の潮位に偏差0.42 mが加わつたと考えられる。

①, ②を比較して②のT.P. + 0.858 mを設計潮位としている。

なお参考として境港に於ける潮位を表-1に示した。

表-1 境 港 潮 位

潮 位 名	潮 位	摘 要
高 極 潮 位	T.P. 0.978 m	昭和34年9月18日
既往最高潮位	0.858	〃
期望平均満潮位	0.379	昭和7～33年の統計
期望平均干潮位	0.016	〃
東京湾中等潮位	0	
既往最大偏差	0.420	昭和34年9月18日
平 均 潮 位	0.168	昭和7～33年の統計

b) 波 浪

設計波浪としては現在では、適当なモデル台風による推算、現地の波浪観測値からの確率計算、既往最大波浪の採用等さまざまである。いずれを用いるかは、資料の精度や堤内地の重要性等を考慮して決められる。

皆生海岸の設計波浪決定の基礎となる資料としては、現地に於ける波浪観測によるもの、および島根半島突端の地蔵岬に於ける目視観測の結果がある。それ等の内から対象区域に大きな波を与えと思われる資料を検討の結果、設計波浪は沖波波高 $H_o = 3.5 \text{ m}$ 、周期 $T = 10 \text{ sec}$ とされた。これ等の

图-1 位置图

S=1:200,000

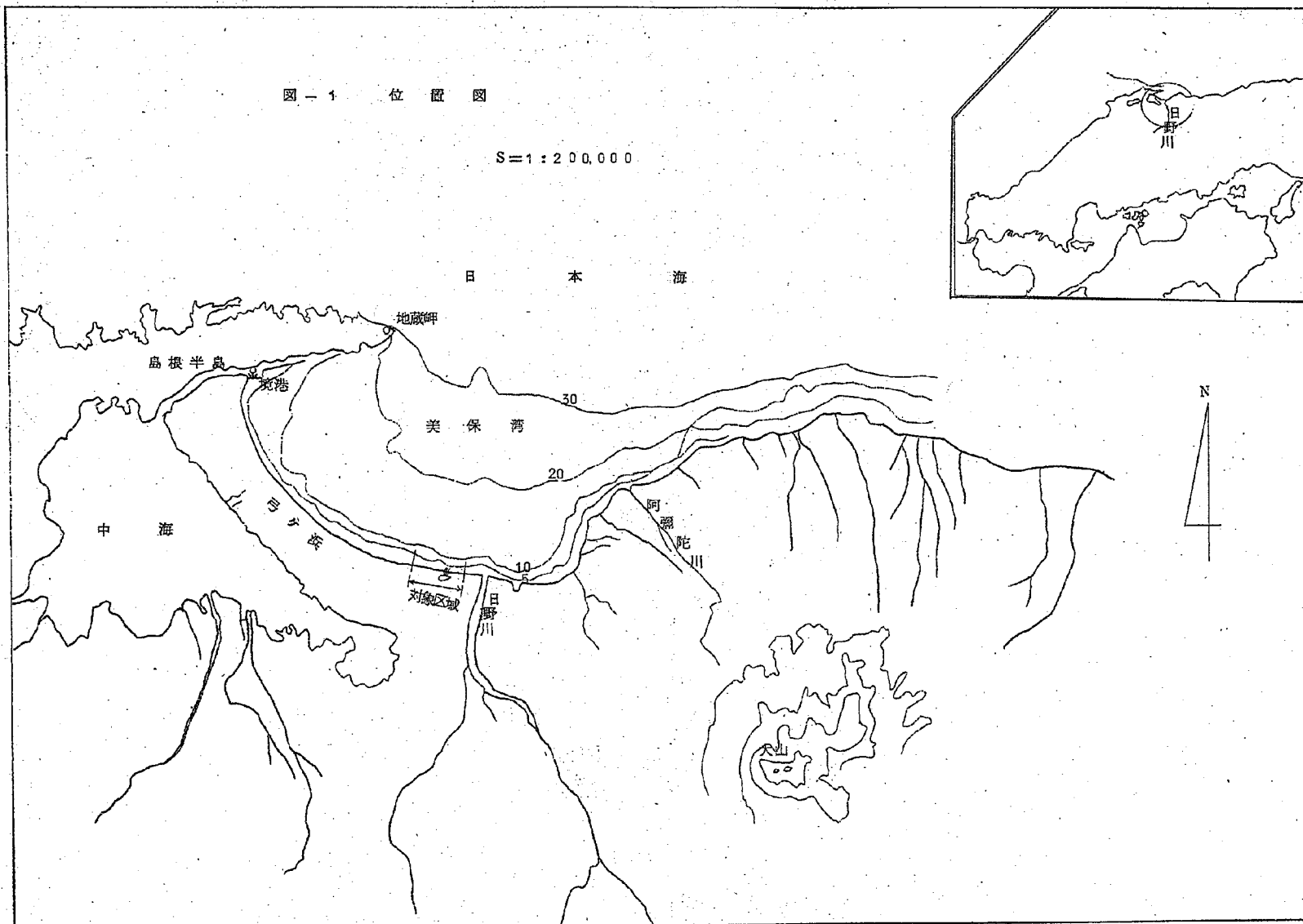
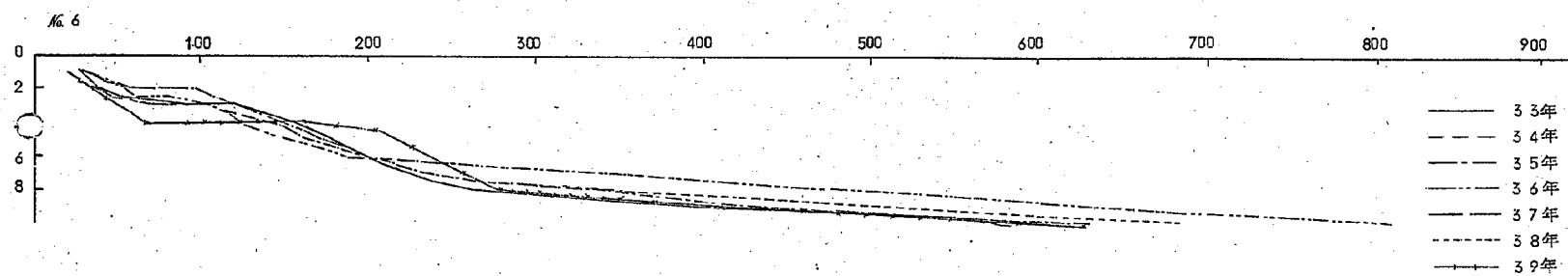


圖-2-1 海底橫斷圖

夏 期



冬 期

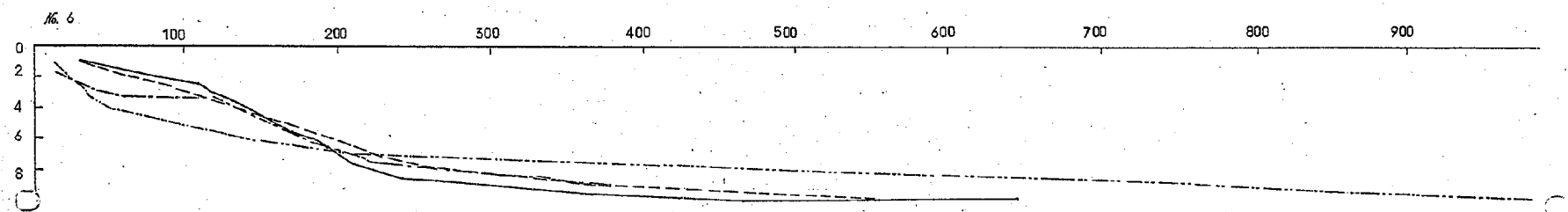
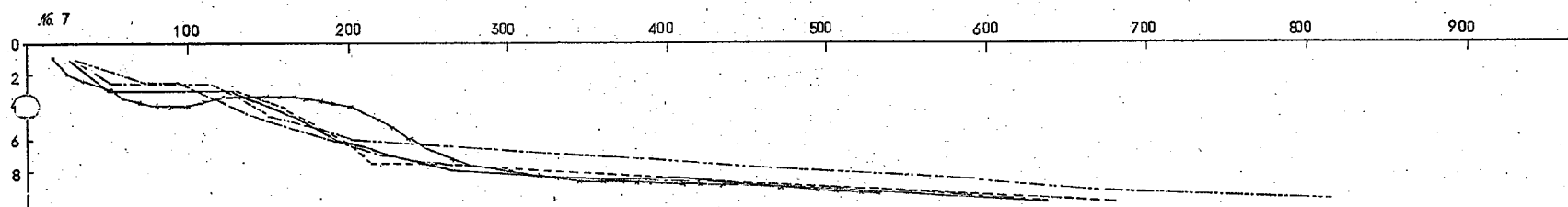


图-2-2

夏 期



冬 期

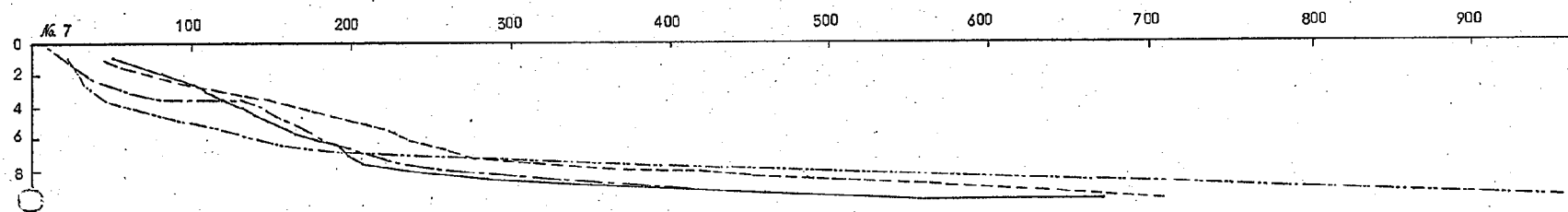
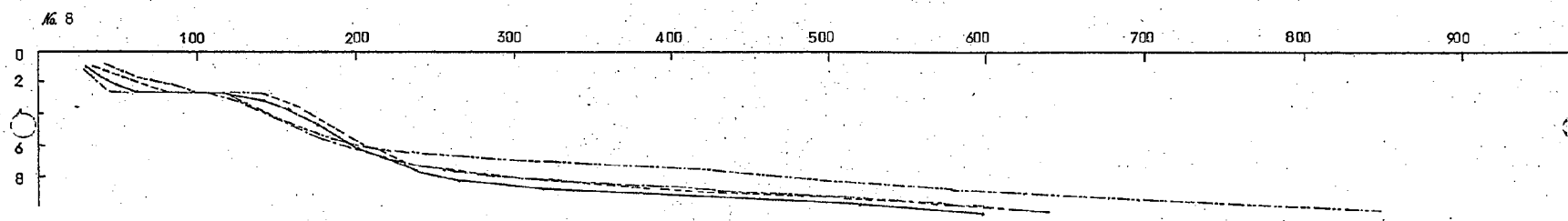


图 - 2 - 3

夏 期



冬 期

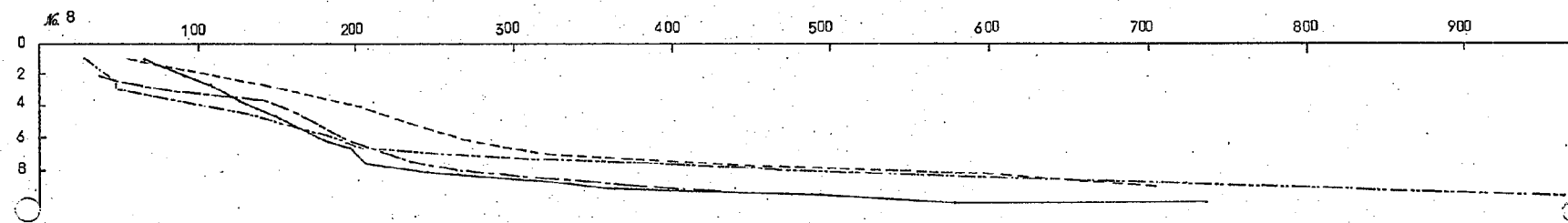
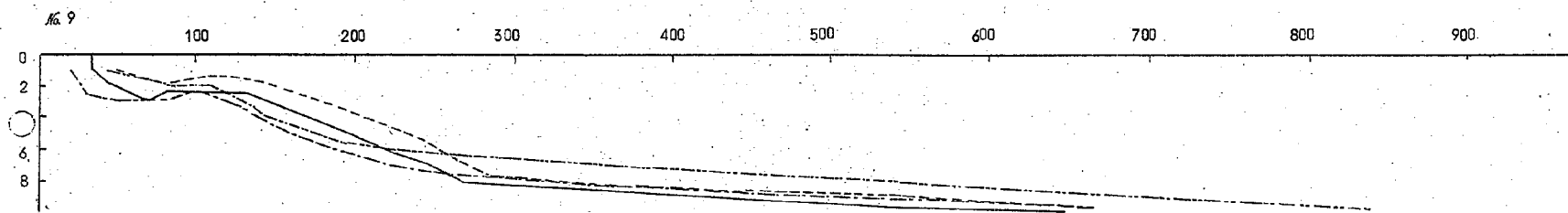


图 - 2 - 4

夏 期



冬 期

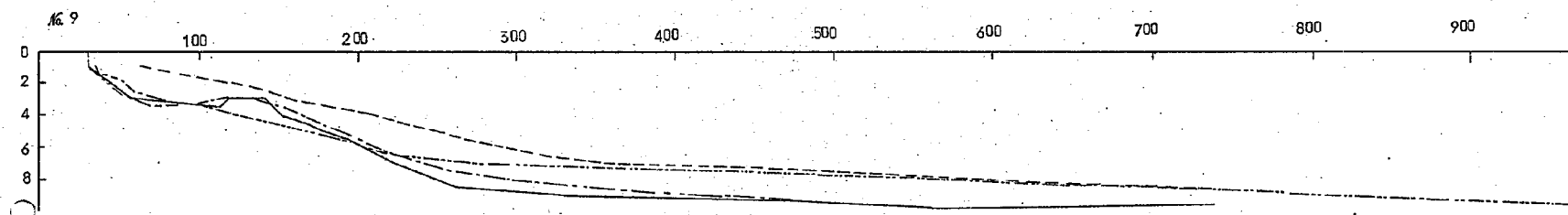


图 - 2 - 5

图 10 夏 期

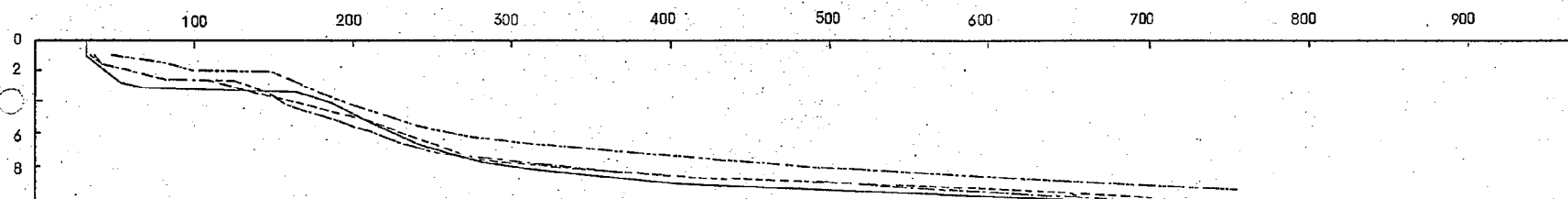


图 10 冬 期

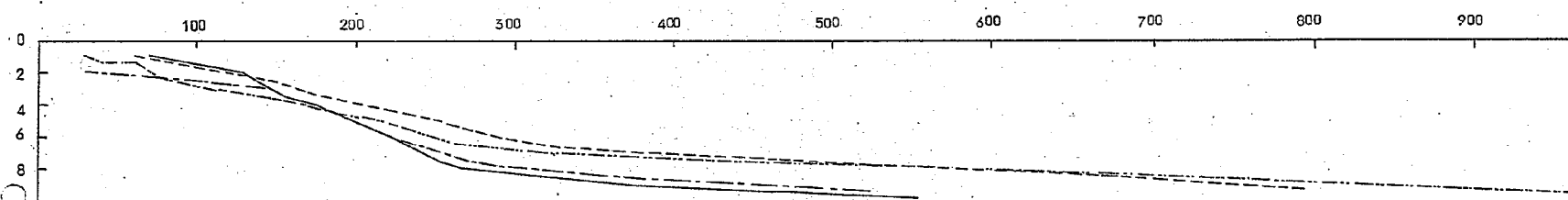
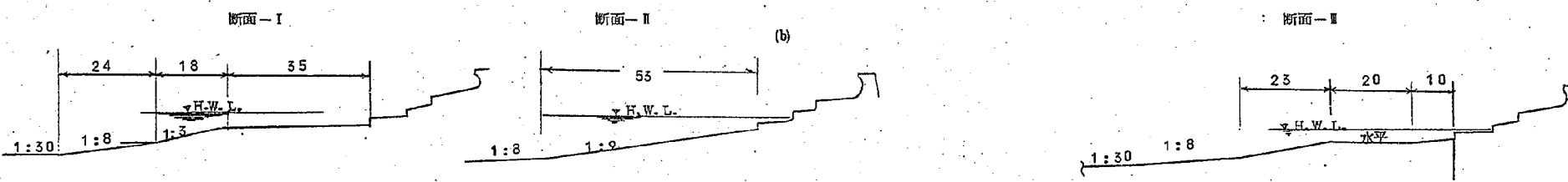
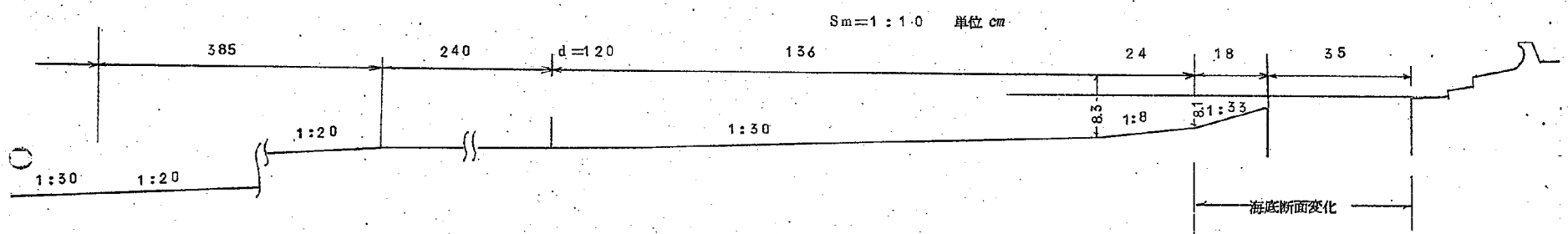
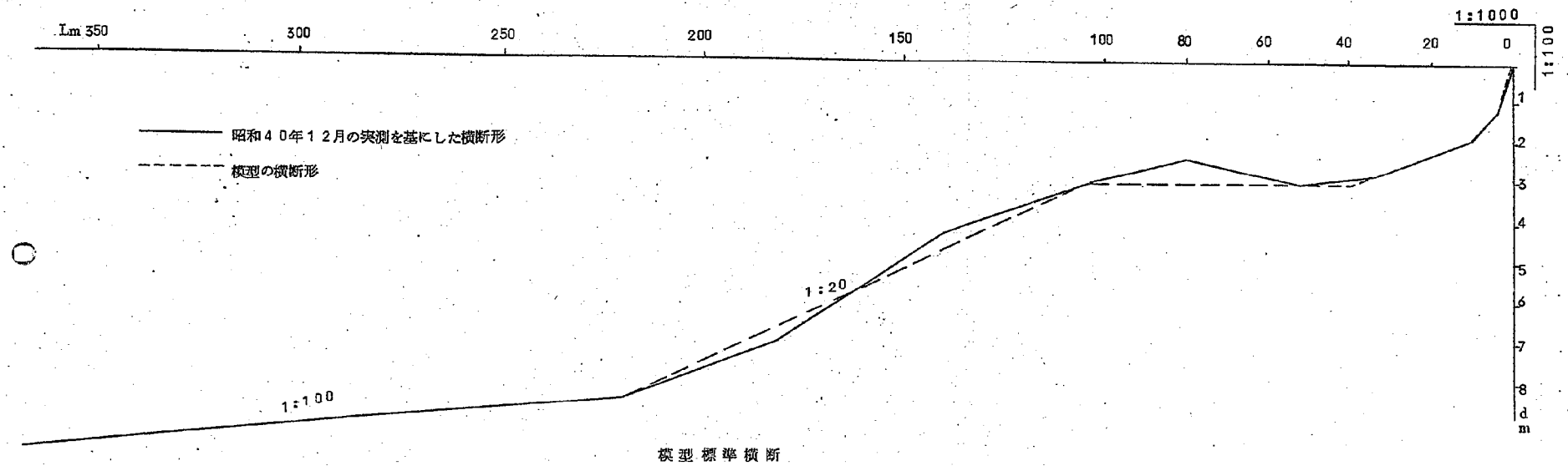


図-3 標準横断面 (a)



値決定に重視された資料は次のものである。なお、図-1に見られる如く皆生海岸の対象区域に来る波は主に北～北東の方向からのものである。よつて設計波浪の決定にもその点を考慮している。

地蔵岬に於ける自視観測の結果から、昭和28年以後の最大波を考えると昭和28年11月7日

うねり 波高階級 N.E. 5. (波高3.0～4.0 m)

波長階級 4. (中位のやゝ高いうねり波高2～4m)

中位: 波長 100～200 m

周期 8.1～11.3 sec

である。

S.M.B 法による推算から、主に昭和34年9月26日の伊勢湾台風時の推算値 $H_{\frac{1}{3}} = 3.50$ m、 $H_{\frac{1}{10}} = 4.00$ mを重視し、また目視観測の結果と波高計による観測結果とがかなり良く一致することを確かめ、さらに背後地の重要性を考慮して前記の設計波浪が決定された。

しかし、海岸構造物の設計に於ては設計波浪のみを対象とするのは不十分で、堤防前面の水深によつては、最大打上げ高、最大波圧、最大越波量はより小さい波で生ずることがある。

本実験も以上の点を考慮し波高は最大越波量を生ずる値をはさんで幅広く、また周期はうねりおよび台風時の波浪を考慮して10 sec および7.5 sec の二種類とした。

c) 消波ブロック

消波ブロックは六脚ブロックを用いた。その横方は横断方向に突き合せ、縦断方向には重ね合せとした。また重量は4トンおよび6トンの二種類を用いた。

d) 海底横断形状

深浅測量平面図に基づいて作られた対象区間の各測点に於ける海底横断形状を図-2に示す。本実験に用いた断面は主に昭和40年12月の実測結果を基に各年の海底変化の状態を考慮して定められた。(図-3)

また実験は汀線附近が侵食される場合を考慮して、図-3のb)に示す3断面について行なつた。

e) 風

風は台風時の瞬間最大を想定して風速 40 m/sec とした。

冬期季節風を考える場合には、この風速は過大のようにも思えるが、この場合の相似率が必ずしも確かではないことを考えて安全側にとつた。

f) 実験諸元一覧

実験は前項までに述べた点を考慮して次の条件で行なわれた。()内は模型の値を示す。

実験諸元

海底横断模型

縮尺 $1/25$

形状、沖合は1種、汀線附近は3種

消波ブロック

種類 六脚ブロック

重量 4トン(250g)、6トン(375g)

潮位

3種 T.P. + 0.86m, 設計潮位

T.P. + 0.60m,

T.P. + 0.38m, 朔望平均満潮位

波

波高 1.0 m (4.0 cm) ~ 4.0 m (16.0 cm)

周期 7.5 (1.5 sec), 10.0 (2.0 sec)

風

風速 40 m/sec (風の分布図は図-4を参照)

図-4-1 水槽内風速分布図(堤防上)

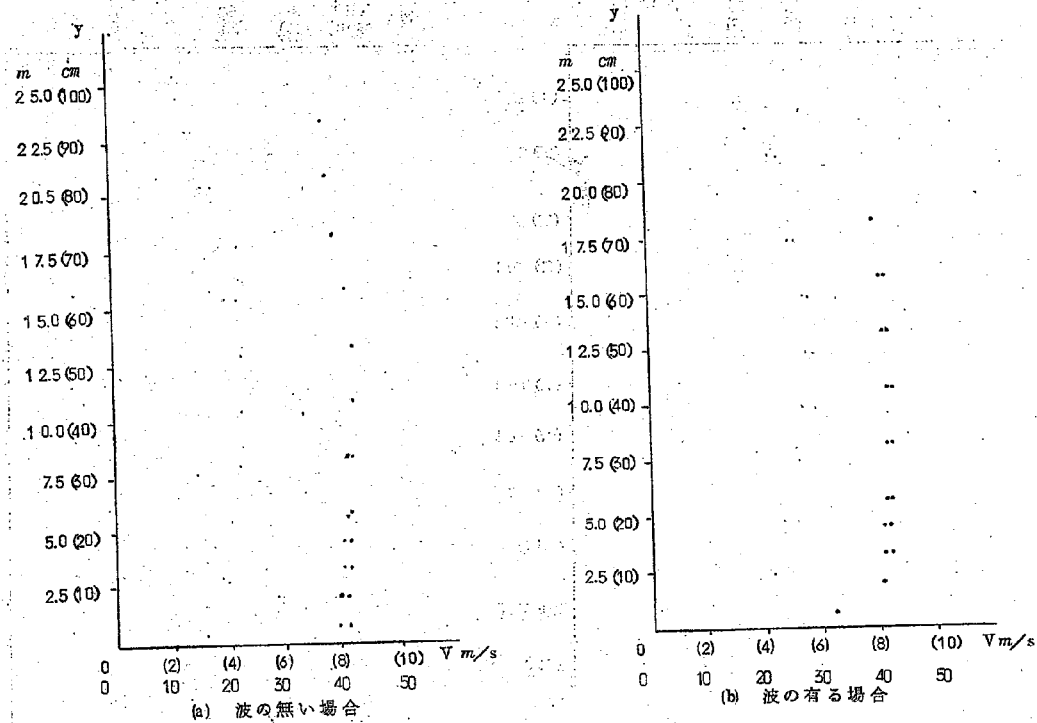
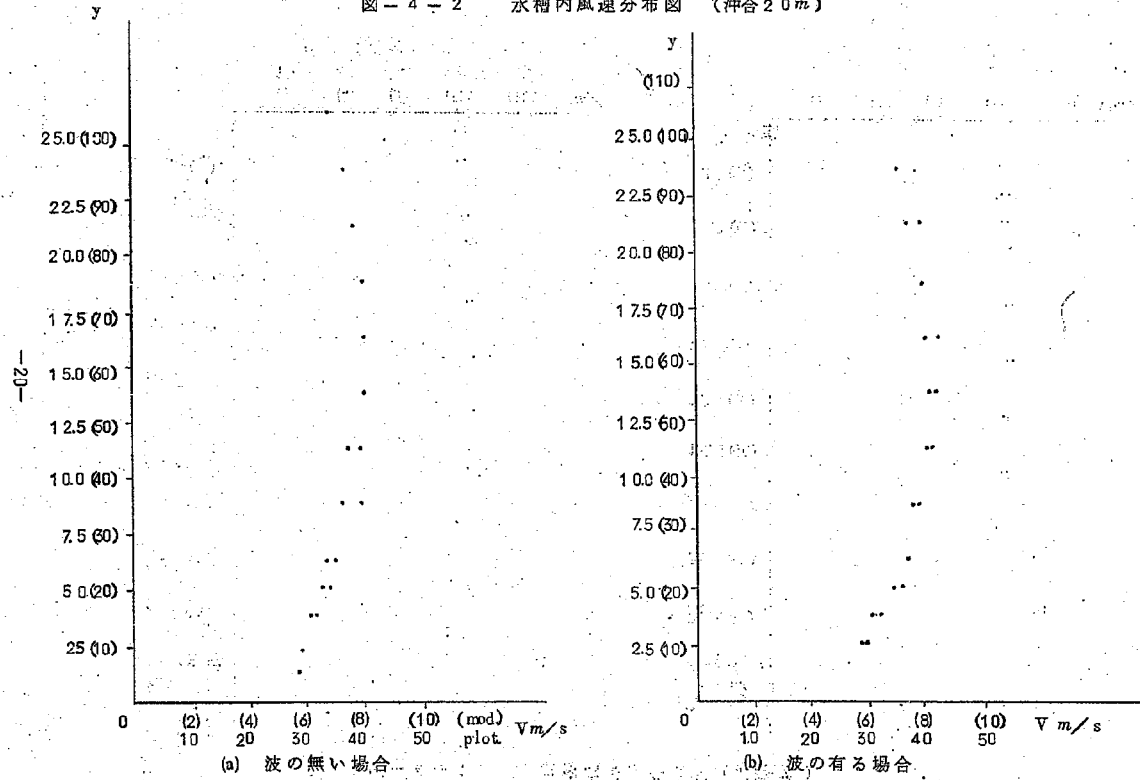


図 - 4 - 2 水槽内風速分布図 (沖合 20 m)



g) 相似率

模型の現象がフルードの相似則にしたがうものとする、

$$Fr = \frac{V_p}{\sqrt{gh_p}} = \frac{V_m}{\sqrt{gh_m}}$$

ここに V : 速度
 h : 長さ
 g : 重力の加速度
添字 p : 実物
 m : 模型

である。

長さの縮尺を $\ell_m/\ell_p = 1/s = 1/25$ とすると、速度の縮尺は
 $V_m/V_p = 1/\sqrt{s} = 1/5$, 時間の縮尺は $t_m/t_p = 1/\sqrt{s} = 1/5$, 重量
の縮尺は、 $W_m/W_p = (w_m/w_p) \times (\ell_m^3/\ell_p^3) = 1/s^3 = 1/15,625$
(ただし、 $w_m = w_p$, w_m, w_p はコンクリートの単位重量, とした。)
となる。

また越波量は単位巾、一波当りの量を Q で表わすと、

$$Q_p \frac{\ell}{T} \cdot m = \frac{s^3}{s} \cdot Q_m \frac{\ell}{T} \cdot m = s^2 \times 10^{-4} Q_m \frac{cm^3}{T \cdot cm}$$

$$= 6.25 Q_m \frac{cm^3}{T \cdot cm}$$

となる。

これ等によつて各諸元を実物と模型とを対比して示すと表-2の如くなる。

表-2 実物-模型各諸元対照表

	水深			波高	周期		風速	ブロック
実物	$T.P_m$ +0.858	+0.608	+0.380	1~4 m	1.0 sec	7.5	m/s 40.0	(六脚ブロック) 4t
模型	3.43	2.43	1.52	4~1.6 cm	2.0 sec	1.5	m/s 8.0	250%

3) 実験施設および実験方法

a) 実験施設

水槽： 本実験に使用した水槽は、土木研究所赤羽分室にある長さ3.5 m、巾60 cmの風洞付き二次元水槽で、その概略図を図-5に示す。送風機の電動機は30 HP、送風翼の径は120 cm、翼数は12枚である。風速は電動機に接続している無段階変速機の回転数を変えることにより任意に変えうる。造波機は安川電機製可変速電動機5 HPをそなえたユニバーサル型で、波高はプーリー板にとりつけたアーム変換装置によりロッドの長さを変え、造波板の振巾と振巾角度を変えることにより連続的に変え得る。周期は電動機の回転数により決まる。

波高計： 波高の記録には、抵抗線式波高計を使用し、それらの出力を市販の逐増巾機で増巾し、直視式電磁オシログラフに依りて記録した。

越波量： 越波量の測定には図-6に示す装置を用いた。すなわち、槽内の水位をサイホンで外のガラス管に導きその水位差で越波水量を算出した。

風速： 風速の測定には微圧ビート管を用い、測定箇所はバラベット上と沖合20 mの位置の2箇所とした。

模型： 堤防および海底の模型は木製とし、堤防前面の海底は形状を変え得るようにはめ込みとした。

b) 実験方法

水槽の一端に固定床の海底の模型を作り、その上に堤防とブロックを配置し、他端で起した波と風をあてて堤防を越える水量を測定した。

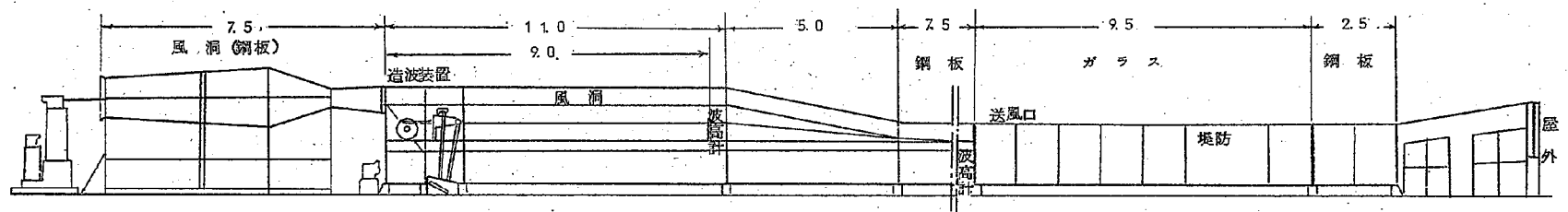
越波量は風と波を同時に起し始めて、はじめの波高の小さい数波を除いて、波高が一定になった後に槽上部の開閉トビラを開けて10波ないし15波を測定してその平均値をとった。測定値の精度は槽の平面積が1400 cm²、ガラス管の目盛が1 mmであるから読みとり精度を0.5 mmとすると、0.10 cc/cm²/波程度である。

波高および周期は水槽水平部で造波板から約8 mの位置で記録した資料の中から越波量を測定した波の平均値を選った。

また、越波量が極めて少なく測定が不可能な場合がしばしばあるので、その状況を8 mmフィルムに収めた。

図 - 5 21番実験室水槽側面図

$S = \frac{1}{120}$ 単位 m



-25-

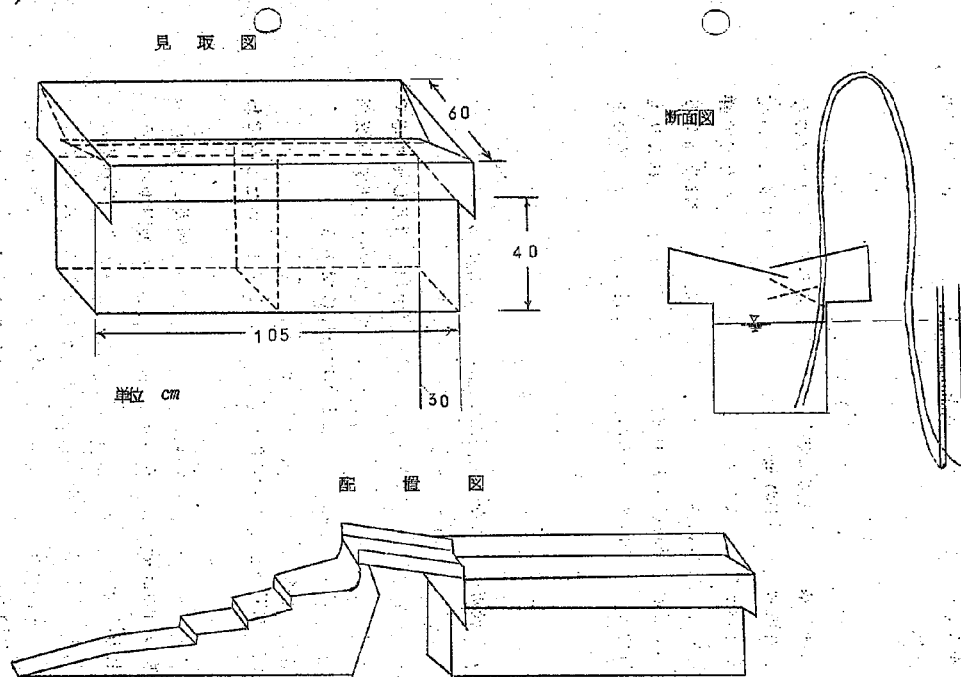


図 - 6 測 水 枡

4) 実験結果および考察

実験の種類は図-7に示す通りである。これ等の種類は消波効果を観察しブロックの配置を少しずつ変えていく方法をとった結果である。以下個々の場合について順に述べる。(表-3参照)

a) 断面-I (図-7-1, 図-8-1)

これは実測横断面に基づいて最初に試みられたものである。ブロックのない場合は無風時、有風時とも若干の越波が認められたが、ブロックを置いてみたところほとんど越波なく、より深い断面でやるべきと考えられたので詳細には行なわなかった。なお、図-8-1を見ると最大の越波量は波高1.5mで生じている。これは堤防の少し手前でくだける波であり、これよりも大きい波は沖の方でくだけてしまうためかえって越波量は小さくなるものと思われる。

b) 断面-II

これは断面-Iの堤防前面部を直線的に少し深くしたものである。

b-1 ブロック無し (図-7-2, 図-8-2)

碎波する波もしない波も堤防の最前面あるいは堤防小段に衝突し無風時でもかなりの越波が見られる。図-8-2を見ると、最大越波量を生ずる波高は約1.7mである。これは有風時、無風時ともほぼ同じである。

b-2 2層5列 (図-7-3, 図-8-3, 写真1.2.3)

これは先に現地に施工されたブロックの積方を模して試みられたものである。

写真-2に見られるように波はほとんどがブロック前面に衝突し上方に飛び散る。結果消波の目的は達しているが無風時でもしぶきが堤内地に入る。一方有風時には上方に飛び散った水は風にのり多量の越波が認められる。有風時越波が多いのは、ブロックに衝突して堤防天端より高く上る水が多いためと考えられる。この点を考慮するとブロック天端高は堤防天端高にくらべてあまり高くしない方がよいと思われる。図-8-3に見られるようにブロックのある場合、特に有風時には観測値は非常に乱れる。

b-3. 1層5列 (図-7-4, 写真-4)

これは前項の結果を考へて、1層にした場合であるが、最前列1列だけは移動しやすくと考えられるので6トンブロックを用いた。結果は波高が小さい場合はブロック前面で砕波し上方に飛び散り、特に有風時には越波が多い。すなわち、2列以下のブロックは有効に働いていない。波高が少し大きくなつても同様、最前列のブロックにあたりすぐ後方の2, 3列を飛びこえて4, 5列のブロックに衝突し再びしぶきを上げるようである。最前列のみ大きいブロックを置くのはあまり良くないと思われる。

b-4. 1層4列 (図-7-5, 写真-5)

前項を考慮して最前列の6トンブロックを取り除いたのがこれである。これでは最前面ではねることは少なくなつたがブロック上をそした水が勢いよく堤防にぶつかりしぶきを上げるのはまぬがれない。4列では水の勢を摩擦だけでは殺しきれないようである。有風時には越波が多い。ブロックは堤防よりはなした方がよいと考えられるが、ブロックをあまり沖に出すと最前列のブロックは水没し消波効果が減退する恐れがあり、また水深が深くなるとブロックの維持が困難であらう。

b-5. 1層5列 (図-7-6, 写真-6)

前項よりもブロックが1列分長いので消波効果は良い。ブロック上を流れた水は一部堤防にぶつかっているが波返しのため測定不可能なしぶき程度である。堤防天端高より高く上がる水が少ないため有風時でも越波量は少ない。実験では最前列のブロックが動きぎみであつたので、木片で固定して行なつた。また、固定床のためか大きい波の場合には中間部のブロックも多少動いた。実際の施工にあつては必要とあればブロック相互を連結することも考えられる。

水が堤防波返しにあたるのを見るとブロックをさらに沖に出した方がよいと考えられるが、断面-IIでは無理なので海底を少し高くした断面-IIIでその例を試みた。

c) 断面-III

これは断面-IIの結果を見て、ブロックをもう少し前に出すために堤防前

面に捨石等で少し高くした場合を想定したものである。

c-1. ブロック無し (図-7-7, 図-8-4, 写真7, 8)

写真7, 8は水位、波高、波長を変えた結果であるが、いずれも多量の越波があるのが見られる。図-8-4を見ると最大越波量は潮位+0.86で波高1.7m、潮位+0.38で波高1.3mで生じている。

c-2. 1層5列 (図-7-8, 写真9, 10)

b-5と同じく1層5列であるが、ブロックは1列分だけよけいに沖に出しており、さらにブロックのこう配はより緩であるが水面上のブロック高はほぼ等しい。消波状況は写真10に見られるように無風時に波が小さく砕波せずにブロックまで達する場合には波はブロックにがぶさるように効果的に流れ消波効果は大きく越波は少ない。ブロック前面で砕波する場合にはしぶきが大きい。有風時には若干の越波があるが、今までのいずれのケースも有風時には多少とも越波のないものはない。

c-3. 1層6列 (図-7-9, 写真11, 12, 13, 14, 15)

これはc-3のケースにもう1列最前列に加えた場合である。いずれの波の場合も消波効果は大変よい。沖でくだけた波はブロック上を効果的に流れる。ブロック上で砕波する場合も、ブロック天端高は堤防天端高に比べて低く、ブロック最前面と堤防天端との間隔が十分長いため越波は少ない。有風時には若干のしぶきが越える。

写真13はブロックの配置は同様で水位をT.P. +0.6mにした場合であるが越波が少ないのがよくわかる。ブロック前面でちょうど砕波し跳ね上がるような場合には、わずかではあるが越波がある。写真14, 15は水位T.P. +0.38mにした場合であるが状況はほぼ同様である。

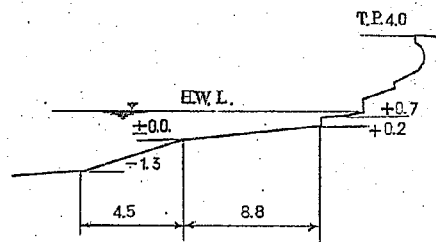
この最前列上に試みにブロックを2層に積んでみたが波はそこえちようどぶつかり越波量多く、1層の場合と比較して問題にならない。(写真18参照)

c-4. 1層7列 (図-7-10, 写真16, 17)

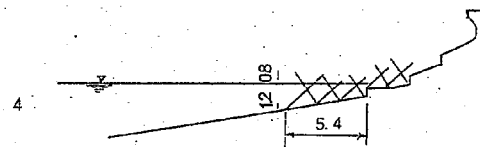
これは前項にもう1列加えた場合である。水位T.P. +0.6mの場合の状況は写真16に、T.P. +0.38mの場合は写真17に示してある。消波状況は前項とはほぼ同様で消波効果はよい。ブロック最前面から堤防天端までの距

図 - 7 実験ケース

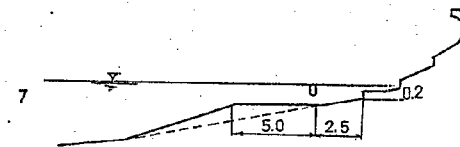
断面 - I



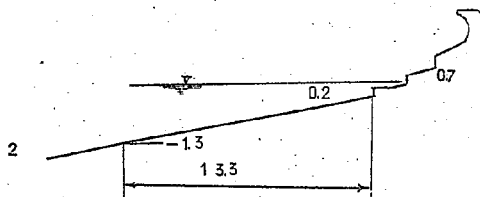
断面 - II 1層5列 (6.0 ton)



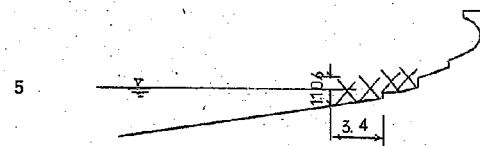
断面 - II



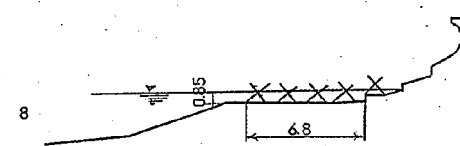
断面 - II



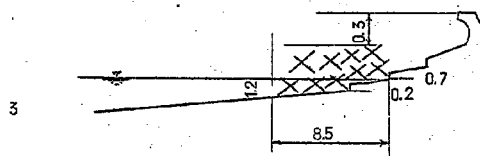
断面 - II 1層4列



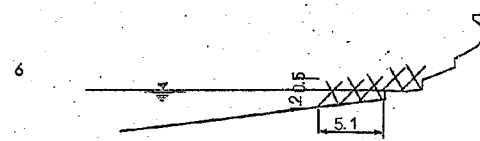
1層5列



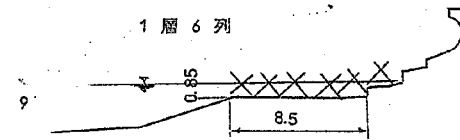
断面 - II 2層5列



断面 - II 1層5列



1層6列



1層7列

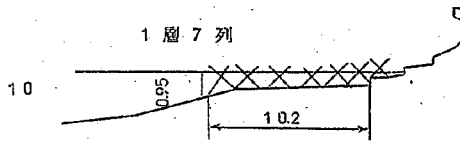


図 8-1 断面-I (ブロックナシ)

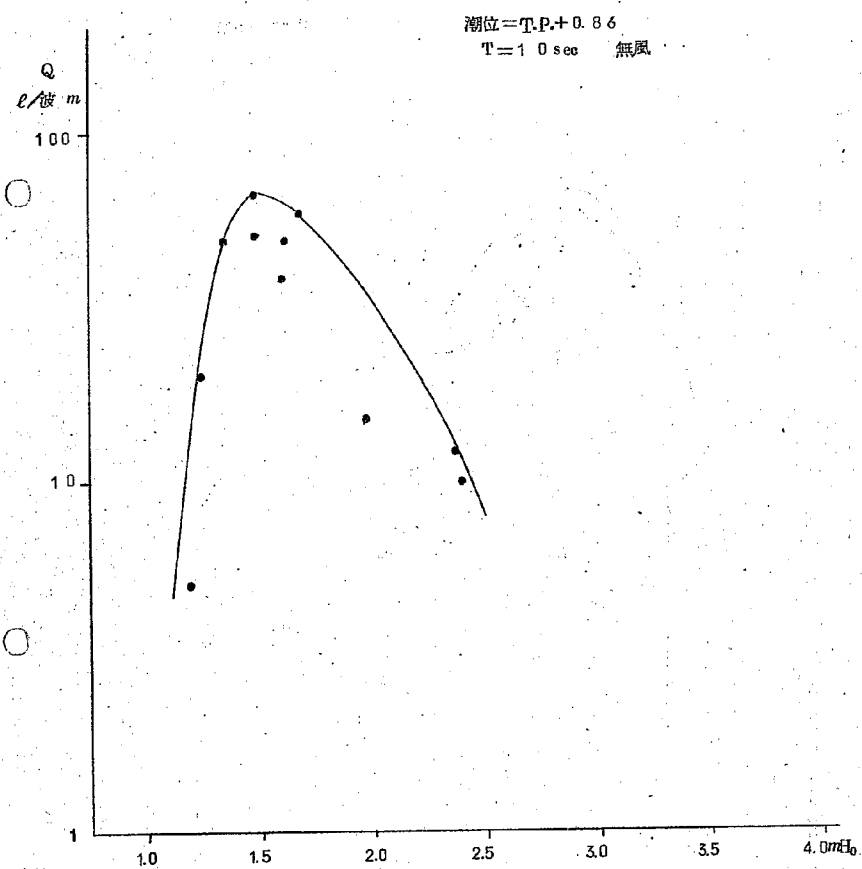


図-8-2 断面-II (ブロックナシ)

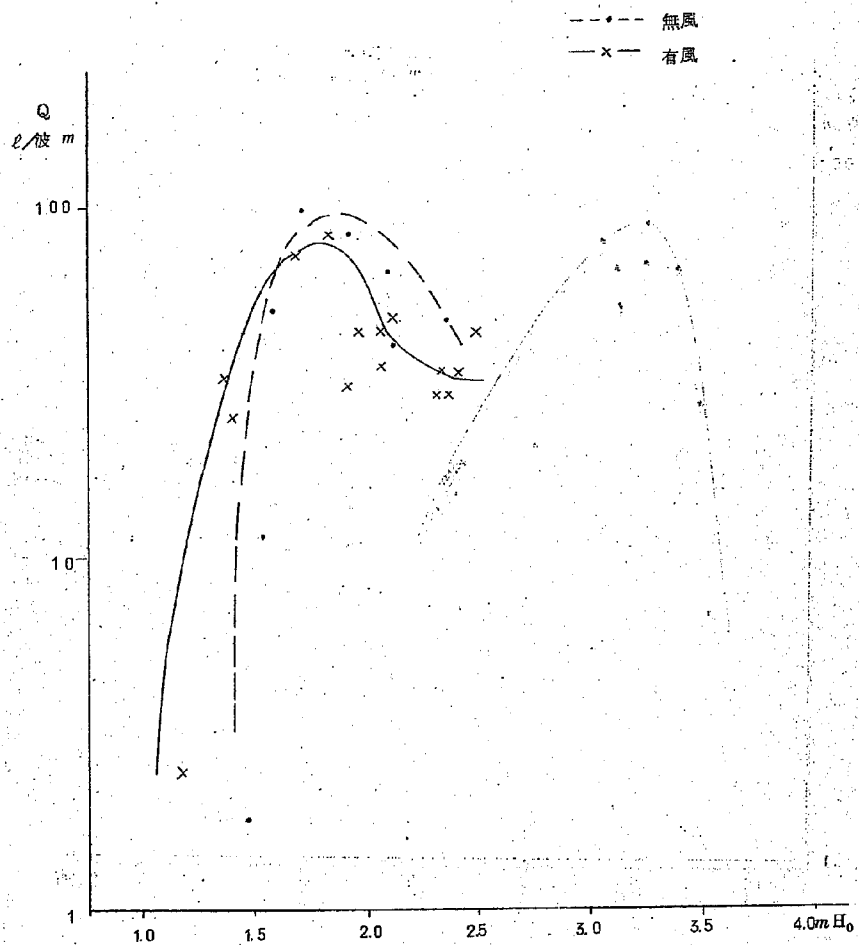


圖-8-3 断面-II 2層5列(現地消波工)

有風

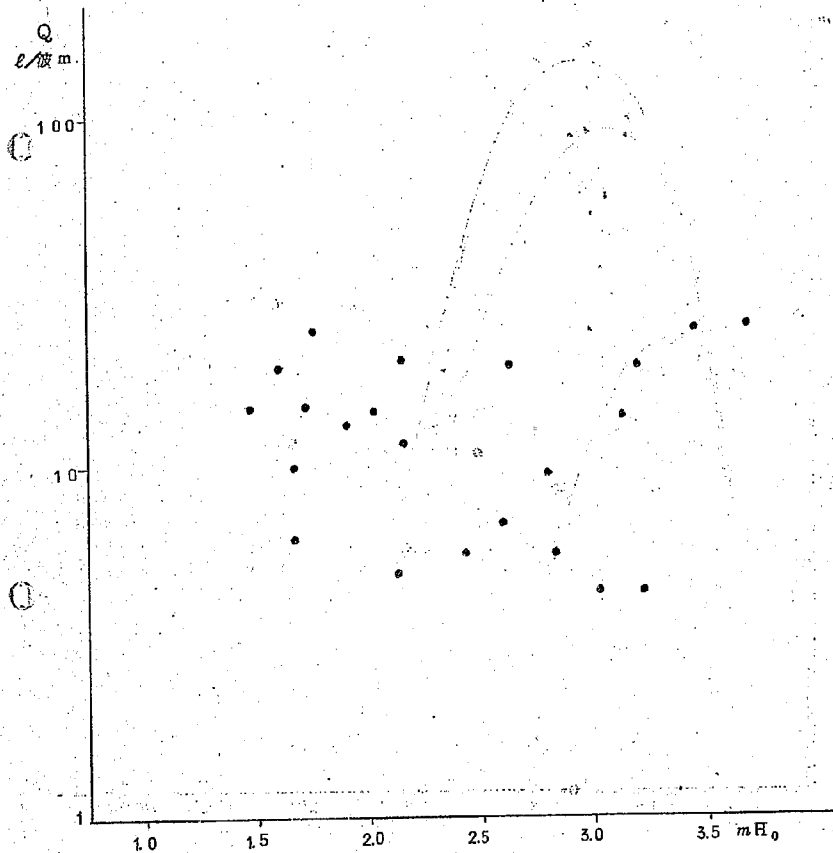
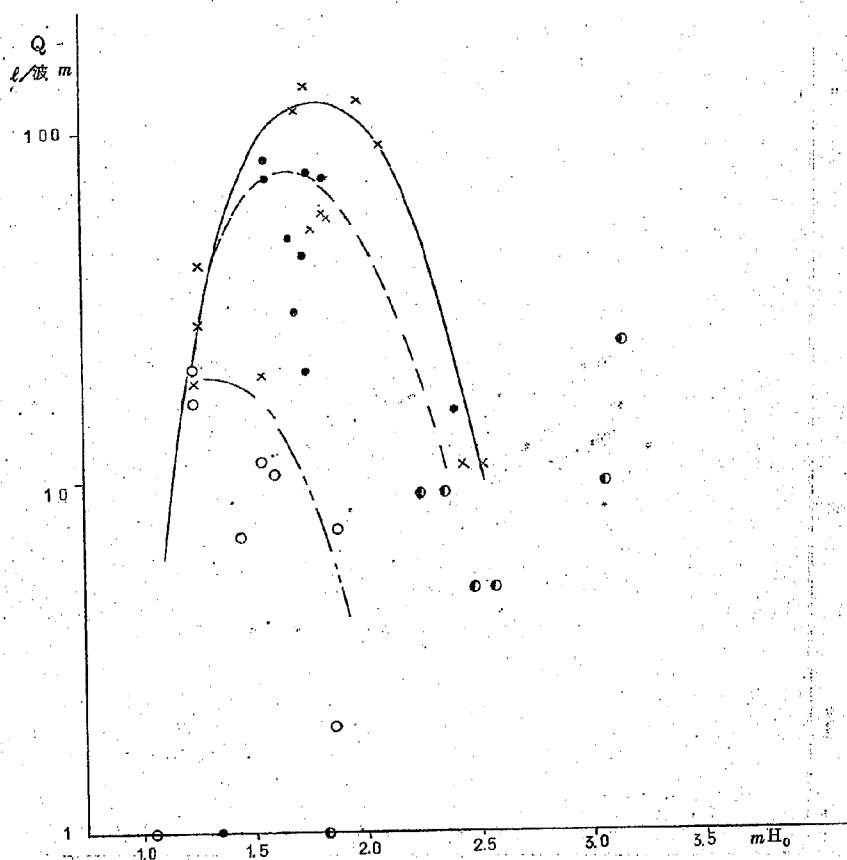


図-8-4 断面 - II (ブロッケン)

潮位 T. P. +0.86 T=10sec ● 無風
 × 無風
 T=7.5sec ○
 +0.38 T=10sec ○



離は約25mである。

c-5. 比較 (写真18, 19)

写真18は水路の半分に1層6列、他の半分に1層6列上に3列加えたものである。また写真19は水路の半分に1層6列にブロックを置き、他の半分は何も置かず両者を同時に比較しようとしたものである。これでブロックの効果の一端を知ることができよう。

5) 結 論

以上の実験結果から次の事が言えよう。

- (1) 3種の断面でいずれもブロックを置かない場合は有風、無風時にかかわらずかなりの越波が見られる。
- (2) ブロックを2層にした場合は、波はブロック前面に衝突し水は上方に飛び散る。結果、消波はされているが、ブロックと堤防との距離が短い場合、あるいは有風時などには少なからぬ越波がある。
- (3) 1層の場合には、波は上方に飛び散るのは少なく、多くはブロック上を流れる際の摩擦によつて消波される方向をたどる。よつて、ブロックの巾が十分ないときは消波が不完全になり堤防にぶつかりしぶきを上げる結果となる。長さが十分あれば一般に消波効果は良い。

本実験の内では断面Ⅱ 図7-8, 9等 がそれにあたるが、ブロック天端高を常に一定に保たねばならぬこと、基礎の維持、特にブロック前面の浸食に対する防護が考慮されねばならない等の問題がある。

一方ブロック維持に於て、転落を防ぐため、必要ならば、ブロック相互を鎖でも連結することも考えられる。

結局、越波量を少なくするためには、ブロックはなるべく堤防からはなすこと、ブロックの天端を高くしすぎないこと、等を考慮すべきであろう。

- (4) 海底の横断面を見ると、場合によつては部分的に本実験で使用了断面より深くなる可能性を示しているようであるが、この点は十分検討して必要とあればさらに深い断面で実験を行なう必要があろう。

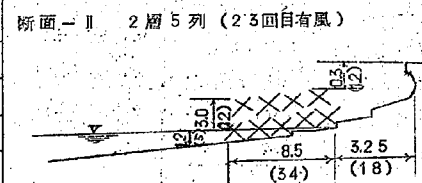
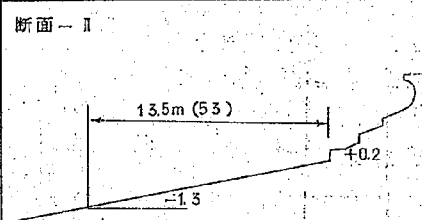
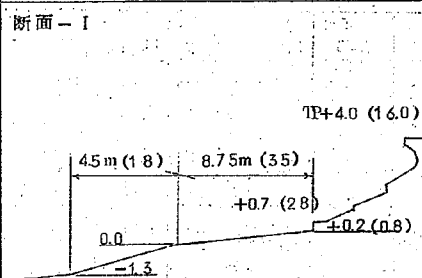
表-3 皆生海岸

番 号	模 型										実			
	潮 位	周 期			波 高			越 波 量			潮 位	周 期		
	(cm)			(sec)			(cm)	無風 少々	CC波 少々	(cc/cm)				(sec)
1	無 風	2.10	2.05		13.4	13.6					TP	10.5	10.25	
2	3.43	2.05	1.97		8.9	10.4		//	0.2		+0.86	10.25	9.85	
3		2.04	1.98	2.00	6.4	6.7	6.4	0.6	1.0	0.8		10.20	9.90	10.00
4		1.94	1.97		9.7	9.7		0.2	0.1			9.70	9.85	
5		2.04			4.8			0.1				10.20		
6		2.01	2.01		7.8	6.4		0.3	0.3			10.05	10.05	
7		2.04	2.04		5.9	5.9		0.8	1.1			10.20	10.20	
8		2.01			5.4	5.0		0.7	0.3			10.05		
9		2.02	2.00	2.06	5.9	5.5	5.7	0.03	0.52	0.40	TP	10.10	10.00	10.50
10		2.15	2.06	2.00	6.0	6.8	7.4	0.18	1.17	1.34	+0.86	10.75	10.30	10.00
11	無 風	1.96	2.03	2.05	7.2	6.9 5.4		1.53	1.59	0.80		9.90	10.15	10.25
11	有 風	1.95	1.96	1.98	8.1	7.9	7.7	1.10	0.71	0.49		9.75	9.80	9.90
12		2.02	1.97	1.95	8.4 8.5	8.3	8.3	6.04 0.64	0.56	0.71		10.10	9.85	9.75
13		2.04 2.10	2.06	1.98	9.5 9.2	8.5	9.5	0.77 0.54	0.78	0.47		10.20 10.50	10.30	9.90
14		2.16	2.07		10.0	9.7		0.70	0.55			10.80	10.35	
15		2.09	2.00		9.5	9.3		0.55	0.63			10.45	10.00	
16		2.02			4.7			0.04	-			10.10		
17		2.05	1.84	1.95	12.7	14.7	13.8	-	0.40	0.39	TP	10.25	9.20	9.65
18		1.94	1.86	1.79	11.9	12.5	12.8	-	0.23	0.30	+0.86	9.70	9.30	8.95
19		1.89	1.89	1.94	10.0	11.2	10.5	-	0.15	0.31		9.45	9.45	9.70
20		2.10	2.15	1.98	7.8	8.1	8.6	-	0.23	0.32		10.10	10.75	9.90
21		2.15	2.17	1.96	6.6	6.3	7.0	0.16	0.32	0.39		10.75	10.85	9.80
22		2.09	2.00	1.94	5.8	6.9	6.4	-	0.24	0.31		10.45	10.00	9.70

実験資料

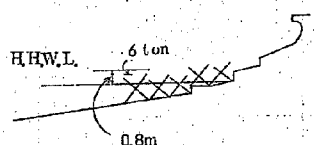
註：同一条件で1回目は無風、2・3回目は有風の場合

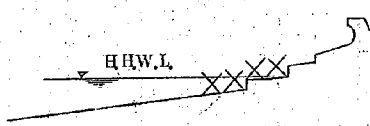
物				8/27			参 照 図	
波 高		越 波 量		番号				
(m)		(ℓ/sec)						
3.4	3.4						断面 - I	
2.2	2.6		12.5					
1.6	1.7		37.5	59.4	49.4			
2.4	2.4		10.0	5.0				
1.2			5.0					
2.0	1.6		15.0	15.0				
1.5	1.5		50.0	66.9				
1.4	1.3		49.0	20.0				
1.5	1.4	1.4	18.8	32.5	25.0	110	断面 - II	
1.5	1.7	1.9	11.3	73.1	83.6	111		
1.8	1.7	1.4	88.6	99.3	50.0	112		
2.1	2.0	1.9	68.7	44.4	30.6	113		
2.1	2.1	2.1	65.0	35.0	44.4	114		
2.1	2.1	2.1	40.0					
2.4	2.1	2.4	48.1	48.8	29.4	115		
2.3			23.8					
	2.5	2.4		43.8	34.4	116		
	2.4	2.3		34.4	29.4	117		
	1.2			2.5		118		
3.2	3.7	3.5	-	25.0	24.4	18	断面 - II 2層5列 (2・3回目は有風)	
3.0	3.1	3.2	-	14.4	18.3	19		
2.5	2.8	2.6	-	9.4	19.4	20		
2.0	2.0	2.2	-	14.4	20.0	21		
1.7	1.6	1.8	10.0	20.0	24.4	22		
1.5	1.5	1.6	-	15.0	19.4	23		



序号	模 型										实			
	潮 位 (m)	周 期 (sec)			波 高 (cm)			越波量 (CC/波m)			潮 位	周 期 (sec)		
23	3.45	2.09	1.84	2.00	11.1	2.9	12.1	—	0.07	0.07	T.P+	10.45	9.20	10.00
24		2.12	1.99	1.95	10.2	2.7	11.3	—	0.09	0.09	0.85m	10.60	9.95	9.65
25		2.12	1.95	1.97	8.9	10.4	8.6	—	0.11	0.16		10.60	9.75	9.85
26		2.04	1.98	2.15	8.5	8.5	6.7	—	0.08	0.10		10.20	9.90	10.75
27		2.19	1.98	1.98	6.6	8.0	7.6	0.06	0.03	0.21		10.95	9.90	9.90
28		2.22	2.04	1.97	6.3	6.7	7.3	—	0.16			11.10	10.20	9.85
			1.99			5.8		—	0.02				9.95	
29		1.88	1.93	2.08	8.5	9.0	8.1	—	0.07	0.32	T.P+	9.40	9.70	10.40
30		1.80	1.80	1.94	9.6	9.0		—	0.08	0.09	0.85m	9.60	9.00	9.70
31		2.05	1.94	1.86	13.9	13.9	15.8	—	0.08	0.06		10.25	9.70	9.30
32		2.20	1.93	1.88	11.0	12.3	14.1	—	0.09	0.22		11.00	9.65	9.40
33		2.17	1.75	1.94	10.0	13.1	12.2	—	0.08	0.08		10.85	8.75	9.70
34		2.08	2.10	2.05	6.4	6.9	7.4	—	0.06	0.01	T.P+	10.40	10.50	10.25
35		2.18	2.18	2.08	11.2	12.1	12.4	—	0.05	0.09	0.85m	10.90	10.90	10.40
36		1.96	2.10 2.00	2.10	12.1	10.8 11.9	11.2	—	0.08	0.08		9.80	10.50 10.00	10.50
37		1.96	2.01	2.17	10.2	9.9	8.7	—	0.03	0.05		9.80	10.05	10.85
38		2.08	2.02	1.99	8.4	8.5	8.8	—	0.25	0.05		10.40	10.10	9.95
39		2.15	1.88	2.00	7.3	8.2	8.0	—	0.36	0.09		10.65	9.40	10.00
40		2.09	2.02	2.06	7.1	7.5	7.5	0.7	0.16	0.08		10.45	10.10	10.30
41		1.94				5.8		—	—	—		9.45		

物							参 照 图
波 高			越 波 量				
		(m)		(L/波m)			
2.7	3.2	3.0	—	4.4	4.4	25	断面—II 2層5列
2.6	2.4	2.8	—	5.6	5.6	26	
2.2	2.6	2.2	—	6.9	11.6	27	
2.1	2.1	1.7	—	5.0	6.3	28	
1.7	2.0	1.9	3.8	2.0	13.1	29	
1.6	1.7	1.8	—	10.0		30	
	1.5		—	1.3		31	
2.13	2.25	2.0	—	4.4	20.0	32	断面—II 1層5列 (最前列60ton)
2.40	2.25		—	5.0	5.6	33	
3.48	3.48	4.0	—	5.0	3.8	34	
2.75	3.0	3.5	—	5.6	13.8	35	
2.55	3.3	3.1	—	5.0	5.0	36	
1.6	1.7	1.9	—	3.7	0.9	36	断面—II 1層4列
2.8	3.0	3.1	—	2.8	5.9	37	
3.0	3.2	2.8	—	1.0	1.0	38	
2.6	2.5	2.2	—	1.9	2.8	39	
2.1	2.1	2.2	—	15.6	2.9	40	
1.8	2.1	2.0	—	22.5	6.0	41	
1.8	1.9	1.9	1.0	9.9	5.0	42	
1.5				—	—	43	





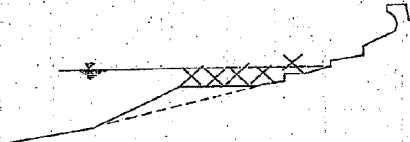
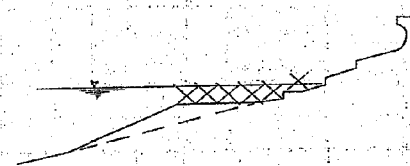
HHW.L.

6 ton

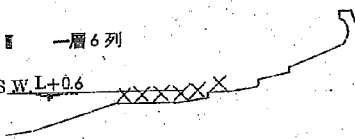
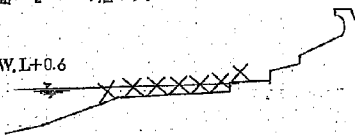
0.8m

HHW.L.

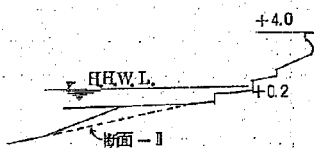
実験 番号	模 型								実		
	潮 位	周 期		波 高		越波量			潮 位	周 期	
	(cm)		(sec)		(cm)	無風	有風	(cm/波m)			(sec)
42	3.43	2.06	2.03	13.1	13.5				T.P+	10.50	10.15
43		1.97	2.14	8.6	7.7	-	-		0.85m	9.85	10.70
44		1.99	2.10	7.2	6.6	-	-			9.95	10.50
45		2.01	2.06	7.1	7.0	-	0.09			10.05	10.30
46		2.20	2.08	6.8	7.5	-	-		T.P+	11.0	10.40
47		2.23	2.17	7.3	7.9	-	-		0.85	11.15	10.85
48		1.98	2.14	2.12	11.0	9.6	9.6	-	-	9.90	10.70
49		2.30	2.29	2.14	6.9	6.5	7.2	-	-	12.50	11.50
50		2.26	2.10		6.1	6.8		-	-	11.30	10.50
51		2.56	2.15		4.3	5.6	5.8	-	-	0.02	12.80
52		2.13	1.97		5.5	5.3		-	-		10.65
53		2.20			10.0			-		T. P	11.0
54		2.25	2.08		7.9	8.3		-	-	+0.85	11.30
55		2.21	2.02		8.9	10.3		-	-		11.10
56		2.09	2.18	2.09	8.0	7.2	8.0	-	-		10.50
57		2.16	2.17		6.3	6.6		-	-		10.80
58		2.08		2.05	6.7		6.4	-	-		10.40
		2.18		2.27	6.0		6.2	-	-		10.90
59		2.11	2.13		7.8	7.5		-	0.15		10.55
60		2.04	2.06		8.1	7.6		-	-		10.20
61		2.15	2.15		8.5	8.4		-	-		10.75
62		2.08			6.2			-	-		10.40

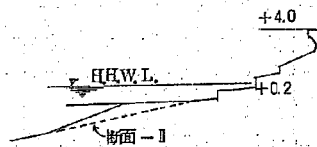
物						828 摄影 番号	参 照 图
波 高		越波量					
	(m)		(l/m)				
3.5	3.4		-	-		44	断面 - II 一層 5 列
2.15	1.93		-	-		45	
1.8	1.5		-	-		46	
1.8	1.8		-	5.6		47	
1.7	1.9		-	-		48	断面 - II 一層 5 列 
1.8	2.0		-	-		49	
2.8	2.4	2.4	-	-	-	50	
1.7	1.6	1.8	-	-	-	51	
1.5	1.7		-	-		52	
1.1	1.4	1.5	-	-	1.00	53	
1.4	1.3		-	-		54	
2.5			-			55	断面 - II 一層 6 列 
2.0	2.1		-	-		56	
2.2	2.6		-	-		57	
2.0	1.8	2.0	-	-	-	58	
1.6	1.7		-	-		59	
1.7		1.6	-	-		60	
1.5		1.6	-	-		61	
2.0	1.9		-	2.4		62	
2.0	1.9		-	-		63	
2.1	2.1		-	-		64	
1.6			-	-			

实验 番号	模 型										实			
	潮 位		周 期		波 高		越波量			T. P	周 期			
	(cm)		(sec)		(cm)		無風	有風	波(cm)		(sec)			
63	2.43	2.05	2.10		16.8	16.6	—	—		T. P	10.25	10.50		
64		2.06	2.10		15.8	15.2	—	—		+0.60	10.30	11.00		
65		2.03	2.04		10.3	10.2	—	—			10.15	10.20		
66		2.08	2.08		8.7	8.4	—	—			10.40	10.40		
67		2.07	2.05		7.9	8.0	—	—			10.35	10.25		
68		2.03	2.03		7.2	7.4	—	—			10.15	10.15		
69		2.08	1.98		6.7	6.9	—	—			10.40	9.90		
70		2.08	2.05		5.9	5.8	—	—			10.40	10.25		
71		1.55	1.55	1.54	8.9	8.7	8.5	—	0.15	0.06	T. P	7.75	7.75	7.70
72		1.57	1.54	1.24	6.8	6.8	9.0	—	0.05	—	+0.60	7.90	7.70	6.20
73		1.49	1.49	1.48	5.7	5.8	6.2	—	0.05	—		7.45	7.45	7.40
74		1.52	1.53	1.48	8.5	8.5	8.4	—	0.05	0.06		7.60	7.70	7.40
75		1.54	1.55		9.6	8.4		—	0.05			7.70	7.80	
76		1.54	1.51		10.6	10.5		—				7.70	7.60	
77		1.52	1.54		13.2	12.8		—				7.60	7.70	
78			1.50			13.8		—			T. P		7.50	
79		1.48	1.50		10.4	11.4		—			+0.60	7.40	7.50	
80		1.55	1.48		8.1	8.5		—				7.75	7.40	
81		1.57	1.43		7.1	8.8		—				7.85	7.15	
82		1.50	1.51		9.0	8.9		—				7.50	7.55	
83		1.53	1.52		5.9	5.7		—				7.65	7.60	

物					8 照 影 影 番 号	参 照 图
波 高		越 波 量				
	(m)		(ℓ /波 m)			
4.2	4.2	-	-		65	断面-I 1層6列 断面同上
3.5	3.2	-	-		66	
2.6	2.6	-	-		67	断面-I 1層6列 S.W.L+0.6 
2.2	2.1	-	-		68	
2.0	2.0	-	-		69	
1.8	1.9	-	-		70	
1.7	1.7	-	-		71	
1.5	1.5	-	-		72	
2.2	2.2	-	9.4	10.1	73	断面-I 1層6列 上図と同様断面
1.7	1.7	2.3	-	2.8	74	
1.4	1.5	1.6	-	2.9	75	
2.1	2.1	2.1	-	2.9	76	
2.4	2.1		-	2.8	77	
2.7	2.6		-		78	
3.3	3.2	-			79	
	3.5	-			80	断面-I 1層7列 S.W.L+0.6 
2.6	2.9	-			81	
2.0	2.1	-			82	
1.8	2.2	-			83	
2.3	2.2	-			84	
1.5	1.4	-			85	

実験 番号	模 型										実		
	潮 位		周 期		波 高		越 波 量			潮 位	周 期		
	(cm)		(sec)		(cm)		無風	有風	有風			(sec)	
84	1.52	1.51			6.4		—		—	T. P	7.60		
85		1.55	1.52		7.4	7.7	—			+0.38	7.75	7.60	
86		1.54	1.51		9.5	10.0	—				7.70	7.55	
87		1.48	1.53		13.1	11.7	—				7.40	7.65	
88	3.43		2.03	2.04	—	6.2	6.3	1.33 1.16	0.32	—	T. P+	10.15	10.20
89			1.91	1.94	5.4	5.1	15.1	—	0.46	0.70	0.86m	9.55	10.00 9.70
90	無風		2.05	2.04	6.9	6.7		0.70 0.79				10.25	10.20
91	有風		2.09	2.01	—	6.8	7.1		1.83	0.85		10.45	10.05
92		2.30	2.12	2.03	6.8	7.9	8.3	0.51	1.95	1.44		12.50	10.60 10.15
93		2.16	2.11	2.04	7.3 6.6	7.4 7.3	7.3	0.35 1.02	0.85	0.87		11.20 10.80	10.55 10.55
94		2.04 2.07	2.09 2.14	2.10	7.3 7.0	6.6 6.5	6.5	1.17 1.21	0.99	2.00 0.86		10.20 10.35	10.70 10.50
95		2.12 2.15	1.99	2.14	9.6 9.6	10.1	9.7	0.24 0.16	0.17	0.17		10.60 10.75	9.95 10.70
96	1.52	2.06	2.07	2.03	—	5.0	5.0	—	0.25	0.31	T. P+	10.30	10.35 10.15
97		2.20	2.09	2.15	5.4	5.8	5.8	—	—	0.09	0.38 m	11.00	10.45 10.75
98			2.13	2.10		6.2	6.4		0.17	0.16		10.65	10.50
99			2.10	2.13		7.4	7.5		0.03	0.11		10.50	10.65
100			2.03			4.2			—			10.15	
101	3.43	1.47	1.49	1.51	9.6	9.0	9.4	—	0.15	0.15	T. P+	7.35	7.45 7.55
102		1.45		1.47	7.4	7.3		—	—	—	0.86m	7.25	7.35
103		1.52	1.52	1.43	10.2	9.9	10.3	—	0.08	0.08		7.76	7.76 7.40
104		1.49	1.49	1.49		12.6	12.3	—	0.41	0.16		7.45	7.45 7.45

物					8 類 搬影 番号	参 照 図	
波 高		越 波 量					
		(m)	(ℓ /波 m)				
1.6			—		86	断面—I 一層7列 S.W.L.+0.38 断面同上	
1.9	1.9		—		87		
2.6	2.5		—		88		
2.3	2.9		—		89		
	1.6	1.6	73.0 85.0	20.0		98	断面—I (ブロックナシ) 
1.4	1.5	1.5	—	28.8	43.7	99	
1.7	1.7		43.7 49.4			100	
	1.7	1.8		11.4	53.2	100	
1.7	2.0	2.1	31.9	12.2	90.0	106	
1.8	1.8				53.1	107	
1.7	1.9	1.8	21.9	63.8	54.4		
1.8	1.6		73.0	56.8		108	
1.8	1.7	1.6	75.6	135.0	58.0		
2.4			16.2			109	
2.4	2.5	2.4	10.8	11.5	11.5		
	1.3	1.3	—	16.9	20.9	101	断面同上
1.4	1.5	1.5	—		6.1	102	
	1.6	1.6		11.5	10.8	103	
	1.9	1.9		20.1	7.4	104	
	1.1		—			105	
						106	
2.4	2.3	2.4	—	9.4	9.4		断面同上
1.9	1.8		—	—	—		
2.6	2.5	2.6	—	5.0	5.0		
	3.2	3.1	—	25.6	10.0		



物					8mm 撮影 番号	参 照 図
波 高	(m)		越 波 量	(ℓ /波m)		
1.5			—		4	断面 - II. ブロッター層 3 列
1.7			—		5	
1.8			—		6	
1.5			—		7	
2.9			—		8	断面 - II. ブロッタ二層 5 列
2.9			—		9	
1.6			—	31. 31.	10	
3.3	3.7	2.5			90	断面 - II 水槽の左半分 2 層 4 ~ 6 列 右々 1 層 6 列
2.6	3.0	2.0			91	
1.9	1.9	2.6			92	
1.9	1.8	2.5			93	
1.9	1.9	2.5			94	断面 - II 水槽の左半分 1 層 6 列 右半分 ブロッタナシ
1.9	1.9	2.6			95	
1.9	1.9	2.5			96	

6) 附 記

本実験および報告書のとりまとめは土木研究所海岸研究室長富永康熙の指導のもとに佐久間襄、伊藤生哲、稲垣政子、末吉一成によつて行なわれた。

実験写真一覧

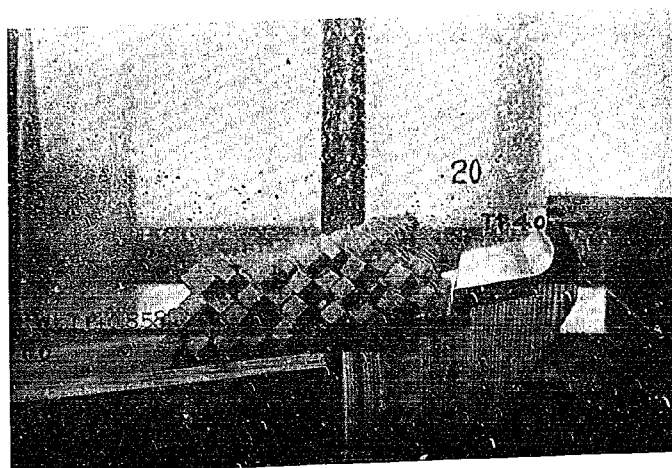


写真 - 1

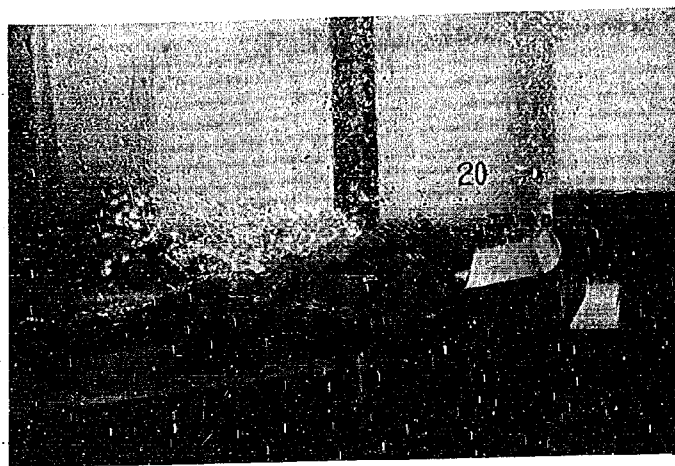


写真 - 2

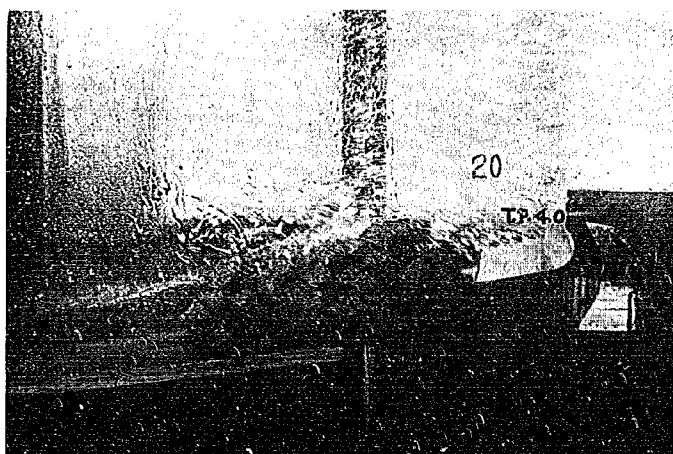


写真 - 3

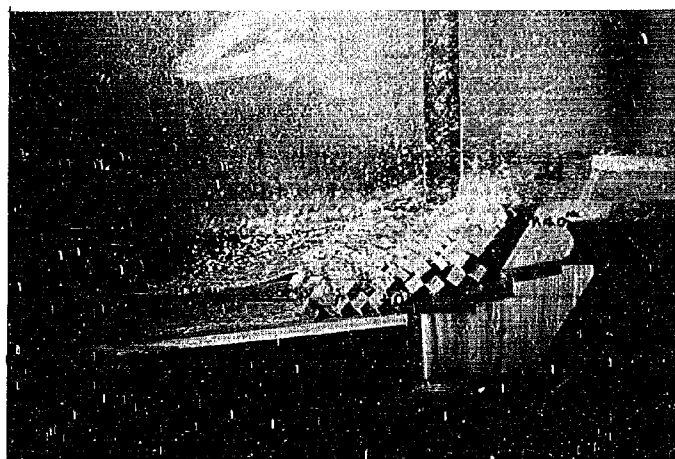


写真 - 4

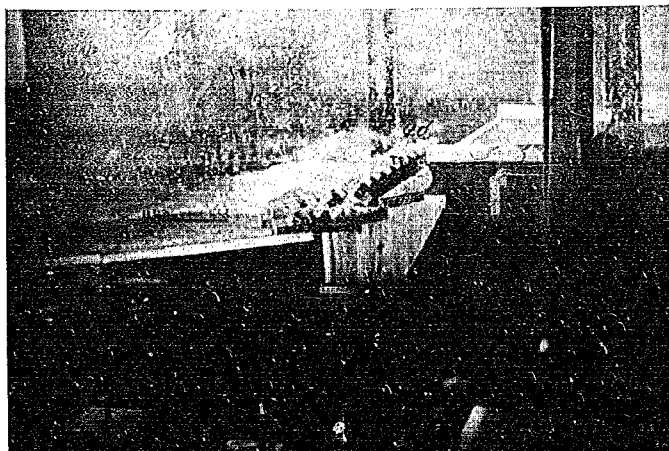


写真 - 5



写真 - 6

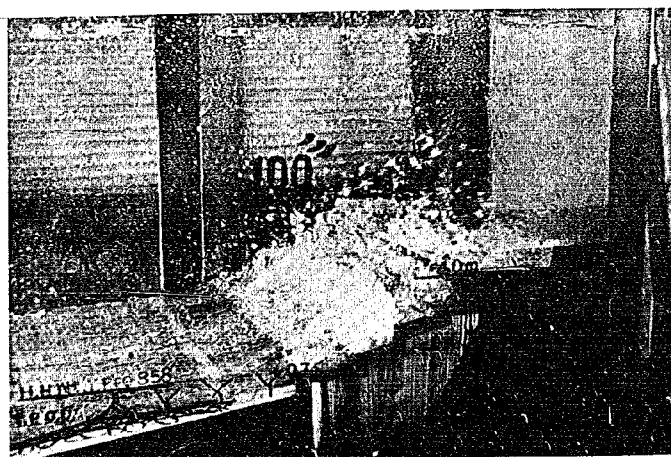


写真 - 7

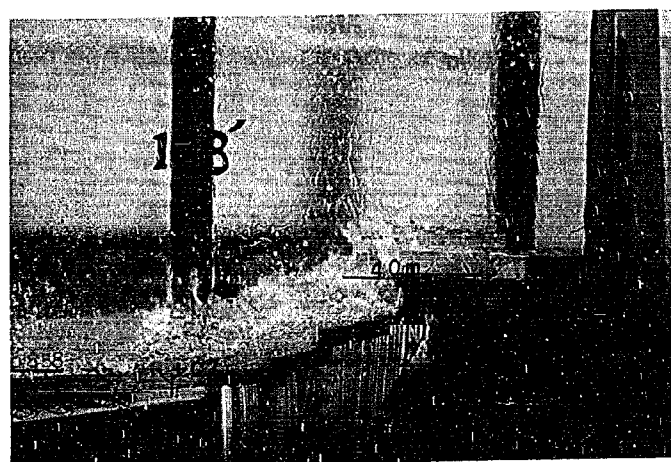


写真 - 8

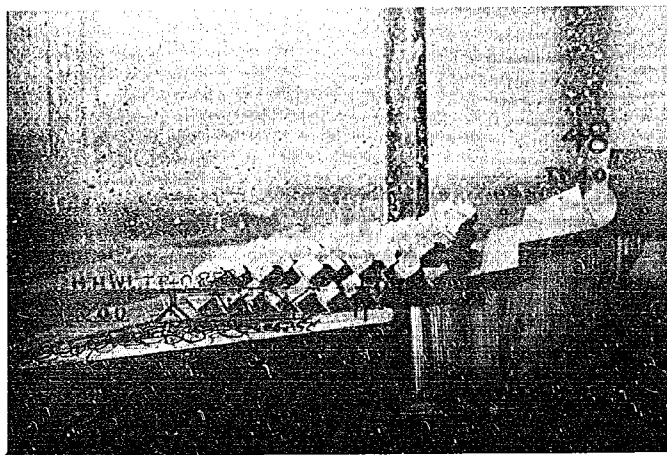


写真 - 9

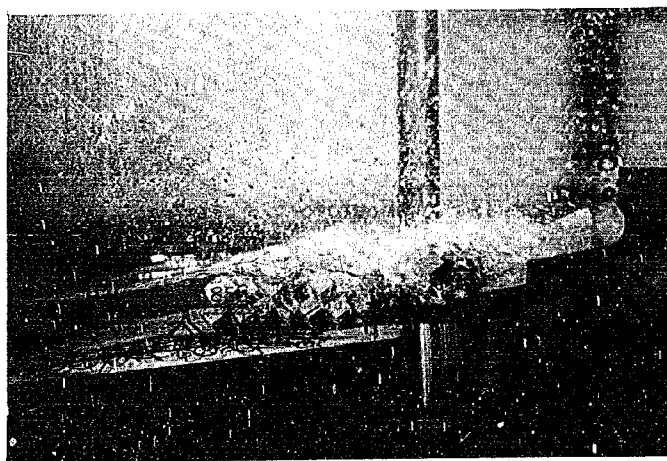


写真 - 10

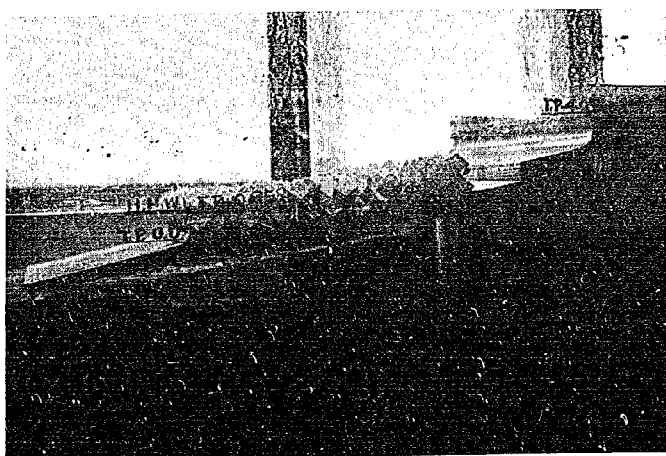


写真 - 11

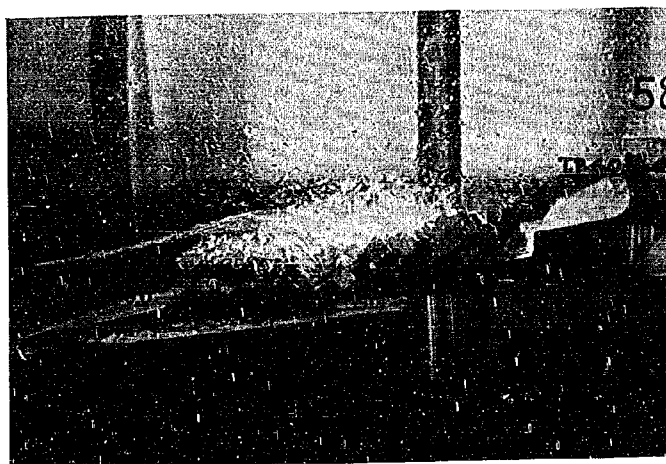


写真 - 12

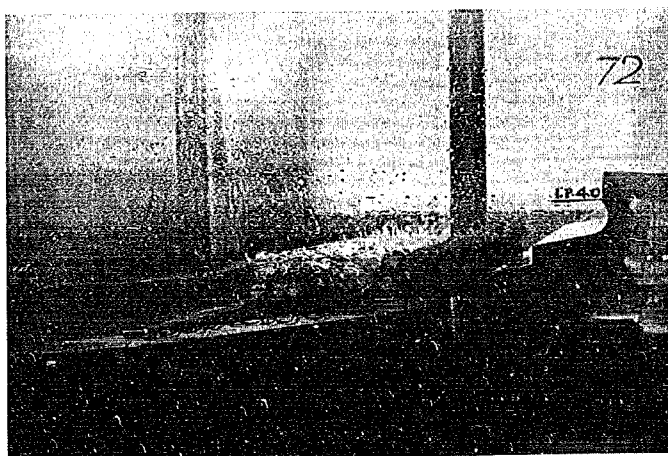


写真 - 13

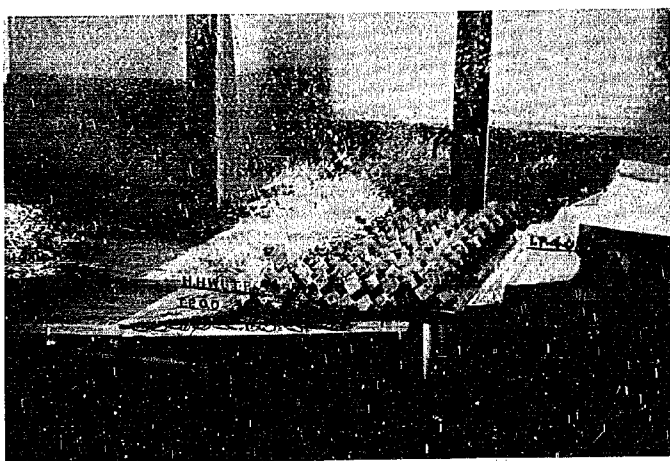


写真 - 14

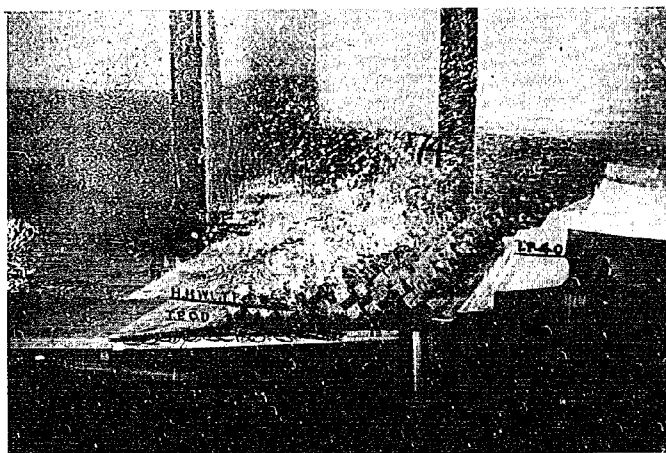


写真 - 15

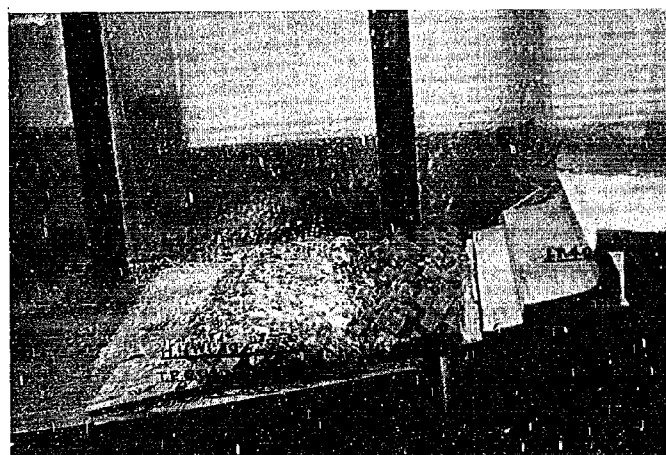


写真 - 16

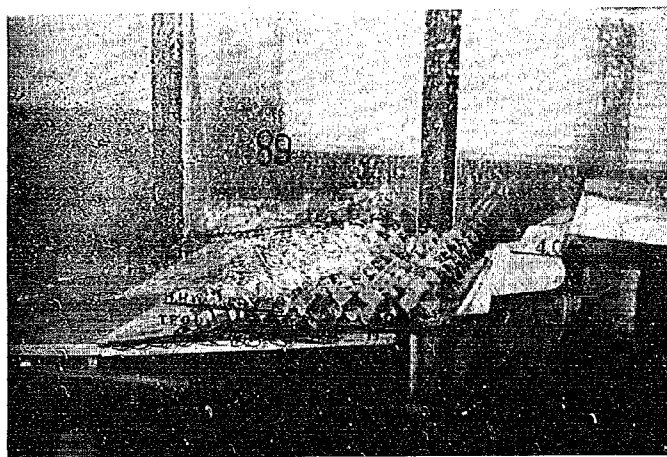


写真 - 17

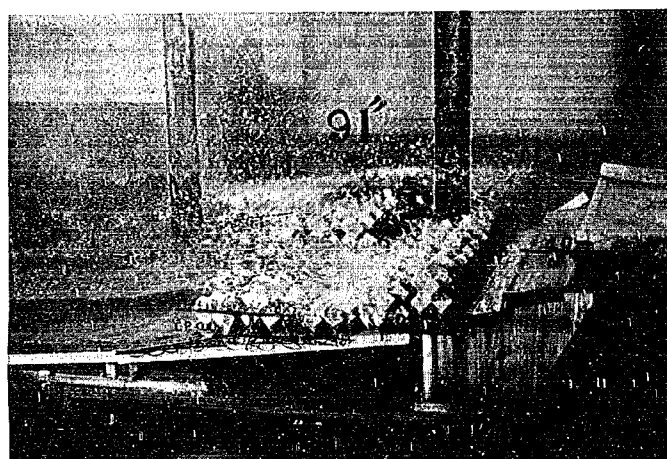


写真 - 18

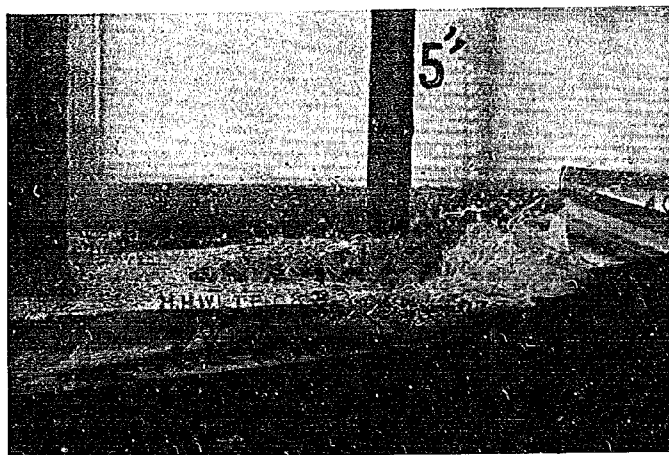


写真 - 19