

Handwritten mark

港 湾 技 研 資 料

TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

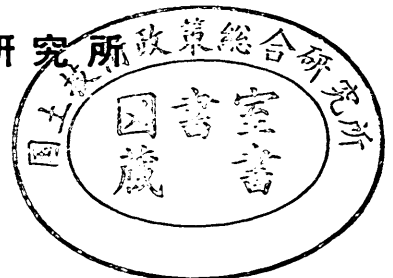
No. 127

Sept. 1971

被災例による混成堤マウンド被覆石の安定限界の検討

稲垣 紘史
片山 猛雄

運輸省港湾技術研究所



被災例による混成堤マウンド被覆石の安定限界の検討

目 次

要 旨	
1. まえがき	3
2. 調査対象防波堤	3
3. 調査内容	4
4. 調査結果の整理	4
5. 混成堤マウンド被覆石の安定性におよぼす要素	5
6. マウンド被覆石重量の算定法	5
7. む す び	22
参考文献	22

被災例による混成堤マウンド被覆石の安定限界の検討

稲 垣 紘 史 *

片 山 猛 雄 **

要 旨

混成堤マウンド被覆石の安定限界を、過去に築造され長年月を経た防波堤の変化を調べ、災害例と無災害例を比較することにより明らかにしたので報告する。

被災例を調査した結果によると、混成堤マウンド被覆石の安定領域と不安定領域はほぼ次式により分けられる。波向が構造物法線に対して直角に近い場合（波の入射角 $\beta < 45^\circ$ ）

$$W = 0.08 \cdot 5^{-\frac{d}{H}} \cdot H^3$$

沿い波に近い場合（波の入射角 $\beta > 45^\circ$ ）

$$W = 0.08 \cdot 5^{-\frac{2d}{H}} \cdot H^3$$

ここに W ; 捨石の安定限界重量 (t)

d ; マウンド天ば水深 (m)

H ; のり先における進行波としての有義波高 ($H_{\frac{1}{3}}$) (m)

1. まえがき

今日では防波堤の設計は単純化、基準化され、比較的容易に行い得るようになった。特に堤体の安定性については種々実験的に研究されており¹⁾、さらに被災例との照合によってその妥当性が確かめられている^{2) 3)}。しかしながらまだ具体的な対策がないまま経験的に処理されている問題も少なくない。

混成堤のマウンド被覆石の安定重量の決定もその一つであり、防波堤の設計に際して設計者を常に悩ませるところである。このマウンド被覆石の安定については、種々の設計式が提案されているが、実際の被災例と比較したものが無いために、現在提案されている設計式の妥当性や適用範囲、さらにこの設計式を用いる場合、設計法の諸元として $\frac{1}{3}$ 最大波、 $\frac{1}{10}$ 最大波などのうちのいずれを用いるべきかは十分検討されていない。

本資料は、混成堤マウンド被覆石の安定限界を、過去に築造され長年月を経た防波堤の変化を調べ、その基礎洗掘の傾向などを加味しつつ、災害例と無災害例を比較することにより明らかにすることを試みたものである。

防波堤の災害に関する資料は、その都度報告書などに集録された例もあるが、それらを取りまとめたものがないため、古い記録、特に図面などは散逸しがちであった。しか

し、幸いにも第16回直轄港湾技術研究会（昭和40年）において、北海道の防波堤の基礎捨石の築造後の変化が報告され、また昭和43年には設計基準課より、直轄港湾工事年報の昭和24年版～39年版に記載されている災害復旧工事をもとに“被災防波堤集覧”が発行されたので⁶⁾、これらの資料をもとに、さらにその後起こった被災を調査することにより、今まで経験のみによって決定されていた混成堤マウンド被覆石の必要重量を決める式を提案する。

なお、上記の被災例では、被災時の海象条件が必ずしもあきらかでないため、多くは推算値を用いたこと、被災限界が明瞭でないことなどの問題点を有するので、本提案の適用にあたっては、このことに十分注意されたい。

2. 調査対象防波堤

調査対象の防波堤はマウンド被覆石の散乱の被災を受けたものについては、まえがきにも述べたように、主に“防波堤の洗掘防止工法について”および“被災防波堤集覧”によった。さらに第2港湾建設局管内において昭和41年～45年まで起こったマウンド被覆石の散乱による全災害および昭和42年1月と昭和45年1月に日本海を通過した低気圧による第一港湾建設局管内の防波堤のマウンド被覆石の被災例を調査した。

* 第三港湾建設局神戸調査設計事務所 前設計基準部設計基準課

** 設計基準部設計基準課長

無災害例の調査対象防波堤は上記の資料や調査で防波堤堤体の滑動等の被災を受けたにもかかわらず、マウンド被覆石が安定であった防波堤やまた被覆石に被害のあった防波堤と類似の条件にありながら、安定であった防波堤を選んだ。なお、無災害例には被災調査は行っていないが災害があったという報告がとくにないものも含んでいる。

3. 調査内容

混成堤マウンド被覆石の安定に関与する条件として

- 1) 侵入波条件
 - 波高 H
 - 波の周期 T
 - 波長 L
 - 持続時間 t
 - 波の入射角（構造物法線にたてた垂線と波の主流向のなす角） β
 - 潮位 Δh
- 2) 防波堤形状
 - のり先水深 h
 - マウンド天ば水深 d
 - ケーソン天ば高 R
 - マウンド幅 B
 - マウンドこう配 α
 - 堤体幅
 - 港内側マウンド形状
 - 被覆石厚さ
 - ならし程度
- 3) 基礎地盤
 - 土質条件
 - 海底こう配 i

4) マウンド材料

- 中詰石の平均重量 W
- 被覆石の平均重量 W'
- それぞれの粒度および形状
- それぞれの空中単位体積重量 γ, γ'

5) 法先洗掘の傾向

等が考えられ、さらに根固めブロックを用いた場合はその配置および形状が問題となる。

今回の調査ではこのうち比較的調査可能であった。印のものを調査した。侵入波高 H については、実測のあるものは実測値を用い、ないものについては有義波高 ($H_{\frac{1}{3}}$) を推測または推算されたものがあればこれを用いた。 $H_{\frac{1}{3}}$ は有義波高 $H_{\frac{1}{3}}$ を 1.3 倍した。

4. 調査結果の整理

混成堤マウンド被覆石の安定性に関与する基本量として

- マウンド水深 波高比 d/H
- のり先水深 波高比 h/H またはマウンド水深 のり先水深化 d/h
- マウンド幅 波高比 B/H
- 波の入射角 β

$$\text{Stability number } N = \gamma^{\frac{1}{3}} H / W^{\frac{1}{3}} (S_r - 1)$$

ここに、 γ ; 被覆石の単位体積重量 (空气中)

S_r ; 被覆石の水に対する比重

を選び、まず波の入射角 β が 45° 以下のものについて整理したものを表-1に示し、入射角 β が 45° 以上のものを表-2に示す。

ここで $\gamma = 2.65 \text{ t/m}^3$

$K = W/H^3 (\text{t/m}^2)$ とすると

$K = 0.685/N^3 (\text{t/m}^2)$ と表わせるの

で表-1では N のかわりに K を用いた。

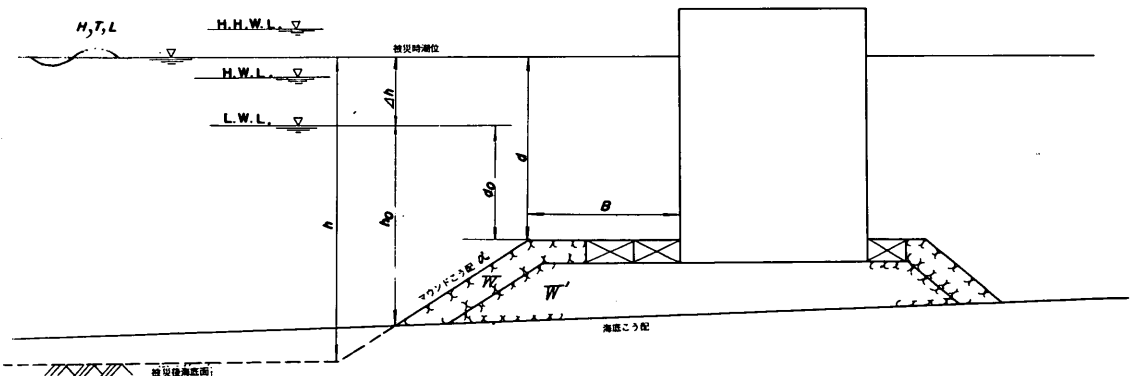


図-1 混成堤の断面

なおここで浸入波高 H として $H_{\frac{1}{2}}$ 、 $H_{\frac{1}{3}}$ または H_{max} のいずれを取るべきか問題となるが、砕波帯外に設置された防波堤についてはデータの整理に用いた諸元をそのまま設計に用いればよいので、いずれを用いてもよい。

砕波帯内においても、それぞれの $H_{\frac{1}{2}}$ 、 $H_{\frac{1}{3}}$ あるいは H_{max} に対応する適切な砕波帯内波高を用いれば同じである。ここでは砕波帯内においては、それぞれの波高成分に対応するものとして表-4のような砕波帯内波高を用い $H_{\frac{1}{2}}$ と $H_{\frac{1}{3}}$ について整理した。なおこの場合、洗掘により海底面が低下しているとみなされる例については洗先水深にこの洗掘深さも加味した。

表-4 資料の整理に用いた砕波帯内波高

海底こう配 i	$H_{\frac{1}{2}}$	$H_{\frac{1}{3}}$
$\frac{1}{50}$ 以下	0.65 h	0.72 h
$\frac{1}{50} \sim \frac{1}{30}$	0.72 h	0.80 h
$\frac{1}{20}$ 以上	0.90 h	1.00 h

次に潮位については、一般的にマウンド水深が小さい方が被覆石は不安定となるので、あまり潮差のない所では被災時測定最高潮位を、測定値の不明なものはH.W.L.をとり、潮差の大きい所ではH.W.L.と測定最高潮位の平均値を用いた。

マウンド被覆石の安定と不安定の限界については、どの程度の変形(被害率)をもって安定の許容基準とすべきかが問題となるが、ここでは一度被災を受けたが原形復旧したものを安定限界とし、原形復旧しても再度被災を受け、結局断面や被覆石を変えたものを不安定とした。

5. 混成堤マウンド被覆石の安定性におよぼす要素

被覆石の安定性に影響をおよぼす要素としては種々のものが考えられるが、そのうちのひとつとして波の入射角が考えられる。この波の入射角の変化が被覆石の安定性にどのように影響するか、詳しく研究されたものがなく未知であるが、Jacobus Van de Kreekeの¹⁰⁾実験によると、波の入射角 β が 45° 以下の場合は $\beta=0^\circ$ の場合と同じ程度であり、波の入射角 β が 60° 以上の沿い波の場合には $\beta=0^\circ$ の場合よりもかなり被害率が小さいと述べている。

そして、波の入射角 β が 45° より小さい場合には石の重量を軽くするのはよくなく、石の重量の軽減は、入射角 β が 45° より大きい場合に考慮すればよいといっている。

そこで、今回の調査結果も、入射角 β が 45° 以下と以上、

すなわち波が構造物法線に対してほぼ直角に近くあたる場合と、沿い波となるものを区別して考えた。

一方BrebnerとDonnelly⁹⁾はマウンド捨石の安定に影響をおよぼす要素のうち、のり先水深と前面水深の比 d/h を用いて実験データを整理し、根固めマウンドと基礎マウンドを区別して設計式を提案している。

この整理方法に準じてまず入射角 β が 45° 以下の被災例を整理すると図-2に示すようになり、BrebnerとDonnellyの提案が被災例と一致せず、また、 d/h のみでStability Number N をきめることは困難であることがわかる。また、BrebnerとDonnellyの設計式では d/h が同じならマウンド水深が波高に比しいくら深くても被覆石の安定限界重量は同じとなり、波高に比しマウンド水深が大きい所では、混成堤基礎マウンドに小さい石を用いても安定であるという従来の経験と反する結果を与えることになる。

被災例をマウンド水深と波高の比 d/H によって整理したものを図-3および図-4に示す。なお図-3は波高として $H_{\frac{1}{2}}$ を、図-4は $H_{\frac{1}{3}}$ をとったものである。

これによると被災例は一本の線により安定領域を不安定領域が区別され、また $H_{\frac{1}{3}}$ で整理したものに表-3に示す港研での実験データ^{1),7)}を入れると被災例とはほぼ一致する。

次に波の入射角 β が 45° 以上の場合については被災例が少なく十分な検討ができないが、 d/H によって整理すると図-5に示すようになり、ほぼ一本の線により安定領域と不安定領域が区別される。

6. マウンド被覆石重量の算定法

以上の考察により、混成堤マウンド被覆石の必要重量算定式として次式を提案する。

波向が構造物法線に対して直角に近い場合(波の入射角 $\beta < 45^\circ$)

$$W = K \cdot 5 \frac{-d}{H} \cdot H^3$$

海岸線から直角に出る防波堤などで沿い波となる場合(波の入射角 $\beta > 45^\circ$)

$$W = K \cdot 5 \frac{-2d}{H} \cdot H^3$$

ここに W ; 混成堤マウンドの被覆石の最小重量(t)

K ; 0.08 t/m³

d ; マウンド天ば水深(m)

H ; 有義波高 $H_{\frac{1}{2}}$ と洗掘後の水深を用いて表-4に示す砕波帯内波高より求めた

$H_{\frac{1}{3}}$ とを比較して小さな方を取る(m)

図-6は上式にもとづく計算図表である。

なお本提案式は $d=0$ とした場合、 $K_0=2.8$, $\cot \alpha=3$, $\gamma=2.65$ t/m³としてHudson式で計算した一様な傾斜構

表-1 混成堤マウンド被覆

No	港名 防波堤	h_0	d_0	B	マウンドこう配	H.W.L.	被災年月日 台風、低気圧の別
		h	d	根固めブロック有無	海底こう配	H.H.W.L.	
1	小樽島	-15.75	-5.45	8.15	1 : 3	0.4	34. 9.18 台
		16.35	6.05	有	1/100以上	-	
2	"	-15.75	-5.45	8.15	1 : 3	0.4	37. 1.20 低
		17.00	6.48	有	1/50以上	-	
3	小樽南	-10.0~15.75	-5.76	9.09	1 : 3	0.4	34. 9.18 台
		10.6~16.45	6.46	有	1/50以上	-	
4	"	-10.0~15.75	-5.76	9.09	1 : 3	0.4	37. 1.20 低
		11.0~16.80	6.76	有	1/50以上	-	
5	岩内西	- 6.15	-3.00	6.00	1 : 5	0.4	28.11.22 台
		6.75	3.60	有	1/50以上	-	
6	"	- 7.00	-2.85	6.00	1 : 5	0.4	34. 9.18 台
		7.80	3.65	有	1/50以上	-	
7	"	-10.40	-4.57	9.00	1 : 5	0.4	34. 9.18 台
		11.20	5.37	有	1/50以上	-	
8	"	-12.50	-7.00	6.00	1 : 3	0.4	40.12.15 低
		13.10	7.60	有	1/50以上	-	
9	概法華東	- 6.50	4.30	3.50	1 : 3	1.4	39. 2. 1 低
		7.90	5.70	無	1/50以上	-	
10	稚内北	-10.20	-6.00	6.50	1 : 3	0.5	27.10.23 低
		11.00	6.80	有	1/50以上	-	
11	"	-10.20	-6.00	6.50	1 : 3	0.5	36. 9.16 台
		11.00	6.80	有	1/50以上	-	
12	室蘭南	-17.00	-6.80	9.00	1 : 3	1.5	-
		18.00	7.80	有	1/50以上	-	
13	"	- 9.20	-4.80	6.00	1 : 2	1.5	-
		10.20	5.80	有	1/50以上	-	
14	室蘭北	-12.60	-4.50	4.00	1 : 2	1.5	-
		13.60	5.50	有	1/50以上	-	
15	"	-17.00	-6.80	9.00	1 : 3	1.5	-
		18.00	7.80	有	1/50以上	-	
16	釧路南	- 9.00	-6.00	6.00	1 : 3	1.45	-
		10.00	7.00	有	1/50以上	-	
17	苫小牧東	- 8.00	-4.50	4.50	1 : 3	1.5	40. 9.11 台
		9.00	5.50	有	1/50以上	-	
18	"	- 8.70	-5.50	4.50	1 : 3	1.5	40. 9.11 台
		9.70	6.50	有	1/50以上	-	
19	紋別北	- 7.80	-5.30	1.80	1 : 2	1.2	-
		8.80	6.30	有	1/50以上	-	
20	江差西	-13.0	6.8	6.7	1 : 4	0.4	-
		13.4	7.2	有	1/50以上	-	
31	新瀉東A	- 6.5	-3.0	7.5	1 : 3	0.6	45. 1.31 低
		9.9(洗2.5)	3.9	有	1/50以上	-	
32	新瀉東B	- 7.5	-4.0	7.5	1 : 3	0.6	45. 1.31 低
		11.4(洗3.0)	4.9	有	1/50以上	-	
33	新瀉東C	- 8.5	-5.0	7.5	1 : 3	0.6	45. 1.31 低
		12.4(洗3.0)	5.9	有	1/50以上	-	
34	新瀉東D	- 9.5	-6.0	7.5	1 : 3	0.6	45. 1.31 低
		13.4(洗3.0)	6.9	有	1/50以上	-	
35	新瀉東E	-10.5	-7.0	7.5	1 : 3	0.6	45. 1.31 低
		14.4(洗3.0)	7.6	有	1/50以上	-	
36	新瀉東F	-11.0	-8.0	7.5	1 : 3	0.6	45. 1.31 低
		14.9	8.9	有	1/50以上	-	

石の被災例 (波の入射角 $\beta < 45^\circ$)

潮位 入射角($^\circ$)	$H_{\frac{1}{2}}$ $H_{\frac{1}{2}}$	$h/H_{\frac{1}{2}}$ $h/H_{\frac{1}{2}}$	$d/H_{\frac{1}{2}}$ $d/H_{\frac{1}{2}}$	d/h $B/H_{\frac{1}{2}}$	W W'	$W/H_{\frac{1}{2}}^3$ $W/H_{\frac{1}{2}}^3$	被災状況 洗掘の有無	原資料
+ 0.6 30°	5.0 (6.5)	3.27 2.51	1.21 0.93	0.37 1.25	18以下(0.9) 0.05	0.0072 0.0033	● 無	資料 A
+ 1.0 30°	4.5 (5.85)	3.78 2.90	1.44 1.11	0.38 1.39	18以下(0.9) 0.05	0.0099 0.0045	● 無	"
+ 0.6 30°	5.0 (6.5)	2.12~3.29 1.63~2.53	1.29 0.99	0.61~0.39 1.40	18以下(0.9) 0.05	0.0072 0.0033	● 無	"
+ 1.0 30°	4.5 (5.85)	2.44~3.73 1.88~2.87	1.50 1.16	0.61~0.40 1.60	18以下(0.9) 0.05	0.0099 0.0045	○ 無	"
+ 0.6 40°	4.0 (5.2)	1.59 1.03	0.90 0.69	0.53 1.15	0.3~2(1.0) -	0.0156 0.0071	● 無	"
+ 0.8 40°	5.0 (5.6)	1.56 1.39	0.73 0.65	0.47 1.07	1.0 -	0.0080 0.0057	● 無	" ($H_b=7.8 \times 0.72$)
+ 0.8 0°	5.0 (6.5)	2.24 1.22	1.07 0.83	0.48 1.38	1.5 0.3	0.0120 0.0055	● 無	"
+ 0.6 0°	4.0 (5.2)	3.28 2.52	1.90 1.46	0.58 1.15	0.3以上(1.0) 0.03~0.1	0.0156 0.0071	○ 無	"
+(1.4) 0°	5.0 (5.7)	1.58 1.39	1.14 1.00	0.72 0.61	0.3~1(0.6) 0.03	0.0048 0.0032	● 無	" ($H_b=7.9 \times 0.72$)
+ 0.8 0°	3.5 (4.55)	3.14 2.40	1.94 1.49	0.62 1.43	0.1 -	0.0023 0.0011	● 無	"
+ 0.8 0°	4.0 (5.2)	2.75 2.11	1.70 1.31	0.62 1.25	0.1 -	0.0016 0.0007	● 無	"
+(1.0) 0°	(3.5) (4.55)	5.14 3.96	2.23 1.70	0.43 1.98	4.0 -	0.0933 0.0420	○ 無	資料 B
+(1.0)	(3.5) (4.55)	2.91 2.24	1.66 1.27	0.57 1.32	4.0 -	0.0933 0.0420	○ 無	"
+(1.0)	(3.5) (4.55)	3.89 2.99	1.57 1.21	0.40 0.88	4.0 -	0.0933 0.0420	○ 無	"
+(1.0)	(3.5) (4.55)	5.14 3.97	2.23 1.70	0.43 1.98	4.0 -	0.0933 0.0420	○ 無	"
+(1.0) 0°	(3.0) (3.9)	3.33 2.56	2.33 1.80	0.70 1.54	0.26 -	0.0096 0.0044	○ 無	"
+(1.0) 0°	(6.0) (6.45)	1.50 1.39	0.92 0.85	0.61 0.70	1.5 -	0.0069 0.0055	● 無	" ($H_b=6.0 \times 0.72$)
+(1.0) 0°	(6.0) (7.0)	1.62 1.40	1.08 0.93	0.67 0.64	1.5 -	0.0069 0.0044	○ 無	" ($H_b=9.7 \times 0.72$)
+(1.0) 0°	(5.5) (6.3)	1.60 1.40	1.15 1.00	0.72 0.29	0.4~1.4(1.0) -	0.0060 0.0040	● 無	" ($H_b=8.8 \times 0.72$)
(0.4) 0°	(4.5) (5.85)	2.98 2.29	1.60 1.23	0.54 1.15	1.5 -	0.0165 0.0075	○ 無	資料 B
+ 0.9 30°	(6.5) (7.2)	1.52 1.38	0.60 0.54	0.39 1.04	1.0 0.2~0.5	0.0036 0.0027	● 有	資料 D ($H_b=9.9 \times 0.72$)
+ 0.9 30°	(6.5) (8.45)	1.75 1.39	0.75 0.60	0.43 0.91	1.0 0.2~0.5	0.0036 0.0018	● 有	" ($H_b=1.14 \times 0.72$)
+ 0.9 30°	(6.5) (8.5)	1.91 1.50	0.91 0.69	0.48 0.88	1.0 0.2~0.5	0.0036 0.0016	● 有	"
+ 0.9 30°	(6.5) (8.5)	2.06 1.58	1.06 0.81	0.51 0.88	1.0 0.2~0.5	0.0036 0.0016	● 有	"
30°	(6.5) (8.5)	2.22 1.69	1.17 0.92	0.53 0.88	1.0 0.2~0.5	0.0036 0.0016	● 有	"
+ 0.9 30°	(6.5) (8.5)	2.29 1.75	1.37 1.05	0.60 0.88	1.0 0.2~0.5	0.0036 0.0016	● 有	"

No	港名 防波堤	h_0	d_0	B	マウンドこう配	H.W.L.	被災年月日 台風、低気圧の別
		h	d	根固めブロック有無	海底こう配	H.H.W.L.	
40	金沢西 C	-6.5 9.5(洗2.5)	-3.0 3.5	8.0 有	1 : 3 1/50以上	0.6 -	42.1.14 低
41	金沢西 D	-8.0 9.6(洗1.0)	-4.0 4.6	8.0 有	1 : 3 1/50以上	0.6 -	45.2.1 低
42	金沢西 E	-8.5 9.6(洗0.5)	-5.0 5.6	8.0 有	1 : 3 1/50以上	0.6 -	45.2.1 低
43	酒田南	-8.0 9.0	-5.0 6.0	14.5 有	1 : 3 1/50以上	0.6 -	36.9.16 低
51	小名浜外 西	-7.1 8.1	-3.6 4.6	10.0 有	1 : 3 1/50以上	1.276	24.8.31 台
52	大津船渡 宮出	-35.0 35.9	-10.0 10.9	5.0	1 : 3 1/50	1.15	40.9.15 台
54	宮出古崎	-14.0 15.0	-7.5 8.5	14.0 有	1 : 3 1/100	1.5	- -
61	八戸西 白銀	-9.0 10.0	-4.5 5.5	9.5 有	1 : 3 1/50	1.5	41.3.29 低
62	八戸区 八太郎8区	-7.0 8.0	-3.0 4.0	- -	- 1/50	1.5	42.9.6~24 台
63	宮古古林 神	-6.0 7.5	-3.0 4.5	6.0 有	1 : 2 1/50	1.5	41.3.29 41.5.28 低
71	神戸3 第	-13.03 15.20	-4.85 7.05	3.64 有	1 : 2 1/50以上	1.67	25.9.3 台
72	和歌山南 本	-6.90 9.34	-2.10 4.45	6.0 有	1 : 2 1/50以上	2.80	25.9.3 台
73	"	-5.80 8.52	-2.10 4.84	6.0 有	1 : 1.5 1/50以上	2.80	26.10.15 台
74	姫路妻鹿 西	-9.50 11.10	-5.20 6.70	4.0 無	1 : 2 1/50以上	1.6	39.9.25 台
76	高知頭岬 竜	-1.83 3.83	+1.11 0.89	2.94 有	1 : 2 1/20	2.0	25.9.13 台
81	鹿兒島南 鹿	-1.30 14.45	-6.20 7.67	4.0 有	1 : 2 1/10	2.9	- -
82	鹿兒島北 鹿	-5.0 6.45	-0.90 2.35	3.0 無	1 : 2 1/10	2.9	- -
83	別府第一埠頭	-8.50 9.55	-5.50 6.15	2.0 有	1 : 1.5	2.1	- -
84	"	-9.60 10.65	-6.60 7.65	3.6 有	1 : 1.5	2.1	- -
85	"	-8.8 9.85	-4.30 5.35	3.4 無	1 : 1.5	2.1	- -
91	清興水津	-8.50 10.20	-5.50 7.20	5.0 有	1 : 2 1/50以上	1.70	- -

H ; 波高 (m)

h ; のり先水深 (m)

d ; マウンド水深 (m)

B ; マウンド天ば幅 (m)

W ; マウンド被覆石重量 (t)

W' ; マウンド中詰重量 (t)

資料 A ; 被災防波堤集覧

資料 B ; 防波堤の洗掘防止工法について

資料 C ; 金沢港の西防波堤の被災について

資料 D ; 昭和45.1.31~22の被災について(新潟東港)

潮位 入射角(°)	$H_{\frac{1}{2}}$ $H_{\frac{1}{2}}$	$h/H_{\frac{1}{2}}$ $h/H_{\frac{1}{2}}$	$d/H_{\frac{1}{2}}$ $d/H_{\frac{1}{2}}$	d/h $B/H_{\frac{1}{2}}$	W W'	$W/H_{\frac{1}{2}}^3$ $W/H_{\frac{1}{2}}^3$	被災状況 洗掘の有無	原資料
+ 0.5 30°	5.0 (6.5)	1.90 1.46	0.70 0.54	0.37 1.23	1 0.2	0.0080 0.0036	● 有	資料 D
+ 0.6 30°	5.0 (6.5)	1.92 1.48	0.92 0.71	0.48 1.23	1 0.2	0.0080 0.0036	● 有	資料 C
+ 0.6 30°	5.0 (6.5)	1.92 1.48	1.12 0.86	0.58 1.23	1 0.2	0.0080 0.0036	● 有	"
+ 1.0 30°	6.0 (6.8)	1.50 1.32	1.00 0.88	0.67 2.13	1 -	0.0046 0.0032	● 無	" ($H_b=9.0 \times 0.72$)
+ 1.0 0°	5.2 5.8	1.56 1.40	0.88 0.79	0.57 1.72	1.0 0.01 ~ 0.1	0.0071 0.0051	● 無	資料 A ($H_b=8.1 \times 0.72$)
+ 0.9 0°	5.1 6.6	7.04 5.46	2.14 1.66	0.30 0.76	0.05以上(01) -	0.0004 0.0002	○ 無	設計 ✕ 算書
+(1.0) 0°	(4.5) (6.0)	3.33 2.50	1.89 1.25	0.57 2.33	0.5~1.0(075) 0.03 ~ 0.2	0.0082 0.0035	○ 無	"
+ 1.0 0°	4.15 (5.4)	2.41 1.85	1.33 1.02	0.55 1.76	1.0 -	0.0140 0.0064	○ 無	"
+ 1.0 0°	4.03 (5.2)	1.99 1.54	0.99 0.77	0.50 -	1.0 -	0.0153 0.0071	● 無	調 査
+ 1.0 0°	3.65 (4.75)	1.92 1.47	1.10 0.84	0.57 1.26	1.0 0.05 ~ 0.1	0.0206 0.0093	● 無	"
+ 2.2 0°	3.80 (4.90)	4.0 3.1	1.86 1.44	0.46 0.74	0.3 0.05	0.0055 0.0025	● 無	資料 A
+ 2.34 20°	4.0 (5.2)	2.34 1.80	1.13 1.86	0.48 1.15	0.3 0.04	0.0047 0.0021	● 無	"
+ 2.74 20°	4.0 (5.2)	2.10 1.64	1.21 1.15	0.57 1.15	0.3 0.04	0.0047 0.0021	● 無	"
+(2.0) 0°	3.8 (4.9)	2.92 2.22	1.76 1.34	0.60 0.80	0.8 0.06	0.0146 0.0064	○ 無	"
+(2.0) -	3.4 3.8	1.13 1.09	0.26 0.24	0.23 0.77	1.0 -	0.0254 0.0182	● 無	" ($H_b=3.83 \times 0.9$)
+ 1.45 (HWL) 25°	(3.8) (5.0)	3.80 2.89	2.02 1.53	0.53 0.80	2.0 -	0.0364 0.0160	○ 無	構造物集覧
+ 1.45 -	(1.8) (2.34)	3.58 2.76	1.31 1.00	0.36 1.28	1.0 -	0.1715 0.0780	○ 無	"
+ 1.05 (3.3) (4.3)	(3.3) (4.3)	2.89 2.22	1.86 1.43	0.64 0.46	0.4 0.04 ~ 0.08	0.0111 0.0050	○ 無	"
+ 1.05 (3.3) (4.3)	(3.3) (4.3)	3.23 2.23	2.32 1.80	0.72 0.83	1.0 0.02 ~ 0.08	0.0278 0.0125	○ 無	"
+ 1.05 4.2	3.2 4.2	3.08 2.34	1.67 1.27	0.54 0.81	1.0 0.005 ~ 0.08	0.0305 0.0135	○ 無	"
+ 1.70 7.3	5.8 7.3	1.76 1.39	1.24 0.95	0.71	0.4以上(08)	0.0041 0.0019	● 無	資料 A ($H_b=1.02 \times 0.72$)

○ ; 被災なし

● ; 被災限界

● ; 被災

() ; 推算または推算値

(第1港湾建設局調べ)

No	港名 防波堤	h_0	d_0	B 根固めブロックの有無	マウンドこう配	H.W.L	被災年月日 台風、低気圧の別
		h	d		海底こう配	H.H.W.L	
201	柏崎 西 A	-7.5 8.1	-4.3 4.9	8.0 有	1:3		
202	" " C	-8.0 8.6	-4.5 5.1	8.5 有	1:3		
211	直江津 西 E	-8.5 9.15	-5.3 5.95	7.5 有	1:3		
212	" 東 防	-10.5 11.15	-6.3 6.95	11.5 有	1:3		45.2.1 低
213	" 西 F	-11.0 11.65	-7.3 7.95	7.5 有	1:3		45.2.1 低
214	" 西 G	-12.0 12.65	-8.3 8.95	7.5 有	1:3		
221	姫川 西 A	-8.0 8.6	-3.3 3.9	8.5 有	1:3 1:30		
222	" 西 B	-9.5 10.1	-4.5 5.1	8.5 有	1:3		

(北海道開発局調べ)

301	函館 西	-15.1 16.1	-8.2 9.2	6.0 有	1:2	1.5	
202	" 北	-13.7 14.7	-7.8 8.8	6.0 無	1:3~1:2	1.5	
303	小樽 北	-14.1 15.3	-4.4 5.6	12.1 有	1:4	0.4	39.12.1 低
304	" 南	-12.7 13.7	-4.3 5.3	12.1 有	1:4	0.4	
305	留萌 南	-14.8 15.4	-5.6 6.2	8.0 有	1:4	0.3	34.9.18~19
306	" "	-14.0 14.9	-5.6 6.5	8.0 有	1:4	0.3	36.9.17~18
307	稚内 北	-10.2 11.2	-6.0 7.0	6.5 有	1:3	0.5	27.1.023
308	網走 北	-10.9 11.9	-(5.2)4.2~6.1 (6.2)5.2~7.1	10.9 無	1:3	1.2	2.12~3.3
309	余市 北	-10.2 11.2	-5.0 6.0	5.5 有	1:4	0.4	
310	沓形 西	-9.5 10.5	-4.3 5.3	8.5 有	1:4	0.3	
311	岩内 東	-6.8 7.6	-6.0 6.8	6.2 無(施工中)	1:3	0.3	44.2.5~6 低
312	沓形 西	-11.0 12.0	-6.7 7.7	9.5 有	1:5	0.3	44.2.3~4 低
315	紋別 北 副	-10.7 11.7	-6.5 7.5	7.0 有	1:3	1.2	
316	森 西	-8.5 9.5	-5.0 6.0	4.0 無	1:2	1.4	
317	江西 差	-12.0 12.6	-8.4 9.0	4.0 有	1:3	0.4	
319	花咲 南	-7.6 8.6	-3.7 4.7	3.0 有	1:3	1.2	
320	枝幸 東 M	-8.1 9.1	-4.8 5.8	5.0 有	1:3	1.9	

潮位 入射角(°)	$H_{\frac{1}{2}}$	$h/H_{\frac{1}{2}}$	$d/H_{\frac{1}{2}}$	d/h	W	$W/H_{\frac{1}{2}}^3$	被災状況	備考
0.6 0°	5.5	1.47	0.89	0.60	2.0	0.012	○	
0.6 15°	5.5	1.56	0.93	0.59	1.5	0.009	○	
0.65 0°	6.0	1.53	0.99	0.65	2.0	0.0093	○	
0.65 0°	6.0	1.86	1.16	0.62	2.0	0.0093	●	
0.65 0°	6.0	1.94	1.33	0.68	2.0	0.0093	⊙	
0.65 0°	6.0	2.11	1.49	0.71	2.0	0.0093	○	
0.6 0°	5.5	1.56	0.71	0.45	2.0	0.012	○	
0.6 0°	5.5	1.84	0.93	0.51	2.0	0.012	○	

1.0	3.5	4.60	2.63	0.57	0.07	0.0016	●	
1.0	5.5	2.67	1.60	0.64	0.07	0.0004	●	
1.21	4.1	3.73	1.37	0.37	1.8以下(0.9)	0.0130	⊙	
1.0	5.0	2.74	1.06	0.38	1.8以下(0.9)	0.0072	⊙	
0.6	4.0	3.85	1.55	0.40	0.15	0.0023	●	
0.9	4.0	3.73	1.62	0.43	0.15	0.0023	●	
1.0	5.0	2.24	1.40	0.62	0.10	0.0008	●	
1.0	4.3	2.77	1.21	0.52	0.2~1.5(1.0)	0.0125	●	
1.0	4.0	2.80	1.50	0.54	0.3	0.0047	●	
1.0	6.0	1.75	0.88	0.50	0.3~2.0(1.0)	0.0046	●	
0.8	4.8	1.58	1.42	0.89	0.3	0.0027	●	
1.0	6.0	2.00	1.28	0.64	1.0	0.0046	●	
1.0 0°	4.7	2.49	0.85	0.61	1.0	0.0096	○	
1.0 0°	3.0	3.17	2.00	0.63	1.0	0.0370	○	
0.6 17°	4.5	2.80	2.00	0.71	1.0	0.0101	○	
1.0 25°	3.0	2.87	1.57	0.55	1.0	0.0370	○	
1.0 0°	4.4	2.07	1.31	0.64	1.0	0.0117	○	

No	港名 防波堤	h_0	d_0	B	マウンドこう配	H.W.L	被災年月日 台風、低気圧の別
		h	d	根固めブロックの有無	海底こう配	H.H.W.L	
321	江差 西	-13.0	-7.35	4.0	1 : 3	+0.4	
		14.0	8.35	有			
322	瀬棚 南	-9.2	-5.0	6.0	1 : 2	+0.4	
		10.2	6.0	有			
325	小樽 高島北(B)	-8.0	-5.5	5.0	1 : 3	+0.4	
		9.0	6.5	有			
326	余市 南	-6.0	-4.0	3.5	1 : 3	+0.4	
		9.0	5.0	有			
327	羽幌 北(J)	-2.8	-1.0	5.0	1 : 2	+0.3	
		3.8	2.0	有			
328	天売 北(BC)	-5.5	-3.5	0	1 : 6	+0.3	
		6.5	4.5				
329	紋別 北副(B)	-9.0	-5.5	7.0	1 : 3	+1.2	
		10.2	6.7	有			
330	霧多布 東(bd)	-3.0	-1.7	3.0	1 : 3	+1.5	
		4.5	3.2	無			
331	鬼脇 南(A)	-6.0	-4.0	6.0	1 : 3	+0.5	
		7.0	5.0	有			
332	" " " (C)	-5.8	-3.3	3.0	1 : 3	+0.5	
		6.8	4.3	有			
333	枝幸 南(B)	-5.1	-2.6	4.4	1 : 2	+0.85	
		6.1	3.6	有			
334	" " 東(N)	-8.3	-4.8	5.0	1 : 3	+0.85	
		9.3	5.8	有			
335	鷲泊 東(F)	-7.8	-4.8	6.0	1 : 2	+0.3	
		8.8	5.8	有			

H ; 波高 (m)

h ; のり先水深 (m)

d ; マウンド水深 (m)

B ; マウンド天ば幅 (m)

W ; マウンド被覆石重量 (t)

○ ; 被災なし

● ; 被災限界

● ; 被災

潮位 入射角(°)	$H_{\frac{1}{3}}$	$h/H_{\frac{1}{3}}$	$d/H_{\frac{1}{3}}$	d/h	W	$W/H_{\frac{1}{3}}^3$	被災状況	備考
10 25°	4.5	3.11	1.86	0.60	1.0	0.0109	○	
10 5°	5.5	1.85	1.09	0.58	1.0	0.0060	○	
10 25°	3.5	2.57	1.86	0.72	1.0	0.0233	○	
10 30°	3.0	3.00	1.43	0.56	1.0	1.0370	○	
10 0°	2.7	1.41	0.74	0.52	1.0	0.0507	○	
10 0°	2.0	3.25	1.00	0.69	1.0	0.1250	○	
12 13°	4.7	2.17	1.43	0.66	1.0	0.0096	○	
15 22°	2.0	2.25	1.60	0.71	1.0	0.1250	○	
10 0°	3.0	2.33	1.67	0.71	1.0	0.0370	○	
10 0°	3.0	2.27	1.43	0.63	1.0	0.0370	○	
10 25°	3.1	1.97	1.16	0.59	1.0	0.0335	○	
10 0°	4.4	2.11	1.32	0.62	1.0	0.0117	○	
10 30°	3.5	2.51	1.66	0.66	1.0	0.0233	○	

表-2 混成堤マウンド被覆石の被

No	港名 防波堤	h_0	d_0	B 根固めブロックの有無	マウンドこう配	HWL	被災年月日 台風、低気圧の別	潮位 入射角(°)
		h	d		海底こう配	H,H,W,L		
101	苫小牧 東走	-7.0 8.0	-3.0 4.0	4.5 有	1 : 3 1/50以上	1.5 —		1.0 60°
102	網走 東	-8.8 9.8	-6.0 7.0	5.7 有	1 : 3 1/50以上	1.2 —		1.0 60°
103	余市 防乙	-8.6 9.2	-5.8 6.4	3.0 有	1 : 3 —	0.4 —		0.6 60°
104	松前 外H	-10.0 11.0	-5.5 6.5	5.0 有	1 : 3 —	0.4 —		1.0 45°
105	奥尻 東乙	-7.2 8.2	-5.0 6.0	2.5 有	1 : 2.5 —	0.3 —		1.0 45°
110	秋田 北Ⅱ	-5.3 6.2	-0.5 1.4	5.0 無	1 : 3	0.9	44.10.10 台	0.9 50°
111	" 北Ⅲ	-6.1 7.0	-2.5 3.4	5.0 無	1 : 3	0.9		0.9 50°
112	" 南	-10.0 10.9	-3.7 4.6	11.6 有	1 : 3 1/50以上	0.9 —	25.12.30 低	0.9 60°
113	" 南A	-8.0 8.9	-4.5 5.4	7.0 有	1 : 3 1/50以上	0.9 —		0.9 60°
114	" 南B	-10.0 10.9	-5.5 6.4	7.0 有	1 : 3 1/50以上	0.9 —		0.9 60°
115	" 南C	-11.0 11.9	-6.5 7.4	7.0 有	1 : 3 1/50以上	0.9 —		0.9 60°
116	" D	-11.0 11.9	-9.0 9.9		1 : 3 1/50以上	0.9 —		0.9 60°
117	" 南E ₁	-11.0 11.9	-9.0 9.9		1 : 3 1/50以上	0.9 —		0.9 45°
118	酒田 北	-4.1 4.8	-0.45 1.15	6.0 有	1 : 3 1/50以上	0.7 —	24.10.30 台	0.7 60°
119	" 南	-6.0 6.7	-1.8 2.5	5.6 有	1 : 3 1/50以上	0.7 —	24.10.30 台	0.7 60°
120	" 南	-7.7 8.4	-2.0 2.7	5.6 有	1 : 3 1/50以上	0.7 —	23.1.7	0.7 60°
121	新潟 西	-13.0 13.6	-5.5 6.1	9.3 有	1 : 3 1/50以上	0.6 —	24.10.30 台	0.6 60°
122	" 西東	-5.5 6.4	-3.0 3.9	5.0 有	1 : 3 1/50以上	0.6 —		0.9 70°
123	富山 東山	-5.5 6.5	-3.0 4.0	— 有	1 : 3 —	1.0 —	25.10.30 台	1.0 60°
124	富山 東新港I	-11.0 12.0	-7.0 8.0	5.0 有	1 : 3 —	1.0 —		1.0 60°
125	" 東Ⅱ	-6.8 7.8	-4.0 5.0	5.0 有	1 : 3 —	1.0 —		1.0 60°
126	" 東Ⅲ	-5.3 6.3	-2.0 3.0	5.0 有	1 : 3 —	0.6 —		1.0 60°
127	金沢 西I	-6.0 6.6	-1.75 2.35	6.0 有	1 : 3 1/50以上	0.6 —		0.6 70°
128	" 西Ⅱ	-7.5 8.1	-2.0 2.6	6.0 有	1 : 3 1/50以上	0.6 —	42.12.8~43.1.14 低	0.6 70°
129	" 西Ⅲ	-7.5 8.1	-3.0 3.6	6.0 有	1 : 3 1/50以上	0.6 —		0.6 70°
130	" 西A	-8.0 8.6	-4.0 4.6	6.0 有	1 : 3 1/50以上	0.6 —		0.6 70°
131	" 西B	-6.5 7.1	-2.5 3.1	6.0 有	1 : 3 1/50以上	0.6 —		0.6 70°

H ; 波高(m)
h ; のり先水深(m)
d ; マウンド水深(m)
B ; マウンド天ば幅(m)
W ; マウンド被覆石重量(t)

資料A ; 被災防波堤集覧

○ ; 被災なし
● ; 被災

災例 (波の入射角 $\beta \geq 45^\circ$)

$H_{\frac{1}{3}}$	$h/H_{\frac{1}{3}}$	$d/H_{\frac{1}{3}}$	d/h	W	$W/H_{\frac{1}{3}}^3$	被災状況	原 資 料
5.2	1.54	0.77	0.50	1.5	0.0107	○	北海道開発局調べ ($H_b = 8.0 \times 0.65$)
5.2	1.88	1.35	0.71	1.0	0.0071	○	"
3.5	2.63	1.83	0.70	1.0	0.0233	○	"
5.0	2.20	1.30	0.59	1.0	0.0080	○	"
3.0	2.73	2.00	0.73	1.0	0.0370	○	"
4.0	1.55	0.35	0.23	1.0	0.0156	●	一 建 調 べ ($H_b = 4.0 \times 0.65$)
4.6	1.52	0.74	0.49	1.0	0.0103	○	" ($H_b = 4.6 \times 0.65$)
7.0	1.56	0.66	0.42	$\begin{matrix} 0.75 \\ (0.5 \sim 1.0) \end{matrix}$	0.0022	●	資 料 A
5.8	1.53	0.93	0.61	1.0	0.0051	○	一 建 調 べ ($H_b = 8.9 \times 0.65$)
7.0	1.56	0.91	0.59	1.0	0.0029	○	"
7.0	1.70	1.06	0.62	1.0	0.0029	○	"
7.0	1.70	1.41	0.83	1.0	0.0029	○	"
7.5	1.59	1.32	0.83	1.0	0.0024	○	"
3.1	1.55	0.37	0.24	0.75	0.0252	●	資 料 A ($H_b = 4.8 \times 0.65$)
4.4	1.52	0.57	0.37	0.75	0.0088	●	" ($H_b = 6.7 \times 0.65$)
5.5	1.53	0.49	0.32	0.75	0.0045	●	" ($H_b = 8.4 \times 0.65$)
7.0	1.94	0.87	0.45	1.0	0.0029	●	"
4.2	1.52	0.93	0.61	1.0	0.0135	○	一 建 調 べ ($H_b = 6.4 \times 0.65$)
4.0	1.63	1.00	0.62	0.07	0.0011	●	資 料 A ($H_b = 6.5 \times 0.65$)
4.0	3.00	2.00	0.67	0.5	0.0078	○	一 建 調 べ
4.0	1.95	1.25	0.64	0.5	0.0078	○	"
3.4	1.85	0.88	0.48	0.5	0.0127	○	"
4.3	1.53	0.55	0.36	1.0	0.0126	○	" ($H_b = 6.6 \times 0.65$)
4.6	1.76	0.57	0.32	1.0	0.0103	●	"
4.6	1.76	0.78	0.44	1.0	0.0103	○	" ($H_b = 7.1 \times 0.65$)
4.6	1.87	1.00	0.53	1.0	0.0103	○	"
4.6	1.54	0.67	0.43	1.0	0.0103	○	"

表-3 混成堤マウンド被覆石の安定に関する模型実験結果

No	h	d	B	マウンドのり配	海底のり配	H	h/H	d/H	d/h	W	W'	W/H ²	安定限界	出典名	備考(縮尺)
A	-6.0	-4.0	15.0	1:1.5	1/50	2.1	2.86	1.90	0.67	0.8	0.4	0.086	○	文献E	(1/20)
B	-6.0	-4.0	15.0	1:1.5	1/50	2.94	2.04	1.36	0.67	0.8	0.4	0.031	○	"	(")
C	-6.0	-4.0	15.0	1:1.5	1/50	3.5	1.71	1.14	0.67	0.8	0.4	0.019	○	"	(")
D	-6.0	-4.0	15.0	1:1.5	1/50	3.8	1.58	1.05	0.67	0.8	0.4	0.015	○	"	(")
E	-8.0	-4.0	15.0	1:1.5	1/50	2.8	2.85	1.43	0.67	0.8	0.4	0.036	○	"	(")
F	-8.0	-4.0	15.0	1:1.5	1/50	3.1	2.58	1.29	0.50	0.8	0.4	0.027	○	"	(")
G	-8.0	-4.0	15.0	1:1.5	1/50	4.0	2.0	1.0	0.50	0.8	0.4	0.013	○	"	(")
H	-8.0	-4.0	15.0	1:1.5	1/50	4.6	1.74	0.86	0.50	0.8	0.4	0.0082	○	"	(")
I	-12.2	-3.1	5	1:2	1/50	2.16	5.65	1.44	0.50	0.8	0.4	0.079	○	"	(")
J	-12.2	-3.1	5	1:2	1/50	3.2	3.81	0.97	0.25	0.8	0.4	0.024	○	"	(")
K	-12.2	-3.1	5	1:2	1/50	4.6	2.65	0.67	0.25	0.8	0.4	0.0082	●	"	(")
L	-11.2	-2.1	5	1:2	1/50	2.8	4.0	0.75	0.25	0.8	0.4	0.036	○	"	(")
M	-11.2	-2.1	5	1:2	1/50	3.7	3.0	0.57	0.19	0.8	0.4	0.016	●	"	(")
N	-11.2	-2.1	5	1:2	1/50	4.0	2.8	0.525	0.19	0.8	0.4	0.013	●	"	(")
O	-11.2	-2.1	5	1:2	1/50	4.6	2.43	0.46	0.19	0.8	0.4	0.0082	●	"	(")
P	-11.2	-2.1	5	1:2	1/50	4.9	2.29	0.43	0.19	0.8	0.4	0.0068	●	"	(")
Q	-10.2	-1.1	5	1:2	1/50	2.1	4.80	0.52	0.11	0.8	0.4	0.086	○	"	(")
R	-10.2	-1.1	5	1:2	1/50	2.94	3.45	0.37	0.11	0.8	0.4	0.031	●	"	(")
S	-10.2	-1.1	5	1:2	1/50	3.5	2.91	0.31	0.11	0.8	0.4	0.019	●	"	(")
イ	-10.0	-3.6	6.8	1:3	1/50	H _{1/3} =5.0	2.00	0.72	0.36	2.0	0.2	0.016	●	文献F	不規則波(1/40)
イ	-10.0	-3.6	6.8	1:3	1/50	H _{1/3} =6.5	1.54	0.55	0.36	2.0	0.2	0.0073	●	"	不規則波(")
ロ	-7.5	-2.5		1:2	1/50	5.3	1.42	0.47	0.33	1.6		0.011	●	"	(1/25)
ハ	-10	-5.0		1:2	1/50	6.0	1.67	0.83	0.20	0.6		0.0028	●	"	(")
ニ	-11	-7.0		1:2	1/50	4.1	2.68	1.7	0.64	0.5		0.0073	●	"	(1/33)
ホ	-11	-8.0		1:2	1/50	4.1	2.68	1.95	0.73	0.04		0.0006	●	"	(")
ヘ	-7.5	-3.5		1:2	1/50	3.8	1.97	0.92	0.47	0.2		0.0036	●	"	(1/25)
ト	-10.0	-3.6	6.8	1:2	1/50	H _{1/3} =5.8	1.72	0.62	0.36	2.0	0.2	0.010	●	"	β=60 (1/40)

H; 波高(m)
 h; のり水深(m)
 d; マウンド水深(m)
 B; マウンド天ば幅(m)
 W; マウンド被覆石重量(t)
 W'; マウンド中詰石重量(t)
 文献E; 異形ブロックの波力減衰効果に関する研究
 文献F; 防波堤の安定性に関する研究
 ○; 安定
 ●; 安定限界
 ●; 不安定

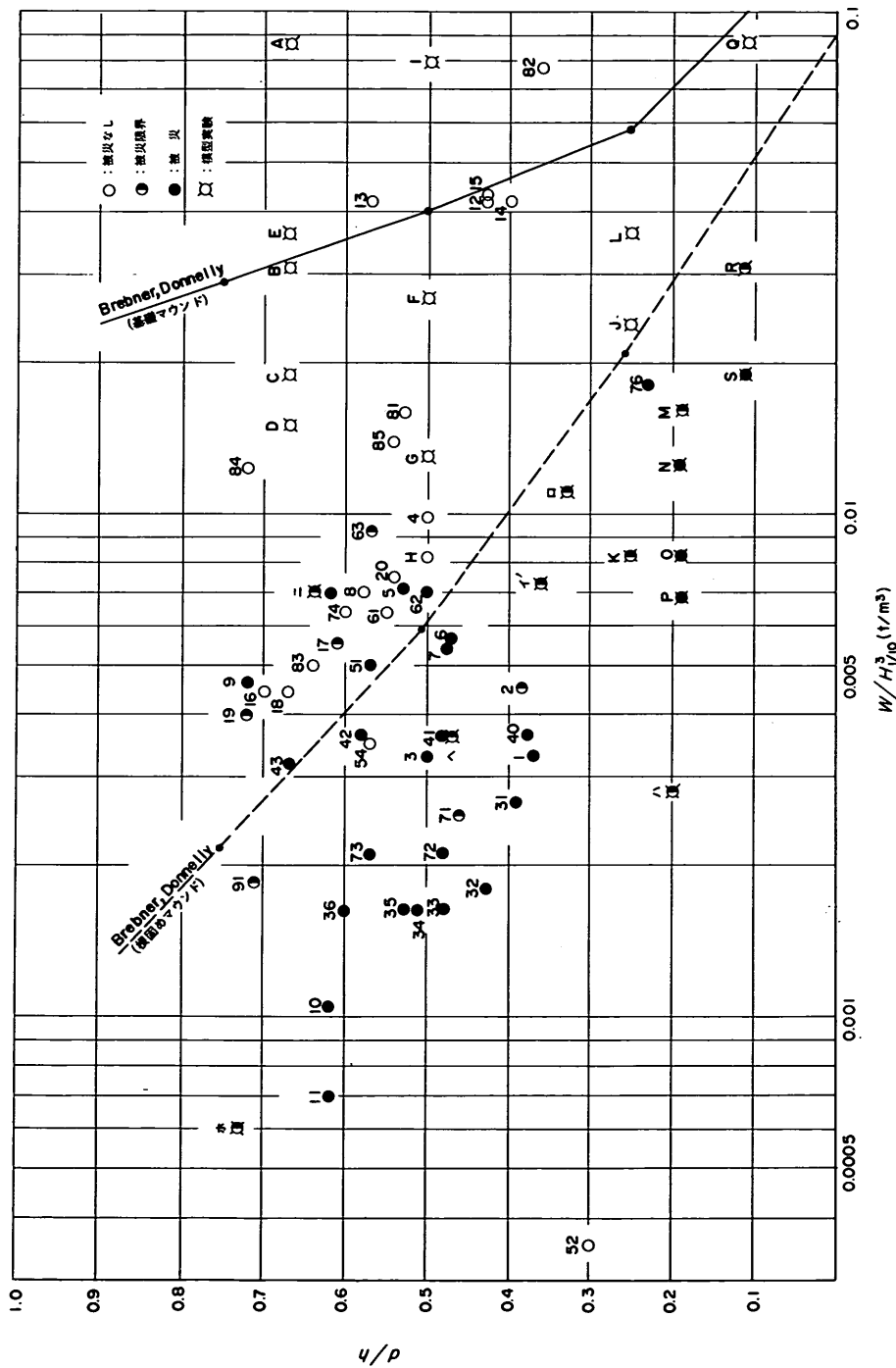


図-2 被災例と d/h , W/H^3 の関係 (波の入射角 $\beta < 45^\circ$)

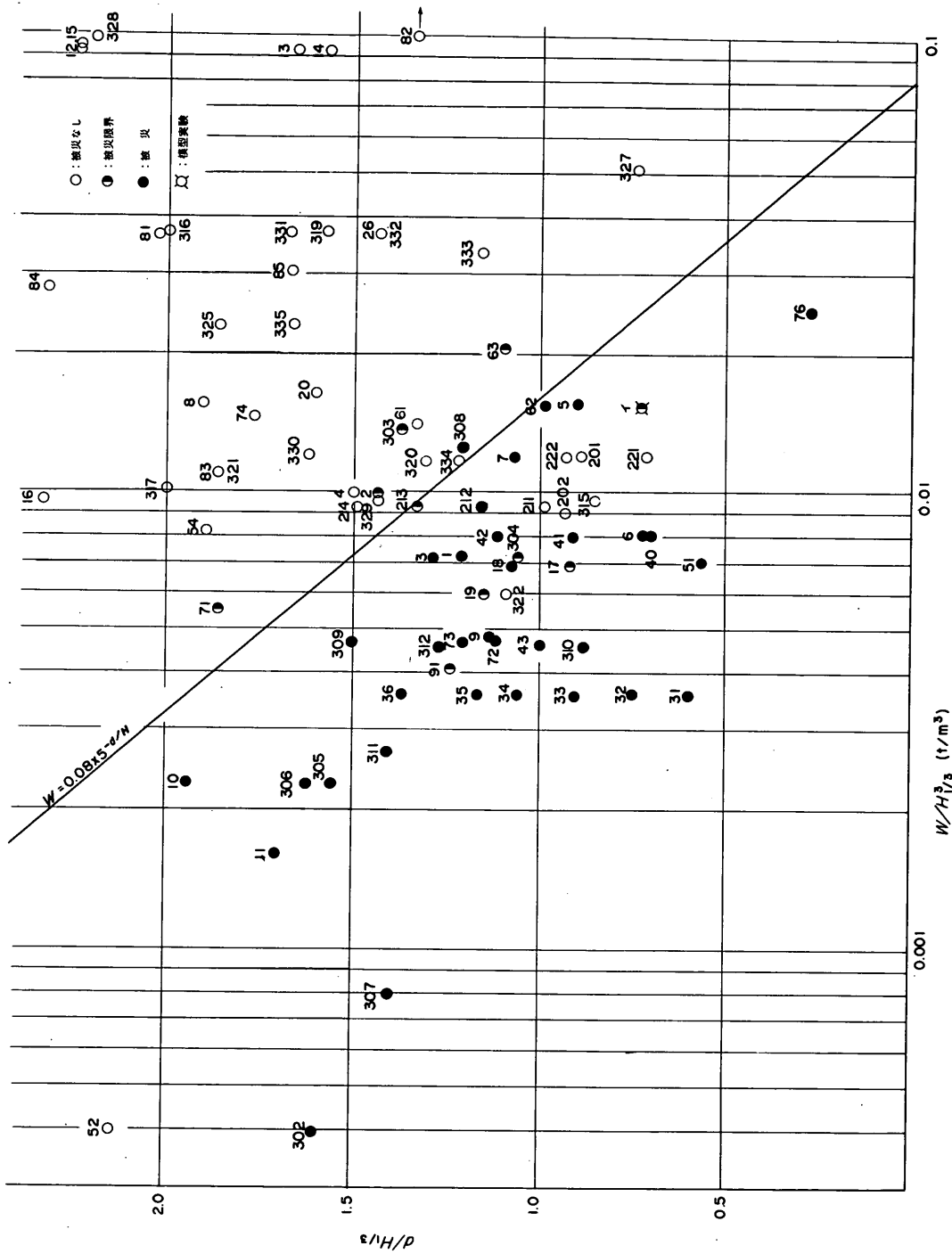


図-3 被災例と d/H_0 , W/H_0^3 の関係 (波の入射角 $\beta < 45^\circ$)

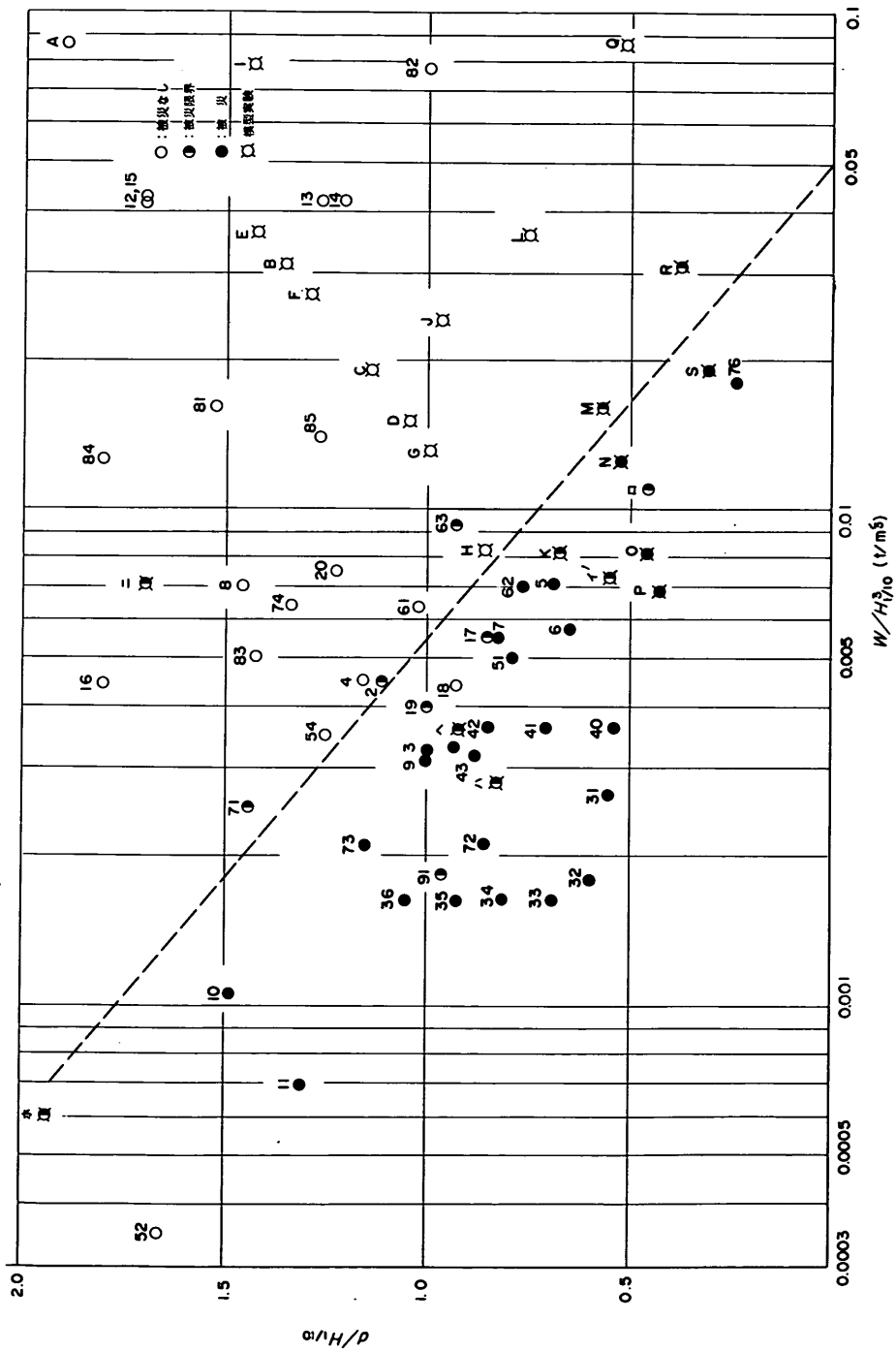


図-4 被災例と $d/H_{1/2}$ 、 $W/H_{1/2}^3$ の関係 (波の入射角 $\beta < 4.5^\circ$)

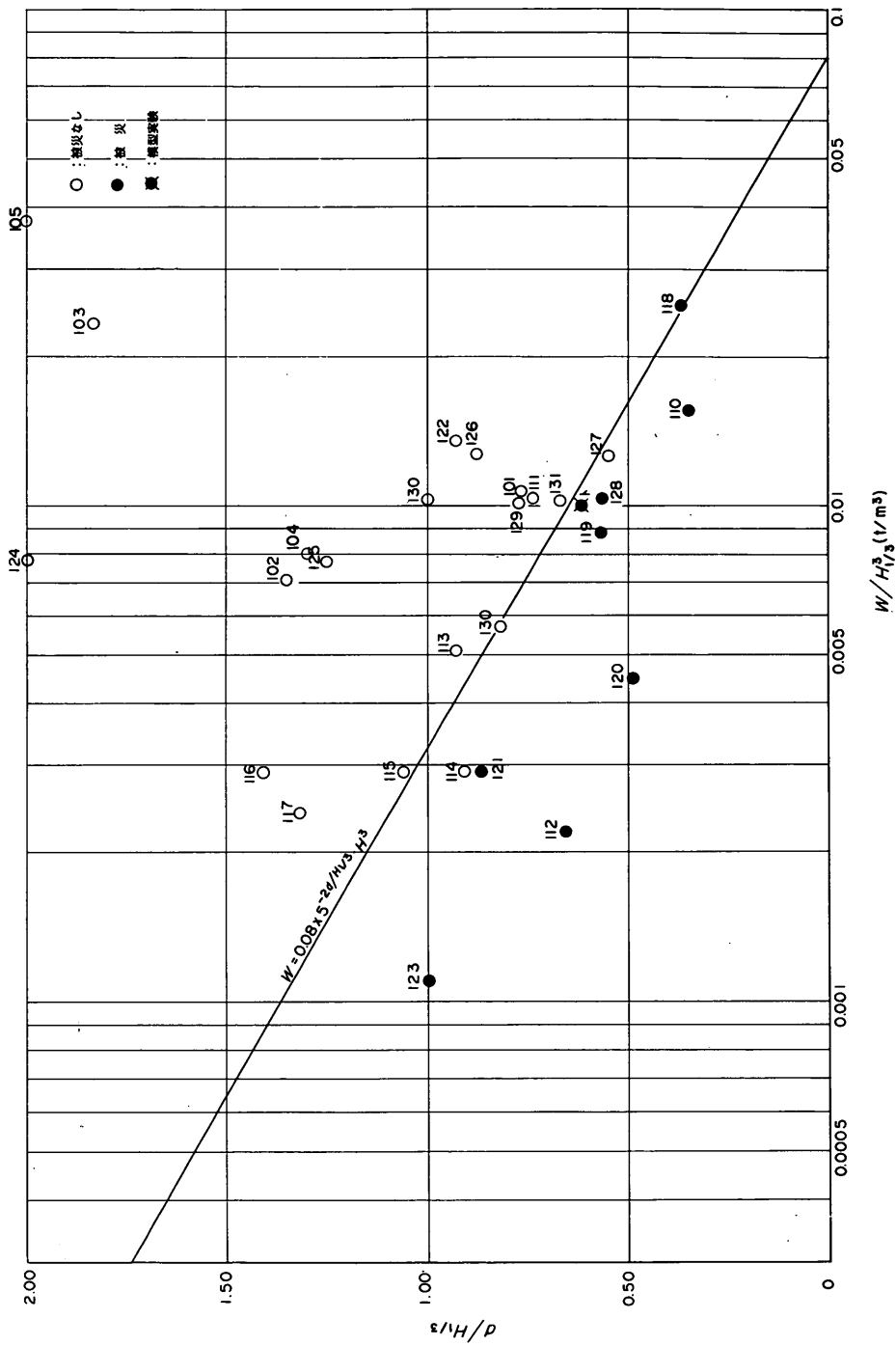


図-5 被災例と d/H_0^3 、 W/H_0^3 の関係 (波の入射角 $\theta \geq 45^\circ$)

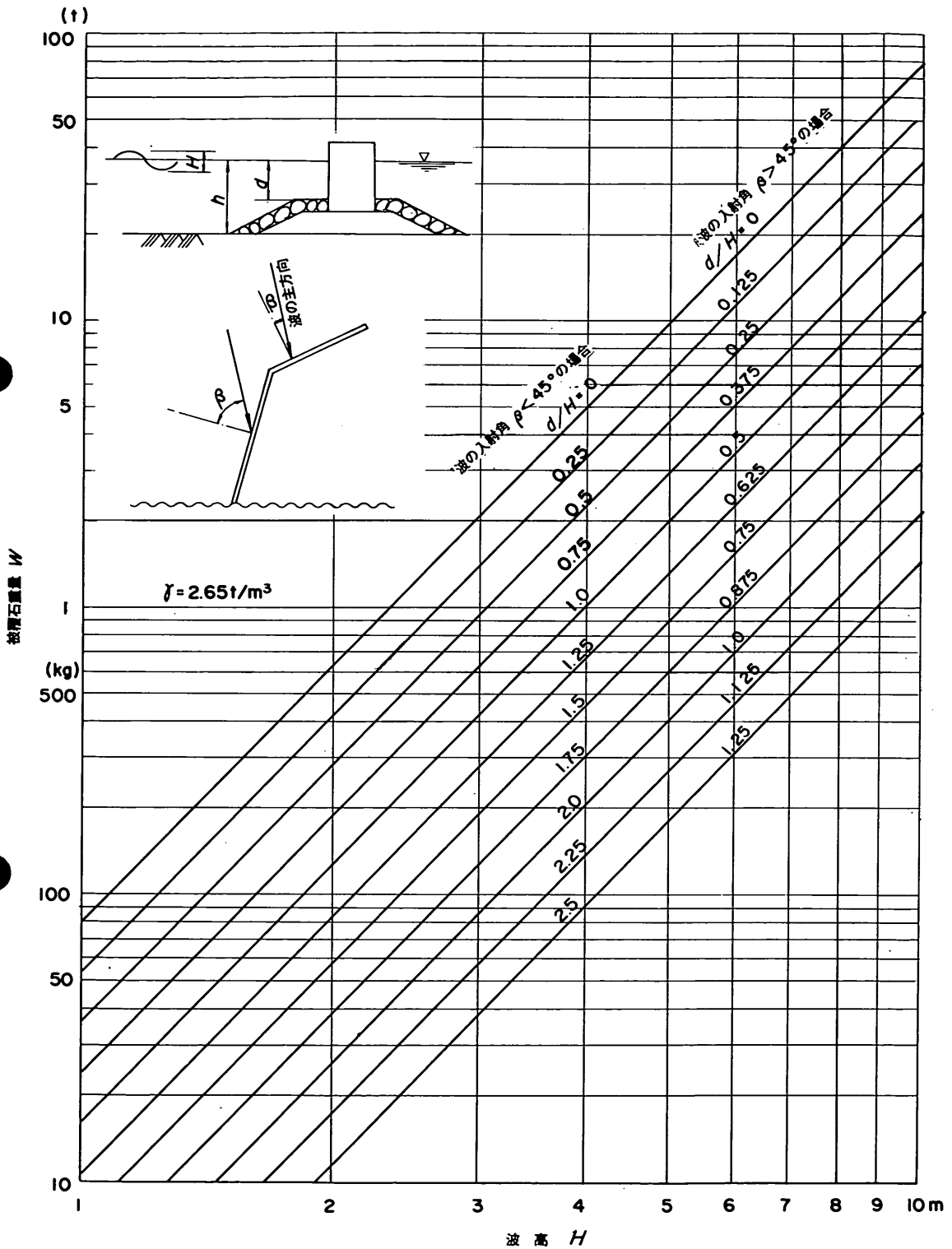


図-6 混成堤マウンド被覆石の重量算定図

造物の法面を被覆する石の安定重量と一致する。

以上の式は、混成堤マウンド被覆石の安定性におよぼす多数の要素のうち、マウンド水深波高比 d/H および入射角 β のみを選んで算出したものであり、図-3および図-5に示す通り、安定限界線のほぼ1.5倍の重量のものでも被災限界であったと思われるものがある。また、波高の少しの変化が被覆石の安定重量を大きく変えるので、この式を用いる場合にはこの点に十分に注意されたい。

7. むすび

混成堤マウンド被覆石の安定性におよぼす要素として、一番影響の大きな要素と思われるマウンド水深 波高比 d/H および波の入射角を選び検討した結果、上記の提案を行なったが、3. 調査内容に述べた他の要素も混成堤マウンド被覆石の安定性に影響すると思われるので今後の研究を待つものである。

さらに、本提案は侵入波高として多くは推算または推測したものを用い、しかも被災限界が必ずしも明瞭でないような数少ない被災例から求めたものであるから、さらに多くの被災例および今後の被災の経験により妥当性の高いものにしてゆくことを望むものである。

最後に、本資料作成にあたって、種々御教示下さった当研究所の伊藤防波堤研究室長および合田波浪研究室長に感謝する。また、作表、作図の作業を担当した設計基準課山口技官ならびに多くの資料を提供し、本資料の結論について検討して下さい各港湾建設局の皆様、特に第一港湾建設局新潟調査設計事務所飯塚技官および北海道開発局港湾部渡辺技官に謝意を表す。

参 考 文 献

- 1) 伊藤喜行他“防波堤の安定性に関する研究”港湾技術研究所報告 第5巻14号 1966年9月
- 2) 運輸省港湾技術研究所“防波堤の被災例について”第19回直技研資料 昭和43年11月
- 3) 運輸省第1港湾建設局“金沢港西防波堤工事における災害について”第19回直技研資料 昭和43年11月
- 4) 北海道開発局港湾部“防波堤の洗掘防止工法について”第16回直技研資料 昭和40年11月
- 5) 北海道開発局港湾部“北海道開発局管内における最近の港湾災害について”第18回直技研資料 昭和42年11月
- 6) 中野拓治他“被災防波堤集覧”港湾技研資料 No.58 1968年9月
- 7) 森平倫生他“異形ブロックの波力減殺効果に関する研究”港湾技術研究所報告 第6巻4号 1969年4月
- 8) R.Y.Hudson, “Laboratory Investigation of Rubble Mound Breakwater” Proc.A.S.C.E. Vol.85, WW3, 1959
- 9) A.Brebner, D.Donnelly, “Laboratory Study of Rubble Foundation for Vertical Breakwaters” Proc. 8th conf. Coastal Eng. New Mexico City, 1962
- 10) Jacobus van de Kreeke “Damage Function of Rubble-Mound Breakwaters” Proc. A.S.C.E. Vol.95, No. WW3, 1969

港 湾 技 研 資 料 No. 127

1 9 7 1 . 9

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発 行 所 運輸省港湾技術研究所
 横須賀市長瀬3丁目1番1号

印 刷 所 株式会社 東京プリント
 東京都港区西新橋3-24-9 飯田ビル

Published by the Port and Harbour Research Institute
Nagase, Yokosuka, Japan.