

Ⅱ-72 混成防波堤捨石部の形状が波圧に及ぼす影響について

大阪工業大学 正員 久保 弘一
同 上 〇玉井 佐一

1 まえがき

従来の混成防波堤に作用する碎波の波圧式は一様に波り特に前面水深の変化に主眼があかっているものが多いようである。しかし捨石部の天端が静水面下にあるような防波堤では捨石部の高さ、すなわち前面水深のみでなく、天端幅の如何によっても碎波現象自体がかなり変化する。それによって直立部に働く波圧も著しく変化するものと考えられる。さらに天端を方塊、消波ブロックなどで被覆した場合には、碎波状態や波圧にも非常に大きな変化の見られることは明らかである。

したがって、この研究では、まず捨石部天端幅を種々変化させて、碎波形態の変化や波圧分布に及ぼす影響などを調べて最適な天端幅を見出すと共に、天端に設置した碎石、ブロックなどが波圧および碎波形態に如何に影響するかを検討した。なおこの研究では消波ブロック個々の特性については特に考慮していない。参考のため、我が国の既設防波堤のうち82例(港湾構造物集覧記載)と天端幅によって分類すると表-1の通りで10m以上の天端幅の防波堤は非常に少ない。

表-1

天端幅 B (m)	件数
$0 \leq B < 2$	12
$2 \leq B < 4$	38
$4 \leq B < 6$	16
$6 \leq B < 8$	11
$8 \leq B < 10$	3
$10 \leq B$	2

次に捨石部天端が低い混成防波堤(重複波領域)において、波圧計算の基準となる水深のとり方についても、まだ明確な解答が示されていない。水深を如何にとるかによって、いかなる場合でも直立部の捨石などで被覆された部分の波圧をどのように評価するかという問題に帰着するわけで、これについても検討を加えた。

2. 実験設備および方法

実験は長さ30m、幅0.8m、深さ0.9mの片面透明樹脂板張りの鋼製水槽を用い、一端に防波堤模型を設置し、他端に取付けたフラッター型造波板により所要の波を起して実験を行った。なお縮尺は $1/20$ とした。実験に用いた波源および構造物の諸元は表-2の通りである。捨石部は径3~5cmの砂利を用い、またその表面は砂利の他、方塊(モルタル製、現地重量2.8%)、中空三角ブロック(いずれも2t模型)をもって被覆した。また直立壁には図-1に示した位置に歪計式波圧計6個を設置し、各々の波圧変化を記録した。

表-2 波浪、構造物の諸元

水深 R_0	1.1 m
前面水深 R_1	2 m 4 m 6 m
捨石部天端幅 $D = R_2 R_1$	9 m 7 m 5 m
捨石部天端幅 B	0.2 m 4 m 6 m 10 m
法面勾配	1 : 3
周期 T	5 ~ 12 sec
波高 H	1.2 ~ 3 m
波長 L	38.7 ~ 117.9 m
波形勾配 H/L	0.010 ~ 0.070

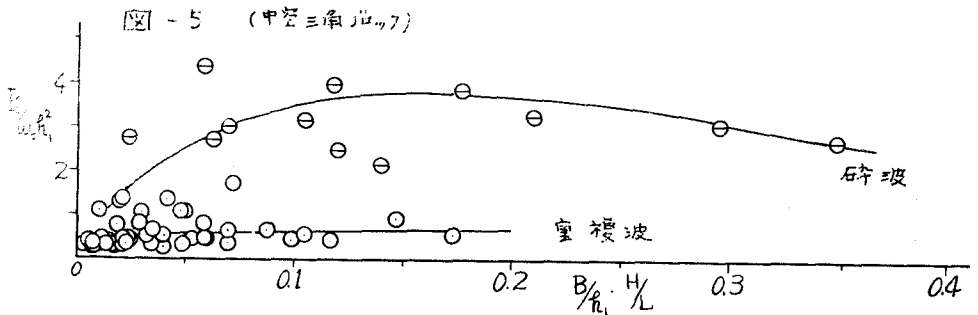
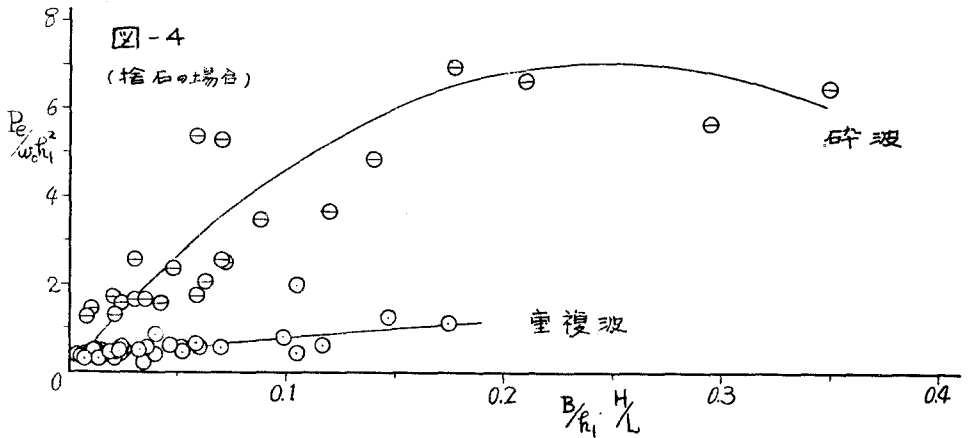
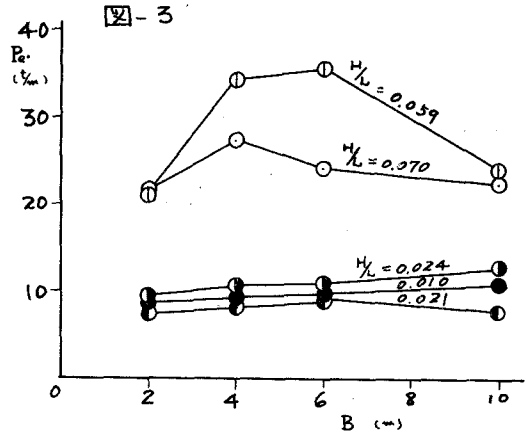
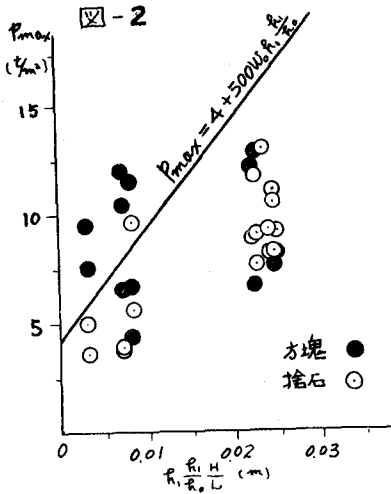
3. 実験結果

1) 捨石部天端幅 B の影響について、波圧強度 p_{max} を永中博士の波圧式と比較すると図-2の通りで($R_1 = 2m$ の場合のみ)一般に同式の通りがなり小さい値を示している。これは捨石部・構成員が透過性の砂利であるために生じた結果であると考えられる。次に捨石の場合について幅 B と波圧合力 P_0 の関係を示せば図-3の通りである。図から明らかなように幅 $B = 4 \sim 6m$ で波圧が最も大きくなっている。現実的に見れば B が小さい場合には波浪があまり変形を受けずに直立壁に作用するため重複波の要素が強くなり、また B が充分長い場合には、粗度によるエネルギーの消耗が大きいため直立壁に作用する波圧はかえって減少する。(図-7, および8参照)

図-1



次に幅Bに波の特性を関連させた $B/h_1 \cdot H/L$ と最大同時波圧の合力を無次元化した $P_{e, \omega} / \rho g L^2$ との関係と
 示す。図-4および図-5の通りで、碎波の場合には $B/h_1 \cdot H/L = 0.2$ 附近で最大値に達する傾向を有している。
 また $B/h_1 \cdot H/L$ の値が0に近付くと $P_{e, \omega} / \rho g L^2$ は重複波の波圧に近付くことが認められる。



この国の防波堤で4~6mの天端幅を有するものが割合に多いことは碎波を対象とする防波堤設計
 等では充分注意すべきことではないかと考へる。

2) グロツの消波効果について 捨石部天端に消波グロツを設置した場合の波圧の減少効果につ

いては、図-4 および図-5 で明らかに波圧合力 P_e は 40~60% 減少している。また図-6 に一例を示したように最大同時波圧分布が、消波ブロックによって碎波型から重複波の波圧分布型に近くなっている場合が多いことに大きな特徴を見出すことができる。したがって適当な天端高に適当なブロックを選べば、碎波の衝撃的要素の相当な部分を吸収することが可能である。

3) 直立壁前面の被覆部分の波圧について。前面が捨て石などで被覆されている直立壁の部分に働く波圧は図-6 で一例を示したようになり大きく被覆による damping 効果は期待できない。特に消波効果が少ない捨て石および塊積小堤に碎波が作用する場合には一層大きくなる。いま捨て石堤で被覆された部分の波圧合力 P_e (図-6 の天端以下) を Saint-flou 式による計算値(被覆部分の波圧合力) P_{SL} とを比較すると表-3 の通りで重複波領域では実験値と計算値とが比較的近似するが碎波領域では計算値より大きく、3~4 倍に達する場合もある。いはいえれば、上部に碎波が作用すれば、被覆部分にも衝撃的要素をもつ波圧が作用することになる。また捨て石部天端に消波ブロックを使用した場合は、碎波形式の如何にかかわらず、波圧強度は捨て石の場合の約 1/2 に減少している。(図-7, 8 参照)

以上のように重複波については被覆部分の波圧は前面の被覆による影響をほとんど受けない。したがって重複波の波圧計算にあいては、一応法定水深を波圧計算の基準にヒリ、被覆部分も計算値程度の分布を考慮すべきであろう。碎波の場合には被覆部分の波圧は、当然無視すべきではなく、考え得る碎波条件に応じて重複波圧の 2~4 倍程度まで考慮すべきではないかと考える。

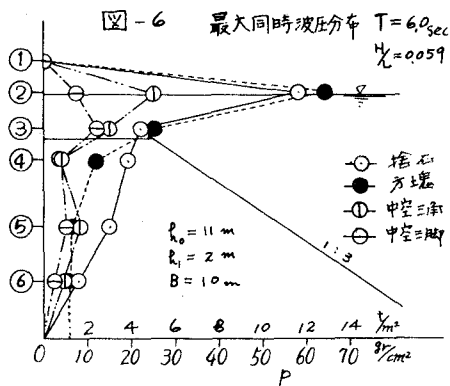


表-3 P_e/P_{SL} の関係

T_{sec}	$D=9 \text{ m}$	$D=7 \text{ m}$	$D=5 \text{ m}$
12	0.30~0.85	0.57~0.72	0.72~0.85
10	0.41~1.30	0.67~0.74	0.64~0.69
8	0.63~1.08	0.59~0.98	0.76~0.88
6	1.20~2.73	0.83~1.90	0.46~0.89
5	1.40~1.75	0.69~3.90	2.66~3.46

