

混成堤基礎 MOUND部の破壊特性に関する研究(規則波の場合)

大阪大学工学部 正 員 榎木 亨
 大阪大学大学院 学生員 ○柳 青魯
 大阪大学大学院 学生員 橋見 正人

① まえがき: 混成防波堤の設計において MOUND 部被覆石の安定重量の算定はまだ具体的な対策がないまま経験的に処理されている場合が多い。このマウンド被覆石の安定については二・三の設計図及び算定式が提案されているが、それらにおいては波の周期及び MOUND 部の肩幅の影響については十分な検討がなされていないまま無視できるものとして扱われている。しかしながらこの部分は捨石堤と類似の構造物であることから、近年いわれているように安定性に対する周期の影響の論議が必要と考えられる。一才、近年防波堤建設において大きく問題になっているのが防波堤による反射波の影響である。これは現在船舶運行上の問題となっているが、根固工に作用する外力を考えた場合においてもこの反射波による二次的災害を考慮する必要がある。そこで本研究では従来のような被覆工の安定論だけではなく上述の反射波災害を充分低減できる構造形式の一つとして混成堤マウンド部の水深及び肩幅を取り挙げ、捨石部の安定性及び反射率の変化から見た水理学的最適設計について論議する。

表-1 実験条件

② 水理実験: 実験は図-1に示すような混成堤モデルを対象に表-1の諸元のように条件を変えて行われた。実験の詳細な手順は文献(1)と同様である。

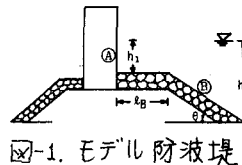


図-1. モデル防波堤

Characteristics	Range of Test Condition
W_{cap}	Crushed stone; 20 g (unit length(1); 2.0 cm)
h_0	20, 25 cm
h_1	-5, 0, 5, 10 cm
l_B	0, 15, 30 cm
θ	1:2
T	0.8 - 2.0 sec (7 cases)
H	3.0 - 13.0 cm

③ 実験結果:

1) 影響 Parameter: 一般に本実験で考えられる影響 Parameter のうち、波高(H)、周期(T)、波先水深(h_0)、捨石部水深(h_1)、肩幅(l_B)以外の Parameter は一定とした。次元解析の結果、MOUND部の安定性(N_s)及び反射率(K_r)における影響 Parameter として次式のような無次元量が得られる。

$$N_s \text{ (or } K_r) = f(H/L_0, h_0/L_0, h_1/h_0, l_B/L_0) \text{ ----- (1)}$$

ここで $N_s = \gamma_r^{1/3} / (\gamma_r/\gamma_w - 1) W_r^{1/3} = (K_D \cot \theta)^{1/3}$, (γ_r : 石の比重, γ_w : 水の比重, W_r : 石の重量, θ : 斜面勾配, K_D : Hudson 式の Stability Number)で示される安定係数である。

2) 破壊率の算定と問題点: 破壊率の算定は文献(2)のような問題点に加えて捨石部の肩幅をどのように評価するかが問題である。本研究では次の3つの定義によって安定性を論議する。

1) 初期破壊: MOUND 部での Rocking の回数には破壊には考慮せず、石の直径以上の距離を動いた時破壊と見とめ、破壊回数が1回でもある時初期破壊とした。

2) 破壊率(%): MOUND部の全被覆工数と破壊回数との割合で破壊率を算定する。

3) Tolerable Damage: MOUND部の破壊はいずれも平坦部の肩先から破壊され進行して

いく。そこで平坦部肩先が Core 部まで破壊した時の破壊を Tolerable Damage とした。

c) 反射波に対する l_b/L_0 の影響: 式(1)のような影響 Parameter について検討する。図-2 は K_r-l_b/L_0 の関係を H/L_0 を Parameter として示したものである。同図からわかるように一般斜面と同様波形勾配の小さいほど反射率は大きくなる。それは l_b/L_0 に関係なく同様の傾向をもつ。しかし同一の波形勾配をもつ波については $l_b/L_0 < 0.1$ の場合とそれほど顕著な変化はないが、 $l_b/L_0 > 0.1$ では急激に減少し、 $l_b/L_0 > 0.2$ になるとまたほぼ一定値になる。この傾向は h_1 の深さに関係なく同じであるが、 K_r の値は h_1 の浅いほど小さくなっている。この原因は反射波源が図-1 の A, B のスケ所にわかれかつ l_b が低反射岸壁等に用いられている遊水部と同様の役目を果たすためとも考えられる。なお、 h_1 の浅い所では平坦部での碎波の相互間渉なども大きく影響していることが目視によって認められた。

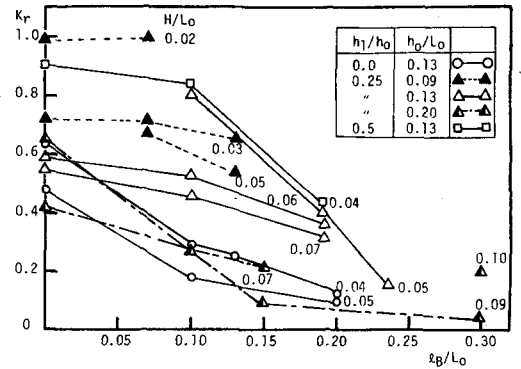


図-2. 反射率変化に対する肩幅の影響

d) 破壊特性における l_b/L_0 の影響: 図-3 は N_s-l_b/L_0 の関係を h_1/h_0 を Parameter として示したものである。図中の記号 ●, ▲, ■ はそれぞれ ○, △, □ に対応する Tolerable Damage が生じた場合を示す。同図からいずれの場合も $l_b/L_0 \approx 0.1$ が最も危険な値を示し、 $0.1 < l_b/L_0$ の領域になると安定性はわずかながらも増大することがわかる。この安定性に対する l_b/L_0 の効果及び前述の反射率に対する効果から考えると l_b/L_0 については今後十分な検討を必要としよう。図-4 は N_s と h_1/h_0 の関係を l_b/h_0 を Parameter として示したもので、実験値は最も不確定となる波形勾配及び相対水深の値を既往の研究と比較する意味でプロットしたものである。なお Brebner⁽³⁾の結果は規則波に対するもの、合田⁽⁴⁾の実験結果は不規則波の結果である。両者の結果及び著者の結果は傾向的にはよく一致しているが、それには幅があるので今後詳細な検討を加えていく必要がある。以上のことから $l_b \approx 0.1L_0$ の条件で Mound を設計

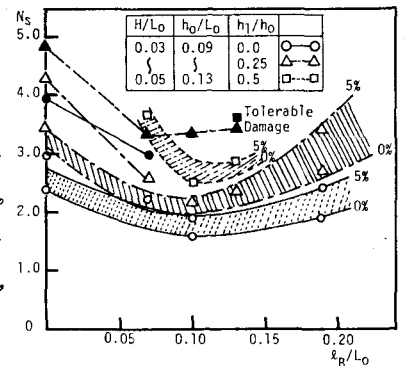


図-3. 安定性における肩幅の影響

すると $1/2 H < h_1 < H$ による時反射率は直立堤の $1/2$ 以下低減化でき、また安定度も従来の $l_b/L_0 = 0.03 \sim 0.05$ 程度に比して 20~50% も高くなることがわかった。今後水理学的最適設計に関するこのような考えをもつて反射率の減少機構と安定性の増加に関する関係をさらに詳細な実験を行いその解析を進めていく所存である。

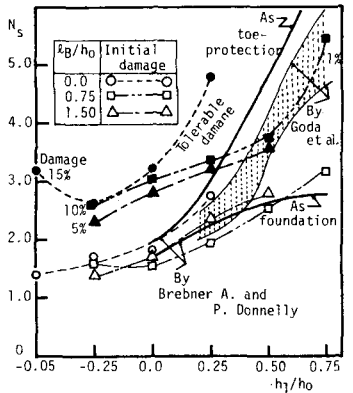


図-4. MOUND部被覆石の安定性

【参考文献】 1) 榎本・柳・大西; 捨石堤の共振現象による破壊機構, 第29回海講 PP. 428~432. 2) 榎本・柳; 第19回自然災害シンポジウム要旨 PP. 97~98. 3) Brebner A. and P. Donnelly; 8th ICCE PP. 408~429. 4) 谷本勝利・柳生忠彦・村永努・柴田・合田; 第28回海講 P. 64