

洗掘防止工としての混成堤マウンドの効果について

大韓民国建設部 正会員 o洪 吉杓

大阪大学工学部 正会員 榎木 亨

大阪大学工学部 正会員 出口一郎

1. はじめに：耐波設計という観点から混成堤の直立部に作用する波力あるいは捨石マウンドの安定性については、従来多くの研究が行なわれており、その設計法も確立されつつある。しかし、近年、各地で混成堤の被災が報告されており、その中には堤体周辺の局所洗掘によるマウンドの沈下、散乱が原因と思われる被災例も含まれている。防波堤堤脚部の局所洗掘に対しては、多くの研究者によって研究が行われており、重複波の質量輸送あるいは堤脚部の乱れ、もどり流れ等がその原因であることが明らかにされている。しかしながら、混成堤のマウンド部が、このような局所洗掘の原因となる堤体からの反射波あるいはもどり流れにいかなる影響を及ぼすかという点についてはまだ不明な点が多い。本研究は捨石マウンドが混成堤前面の流体運動（反射率及び水粒子速度）にいかなる影響を及ぼすかということを実験的に明らかにすることによって、マウンド部の洗掘について検討する基礎資料を得ようとするものである。

2. 実験方法及び条件：実験は長さ25m、高さ90cm、幅60cmの2次元造波水槽内に作成した水平床（水深15cm）及び一様勾配海浜（ $i = 1/30$ ）上に模型堤防を設置して行なった。堤体前面での水位変動は容量式波高計によって堤体から入射波一波長の範囲を5cm間隔に測定し、堤体前面で形成される部分重複波の5つの位相（後述する）において電磁流速計による流速測定を行なった。図-1に示すようにマウンド法先水深を h_i 、マウンド高さを D 、マウンド肩幅を l 、入射波周期を T 、水深 h_i における入射波高、波長を H_i, L_i とすると、実験条件は

$H_i/h_i = 0.4, 0.5$, $l/L_i = 1/8 \sim 4/8$, $D/h_i = 1/4 \sim 7/8$, $H_i/L_i = 0.055$ の範囲の約30ケースである。

また、比較のためマウンドを持たない直立堤のみの場合と、直立部を持たない捨石傾斜堤に対する実験も行なっている。なお、捨石マウンドは $\phi = 3 \sim 4$ cmの砕石をもって、法面の S は1:2で一定にして作成した。

3. 堤体からの反射波に及ぼす混成堤マウンドの影響

図-2及び3は、それぞれ水平床及び傾斜海浜での混成堤前面で測定された合成波形から Healyの方法で測定した反射率の相対マウンド高さ D/h_i による変化をマウンドの無次元肩幅 l/L_i をパラメーターにして示したものである。なお、傾斜海浜での混成堤直立部の位置は、入射波の砕波点と一致させてある。図-2より明らかなように、 l/L_i にかかわ

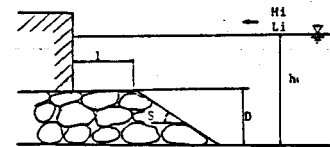


図-1 記号の説明

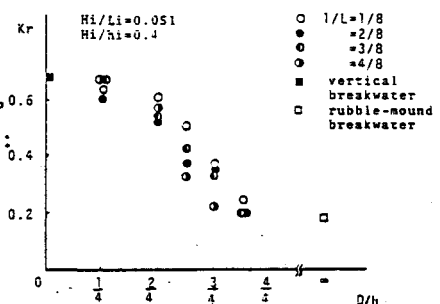


図-2 マウンド高さによる反射率の変化 (水平床)

らず、 $D/h_i \leq 2/4$ では D/h_i の増加に伴う反射率の減衰は顕著でなく、直立堤の反射率（

Gilpyo HONG, Toru SAWARAGI, Ichiro DEGUCHI

0.7)より若干小さくなる程度である。一方、 $D/h_i \geq 2/4$ の領域においては、 D/h_i が増加するにつれて反射率も急激に減少し、捨石堤の反射率(0.2)に漸近する。なお、目視観測によると、 $D/h_i \geq 5/8$ の領域の混成堤前面においては、マウンド上で入射波の反射が生じていた。

図-3に示す傾斜海浜に混成堤を設置した場合も、図-2に示す水平床と同様の傾向を示すが、この場合は設置水深が浅いことから、 D/h_i のすべての領域において、

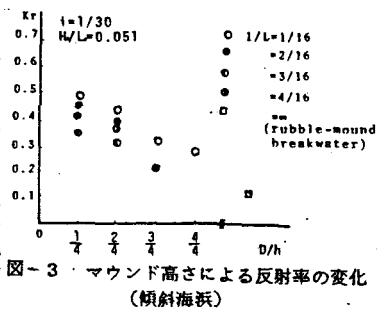


図-3 マウンド高さによる反射率の変化 (傾斜海浜)

混成堤マウンド部で入射波の碎波が観測されている。以上の結果より、今回実験を行なったような比較的浅い領域に設置された混成堤からの反射波に対しては、マウンドの肩幅より、むしろマウンドの高さが支配的な要素となり、マウンド上で入射波の碎波が生じて初めて顕著に反射率の減少が起こることが明らかになった。なお、混成堤前面で形成される重複波形に対して、直立部とマウンドの位相干渉を考慮した解析法を適用した計算を行ったところ、 $D/h_i \leq 2/4$ の領域における重複波形はマウンド上の底部摩擦及びマウンド内の浸透による波浪減衰を考慮すれば、計算結果と実験値はよい一致を示した。

4. 堤体前面の平均流に及ぼすマウンドの効果：図-4は、傾斜海浜上に設置された混成堤($D/h_i = 2/5$ で、直立壁が入射波の碎波点と一致する)前面の重複波の5位相の底部において小型電磁流速計によって測定された岸沖方向流速の時間平均値 $\bar{u}$ を示す。図の横軸は直立部前面から沖側に測った距離 x を水平床部の波長 L で無次元化した x/L をとっており、図中には堤体前面の重複波形及びマウンド法先位置を示してある。図-4より明らかなように、 $x/L \leq 0.5$ の領域においてはマウンドの長さにかかわらず $\bar{u}$ はすべて離岸方向の値を示し、マウンドがない直立堤前面においても、重複波の位相に対応した質量輸送速度のパターンは現れていない。また、法先部の離岸方向平均流速の無次元値 $\bar{u}/\sqrt{gh_b}$ (h_b :入射波の碎波水深)はマウンド長さにかかわらず0.03~0.05程

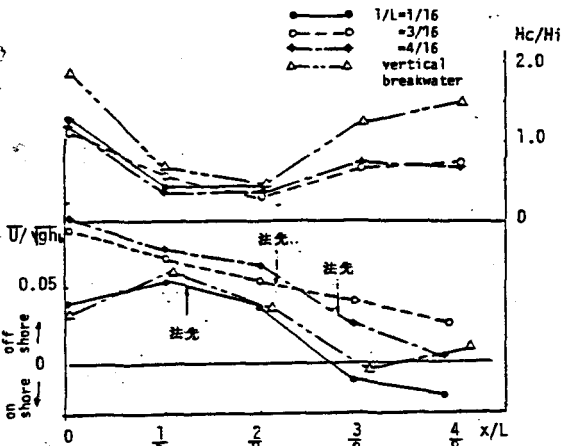


図-4 混成堤前面の底部平均流速分布

度の値となるが、この値は、自然海浜上での碎波点近傍の底部における return flow の大きさと同程度である。以上の結果より比較的浅い領域に設置された混成堤前面においては重複波の質量輸送速度よりも、自然海浜の碎波帯内で生じているような、いわゆる return flow が卓越してくるものと考えられる。

5. あとがき：現在、重複波の碎波、碎波後の波浪の反射といった現象に対してさらに研究を進めているところである。