

緩傾斜海岸堤防上の波の挙動と堤前面の砂移動に関する実験的考察

高知大学農学部 ○玉井 佐一
高知県庁 澤本 尚徳

1. まえがき

従来の急傾斜海岸堤防に代わり、最近波の低反射性およびそれに伴う堤脚洗掘防止効果の点で注目されている緩傾斜海岸堤防が築造されつつある。本実験はこのような緩傾斜堤防の1/30模型を想定し、堤法面上の波の挙動と堤脚洗掘等、砂移動について考察し、緩傾斜堤防の特性を明らかにし、設計指針を得ようとするものである。

2. 実験設備および実験方法

実験には長さ20m、幅10m、深さ70cmの平面波浪水槽を用い、これを中央で仕切って5mとし、片方に不透過の緩傾斜堤を、他方には透過の緩傾斜堤を設置した。両堤防とも幅90cm、厚さ 1.2cmのベニヤ板を使用し、透過堤は表面空隙率が既設の傾斜堤の空隙率に近い値(約 19.5%)となるように、直径2cmの孔を4cm間隔にあげ、砂面との間には厚さ 5cmの透水性マットを敷設した。堤防沖側は勾配1/20の移動床とし底質には中央粒径 $d_{50}=0.36\text{mm}$ の自然砂を用いた。堤防法面勾配は1:2および1:3とした。堤脚水深 h_i は0、3.3、5.0、6.7および8.4cmの5通りとし、波周期 $T=1.46\text{sec}$ (現地8秒)、波高 $H=1.5\sim 12.2\text{cm}$ 、沖波波形勾配 $H_0/L_0=0.010\sim 0.050$ とした。なお、堤防法面上の波の挙動は 8mmビデオカメラで撮った後、室内で解析した。

3. 実験結果とその考察

図-1は堤防法面勾配 1:3の場合の実験結果であり、沖波波形勾配 H_0/L_0 と堤防法面への波の遡上高 R と沖波波高 H_0 との比 R/H_0 との関係を示したものである。図中の実線および破線は堤防法面勾配が1:3および1:1の場合の土研での結果を示している。相対水深 h_i/L_0 別にみると、本実験結果は実線とほぼ一致しており、1:1のような比較的急勾配の堤防に比べると R/H_0 の値は全般的に小さくなり、遡上高が軽減されるのがわかる。法面勾配 1:2の場合にも 1:3とほぼ同様の結果が得られた。さらに透過堤は不透過堤に比べ R/H_0 は小さくなっている。一方、図-2は反射率について透過堤の実験結果を示したものである。不透過堤(1:3)の場合には Greslou-Maheの結果とほぼ同じ分布がみられるが、透過堤はこれらの結果より反射率は小さくなり、低反射性は明かで、十分な消波効果が得られる。次に、堤防法面上の波の挙動について、波先端部の変動を1/15sec ごとに追跡し、各地点の速度をプロットしたものが図-3である。図において正の値は戻り流れ、負の値ははい上がりの速度である。また図中の実線は Micheによる波動時の水粒子の平均位置からの変位式をModifyし

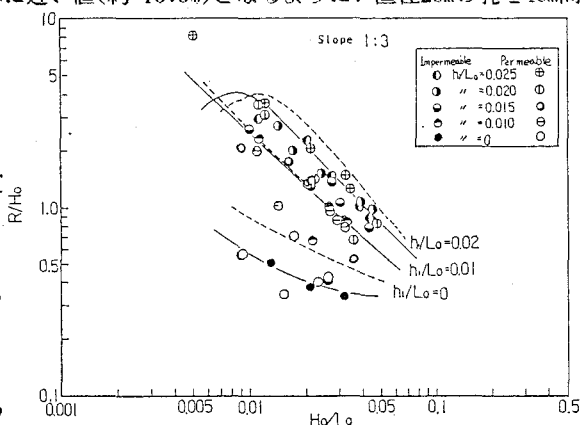


図-1

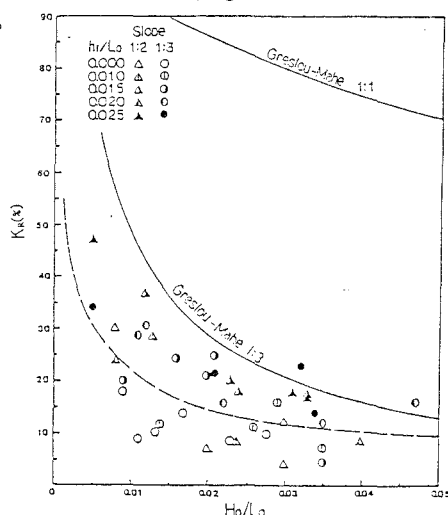


図-2

た式 $V = H_1 \sqrt{\pi/2} \theta (2\pi/T) \operatorname{cosec}(\theta) \sin(2\pi t/T)$ による計算値である。ここに θ : 堤防法面勾配、 H_1 : 堤脚部位置での波高である。実測値○印と計算値とは比較的良好な対応がみられる。

いま戻り流れおよびはい上がりの最大流速 V_{max} についてみると図-4に示すような分布がみられる。すなわち透過堤では戻り流れ、はい上がり速度ともに $V_{max} = 2.43\sqrt{gh_1}$ で表される。一方、不透過堤の場合、戻り流れでは $V_{max} = 2.18\sqrt{gh_1}$ 、はい上がりでは $V_{max} = 2.22\sqrt{gh_1}$ であり、平均 $V_{max} = 2.20\sqrt{gh_1}$ となる。さて、この戻り流れの最大流速 V_{max} と堤脚最大洗掘深 S_{max} との関係を示したものが図-5である。

両者の間には $S_{max}/H_0 = K(V_{max}/\sqrt{gh_1})^4$ の関係がみられ、透過堤では図のように $K=0.06$ 、不透過堤では $K=0.07$ を得た。また図-6のような堤防法面上の戻り流れの平均速度 $V/\sqrt{gh_1}$ と S_{max}/H_0 との関係においても樫木らの実験結果と同じように S_{max}/H_0 が $(V/\sqrt{gh_1})^4$ に比例し、 $S_{max}/H_0 = K'(V/\sqrt{gh_1})^4$ で表され、透過堤の場合には $K'=1.20$ 、一方、不透過堤の場合には $K'=0.19$ となり、戻り流れ速度と堤脚洗掘の興味ある関係が得られた。

沖波波形勾配と侵食・堆積限界との関係をみると、 $H_0/L_0 \approx 0.030$ を限界として $H_0/L_0 > 0.030$ で侵食、 $H_0/L_0 < 0.030$ で堆積となっている。特にこのような緩傾斜堤の特性として堤防法面上に海浜砂が遡上し、平均遡上高 R_s/H_0 と $i/(H_0/L_0)^{1/2}$ (i : 海浜勾配) との関係は $R_s/H_0 = 4.9I_r - 0.8$ の直線的関係がみられる。以上、緩傾斜堤は侵食防止の面でも十分な効果が期待できることがわかる。

4. あとがき

本研究では、堤防法面上の波の挙動について考察し、波先端部の速度をもとめ、戻り流れの最大速度および平均速度と堤脚最大洗掘深との関係を表すことができた。また、緩傾斜海岸堤防の消波および侵食防止効果は良好であることがより明確となった。

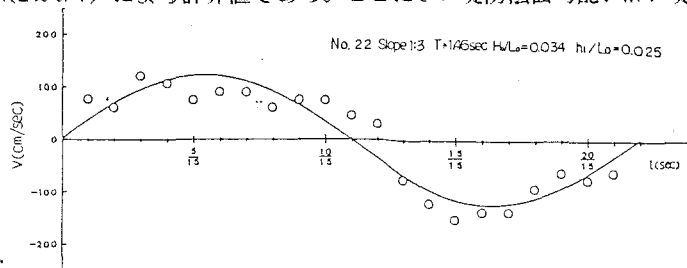


図-3

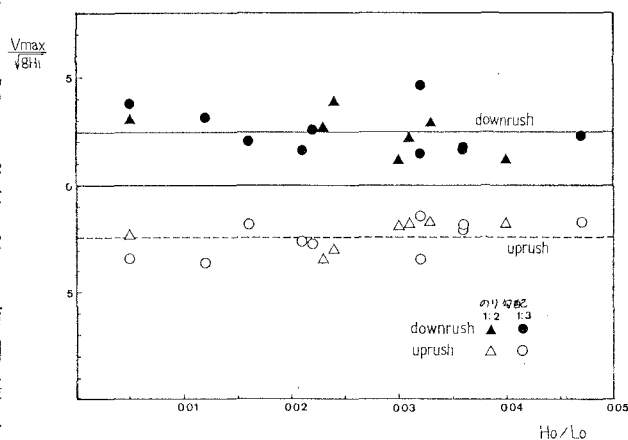


図-4

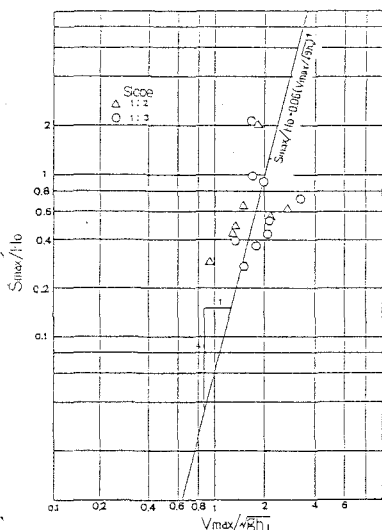


図-5

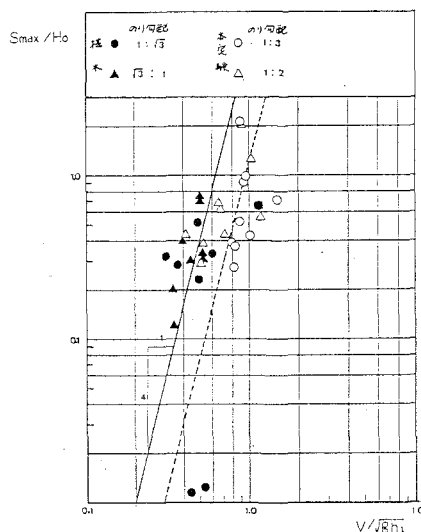


図-6