

防波護岸における越波水塊の打ち上げ特性に関する水理模型実験

Hydraulic Model Test on Wave Splash Height on Vertical and Composite Type Seawalls

室蘭工業大学 大学院
 室蘭工業大学 建設システム工学科
 北海道開発局 開発土木研究所
 日本データサービス(株)

○学生員 安田佳乃子(Kanoko Yasuda)
 正員 木村克俊 (Katsutoshi Kimura)
 正員 梅沢信敏 (Nobutoshi Umezawa)
 正員 三船修司 (Shuji Mifune)

1. まえがき

防波護岸の設計においては背後の利用形態に応じて適切な越波流量を設定し、これを満足する構造形式を選定する必要がある。護岸背後に道路がある場合には、車両の安全通行を確保するため、越波を極力抑えることが重要である。これまで臨海道路の設計においては、現地観測とヒアリング結果による福田ら¹⁾の検討結果に基づいて、護岸の越波流量 q ($\text{m}^3/\text{m}/\text{s}$)を 10^{-4} のオーダーにすることが一般的であった。しかしながら木村ら²⁾は、北海道の黄金道路における事例を分析し、 10^{-5} のオーダーの越波によって車両事故が発生していることを明らかにした。このため従来の基準についても見直しを行う必要がある。

越波流量は、施設自体の耐波性や背後地の排水能力を判断するための指標としては有効であるけれども、 10^{-4} のオーダーは、 $10^{-4}\text{m}^3=100\text{cc}$ 、すなわち「コップ1杯程度」と捉えられ、現地における危険度が連想されない場合が多い。このように流量が小さい条件に対しては、越波水塊の打ち上げ高さのほうが、指標として分かりやすいと考えられる。

本研究では、直立部を有する防波護岸を対象とした2次元水理模型実験を実施し、越波水塊の時間的、空間的な飛散特性を明らかにすることを目的としている。本報告では、まずマウンドの無い直立護岸を対象として、越波水塊の打ち上げ高さに及ぼす海底勾配や波浪条件の影響を示す。さらにマウンドを有する混成堤形式の護岸に対して、マウンドの高さや前肩幅の影響を明らかにするものである。

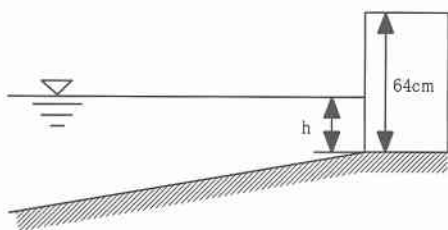


図-1 直立護岸の実験断面図

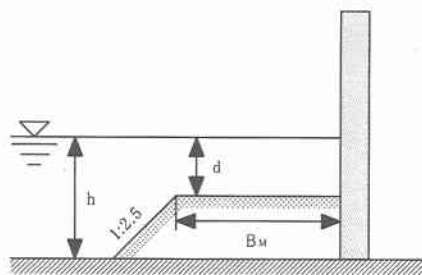


図-2 混成堤の実験断面図



写真-1 越波水塊の打ち上げ状況

2. 実験方法

直立護岸に関する実験は、長さ85m、幅1.6m、高さ2.0mの2次元造波水路において行い、前面の海底勾配を1/100、1/30および1/10の3種類に変化させた。直立部の模型は図-1に示すように直立壁の高さ l を64cmとし、前面水深を h 、沖波波高を H_0 として $H_0/h=0\sim 0.5$ に変化させた。

混成堤に関する実験は長さ24m、幅0.6m、高さ1.0mの2次元造波水路において行った。海底勾配は設けず水路床は水平とした。図-2に示すような模型を設置し、マウンド上水深 d を5、10および12.5cmの3種類、マウンド前肩幅 B_M を40、60および80cmの3種類に変化させた。

越波水塊の打ち上げ状況をビデオ画像に収録し、一波ごとの打ち上げ高さを読み取った。写真-1は混成堤における越波状況を堤体背後から撮影したものである。越波水塊は連続した水脈に着目し、静水面からの最大到達高さを R_w とした。以下、規則波では実験での有効波3波の平均値を用い、不規則波では作用波数150波に対する1/3最大値 $R_{w1/3}$ を用いた。

3. 直立護岸における越波水塊の打ち上げ高さ

図-3は、海底勾配をパラメータとして、 $R_{w1/3}/H_0'$ と h/H_0 の関係を示している。海底勾配が急なほうが $R_{w1/3}/H_0'$ が大きくなる傾向がある。図-4は海底勾配が1/30、 $h=0\text{cm}$ の場合について、波形勾配 H_0/L_0 の影響を示している。 H_0/L_0 が小さいほど $R_{w1/3}/H_0'$ は増大しているが、これは碎波後の水位上昇の影響と考えられる。

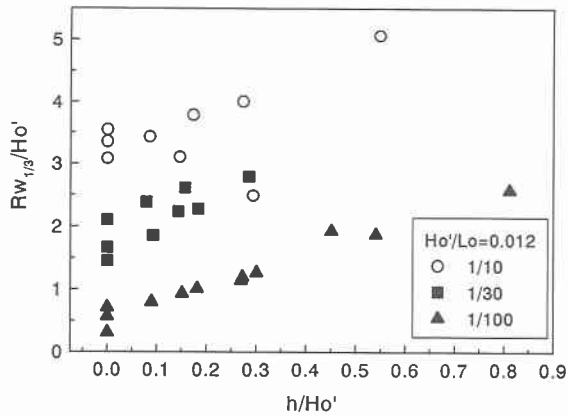


図-3 海底勾配の影響

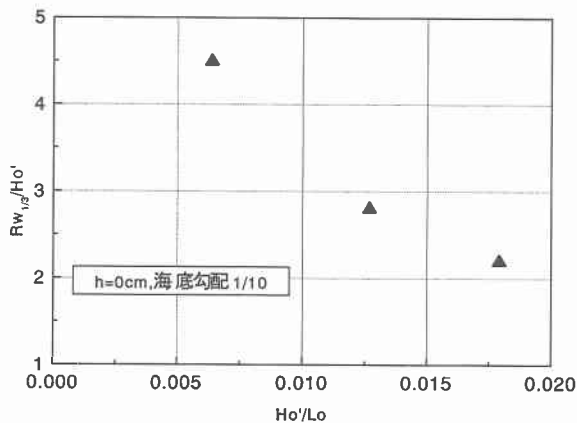


図-4 波形勾配の影響

4. 混成堤における越波水塊の打ち上げ高さ

図-5は、前肩幅 $B_M=40cm$ の混成堤について、周期 $T=2.24s$ の条件に対する Rw/H と H/h の関係を示している。波高が小さい条件では Rw/H は 1.0~2.0 程度であり、重複波の波頂高さの理論値にほぼ一致している。波高が大きくなると波の非線形性が強まり砕波限界までエネルギーの損失を伴わないため、打ち上げ高さは増加し続ける。 $d/H=1.0$ 付近で Wagner 型砕波が発生し、前傾した波面が直立部に作用す

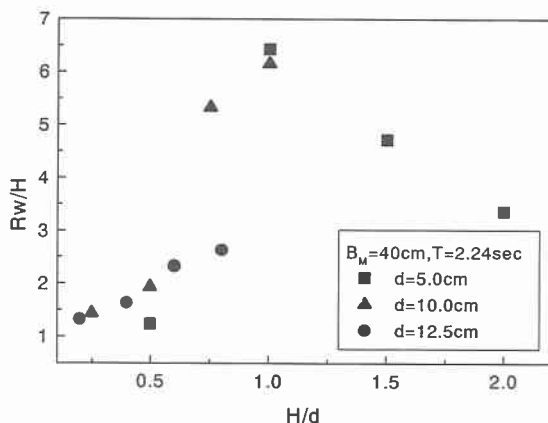


図-5 波高と打ち上げ高さの関係

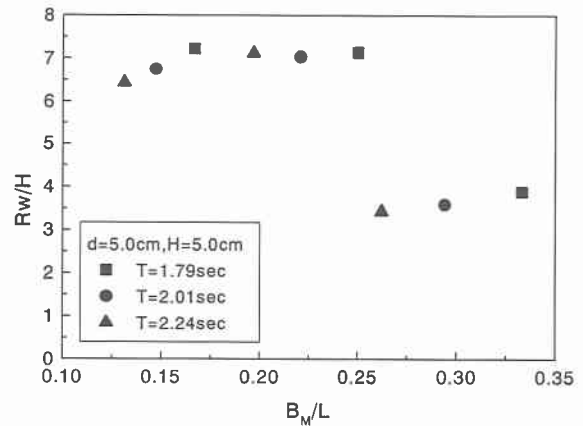


図-6 マウンド幅の影響

るため水塊の打ち上げが顕著になる。さらに波高が大きくなるとマウンド上での砕波減衰により、打ち上げ高さが減少する傾向がある。砕波形態は空気を巻き込んだ波面が作用する Bagnold 型砕波へと移行し、下向きの波面の打ち込みが顕著となるため、越波水塊の打ち上げは Wagner 型に比べて小さい傾向がある。

図-6は、マウンド上水深 $d=5.0cm$ の混成堤について、波高 $H=5.0cm$ の条件に対する Rw/H と B_M/L の関係を示している。マウンド幅が広いほど砕波による減衰が生じやすいため、打ち上げ高さが小さくなる。

5. まとめ

本報告の主要な結論をまとめると以下ようになる。

- ① 直立護岸に対しては、同一の波浪条件では海底勾配が急なほど越波水塊の打ち上げ高さが大きくなる。
- ② 混成堤を対象として、越波水塊の打ち上げ高さに及ぼすマウンド形状の影響を明らかにした。

越波水塊の飛散現象には模型のスケール効果が現れ易いため、さらに大きな模型を用いた実験や現地観測を行う必要がある。また越波を低減するためには、消波ブロックやスリット部を設置する工法が一般的である。こうした消波型構造に対する検討を含めて、今後の課題としたい。

本報告で示した直立護岸に関する実験は、前開発土木研究所港湾研究室員藤池貴史氏によって行われたものである。また混成堤に関する実験の実施に当っては、室蘭工業大学建設システム工学科4年生の小林貴宏、内山佳樹の両氏の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 福田伸男・宇野俊泰・入江 功 (1973) : 防波護岸の越波に関する現地観測、第20回海講論文集、pp.113-118, 1973
- 2) 木村克俊・藤池貴史・上久保勝美・安部隆二・石本敬志 : 道路護岸における波の打ち上げ特性に関する現地観測、海講論文集、第45巻、pp.676-680, 1998