

直積ブロック式護岸における越波飛沫の打ち上げ特性について

Characteristic of wave splash on wave absorbing block type seawall

室蘭工業大学 大学院 建設システム工学専攻
 室蘭工業大学 建設システム工学科
 北海道開発局 室蘭開発建設部 浦河道路事務所
 (財)日本気象協会 北海道支社 調査部
 日本データサービス(株) (元 室蘭工業大学大学院)

○学生員 本保隆之(Takayuki Honpo)
 正会員 木村克俊(Katsutoshi Kimura)
 正会員 山内章(Akira Yamauchi)
 正会員 西村修一(Shuichi Nishimura)
 正会員 岡田真衣子(Maiko Okada)

1. はじめに

海岸線に設置された道路では、自動車の安全な走行を確保するために、高波時の波の打ち上げを抑えることが重要である。しかし、既設の道路護岸では、海域利用者との調整が難しく適切な護岸改良を行なえない場合が少なくない。直積ブロック式護岸は海域占有幅が比較的小さいことから直立護岸の改良に適した構造の一つと考えられる。

これまで著者らは、直積ブロック式護岸の基本特性について検討してきた(岡田ら¹⁾)。本研究では、道路護岸のように前面水深が浅い条件に対して水理模型実験を行ない、越波飛沫の打ち上げ特性を明らかにする。さらに、現地観測結果をふまえて直積ブロック式護岸の越波低減効果について検討を行なう。

2. 水理模型実験

2.1 実験方法

水理模型実験は2次元造波水路(長さ24m, 幅0.6m, 高さ1.0m)で行なった。実験対象としたのは図-1に示す直積ブロック式護岸であり、縮尺は1/35とした。なお比較のために1:0.3勾配壁についても実験を行なった。海底勾配は1:30とし、堤体前面水深 h は3.7~10.1cmとした。実験は規則波と不規則波で行ない、波高 H_0' は2.9~22.9cm、周期 T は1.52~2.20sに変化させた。

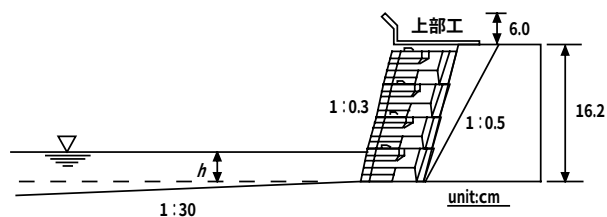


図-1 実験断面

2.2 解析方法

越波飛沫の飛散特性を調べるために、ビデオ解析および目視による観測を行なった。静水面を基準として、越波飛沫の打ち上げ高さを一波ごとに読み取った。図-2に示すように静水面からの最大到達高さを RS とし、規則

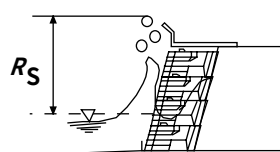


図-2 越波飛沫の打ち上げ高さ

波実験においては各波群の平均値である RS_{mean} 、不規則波実験においては各波群の1/3最大値である $RS_{1/3}$ を求めた。

3. 直積ブロック式護岸における越波飛沫の軌跡

前面壁が傾斜した護岸における越波飛沫の打ち出し角度 β と初速度 $v_{s1/3}$ については、式(1)~(3)のように定式化されている^{2), 3)}。

$$\beta = 0.545\theta + 40.95 \quad (1)$$

$$v_{s1/3} = K_D \cdot K_B \sqrt{gH_{1/3}} \quad (2)$$

$$K_D = 5.8 \exp \left\{ -0.2 \left(\frac{h}{H_0'} \right) \right\} \quad (3)$$

$$(-0.5 \leq h/H_0' \leq 4.0)$$

式中で、 θ は護岸法面の傾斜角、 K_B は水深係数で水深波高比により決まる。 K_B は構造係数で、不透過構造場合は $K_B=1.0$ である。これを直積ブロック式護岸に適用するためには構造係数 K_B を決定しなければならない。

図-3は直積ブロック式護岸と1:0.3勾配壁の飛沫の打ち上げ高さを比較したものである。実験は規則波で行なった。直積ブロック式護岸の打ち上げ高さは1:0.3勾配壁の約0.5倍である。この結果から、直積ブロック式護岸における構造係数を $K_B=0.72$ とした。

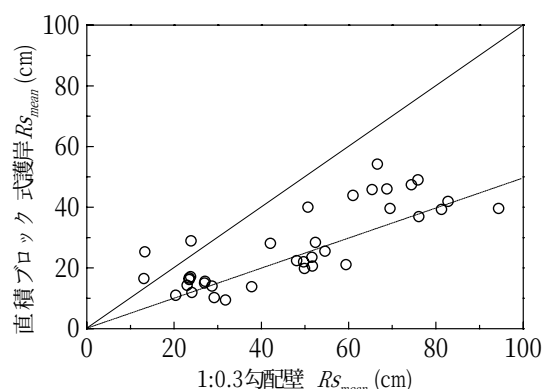


図-3 打ち上げ高さの比較

算定式の妥当性を確認するために、不規則波を用いて直積ブロック式護岸における打ち上げ高さを求めた。図-4は、縦軸に無次元打ち上げ高さ $RS_{1/3}/H_{1/3}$ 、横軸に水深波高比 h/H_0' を表している。図中の実験値は実線で示した算定式

の傾向と概ね一致していることがわかる。

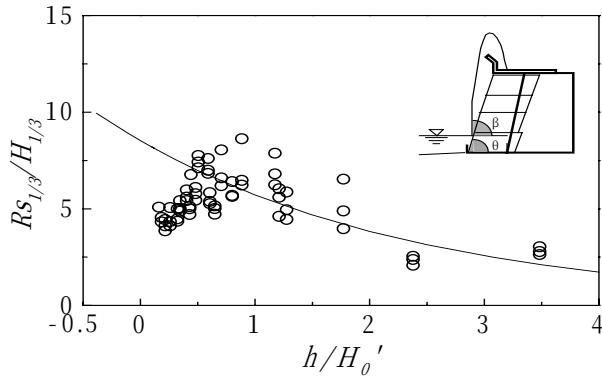


図-4 算定値と実験値の比較

4. 越波飛沫に関する現地観測

北海道日高管内の一般国道336号、通称「黄金道路」は越波の多発地帯で、通行障害が発生している。図-5に示すえりも町目黒荒磯海岸において、既設の1:0.5勾配壁の前面に直積ブロック式護岸(図-6)が延長160mにわたり施工されている。

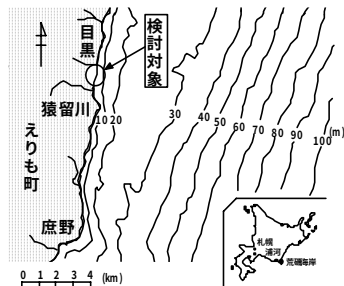


図-5 えりも町荒磯海岸

改良後の護岸を対象とした越波飛沫に関する現地観測は、2004年10月22日～12月22日に行ない、合計13ケースを取得した。一回の越波観測時間は20分とし、一波ごとの飛沫の打ち上げ高さを読み取った。図-7は、越波飛沫の打ち上げ高さの算定値と現地観測値を比較したものである。両者はおおむね一致しており、式(1)～(3)の妥当性が確認された。

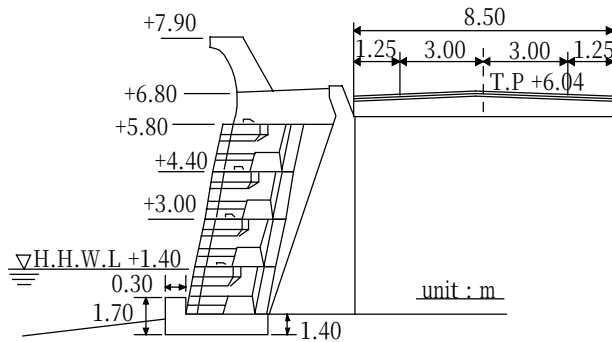


図-6 護岸の断面形状

5. 直積ブロック式護岸による改良効果

図-8は、1:0.3勾配壁および直積ブロック式護岸について、越波飛沫の打ち上げ高さ $Rs_{1/3}$ と換算沖波波高 H_0' の関係を表している。なお水深 h は 1.0m、波形勾配 H_0'/L_0 は 0.025 で一定としている。現地において通行止めの基準となる飛沫の打ち上げ高さは $Rs_{1/3}=7.0\text{m}$ と考えられ、その発生限界となる換算沖波波高 H_0' は、改良前が 3.0m となるのに対し、改良後は 7.0m となる。

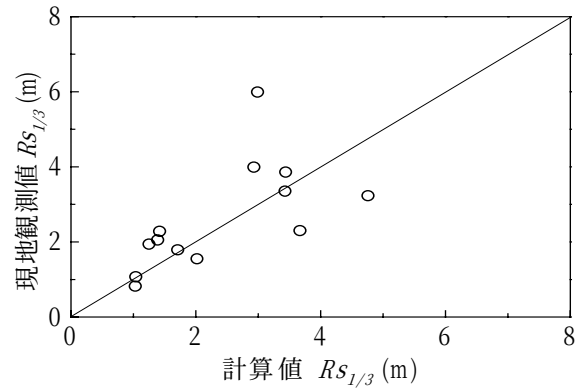


図-7 現地観測値と計算値の比較

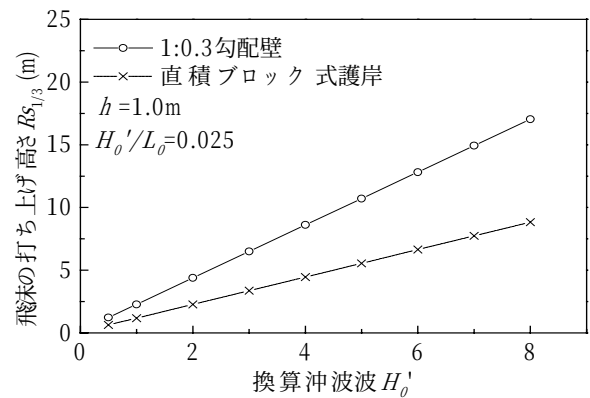


図-8 越波飛沫高さと沖波波高

荒磯海岸において護岸改良前の2003年8月～2004年3月までには、飛沫の打ち上げ高さ $Rs_{1/3}=7.0\text{m}$ を超える高波の発生時間数は313時間、通行止め時間数は418時間だった。改良後の2004年8月～2005年3月では、高波の発生時間数は306時間で改良前とほぼ等しかったが、通行止めは行なわれていない。具体的な通行限界条件については把握できていないが、荒磯海岸における護岸の改良効果は非常に大きいことがわかる。

6. まとめ

本研究の主要な結論を要約すると、以下になる。

- ①直積ブロック式護岸における越波飛沫の飛散特性を明らかにし、打ち上げ高さの軌跡の算定式を提案した。また、実験値および現地観測値と比較し、算定式の妥当性を確認した。
- ②直積ブロック式護岸を現地に施工することによる越波の低減効果を確認した。

参考文献

- 1) 岡田真衣子, 木村克俊: 直積消波ブロックを用いた護岸に関する水理模型実験, 土木学会北海道支部論文報告集, 第60号, 2004.
- 2) 三橋祐介: 国道336号黄金道路における高波時の通行障害事例の分析, 平成15年度室蘭工業大学卒業論文, 2004.
- 3) 木村克俊, 浜口正志, 岡田真衣子, 清水敏晶: 消波護岸における越波飛沫の飛散特性と背後道路への影響, 海講論文集, 第50巻, pp.796-800, 2003.