

消波ブロック被覆堤に配置した前面小段の波力低減効果について

(独法) 土木研究所 寒地土木研究所 寒冷沿岸域チーム 正会員 ○本山 賢司
 (独法) 土木研究所 寒地土木研究所 寒冷沿岸域チーム 正会員 上久保勝美

1. 目的

地球環境の変化によって生じる水位上昇は、沿岸域における高波浪の出現と波力及び越波の増大に繋がる重要な問題である。さらに、我が国の社会資本においては、施設の高齢化や維持管理更新費の増大が重要な課題になっており、防波堤の長寿命化は有効な対応策の一つと考えられる。そのため、著者らは、今後の波力および越波の増大に備えた防波堤の改良方策に関する研究を行っている。

本稿では、防波堤改良方策の一つとして、既設の消波ブロック被覆堤の消波ブロック法尻に配置した潜堤（以下、前面小段という）を取り上げた。前面小段配置後の反射特性に関しては、榎木ら¹⁾、須藤ら²⁾による研究はあるものの、作用波力に着目した知見はない。前面小段配置後は、小段上の碎波により波力低減が期待できると考え、その効果を確認するための水理模型実験を実施した。

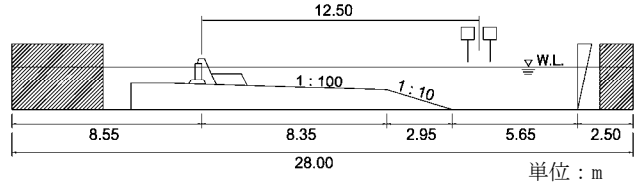


図-1 実験水路

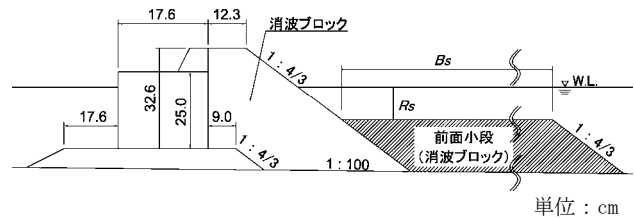


図-2 前面小段付消波ブロック被覆堤の模型断面

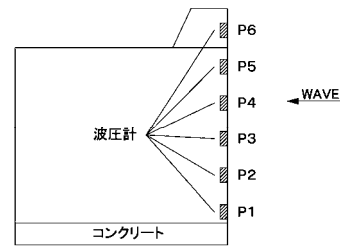


図-3 堤体模型に配置した波圧計

2. 水理模型実験の概要

実験は、図-1に示す不規則波発生装置を備えた2次元造波水路（長さ28.0m、幅0.8m、深さ1.0m）で行い、実験縮尺は1/30とした。水路内には、海底勾配 $i=1/100$ の一様斜面を設け、斜面上に図-2に示す堤体模型を設置し、前面小段を配置しないケースと前面小段を配置した2ケースの実験を行った。波力測定実験に用いた波は、有義波周期 $T_{1/3}=1.83, 2.19$ および $2.56s$ 、有義波高 $H_{1/3}=6.7, 10.0$ および $13.3cm$ の不規則波である。前面小段の高さは、消波ブロックの2層厚 $10.7cm$ と3層厚 $15.7cm$ とし、前面小段の天端上の水深（以下、小段水深という） R_S は2層厚で $16cm$ 、3層厚 $11cm$ となった。前面小段の天端長さ（以下、小段長という） B_S は 68.2 および $136.4cm$ の2種類とした。堤体沖側に2本の波高計を配置し、水位の変化を計測した。図-3に示す堤体模型の前面に波圧計を設置し、サンプリング数を $0.005s$ 間隔で測定した。

3. 実験結果

(1) 前面小段による波力の低減効果

図-4は小段水深 $R_S=16cm$ 、図-5は $R_S=11cm$ の波力低減率と $B_S/L_{1/3}$ の関係を示している。 $L_{1/3}$ は、防波堤設置地点の水深における波長である。堤体に作用した波力は、実験にて計測した時刻歴波力分布の瞬間最大合成波力とし、計測3回の平均値とした。波力低減率は、「小段ありの波力/小段なしの波力」で定義した。

$R_S=16cm$ の場合（図-4）には、 $H_{1/3}/R_S=0.42$ の条件で波力低減率が1.0を超えており、 $H_{1/3}/R_S=0.63$ 及び 0.83 の条件で波力低減率が1.0を下回っている。一方、 $R_S=11cm$ の場合（図-5）には、 $H_{1/3}/R_S=0.61, 0.91, 1.21$ の全ての条件で波力低減率が1.0を下回っている。また、 $B_S/L_{1/3}$ が大きくなるにつれて、波力低減率は小さくなる。

キーワード 消波ブロック被覆堤, 前面小段, 波力低減

連絡先 〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 TEL011-841-1684

傾向がある。さらに、図-4 と比較して、波力低減率が全体的に小さい値を示しており、 R_S を小さくすることで波力低減率を低くすることができる。

次に、波力低減が得られる条件を明らかにするために、波力低減率と $H_{1/3}/R_S$ の関係を整理した(図-6)。 $R_S = 16\text{cm}$ の条件を黒塗り、 $R_S = 11\text{cm}$ の条件を白抜きでプロットした。波力低減率が1.0以下となる条件は、 $H_{1/3}/R_S$

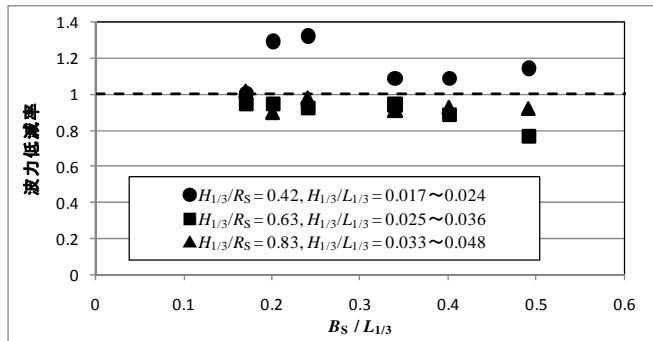


図-4 小段水深 $R_S = 16\text{cm}$ の波力低減効果

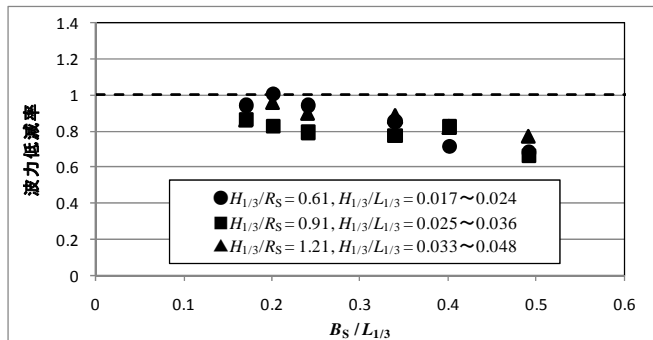


図-5 小段水深 $R_S = 11\text{cm}$ の波力低減効果

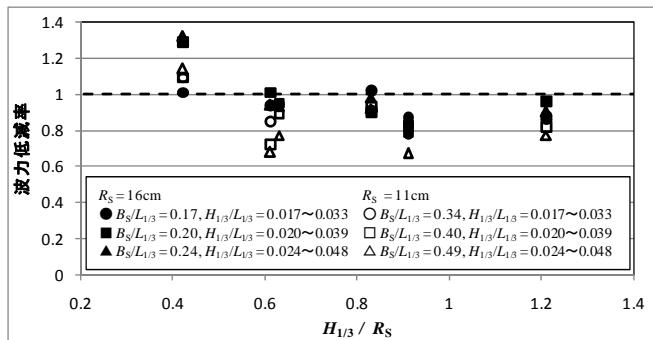


図-6 波高小段水深比と波力低減率の関係

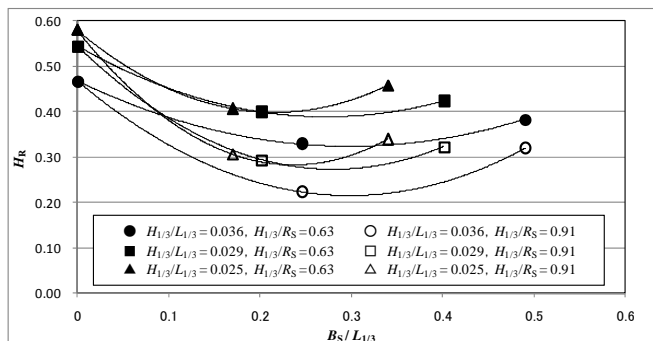


図-7 $H_{1/3} = 10\text{cm}$ における反射率と小段長の関係

$= 0.61$ 以上と考えられる。また、プロット全体が右肩下がりであるため、 $H_{1/3}/R_S$ が大きくなるにつれて波力低減率は小さくなる傾向にある。

(2) 前面小段設置後の反射率

図-7 は、 $H_{1/3} = 10\text{cm}$ における反射率 H_R と $B_S/L_{1/3}$ の関係を示しており、前面小段なしの条件を $B_S/L_{1/3} = 0$ に追加した。反射率は、堤体模型から 12.5m の位置に設置した 2 本の波高計の水位データに、入射分離法を用い、得られた入射波高に対する反射波高の比で求めた。 $H_{1/3}/L_{1/3}$ が同じ条件について比較すると、 H_R は $B_S/L_{1/3} = 0$ で最大になっており、前面小段を配置することで H_R は小さくなることを示している。さらに、白抜きのプロットは黒塗りの下側にあり、 $H_{1/3}/R_S$ が大きくなると H_R が小さくなることを示している。また、 $B_S/L_{1/3}$ の中間で H_R が極小となる点は、 $B_S/L_{1/3}$ の増加とともに減少する波力低減率と異なる傾向にある。なお、 $H_{1/3} = 6.7\text{cm}$ および 13.3cm の条件においても、同様な傾向が得られた。

4. おわりに

波高小段水深比 $H_{1/3}/R_S = 0.61 \sim 1.21$ 、小段長波長比 $B_S/L_{1/3} = 0.17 \sim 0.49$ において、波力低減率 $= 0.7 \sim 1.0$ なることを確認した。小段長波長比 $B_S/L_{1/3}$ が大きくなるにつれて、波力低減率は小さくなる傾向がある。なお、消波ブロック被覆堤に前面小段を設置することで反射率 H_R は小さくなるが、 H_R が極小値になる $B_S/L_{1/3}$ は、 $0.17 \sim 0.49$ の中間にあることを確認した。

今後、前面小段を現地へ適用するための課題として、作用波力の算定方法、前面小段の配置による越波量の変化、消波ブロック所要質量の安定性、経済性の検討が挙げられる。

参考文献

- 1) 榎木享, 柳青魯, 楠見正人: 複合断面捨石堤の低反射効果について, 海岸工学講演会論文集, 第 32 回, 1985.
- 2) 須藤賢哉, 菊池聡一, 山本泰司: 小段付き消波ブロック被覆堤の水理特性に関する研究, 北海道開発技術研究発表会論文集, 第 37 回, 1994.