

(Ⅱ-27) 格子スリット階段護岸の越波および反射特性実験

運輸省第二港湾建設局横浜調査設計事務所 正会員 永井紀彦 正会員 守屋義一 利光久信 阿部弥四男

1. はじめに 近年、防波護岸には、越波流量を許容値以下に抑えて背後地の安全を確保する機能に加え、景観上の配慮から低天端構造が求められている。また、水深が比較的深い場所に建設される護岸には、低反射となる構造が求められることが多い。これらの要請に応えるため、前面に異形ブロックを積んだ護岸やスリットケーンを用いた護岸が実用化されているが、水深が深く長周期の大波浪が来襲するような条件の下では、これらの構造の効果には限界があるため、さらに低天端化できるような新しいタイプの護岸の開発が望まれている。本報告は、図1に示す格子スリット階段護岸と呼ぶ著者らによって開発された新しい構造の護岸を紹介し、その低天端化効果を不規則波実験によって検討し、換算天端高係数 β を用いてとりまとめたものである。あわせて、反射率の測定実験も行い、格子スリット階段護岸の反射波低減効果についても検討を行った。

2. 実験方法 実験は、当所水理実験場にある長水路で実施された。水路内には勾配1/30の海底地形を延長15mにわたって再現した。実験波としては、プレートシフト・光易型スケールを有する不規則波を作用させた。

表1に示すように、入射波有義波高 H_0' を一定(越波実験では12.5cm、反射率実験では10cm)として、有義波周期を変化させた。波高の測定は、2台の容量式波高計を実験波の周期に応じて20cm～40cmの間隔で設置し合田らによる方法¹⁾によって入射波の分離計算を行い、反射率 K_R を求めた。越波流量の測定は、集水ますに集められた越波水水量を測定することによって単位時間・単位幅当たりの越波流量 q ($\text{cm}^3/\text{cm}\cdot\text{s}$)を求めた。これを更に重力加速度 g と H_0' の3乗の積の平方根で除した無次元越波流量 $q/\sqrt{2gH_0'^3}$ を用いて実験結果を整理した。実験対象とした護岸の諸元(模型量)を図2に示す。図中断面図に示すように、護岸の矩形ケーン部の高さは一定とし天端高 h_c の変更は、後退型のパラハットの高さを変化させることにした。

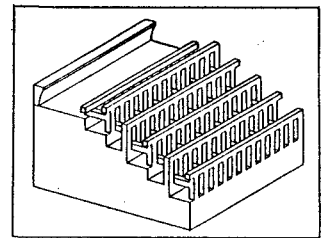


図1 格子スリット階段護岸

3. 結果と考察 図3は反射率測定実験の結果を、横軸に入射波の波形勾配 H_0'/L_0 、縦軸に反射率 K_R をとってプロットしたものである。ここに L_0 は入射波の有義波周期に対応する沖波の波長を意味している。直立護岸では、反射率は波形勾配にかかわらず0.8程度の一定値を示しているが、他のタイプの護岸では直立護岸より小さく、波形勾配の増加にともなって減少する傾向が見られる。格子スリット階段護岸の反射率は、ブロック積み消波護岸や階段護岸と比較しても小さい値となっている。このことは、格子スリット階段護岸は低反射構造として優れた構造であることを意味している。

	H_0' (cm)	$T_{1/3}$ (sec)	H_0'/L_0
Experiment on Wave Reflection	10.0	2.53	0.01
		1.78	0.02
		1.46	0.03
		1.27	0.04
		1.03	0.06
Experiment on Wave Overlapping	12.5	2.58	0.012
		1.49	0.036

表1 実験波諸元

図4、図5は越波実験の結果を、横軸に h_c を H_0' で除した無次元天端高 h_c/H_0' をとり、縦軸には無次元越波流量をとってプロットしたものである。いずれの護岸においても h_c の増加にともない無次元越波流量は指数的に減少している。各タイプ別に比較すると、直立護岸、階段護岸、ブロック積み消波護岸の順に越波流量が大きく、格子

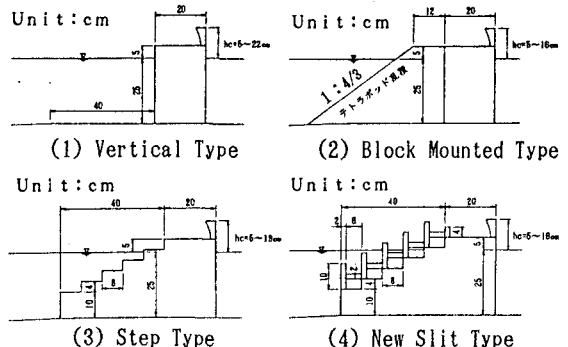


図2 実験断面

スリット階段護岸の越波流量は、他のタイプの護岸にくらべて際だって小さくなっている。このことは、格子スリット階段護岸のすぐれた低天端化効果を示している。

図6、図7はそれぞれ図4、図5から換算天端高係数 β を求めたものである。 β は、一定の越波流量となる消波護岸の hc と直立護岸の所要天端高 $(hc)_{VER}$ との比として定義され^{2) 3) 4) 5)} 小さな値をとるほど優れた低天端化効果を持つことを意味している。図6、図7に共通して階段護岸の β は0.9程度、ブロック積み消波護岸の β は0.8程度となり無次元越波流量による変化は、あまり見られない。

格子スリット階段護岸の β は、無次元越波流量の増加にともない減少する傾向を示し、本実験の範囲では0.4~0.6となっており階段護岸やブロック積み消波護岸にくらべて非常に小さな値となっている。また、無次元越波流量が 2×10^{-4} 以上の範囲の β は、図6より図7の方が小さくなっている。これは長周期の波浪に対する低天端化効果が優れていることを意味しており、格子スリット階段護岸の大波浪水深護岸への適用の可能性が高いことを示唆している。

格子スリット階段護岸の低天端化効果が極めて高い理由としては、以下のことが考えられる。格子スリット階段護岸に襲った波は、鉛直及び水平の格子によって階段を遡上する各段階で、徐々にそのエネルギーを減少させる。最上段のハラハット前面部まで遡上した水塊は、水平スリットを透過落下しスリット内部を通して前面に戻される。このためハラハットを越えて護岸の背後へ越波する流量が大幅に減少する。

4. あとがき 本報告では、格子スリット階段護岸と呼ぶ新しい構造の護岸を紹介しその越波流量特性、反射率特性を水理模型実験によって検討し、優れた低天端化効果及び反射率低減効果を確認することができた。今後、格子スリット階段護岸を実用化するためには、波圧及び波力に関する検討を行いその構造力学的な特性を把握する必要があるので、更に検討を続けて行きたいと考えている。

参考文献 1) 合田良実・鈴木康正・岸良安治・菊池 治: 不規則波における入・反射波の分離推定法, 港湾技術資料 No. 248, 24p, 1976. 2) 高山知司・永井紀彦・西田一彦: 各種消波工による越波流量の減少効果, 港湾技術研究所報告第21巻第2号, pp151-205, 1982. 3) 高山知司・永井紀彦・菊池 治・西田一彦・関口忠志: 各種消波護岸の越波流量特性, 第29回海岸工学講演会論文集, 土木学会, pp370-374, 1982. 4) 高山知司・永井紀彦・西田一彦・関口忠志: 斜め入射不規則波を用いた護岸の越波特性実験, 第31回海岸工学講演会論文集, 土木学会, pp542-546, 1984. 5) 高山知司・池田直太・永井紀彦・高山 優: 広天端幅潜堤の越波低減効果に関する不規則波実験, 第35回海岸工学講演会論文集, 土木学会, pp587-591, 1988.

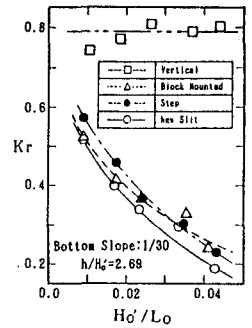


図3 各種護岸の反射率

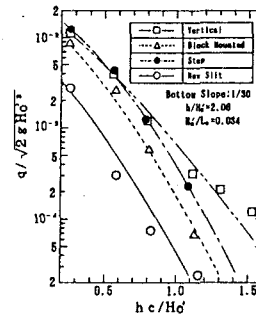


図4 各種護岸の越波流量 ($H_0/L_0=0.034$)

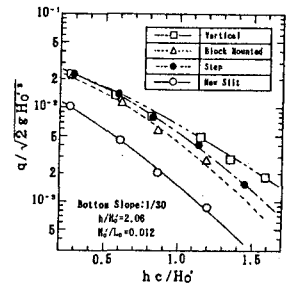


図5 各種護岸の越波流量 ($H_0/L_0=0.012$)

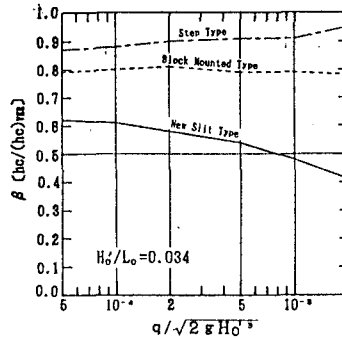


図6 各種護岸の β ($H_0/L_0=0.034$)

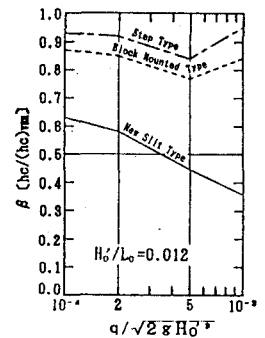


図7 各種護岸の β ($H_0/L_0=0.012$)