

II-413 高波浪域における防波護岸の越波特性について

第三港湾建設局 正会員 片岡 真二
第三港湾建設局 正会員 勝海 務
第三港湾建設局 梶田 省一

1. はじめに

防波護岸の天端高を決定するためには、護岸の越波流量特性を明らかにすることが必要である。越波流量特性の把握を目的とした実験は数多く実施され、直立護岸、消波ブロック被覆護岸の推定方法は確立されているが、パラベット突出型被覆護岸、パラベット後退護岸については研究事例が少なく確立されていない。そこで、この点を中心に所要天端高決定の資料を得るため水理模型実験を行ったものである。

2. 実験内容

実験には図-1に示す二次元不規則波造波水路を用いた。水路は鋼製片面ガラス張り、長さ40.0m、幅1.0m、高さ1.6mである。模型床の海底勾配は図-1に示すように現地海底勾配と同じく1/100とし、模型床は合板で製作した。また、水路端部の消波装置としては、碎石で緩傾斜の斜面を形成している。

造波水路断面の大きさ、現有ブロック模型の大きさ、造波機の造波能力、波浪条件より、模型の幾何学的縮尺は $\gamma=1/50$ とした。

実験はフルードの相似則に従って行った。

実験断面は図-2～図-4に示す、直立護岸、パラベット突出型被覆護岸、パラベット後退護岸の各断面形状について越波実験を行い、各護岸構造での所要天端高決定の資料とした。ここで、許容越波流量は一応の目安として $0.05\text{m}^3/\text{m}/\text{sec}$ とした。実験ケースを表-1に示す。

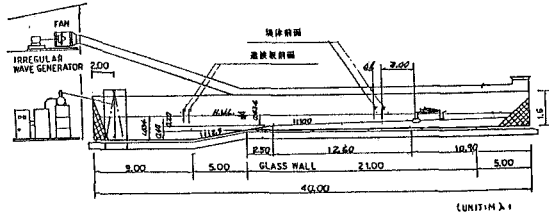


図-1 実験装置図（越波実験）

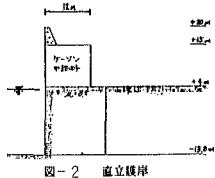


図-2 直立護岸

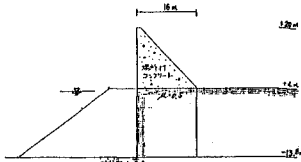


図-3 パラベット突出型被覆護岸

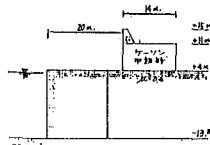


図-4 パラベット後退護岸

表-1 護岸越波実験（不規則波）

護岸構造	パラベット後退距離 (m)	天端高 (m)	消波工		潮位 (m)	波浪条件		備考
			直立壁前面	パラベット前面		周期 $T_{1/3}$ (sec)	波高 $H_{1/3}$ (m)	
直立護岸	—	+10 +15 +20	無	—	+1.9	15.5	9.0	パラベット天端高の効果
パラベット突出型被覆護岸	—	+10 +15 +20	有	—	+1.9	15.5	9.0	直立壁前面消波の効果
パラベット後退護岸（被覆材）	10 20 30 40 50	+15	無	無	+1.9	15.5	9.0	パラベット後退距離の効果
パラベット後退護岸（被覆材）	10 20 30 40 50	+15	有	無	+1.9	15.5	9.0	
パラベット後退護岸	10 20 30 40 50	+10 +12.5 +15 +17.5 +20	無 有 有 有 有	無 有 有 有 有	+1.9	15.5	9.0	パラベット後退距離、パラベット天端高、直立壁前面消波、パラベット前面消波
	30	+10 +12.5 +15 +17.5 +20	無 有 有 有 有	無 有 有 有 有				

3. 実験結果および考察

(1) 実験値と推算値の比較

直立護岸の越波流量については高山ら¹⁾の推算式がある。しかし、その根拠となる合田ら²⁾の実験データは、海底勾配が1/10、1/30、沖波波形勾配が0.012、0.017、0.036であり、本実験での海底勾配1/100、沖波波形勾配0.026とは異なる。そこで、同一条件で、各断面形状の越波流量を比較するため、直立護岸についても越波実験を行うこととした。

直立護岸の場合の実験値と推算値を比較したものを図-5に示す。横軸は相対天端高 hc/H_0' （ hc ：静水面からパラベット天端高までの距離、 H_0' ：換算沖波波高）、縦軸は換算沖波波高で無次元化した無次元越波流量である。

図-5より実験値と推算値は、実験精度、表-2の真値の想定範囲²⁾からするとよく一致しているといえる。これより、直立護岸の越波流量は、海底勾配、波形勾配が合田ら²⁾による既往のデータと異なっても、高山ら¹⁾による推算値は妥当な値を与えるものといえる。

(2) 各断面形状および後退距離による越波流量

① パラペット後退距離の影響

実験結果よりパラペット後退距離と沖波波長との比 (l/L_0 : 相対後退距離) と無次元越波流量との関係を図-6に示す。同図には後退距離 $l=0$ の直立護岸、パラペット突出型被覆護岸の結果も合わせ示している。同図より、天端高、消波工の有無に関わらず、パラペット後退距離の増大とともに、無次元越波流量は減少するといえる。

② 消波工の影響

後退距離 $l=20\text{m}$ 、 30m の実験結果より、直立部前面、パラペット前面の消波工の有無による越波流量の変化を図-7に示す。また、同図には直立護岸、パラペット突出型被覆護岸の結果も合わせ示している。同図より、直立護岸、パラペット突出型被覆護岸、後退護岸の無次元越波流量を比較すると、パラペット後退護岸が最も小さく、越波低減効果があるといえる。

後退護岸で直立部前面消波工の有無についてみると、パラペット前面消波工の有無に関わらず直立部前面消波工が無い方が無次元越波流量は小さい。これは、直立部前面に消波工がある場合、波高の小さい波浪については消波工法面で消波されるが、波高の大きい波は消波工法面が不透過斜面と同じように法面上を遡上し、エプロン上の波高の増大と水平流速の増大をもたらすためと考えられる。これより、直立部前面消波工の越波低減効果はなく、逆に越波流量を増大させるといえる。

パラペット前面の消波工の有無についてみると、直立部前面に消波工が無い場合にはパラペット消波工の有無による無次元越波流量の差異はほとんど無いといえる。また、直立部前面に消波工が有る場合にはパラペット前面に消波工が有る場合の方が無い場合よりも逆に無次元越波流量は大きい。これは、先に述べた消波工斜面による波の遡上効果のためで、パラペット前面に消波工が有る場合、遡上した波の実質部が全て越波するためである。これに対してパラペット前面に消波工が無い場合には、直立部前面消波工を遡上した波はパラペットに衝突し、波は鉛直方向に飛び上がり、波はパラペットを越えず、パラペット前面のエプロン上に落下する。

以上より、直立部前面、パラペット前面の消波工による越波低減効果は本実験では認められなかった。

また、図-8に後退距離を沖波波高で除した無次元量に対して換算天端高係数を示す。図中の破線は合田ら³⁾による曲線であるが、本実験結果とよく一致している。

後退距離による低減効果は $l/H_0=2$ のところで効果が高い。

4. あとがき

本実験では、直立部前面、パラペット前面の消波工による越波低減効果は認められなかった。しかし、現地への適用を考える場合、風の影響を考慮しなくてはならない。風の影響の無い本実験結果ではパラペット前面消波工の越波低減効果は認められないが、パラペット前面に消波工が無い場合、飛び上がった水塊は風により現地ではパラペットを越えると考えられ、現地越波流量は増大すると思われる。これに対してパラペット前面に消波工が有る場合、風の影響は小さく現地越波流量は本実験結果と大きく変わらないと考えられる。したがって、現地を想定すると、パラペット前面消波工の越波低減効果はあると考えられる。

参考文献

- 1) 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 1982
- 2) 合田良実・岸良安治・神山豊：不規則波による防波護岸の越波流量に関する実験的研究 港湾技術研究所報告 第14巻 第4号 1975
- 3) 合田良実・岸良安治：不規則波による低天端型護岸の越波特性実験 港湾技研資料 No242 1976

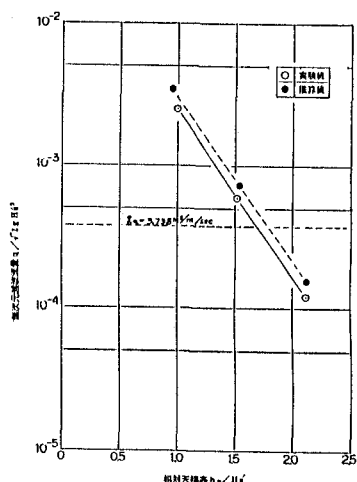


図-5 直立護岸の無次元越波流量

表-2 越波流量の推定値に対する真値の想定範囲

$q/2gH_0^3$	直立護岸	消波護岸
10^{-4}	0.7~1.5倍	0.5~2倍
10^{-3}	0.4~2倍	0.2~3倍
10^{-2}	0.2~3倍	0.1~5倍
10^{-1}	0.1~5倍	0.05~10倍

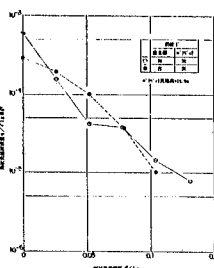


図-6 パラペット後退距離の影響

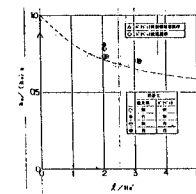


図-7 パラペット後退距離の影響

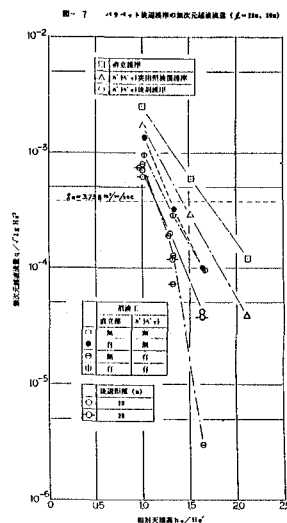


図-8 パラペット後退距離の影響