

関西大学大学院 学生員 井上裕規
 関西大学大学院 学生員 ○玉田 崇

関西大学工学部 正会員 井上雅夫
 関西大学工学部 桐畑裕行
 関西大学工学部 前田健作

1. まえがき

越波防止を目的とした海岸護岸の機能設計に際しては、合田らによる越波流量の算定図が広く活用されている。しかし、これは護岸形状が直立護岸と消波護岸だけのものに限定されているため、近年、施工実績が増加傾向にある緩傾斜護岸の機能設計に、これを直接、適用することはできない。したがって、この研究では、緩傾斜護岸を対象とした一連の系統的な越波実験を行い、その結果をとりまとめて、越波流量の算定図を提案することにより、緩傾斜護岸の越波防止機能の向上を図ろうとした。

2. 実験装置および方法

実験では、二次元不規則波造波水槽内に勾配が1/10の傾斜海浜を設け、その上にのり面勾配が3割と5割の緩傾斜護岸を設置して、不規則波による越波実験を行った。実験条件の詳細については、表-1に示すとおりである。

表-1 実験条件

期待スペクトル	Bretschneider・光男型
沖波波形勾配 H_0/L_0	0.036
有義波周期 T (s)	1.0
一様水深 h_0 (cm)	31.0
のり先水深・波高比 h/H_0	-0.26 ~ -0.71
のり先水深・波長比 h/L_0	-0.096 ~ -0.026
相対護岸天端高 h_c/H_0	0.5 ~ 1.5
海浜勾配 S_1	1/10
のり面勾配 S_2	1/3, 1/5

3. 実験結果および考察

(i) 越波特性

図-1には、反射率 K_r 、越波率 r_0 および越波流量 $q/\sqrt{2gH_0^3}$ とのり先水深・波長比 h/L_0 との関係を示した。これによると、 K_r は、いずれの護岸においても、 h/L_0 の違いによる変動はほとんどみられず、20%程度でほぼ一定である。一方、 r_0 は、いずれの護岸においても、 h/L_0 が-0.01~0の範囲で著しく増加する。また、 h/L_0 が-0.01の場合、3割勾配護岸の $q/\sqrt{2gH_0^3}$ は5割勾配のものに比べて小さい。このことから、護岸を陸上部に設置する場合には、3割勾配護岸の越波低減機能は優れているといえる。

図-2には、反射率 K_r 、越波率 r_0 および越波流量 $q/\sqrt{2gH_0^3}$ と相対護岸天端高 h_c/H_0 との関係を示した。これによると、 K_r は、いずれの護岸においても、 h_c/H_0 の違いによる変動はみられず、20%程度でほぼ一定である。一方、いずれの護岸においても r_0 、 $q/\sqrt{2gH_0^3}$ ともに、 h_c/H_0 が大きくなるにつれて減少している。このことから、緩傾斜護岸の越波防止対策としては、護岸の嵩上げがきわめて効果的であるといえる。

(ii) 越波流量算定図

図-3および4は、著者らが行った越波実験の結果をもとに作成した緩傾斜護岸における越波流量の算定図であり、それぞれ3割および5割勾配護岸のものである。これらによると、いずれの護岸においても、越波流量の算定図には系統的な傾向がみられる。すなわち、傾斜海浜上にのり面勾配が3割および5割の緩傾斜護岸を設置した場合、のり先水深・波高比 h/H_0 の増大や相対護岸天端高 h_c/H_0 の減少とともに越波流量は増大する。このことは、合田らの直立および消波護岸のものについても同様である。

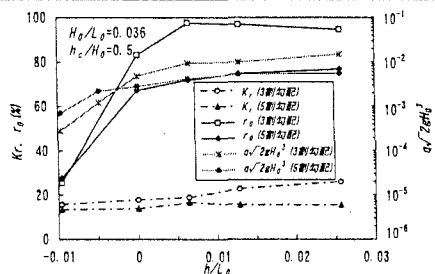


図-1 反射率、越波率および越波流量とのり先水深・波長比との関係

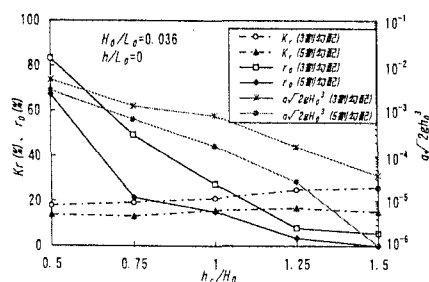


図-2 反射率、越波率および越波流量と相対護岸天端高との関係

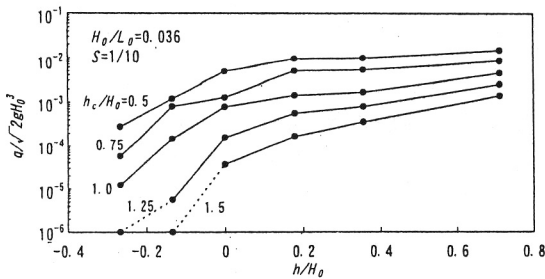


図-3 3割勾配護岸の越波流量算定図

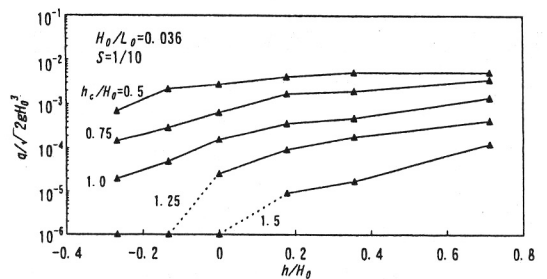


図-4 5割勾配護岸の越波流量算定図

(iii) 越波防止機能の優れた護岸形状

図-5には、越波流量の低減効果の大きい護岸形状を相対護岸天端高 h_c/H_0 とのり先水深・波長比 h/L_0 との関係で示した。ここに、図中に示した三種類の領域は、それぞれ直立護岸、3割および5割勾配護岸のうち、越波流量が最も小さくなる護岸形状を示している。これによると、ほとんどの領域で直立護岸の越波防止機能が優れていることがわかる。しかし、陸上部に護岸を建設するには、3割勾配護岸を採用した方が効果的である。また、 h/L_0 の大きいところでは、5割勾配護岸の越波低減機能が優れていることがわかる。このように、この図は、海岸護岸の建設に際しての諸条件を与えると、越波防止機能の高い護岸形状を簡単に見出すことができ、緩傾斜護岸の機能設計に役立つものである。

図-6および7には、図-5で直立護岸の越波防止機能が優れていた領域において、それぞれ3割および5割勾配護岸の越波流量を直立護岸のもので除して得られた値を、三種類の範囲に区分して表した。図-6によると、3割勾配の越波流量が直立護岸のものの6倍以上になる領域は広範囲になっていることがわかる。しかし、図-7では、ほぼ全領域で5割勾配の越波流量は直立護岸のものの1~3倍程度である。したがって、このような場合は、面的防護方式の考え方に基づいた整備手法を採用することによって、直立護岸を設置した場合のものと同程度の越波低減効果が期待できよう。

図-8には、図-5で緩傾斜護岸の越波防止機能が優れていた領域において、3割および5割勾配護岸の越波流量を直立護岸のもので除して得られた値を、三種類の範囲に区分して表した。これによると、 h_c/H_0 の大きいところでは、緩傾斜護岸の越波流量が直立護岸のものの0~0.4倍程度となる領域が存在しており、直立護岸よりも緩傾斜護岸の越波低減機能ははるかに優れているといえる。しかし、 h_c/H_0 が小さい場合には、直立護岸と緩傾斜護岸の越波低減効果はほとんど同じである。このような場合には、海浜の利用目的や護岸の占有可能な面積等を勘案して、最適護岸形状を選択すればよいことになる。

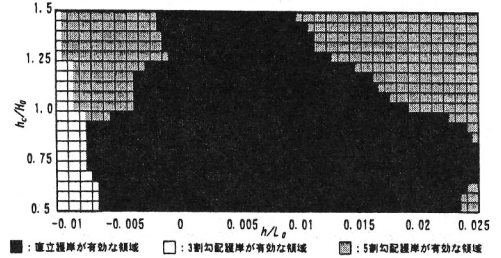


図-5 越波量軽減に対して有効な護岸形状

($H_0/L_0=0.036$ の場合)

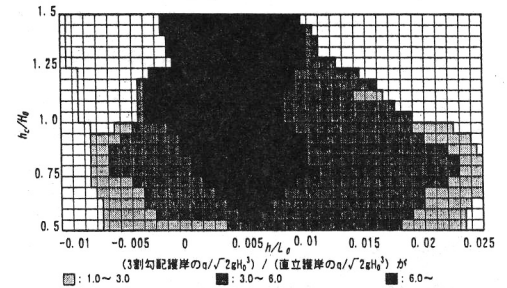


図-6 3割勾配護岸と直立護岸との比較

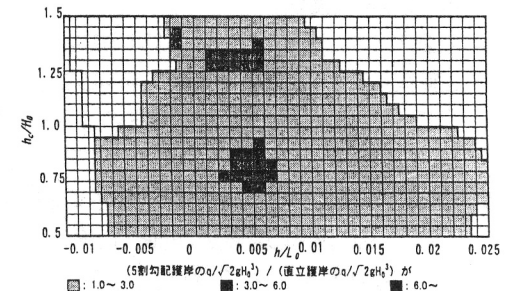


図-7 5割勾配護岸と直立護岸との比較

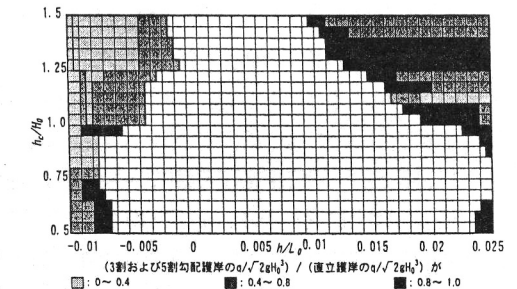


図-8 3割および5割勾配護岸と直立護岸との比較