

第 部門

各種消波護岸の越波低減効果に関する実験的研究

関西大学工学部 学生員 坂口 健児 関西大学工学部 横田 功貴
 関西大学工学部 正会員 石垣 泰輔 関西大学工学部 正会員 島田 広昭
 三基ブロック(株) 正会員 東方 美和 関西大学大学院 学生員 米森 秀明

1. まえがき

我が国では、建設事例の多い直立護岸における内海や港湾内での静穏度が問題になると、前面に消波ブロックを置くことで対処してきた。しかしながら、消波ブロックを設置すると利用や経済面でのマイナス面も多い。また、従来こう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算定図表が設計の指標とされている。しかし、これは直立護岸と消波工付護岸に限定されているため、直立消波ブロック積護岸の機能設計に直接適用することはできない。そこで本研究では、直立消波ブロック積護岸の越波低減効果や消波効果を、直立護岸や消波工付護岸と比較検討し、設計に際して有効な護岸形状を明らかにしようとした。

2. 実験装置および方法

二次元不規則波造波水槽内に勾配が 1/30 の傾斜海浜を設け、その上に直立護岸、直立消波ブロック積護岸、消波工付護岸(天端幅 91mm, 140mm)を設置して、不規則波による越波実験を行った。表 - 1 には実験条件を示した。また、波の性質変化を考慮した護岸設置領域の区分方法は、合田による碎波出現水深図から算出し、碎波点より浅い水深を Breaking Zone、深い水深を Shoaling Zone とした。

3. 実験結果および考察

(i) 領域区分ごとの諸要素の影響

図 - 1 ~ 6 には、Breaking Zone と Shoaling Zone における反射率 K_r 、越波率 r_0 および無次元越波流量 $q/\sqrt{2gH_0'^3}$ と相対護岸天端高 h_c/H_0' との関係を示した。

これらによると、すべての護岸形状において、いずれの領域でも、 h_c/H_0' が增大するにつれて K_r 、 r_0 および $q/\sqrt{2gH_0'^3}$ は減少する。

また、領域ごとに比較してみると、 K_r については Shoaling Zone のほうが高い。 r_0 については、直立護岸の場合は、Breaking Zone のほうが高いが、他の護岸形状では、領域による違いはあまりみられない。

表 - 1 実験条件

期待スペクトル	Bretschneider・光易型	
沖波波形勾配	H_0'/L_0	0.036
有義波周期	T(s)	1.2
目標波高	H_0 (cm)	7.5
相対護岸天端高	h_c/H_0'	0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5
のり先水深	h (cm)	5.85 ~ 24.98
のり先水深波高比	h/H_0'	0.78 ~ 3.33
海底勾配	i	1/30

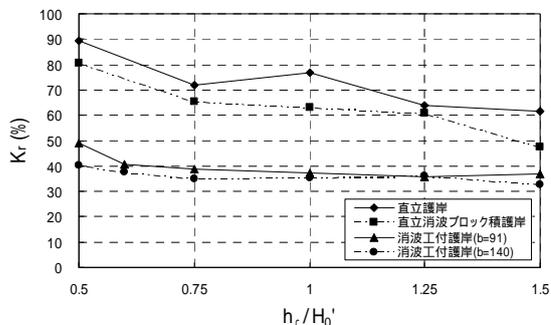


図 - 1 Breaking Zone での反射率と相対護岸天端高との関係

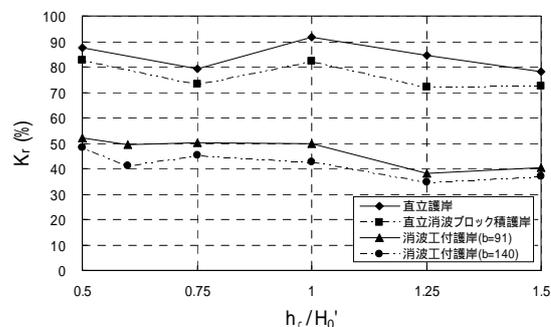


図 - 2 Shoaling Zone での反射率と相対護岸天端高との関係

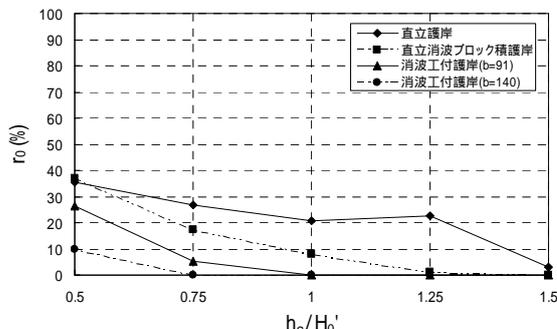


図 - 3 Breaking Zone での越波率と相対護岸天端高との関係

$q/\sqrt{2gH_0^3}$ については、**Breaking Zone** のほうが高くなっている。

() 許容越波流量に対して有効な護岸形状

本研究では、許容越波流量に対して有効な護岸形状を示す図表は、以下の方法で図化を行った。

許容越波流量については、合田によって海岸道路のように護岸の背後を自動車が行く場合かなり低く抑える必要があり、 $1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m/s}$ のオーダーが許容範囲であることが提示されている。また、福田らは、背後地の利用状況からみた許容越波流量について、自動車が利用する直背後においては $2 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{m/s}$ (50%安全度) という値を提示している。本研究で対象とした護岸は、前面の占有面積が狭い漁港などのものを対象としており、このような場所は重要度も高く、また自動車なども頻りに利用するものと考えられる。したがって、本研究では $2 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{m/s}$ を許容越波流量とした。

領域別に得られた越波流量 $q(\text{m}^3/\text{m/s})$ および許容越波流量と相対護岸天端高 h_c/H_0' との関係を示した図から、相対護岸天端高 h_c/H_0' に対して許容越波流量以下となる護岸形状を有効な護岸形状と定義し、そのときの相対護岸天端高 h_c/H_0' とのり先水深・波高比 h/H_0' を読み取り、**Breaking Zone**、**Shoaling Zone** の2つの領域において、有効な範囲を図化したものが、図-7および8である。

これらによると、**Breaking Zone** のほうが **Shoaling Zone** よりも比較的越波低減効果の高い護岸の設置が望まれることがわかる。すなわち、**Breaking Zone** では越波低減効果の小さい直立護岸や直立消波ブロック積護岸の有効な範囲が狭くなっている。しかし、直立消波ブロック積護岸は **Breaking Zone** では h_c/H_0' が約 0.95 ~ 1.3、**Shoaling Zone** では h_c/H_0' が約 0.75 ~ 0.85 の範囲で有効となっており、消波工付護岸よりも越波低減効果は低い、この範囲では、経済性や景観の観点から有効な護岸であることがわかる。

このように、本研究で作成した図表を用いると、海岸護岸を設置するに際して、設置水深および護岸天端高を与えると、許容越波流量に対して有効な護岸形状を見出すことができる。すなわち、越波防止だけでなく、経済性や景観といった観点から、建設するのに有効な護岸形状を選定する目安とすることができる図表を提示することができた。

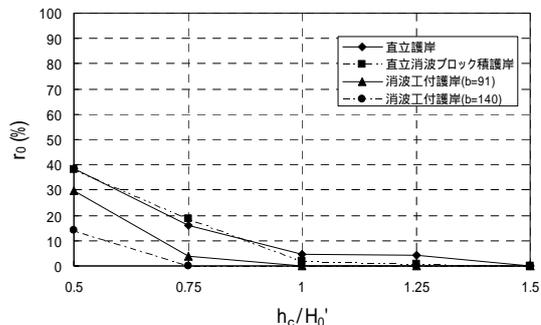


図-4 Shoaling Zoneでの越波率と相対護岸天端高との関係

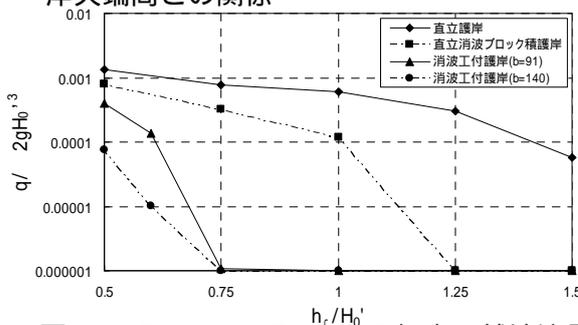


図-5 Breaking Zoneでの無次元越波流量と相対護岸天端高との関係

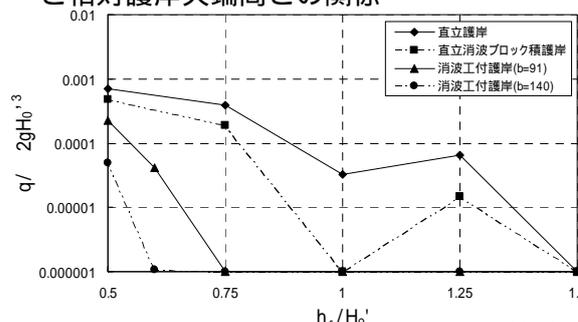


図-6 Shoaling Zoneでの無次元越波流量と相対護岸天端高との関係

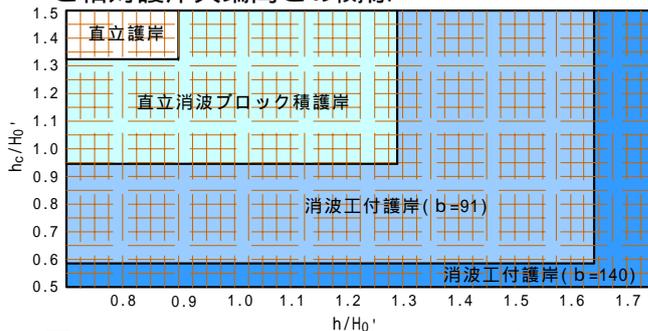


図-7 Breaking Zoneでの許容越波流量に対して有効な護岸形状

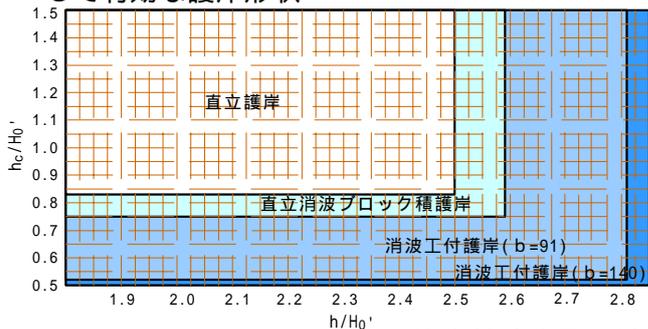


図-8 Shoaling Zoneでの許容越波流量に対して有効な護岸形状