

防波柵による津波浸水流の低減効果及び 波力に関する実験的研究

榎田 真也¹・斎藤 武久²・古路 裕子³・中口 彰人⁴・石田 啓⁵

¹正会員 金沢大学准教授 理工研究域環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail:umeda@t.kanazawa-u.ac.jp

²正会員 金沢大学教授 理工研究域環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail:saitoh@t.kanazawa-u.ac.jp

³(株) 日本パーツセンター 設計部 (〒920-0211 石川県金沢市湊3-12-3)
E-mail:furumichi@n-parts.jp

⁴(株) 日本パーツセンター 設計部 (〒920-0211 石川県金沢市湊3-12-3)
E-mail:nakaguchi@n-parts.jp

⁵フェロー 金沢大学名誉教授 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail:hishida@se.kanazawa-u.ac.jp

海岸護岸上に設置されていた透過性のある防波柵が背後地の被害軽減に役立ったと推測される事例が確認されているものの、防波柵の津波浸水流の低減効果や減災機能の定量的な評価はされていない。本研究では津波に対する防波柵の効果や津波波力の基本特性を明らかにするために、護岸や柵の構造的条件や段波津波の条件を系統的に変化させた段波実験を行い、柵衝突時の段波津波の挙動、重複波高の増幅、浸水深・流速及び波力の低減比率を調べた。その結果、柵の遮蔽率が一定の場合、浸水流速の低減効果は相対的波高が小さい程高まるが、浸水深や作用波力は重複波高が柵高の半分以上柵高以下の段波に対して低減効果が高まること、不透過壁の波力と比べた防波柵の波力の減少量は柵面での遮蔽面積の減少分より大きく、防波柵にかかる波力はかなり低減できる可能性があること等が分かった。

Key Words : tsunami, porous barrier, seawall, inundation flow, tsunami force

1. 序論

防波柵は多数の孔が開いた金属板で構成される透過性の構造物で、海岸護岸等に併設して、高波浪時の越波や飛沫拡散を低減するために利用される¹⁾。一方、津波に対する防波柵の浸水低減効果や減災機能の定量的な評価は実施されていないものの、2011年東北地方太平洋沖地震津波の際、防波柵の背後にあった家屋の損傷度合が周辺に比べて小さい事例、漂流した船舶・コンテナ・木材等を柵が捕捉して、堤内地の被害軽減に役立ったと推測される事例等が幾つか確認されている²⁾。防波柵は地域状況に応じて適切に活用することで、波浪と津波の両方に対して効果的に機能する可能性があり、今後の海岸防災・減災対策の重要な手段の一つとして期待できる。

既存の海岸保全施設や臨海部の建物・植生等による津波遡上抑制効果や波力低減効果に関する研究は、津波減災技術の重要性の認識と伴に近年増えている。離岸堤の津波遡上抑制効果については例えば宇多ら³⁾により、離

岸堤による海岸堤防への波力低減効果は富永ら⁴⁾や半沢ら⁵⁾によって実験的に検討されている。陸上に設置される防波壁による浸水流の低減効果については、海岸護岸付近に設置された場合を村上・山口⁶⁾が、海岸砂丘背後に設置された場合を松山ら⁷⁾が最近報告している。また、防潮林の津波減災効果については、首藤⁸⁾や原田・今村⁹⁾などによって多面的な研究成果が蓄積されている。臨海部の家屋群に作用する津波波力や浸水流の低減効果は例えば岡本ら¹⁰⁾により詳細な実験計測が行われている。

一方、防波柵については、波浪に対する越波軽減機能等の評価は実施されているものの、津波に対する浸水流の低減効果や津波波力に関する研究は未だ報告されていない。そこで本研究では、直立護岸上に設置された防波柵の津波浸水流の低減効果や作用波力の基本特性を明らかにすることを目的として、護岸や柵の構造的条件や津波外力条件を変化させた水理模型実験を行い、柵衝突時の段波津波の挙動、段波重複波高の増幅率、浸水流の低減比及び柵にかかる波力について検討した。

2. 実験方法及び条件

実験では防波柵と直立護岸・背後陸域の模型を水平床にした開水路 (12m×0.4m×0.4m) に設置し、図-1に示すように水路中央部に据え付けた堰板を急開して段波を発生させた。段波の波高、水深、柵の有無や遮蔽率を変化させて、水位、流速及び波力を計測した。波高・浸水深は海域2地点 (図-1のW1とW2) と陸域2地点 (W3とW4) を容量式波高計で、流速はそれぞれ1地点 (V1とV2) をプロペラ流速計で測定した。波力は柵模型の支柱に接続した板バネ部の歪を計測して求めた。各データのサンプリングは500Hzで行い、同一条件の設定で3回計測を繰り返し、平均値を用いて計測結果を整理した。

護岸や柵の諸元は一般に様々であるが、模型縮尺は概ね1/50を想定した。護岸を乗り越える高さの段波を対象に、表-1のような実験条件を設定した。護岸根元の静水深 h_2 は8cm (護岸の天端高 $h_c=2.5$ cmに対応) と5cm ($h_c=5.5$ cm) の高低2つの潮位を対象にした。堰板による貯留水深 h_1 を変化させ、波高の異なる段波を作用させた。段波の入射波高 ζ はW1地点の測定結果より求めた値であり、 ζ の範囲は約2.4~8.2cmであった。段波の形態は中川ら¹⁾ の分類による不連続な波頭を持つ移動跳波がほとんどで、 $(h_1, h_2)=(15$ cm, 8cm) の条件のみ不安定な波状段波が確認された。柵模型は金属製で、有孔面材は高さ $H=10.5$ cm, 幅39.5cmで、直径4.0~4.5mmの円形の孔が多数開いている。透過性の異なる3種類の防波柵 (遮蔽率 $\sigma=50, 60, 70\%$) , 不透過壁 ($\sigma=100\%$) , 及び護岸上に構造物が無い場合 ($\sigma=0\%$) を比較した。なお、遮蔽率 σ は面材部分の不透過な面積の割合で定義している。

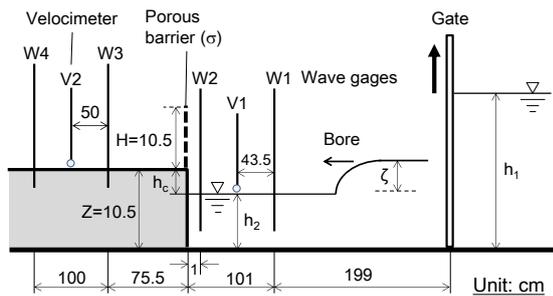


図-1 実験装置と直立護岸・防波柵模型の設定

表-1 防波柵・護岸及び段波の条件

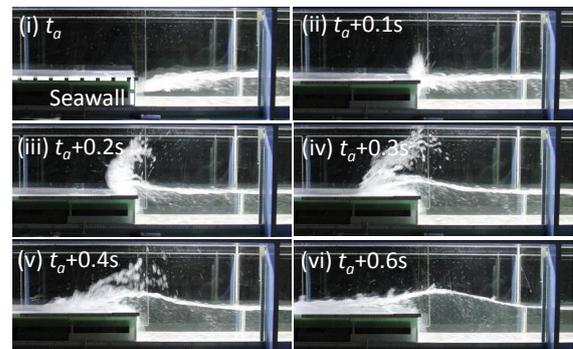
防波柵の遮蔽率 σ (%)	0, 50, 60, 70, 100	
護岸根元の水深 h_2 (cm)	5	8
護岸の天端高 h_c (cm)	5.5	2.5
堰による貯留水深 h_1 (cm)	15, 20, 25, 30	
段波の入射波高 ζ (cm)	2.4 - 8.2	
段波の重複波高 ζ_s (cm)	4.9 - 18.6	

3. 実験結果及び考察

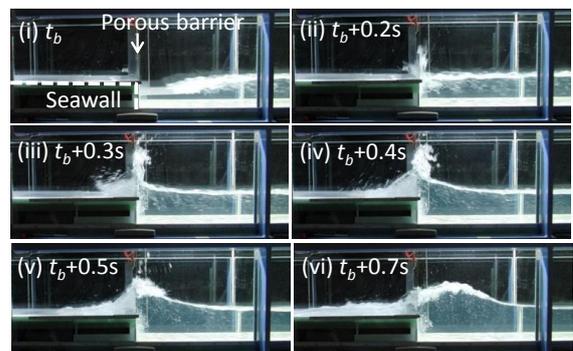
(1) 衝突時の段波の挙動及び水位・流速の時間変化

移動跳水型の段波が護岸に衝突し、越流が始まる初期段階における水面の挙動が防波柵の設置によってどのように変化するかを知るために、段波発生条件が同じで柵が無い場合とある場合の段波の変形の様子を図-2に示す。図には段波が護岸に衝突する前のある時刻 t_a または t_b を基準にした時間を表示した。段波の先端部は波高計W1の沖1m付近から砕け始め、気泡を巻き込みながら進行し (i), 護岸に衝突する。衝突直後(ii), 段波先端部の水塊は護岸壁面に沿って跳ね上がる。その後(iii), 柵が無い場合 (図-2(a)), 段波は進行方向斜め上方に波しぶきを上げながら護岸天端に乗り上げ(iv), 陸域へ侵入する(v)。段波は護岸から沖方向へ一部反射し、入射波と重なるので、護岸付近の沖側の水面が盛り上がる(vi)。一方、柵がある場合 (図-2(b)), 先端部の水塊は柵に沿って跳ね上がる部分、柵孔を通過して陸域へ侵入する部分、及び柵の海側に留まり反射波を形成する部分に分かれる(iii)。護岸のみの場合に比べて、衝突直後の波しぶきや越流水の侵入を防波柵は低減し(iv-v), 段波の重複波高を増加させることが確認できる(vi)。

次に、現象の時間変化過程を捉えるため、海域・陸域の4点の水位 (W1~W4) とV2で計測した浸水流の流速の時系列を図-3に示す。なお、段波発生条件は図-2と同一で、陸域のW3とW4で計測した浸水深は、海域の初期



(a) 直立護岸のみの場合 ($\sigma=0\%$)



(b) 護岸上に遮蔽率 $\sigma=60\%$ の防波柵を設置した場合

図-2 護岸衝突前後の段波の変形の様子 ($h_f=25$ cm, $h_2=5$ cm)

静水面を基準にした浸水高に換算した。図横軸の時間 t は段波先端がW1に到達した時刻を基準にした。この条件のW1の水位は段波が到達して約0.1秒で水位が急上昇し、段波通過中の $t=0.2\sim 2.0$ 秒は水位がほぼ一定になる。この時間帯のW1地点の平均水位から求められる静水面を基準にした波高を段波の入射波高 ζ と定義した。護岸直前にあるW2地点では、段波の先端が到達する $t=0.8$ 秒頃に水位が急上昇し、1.0秒付近で最大値に達した後、1.2秒以後は水位が安定する。このW2地点の安定的な水位はW1地点の $t=3$ 秒以後の平均水位とほぼ一致し、段波の入射成分と護岸や柵で反射した成分の重ね合わせによって増加した重複波高に対応する。前述の波しぶきの打ちあがりを除くために、ここではW2地点で最大水位を記録した後に生じる極小水位とその後生じる極大水位の中間の時刻(図-3の条件では約 $t=1.2$ s)を基準に、それ以後の概ね一定水位が持続する時間帯の平均水位を算出して、静水面との差を段波の重複波高 ζ_s と定義した。

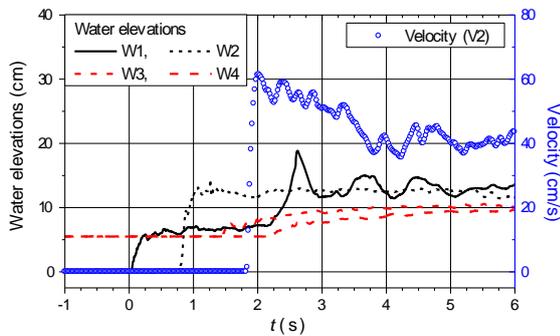
W3とW4の浸水高は各地点に浸水流が到達してから2秒程度かけて徐々に増加し、一定値に漸近する。図-3の条件下の浸水高は重複波高 ζ_s に比べて護岸のみの場合は2cm程度低く、遮蔽率60%の柵がある場合は5cm以上低くなり、柵により越流時の海側と陸側の水位差が増す。V2地点の浸水流速は浸水流到達直後に急増して最大となり、その後徐々に減少して、 $t=4$ 秒以後は浸水流速は安定する。この時、W3やW4地点の浸水深及びW1やW2地点の段波波高も同様に時間的変動成分は定常成分に比

べて小さく、W1~W4の区間における流体運動は準定常的な状態になる。周期が長く、重複波高が護岸天端を超える段波津波の場合、津波が護岸に衝突し、打ち上がる浸水初期の過渡的な状態に比べて、前述のような準定常的な状態が長く続く。そのため準定常状態での浸水流量は陸域への総浸水量の多くを占めると考えられる。そこで本研究では、準定常状態の浸水深や浸水流速に着目して、柵による浸水低減効果を検討した。なお、津波浸水流の戻り流を考慮しない本実験では、この準定常状態の浸水深は計測地点における最大浸水深とほぼ等しい。

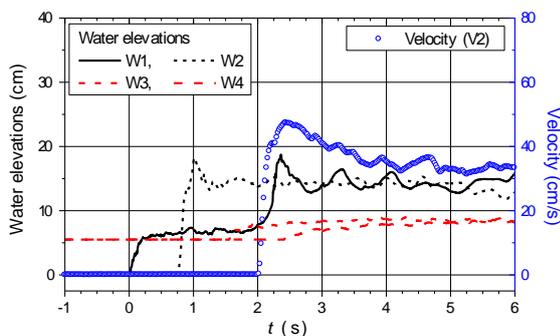
(2) 段波の入射波高に対する重複波高の増幅率

段波の入射波高 ζ に対する重複波高 ζ_s の比(増幅率)と入射波高に対する護岸の相対的な天端高 h_c/ζ との関係を図-4に示す。なお、図には遮蔽率 σ 及び水深 h_2 の違いが区別できるように記号を変えて表示している。重複波高の増幅率は本実験条件の範囲では約1.6~2.5の間で各パラメータによって複雑に変わるが、遮蔽率は大きく、水深は小さい方が増幅率は大きくなる傾向にある。相対天端高と増幅率の関係は柵の有無・遮蔽率によって異なり、護岸のみの場合($\sigma=0\%$)は、相対天端高が低くなるにつれて増幅率は減少するのに対し、不透過壁の場合($\sigma=100\%$)は増加傾向を示す。一方、透過性柵の場合は、相対天端高に対する増幅率の変化は両者に比べて小さいことが分かる。天端高が一定の護岸のみの場合には、入射波高の増大につれて護岸を乗り越え浸水する割合が増え、沖側に反射する割合が減少するため、増幅率は相対天端高の低下と共に減少する。それに対し、同じ入射波条件で不透過壁を設置して浸水が抑えられると、壁を越流しない範囲で、反射波高は入射波高と共に増加して、増幅率は相対天端高が低下するにつれて増加する。

次に、段波の重複波高 ζ_s を入射波高や護岸・柵等の条件から簡便に推定するための実験式を得るため、図-5に、増幅率 ζ_s/ζ と次式で定義した重複波高を基準にした護岸・柵断面の不透過の度合いを表す無次元パラメータ γ との関係を示す。



(a) 直立護岸のみの場合 ($\sigma=0\%$)



(b) 護岸上に遮蔽率 $\sigma=60\%$ の防波柵を設置した場合
 図-3 水位と流速の時間変化 ($h_1=25$ cm, $h_2=5$ cm)

$$\gamma = \begin{cases} [h_c + (\zeta_s - h_c)\sigma] / \zeta_s & \text{for } \zeta_s < H + h_c \\ [h_c + H\sigma] / \zeta_s & \text{for } \zeta_s \geq H + h_c \end{cases} \quad (1)$$

γ が増加するにつれて重複波高の増幅率は概ね増加傾向が見られることから、図-5には実験結果に基づいて得た次式の回帰直線を表示している。

$$\zeta_s / \zeta = A + B\gamma = 1.56 + 0.70\gamma \quad (2)$$

γ は重複波高 ζ_s の関数であるので、式(2)から ζ_s を求めると、次式のような2次方程式の解の形になる。

$$\zeta_s^{cal.} = (-b + \sqrt{b^2 - 4c}) / 2 \quad (3)$$

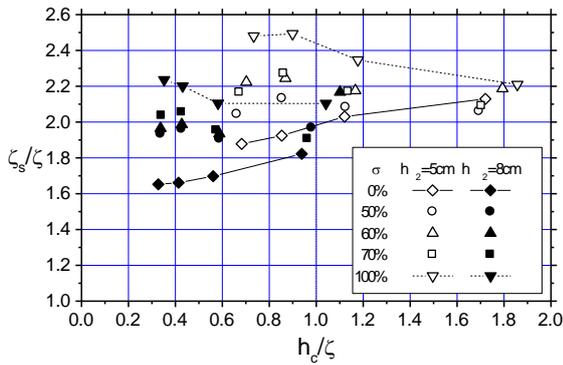


図-4 段波の入射波高に対する重複波高の増幅率

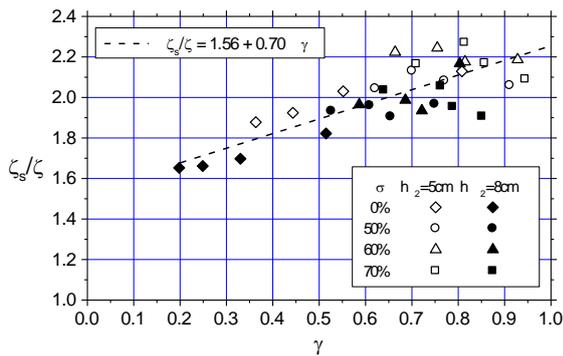


図-5 重複波高の増幅率と不透過度 γ との関係

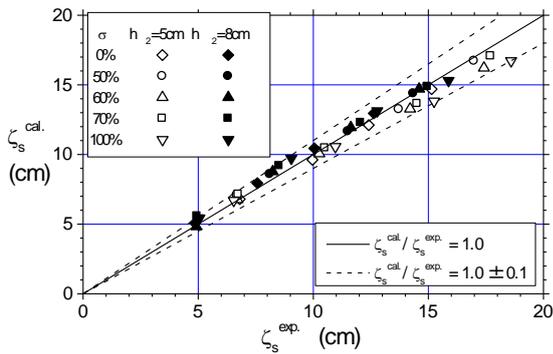


図-6 段波重複波高の実験結果と計算結果の比較

ここで b 及び c は(2)式の実験係数 A と B , 柵の遮蔽率 σ , 護岸天端高 h_c 及び入射波高 ζ を用いた次式で定義する.

$$b = \begin{cases} -(A + B\sigma)\zeta & \text{for } \zeta_s < h_c + H \\ -A\zeta & \text{for } \zeta_s \geq h_c + H \end{cases} \quad (4)$$

$$c = \begin{cases} -B(1-\sigma)h_c\zeta & \text{for } \zeta_s < h_c + H \\ -B(h_c + H\sigma)\zeta & \text{for } \zeta_s \geq h_c + H \end{cases} \quad (5)$$

式(4)及び(5)の計算を行う際, 重複波高 ζ_s は未知であるので, まず柵高を超えない ($\zeta_s < h_c + H$) と仮定して b と c を計算し, 式(3)を用いて重複波高 ζ_s^{cal} を算定する. もし計算重複波高が先の仮定を満たさなければ, 柵を超える条件で b と c を求めて重複波高を計算し直す必要がある.

式(3)で算定される段波の重複波高と計測値との比較

を図-6に示す. 計算結果は実験結果と良好に一致し, 相対誤差は $\pm 10\%$ 以下の範囲内にある. 本実験条件の範囲では, 式(3)のような簡単な式で, 護岸・柵衝突後の段波の重複波高を推定できる.

(3) 柵を透過・越流した浸水流の低減効果

防波柵による背後陸域への津波浸水流の低減効果を評価するため, ここでは(1)節で述べた準定常的な状態の浸水流の水深, 流速及び流量の柵の有無による変化を比較する. まず, 段波の入射波高 ζ が同じ条件において, 護岸上に構造物が無い場合のW3地点の浸水深 η_3^0 に対する遮蔽率 σ の柵が設置された場合の同地点の浸水深 η_3^σ の比 (浸水深の低減比) を図-7に示す. 浸水深の低減比は遮蔽率が高いほど小さく, 浸水深の低減効果が高まる. 遮蔽率一定の場合, 護岸天端を基準とした柵高 H に対する相対越流水深 $(\zeta - h_c)/H$ が $0.6 \sim 1.0$ 付近で低減比は小さいため, 重複波高が柵の半ば以上柵高以下程度の段波に対して浸水深の低減効果が高まる傾向が見られる.

次に, 浸水深の低減比と同様な方法で定義したV2地点の浸水流速の低減比 V_2^σ/V_2^0 を図-8に示す. なお, 浸水深が非常に浅く, 流速の測定精度に問題があると判断された条件は除外している. 浸水流速の低減比は遮蔽率が大きく, 相対越流水深が小さくなるに従って概ね単調に減少する. 相対越流水深に対する浸水流速の低減比の変化傾向は浸水深のものとは大きく異なる. 浸水流速と浸水深の低減比を同一段波条件で比較すると, 浸水深の低減効果の方が高く, 段波波高の変化に対して安定している.

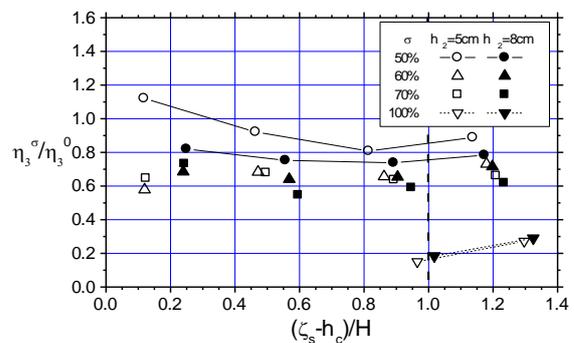


図-7 防波柵による浸水深の低減比 (W3地点)

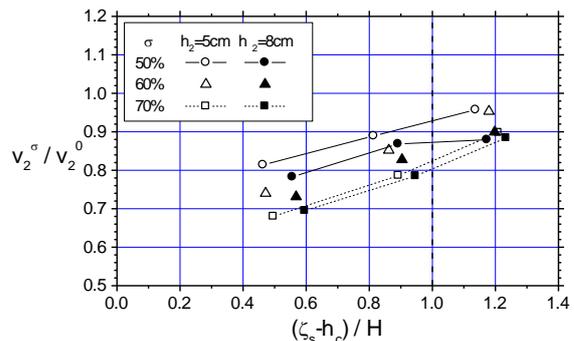


図-8 浸水流速の低減比と相対越流水深との関係

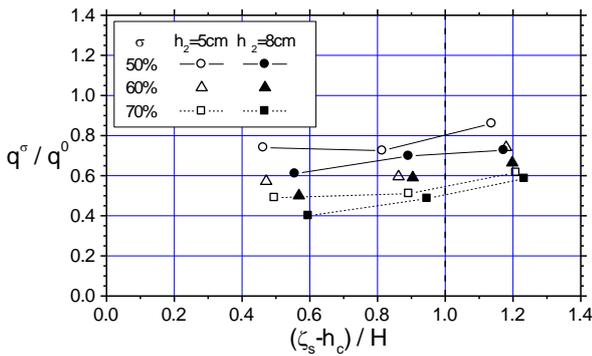


図-9 浸水流量の低減比と相対越流水深との関係

W3とW4地点の平均浸水深とV2地点の浸水流速の積から計算した浸水流量について、図-9に流量低減比 q^σ/q^0 と相対越流水深、遮蔽率との関係を示す。遮蔽率50~70%の防波柵による浸水流量の低減比は本実験条件では0.4~0.8程度の範囲であり、柵の遮蔽率、波高及び水深等の条件による変動幅は浸水深や浸水流速の場合に比べて大きい。重複波高が柵の半ば以上柵高以下程度の段波に対して流量低減効果が安定して得られることが分かる。

本節では、柵による浸水低減効果が越流高に応じてどう変化するかを明らかにするため、重複波高を用いた相対越流水深で各低減比を整理した。これらの結果を利用して入射波の諸元から各低減比を求める場合は式(3)が役立つ。また、入射波条件で直接整理する場合に比べて、重複波高で整理した本節の結果は水深 h_2 が低減比に与える影響を捉えやすく、様々な条件下に設置される防波柵の浸水低減効果を把握するのに適している。

(4) 防波柵に作用する波力の時系列と低減比

最後に、防波柵に作用する津波による波力の基本的な変動特性を把握するため、護岸上に同様に設置した不透過壁に作用する波力との比較を行い、遮蔽率や入射波条件の違いによる透過性柵の波力の変化を調べた。図-10は同一の入射波条件における防波柵及び不透過壁に作用する波力の時間変化を示す。図中の横軸で示した時間 t_0 は波力が作用し始めた時刻を基準とした。遮蔽率 σ に関わらず波力の時間的な変動パターンは類似しており、波力は $t_0 = 0.35$ 秒前後でピークに達し、その後一時的に減少して極小値を取った後、少し増加して、波力が一定の値に落ち着く。最大波力は段波が護岸・柵に衝突した初期段階で発生する。この時、段波は図-2(b)の(iv)のように大きく変形している。護岸で跳ね上がった水が柵に激しく衝突すると共に、柵付近の水面形は下に凸の状態、柵に接近するにつれて水面が急上昇し、段波の進行に伴う水流が柵に作用する。そのため最大波力は衝撃的に生じる動水圧の大きさに左右されると推測される。一方、 $t_0 = 0.6 \sim 0.7$ 秒以後の安定した波力（重複波力と以下呼

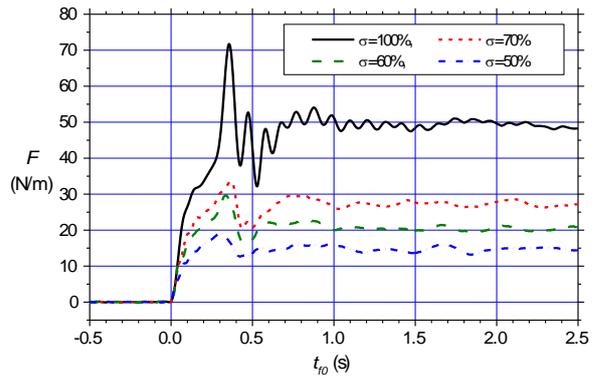


図-10 防波柵及び不透過壁に作用する波力の時間変化 ($h_1=25\text{cm}$, $h_2=5\text{cm}$ の場合: $(\zeta_s - h_c)/H \approx 0.8 \sim 0.9$)

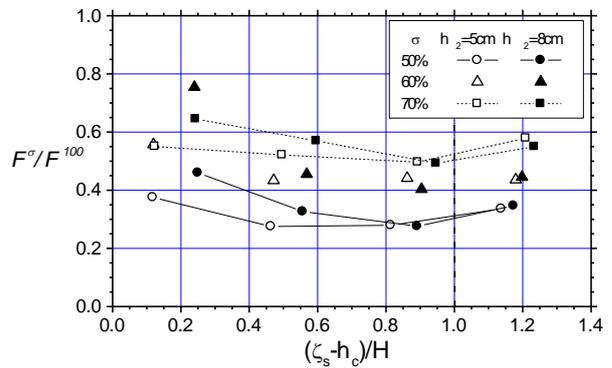


図-11 護岸上の不透過壁の波力に対する防波柵の波力比

ぶ) は、柵前面の水面変動が落ち着き、ある一定の重複波高が持続する時間帯で生じ、主に静水圧の影響を強く受ける。最大波力及び重複波力は共に柵の遮蔽率を小さくする程減少する。不透過壁の波力と比べた防波柵の波力の低減量は、遮蔽率 σ で表される柵面での遮蔽面積の減少分より大きく、対象段波の波力低減効果は高い。この主な理由は、透過性柵の場合、最大波力発生時には水や空気を孔から逃がして、衝撃的な力の発生を緩和し、重複波力発生時には前述したように重複波高の増幅を抑え、不透過壁に比べて水圧の作用面積を減らすことができるからである。

防波柵の波力低減効果と入射波条件、遮蔽率との関係を明らかにするため、図-11に不透過壁に作用する最大波力 F^{100} に対する遮蔽率 σ の防波柵の最大波力 F^σ の比 F^σ/F^{100} （波力比と以下呼ぶ）を示す。水深 $h_2=8\text{cm}$ で相対越流水深が約0.25の条件 ($h_1=15\text{cm}$) のみ、不安定な波状段波が作用して、波力比が0.4~0.8程度とその他の段波条件に比べて少し高くなっているものの、移動跳水が作用するそれ以外の条件下では、波力比は0.3~0.6程度と柵の遮蔽率 σ より小さな値になる。遮蔽率一定の場合、相対越流水深が0.5~1付近で波力比が小さく、最大波力の低減効果が高まる傾向が見られる。同様の変化傾向はW3地点の浸水深の低減効果にも見られた。

4. 結論

直立護岸上に設置した透過性柵による津波浸水流の低減効果と柵に働く波力の基本特性を明らかにするために、外力と構造条件を変化させた実験を行い、柵衝突時の段波の越流挙動、重複波高の増幅率、浸水深・流速等の低減比及び波力と相対越流水深や遮蔽率との関係を調べた。ここで主な結果をまとめて結論とする。

段波の入射波高に対する重複波高の増幅率は本実験条件の範囲では約1.6~2.5で、主に護岸の天端高、柵の遮蔽率及び入射波高によって変化する。これらの条件から段波の重複波高を推定可能な簡便な実験式(3)を提案するとともに、その式を用いた推定誤差は±10%以下に収まることを検証した。なお、本研究と同規模の水路・護岸模型を使用した従来研究の結果⁹⁾に対して式(3)は概ね良好な推定値を与えることは確認されたが、異なる規模の条件に対する汎用性は今後調べる必要がある。

遮蔽率が高い柵ほど浸水深の低減効果は高い。遮蔽率一定の場合、重複波高が柵の半ば以上柵高以下程度の段波に対して低減効果は高い。遮蔽率が高く、相対越流水深が小さいほど浸水流速の低減効果は高い。ただし、浸水深の低減効果に比べると浸水流速の低減効果は低い。遮蔽率50~70%の浸水流量の低減比は0.4~0.8程度で、その変動幅は浸水深・流速の低減比の範囲に比べて大きい。

不透過壁の波力と比べた防波柵の波力の減少量は、柵面材の遮蔽面積の減少分より大きく、透過性柵の波力低減効果は高い。砕波段波に対する遮蔽率50~70%の防波柵の最大波力は不透過壁の最大波力の0.3~0.6倍の範囲で、波力比は遮蔽率より小さくなる。

謝辞：水理模型実験の際は、(株)日本パーツセンターの松本光徳さん、金沢大学工学研究室の大学院生の

五十嵐美咲さん、当時学部4年生の橋谷田和正さん、室谷祥大さんの協力を得た。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 榎田真也, 齋藤武久, 古路裕子, 中口彰人, 石田啓: 直立護岸上に設置された防波柵に作用する波力及び越波の基本特性, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.68, No.2, p.786-790, 2012.
- 2) (株)日本パーツセンター: 有孔折板の津波漂流物の捕捉状況報告 (オンライン), <http://www.n-parts.jp/>, 参照 2013-03-27.
- 3) 宇多高明, 小俣篤, 横山揚久: 離岸堤の津波遡上抑制効果, 海岸工学講演会論文集, 第 33 巻, pp.461-465, 1986.
- 4) 富永数男, 中野晋, 天羽誠二: 海岸堤防に作用する段波津波の実験, 海岸工学論文集, 第 54 巻, pp.826-830, 2007
- 5) 半沢稔, 松本朗, 田中仁, 山本方人: 離岸堤の津波防災効果に関する実験的研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.66, No.1, pp.886-890, 2010.
- 6) 村上啓介, 山口俊郎: 津波浸水流の低減に関する基礎的研究, 海岸工学論文集, 第 54 巻, pp.266-270, 2007.
- 7) 松山昌史, 内野大介, 橋和正, 田中良仁, 榊山勉, 仲村治朗, 稲葉大介: 盛土を越流する津波に対する防潮壁の効果に関する実験, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), vol.68, No.2, pp.236-240, 2012.
- 8) 首藤伸夫: 防潮林の津波に対する効果と限界, 第 32 回海岸工学講演会論文集, pp.465-469, 1985.
- 9) 原田賢治, 今村文彦: 防潮林による津波減衰効果の評価と減災のための利用の可能性, 海岸工学論文集, 第 50 巻, pp.341-345, 2003.
- 10) 岡本修, 小田勝也, 杉浦淳, 宮崎和行, 田中聡: 建物の津波・高潮に対する減災効果に関する水理実験による検討, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.65, No.1, pp.1361-1365, 2009.
- 11) 中川博次, 中村重久, 市橋義臣: 段波の発生とその発達に関する研究, 京大防災研究所年報, 第 12 号 B, pp. 543-553, 1969.

REDUCTION OF TSUNAMI INUNDATION FLOW AND TSUNAMI FORCE BY A POROUS VERTICAL BARRIER MOUNTED ON A SEAWALL

Shinya UMEDA, Takehisa SAITOH, Hiroko FURUMICHI, Akito NAKAGUCHI and Hajime ISHIDA

The reduction of tsunami inundation flow and tsunami force by a porous vertical barrier installed on a seawall was investigated to give a better understanding of effects of coastal structures on tsunami hazard mitigation. Laboratory experiments of permeable and impermeable wave barriers exposed to breaking bore were carried out to examine variations in wave height amplifications, inundation flows and wave forces acting on barriers. It turns out that the porous barrier can reduce the inundation depth and discharge effectively. The reduction effects on the inundation depth and discharge are mainly governed by the porosity of barrier and the relative tsunami height to barrier height. The reduction of inundation velocity is less than that of inundation depth. When tsunami height in front of a porous barrier is between 0.5 and 1.0 with respect to barrier height, the wave force acting on the barrier can be significantly reduced in comparison with that of the impermeable barrier. This is because that the reduction of wave force is influenced by variations in tsunami height in front of the porous barrier.