

海岸護岸上に設置した防波柵に作用する津波波力及び浸水の低減効果

金沢大学大学院 学生会員 ○五十嵐美咲

金沢大学 橋谷田和正, 室谷祥大

金沢大学 正会員 榎田真也, 斎藤武久

金沢大学名誉教授 フェロー 石田啓

日本パーツセンター 古路裕子, 中口彰人, 松本光徳

1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震津波の際、漂流した船舶、コンテナおよび木材等を防波柵が捕捉し、堤内地の被害軽減に少なからず寄与したと推測される幾つかの事例が主に東北4県で確認されている¹⁾。防波柵は、通常、来襲波の打ち上がりに伴う水塊や飛沫の浸入を低減するために主に活用されているが、上述のような減災効果が期待できる場合、津波に対する今後の減災・防災対策の有効な手段の一つと考えられる。護岸や陸上構造物に作用する津波波力や津波の陸上への浸水特性について、これまで多くの研究成果が報告されているが^{2),3)}、柵のような透過性構造物を対象とした津波波力および背後域への浸水特性を検討した例はこれまでにない。本研究では、海岸護岸上に設置された遮蔽率の異なる防波柵について、護岸の相対天端高および来襲津波の条件の変化が防波柵に作用する津波波力および浸水に及ぼす影響を実験的に考究する。

2. 実験の方法及び条件

実験では開水路装置(長さ12m×幅0.4m×高さ0.4m)に防波柵と護岸・背後陸域の模型(縮尺:1/50~1/100)を図-1のように設置し、堰板を急開することで津波を模擬した段波を発生させた。水位は容量式波高計を用いて護岸の海側と陸側でそれぞれ2点計測した。流速はプロペラ流速計を用いて海と陸域でそれぞれ1点計測した。柵に作用する波力は、柵模型の支柱の根元に接続した板バネの歪を計測して求めた。

護岸付近の初期水深 h_2 は低潮位時5cm(天端高 $h_c=5.5$ cm)と高潮位時8cm(天端高 $h_c=2.5$ cm)とし、貯留水深 h_1 は15cm~30cmの範囲で約5cm刻みの4段階に変化させた。段波の入射波高は約2.4~8.2cmの範囲内であった。遮蔽率 $\sigma=50, 60$ 及び70%の3種類の防波柵及び完全不透過な壁($\sigma=100\%$)、さらに護岸上に構造物が無い場合($\sigma=0\%$)を加えた5つの条件を考慮した。同一条件でも結果に多少のばらつきが認められたので、3回同じ条件で計測し、平均化した値を採用することとした。

3. 実験結果及び考察

結果の一例として、 $h_1=25$ cm, $h_2=8$ cm, $\sigma=60\%$ の条件における柵への段波の作用状況(図-2)、水位と流速の時間変化(図-3)、および柵に作用する波力と水位の時間変化(図-4)を示す。段波の先端が護岸や柵に衝突すると、柵の孔を透過して陸側に侵入する部分と柵に沿って鉛直上向きに打ち上がる部分に分かれ、 $t=0.3$ 秒では波の打ち上がりは無くなり、柵前面の水位が先より上昇して、柵の孔を通過したり、一部は柵の上を乗り越えたりして浸水する様子が分かる。

図-3のW1の水位変化より段波の入射波高は約6cmで、柵に段波が衝突した後は入射波と反射波が重複して水位はほぼ2倍に上昇する。陸側のW3での浸水深は約3cm、護岸前面の初期水位を基準にし

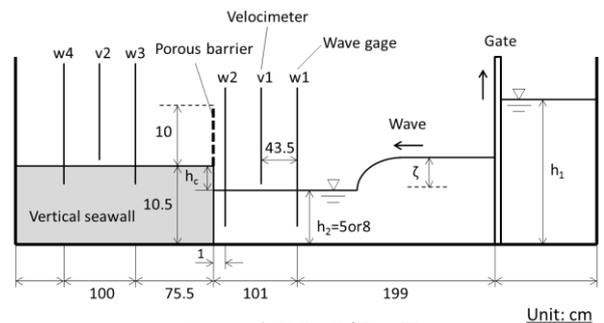


図-1 実験装置概略図

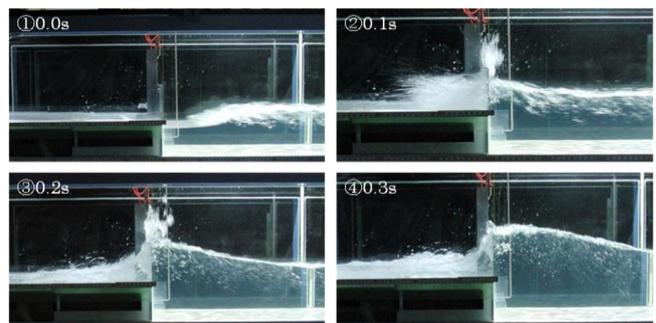


図-2 防波柵への段波の作用状況(遮蔽率 $\sigma=60\%$)

た浸水深に換算するために、天端高 $hc=2.5\text{cm}$ を加えると約 5.5cm になる。これは段波の入射波高 ζ や重複波高に比べて低く、護岸・防波柵による浸水深低減効果が認められる。

図-4 より波力のピークは段波の先端が護岸や柵に衝突した瞬間ではなく、段波が衝突して柵前面の水位がピークに達した少し後に発生することが分かる。この場合、衝撃的な波圧成分よりも柵前後の水位差に支配される静的な波圧成分の影響が比較的大きく表れているものと考えられる。

次に、波力及び W3 における浸水深のピーク値について、相対天端高 hc/ζ や柵の遮蔽率 σ との関係それぞれ図-5 及び図-6 にまとめた。図-5 の波力比 F^c/F^{100} は不透過壁 ($\sigma=100\%$) に作用するピーク波力を基準に、図-6 のピーク浸水深の低減比 η_{3p}^c/η_{3p}^0 は護岸上に構造物の無い場合 ($\sigma=0\%$) のピーク浸水深を基準にした。なお、図中の白抜きのマークは $h_2=5\text{cm}$ の低潮位時、塗りつぶしは 8cm の高潮位時の結果である。波力比は概ね柵の遮蔽率 σ の値に比べて小さく、その大部分は $(\sigma-10)\%$ 以下になっている。この原因として、遮蔽面積の減少に加えて、柵孔を通過した水は柵背面に存在するために柵前後の水圧差が不透過壁に比べると小さくなることの影響していると考えられる。浸水深の低減比は条件により大きく異なるものの、浸水深が増大する護岸の相対天端高が低い条件での防波柵 ($\sigma=50\sim70\%$) の低減比は約 $0.6\sim0.9$ におさまることから、柵によるピーク浸水深の低減効果は実験条件の範囲で安定して得られることが分かる。

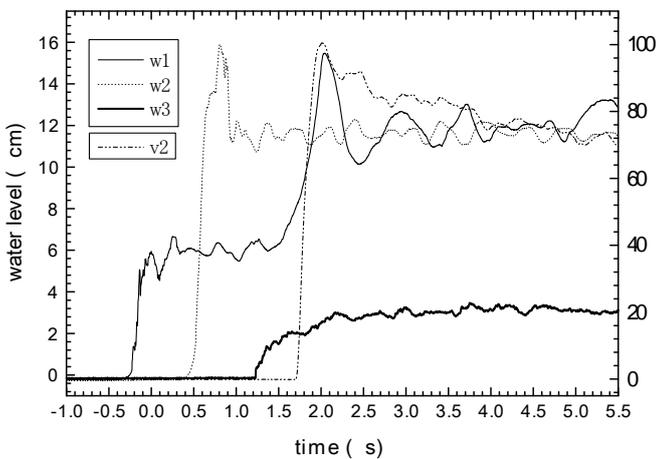


図-3 水位と流速の時間変化

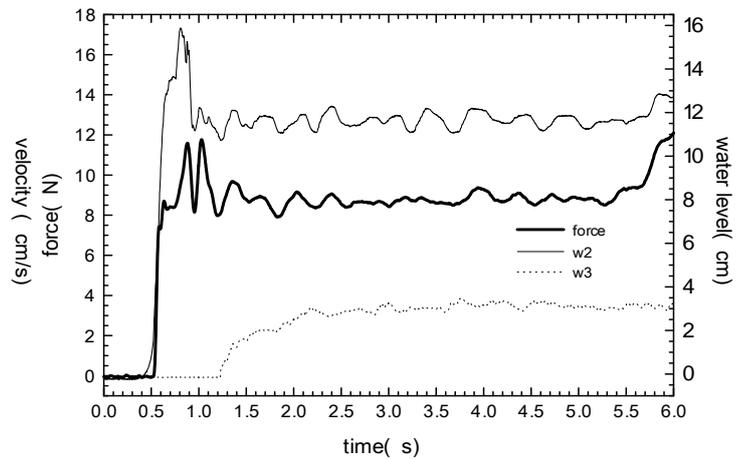


図-4 波力と水位の時間変化

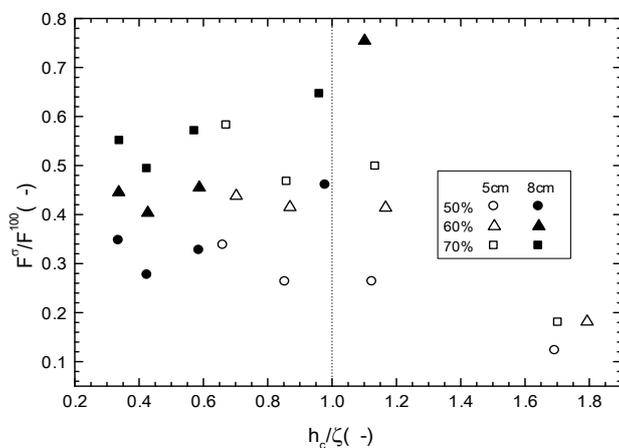


図-5 波力比と相対天端高、遮蔽率との関係

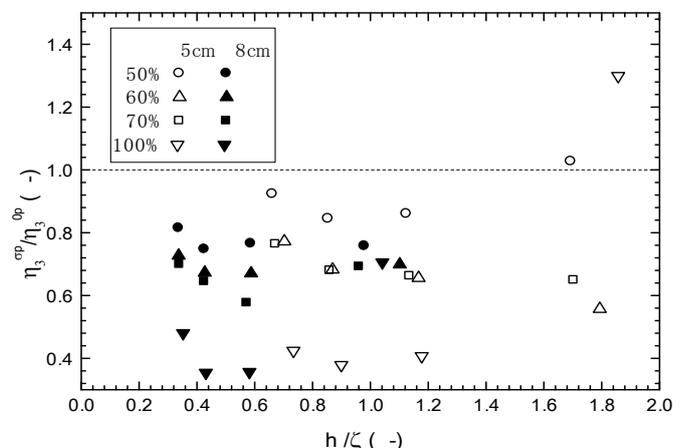


図-6 浸水深の低減比と相対天端高、遮蔽率との関係

参考文献

- 1) (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 2012-12-4.
- 2) 有川太郎・池辺将光・山田文則・下迫健一郎・今村文彦：護岸・陸上構造物に対する津波力の大規模実験，海岸工学論文集，第 52 巻，pp.746-750, 2005.
- 3) 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.