

杭式透過型防波柵の津波波力低減効果に関する実験

(株)技研製作所
正会員
○戸田 和徳

//
正会員
石原 行博

//
非会員
森 敦

1. はじめに

杭式透過型防波柵（以降，防波柵）は津波の勢いを低減させることを目的とした構造物であり，地中に根入れされた鋼管の間に開口を有する繊維部材を設けた構成となっている（図 1）．防波柵の津波低減効果は下流側（防波柵透過後）の流量の観点で鈴木ら¹⁾によって確認されているが，下流側の波力の定量的な検証は行われていない．

本報告では，下流側に存在する構造物に作用する波力を検証するために水理模型実験を実施し，既往の計算方法¹⁾との比較を行った．

2. 実験方法

(1) 実験装置

(株)技研製作所の開水路（幅 1.5m×長さ 25.5m×高さ 0.8m）を用いた．防波柵の位置はゲートから 10.5m 高さ 0.2m とし，防波柵から上流側は 1/7 勾配の勾配床を設置し，初期水深 0.15m を与えた状態でタンクに水を溜め，ゲートを急開して段波津波を発生させた（図 2）．

(2) 計測方法・模型

計測では波高計・流速計を防波柵上流・前面・下流の 3 カ所に，構造物に見立てた波力計を防波柵の下流に設置した（図 3）．防波柵の鋼管は塩ビ管で，繊維部材はガラスクロスで模擬した．ガラスクロスは塩ビ管で固定し，上下を保護シートで補強した．（図 4）．

(3) 実験ケース

実験は表 1 に示す 4 ケースとした．N-0 は津波緒元の情報を得るために，B-1・B-2 は防波柵のたわみ有無の効果を確認するために実施した（図 5）．空間率は(1)式を用いて算出し，B-1・B-2 で空間率が等しくなるようにガラスクロスのメッシュを変え防波柵のたわみ具合を調整した．

3. 実験結果

N-1・B-1・B-2 に関して，防波柵下流の波高と波力の実験結果を図 5 に示す．横軸は上流の計測位置に津波が到達した時間を 0 秒とした．1.5 秒で下流に津波が到達し，

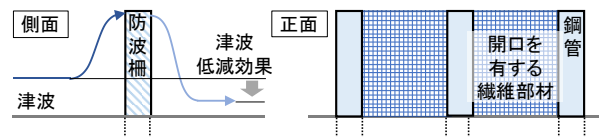


図 1 防波柵イメージ

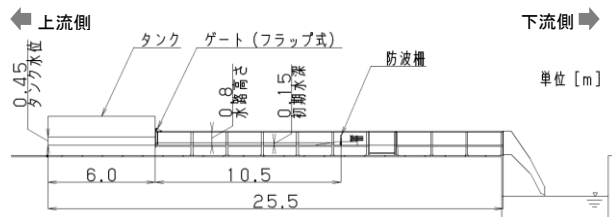


図 2 実験装置概要

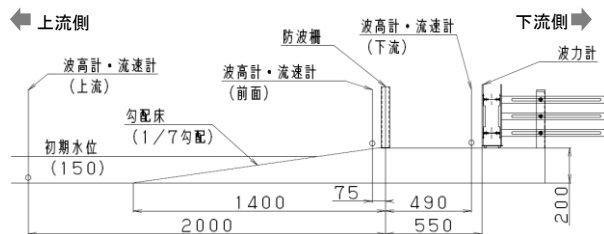


図 3 計測位置・模型

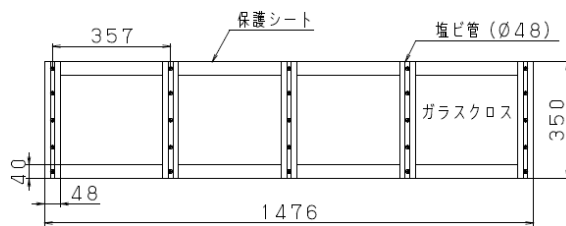


図 4 防波柵模型

表 1 実験ケース（N 数 2）

ケース	防波柵			波力計
	繊維部材(メッシュ)	たわみ	空間率	
N-0	—	—	0%	—
N-1	—	—	0%	有
B-1	ガラスクロス（＃110）	無	24%	有
B-2	ガラスクロス（＃210）	有	24%	有

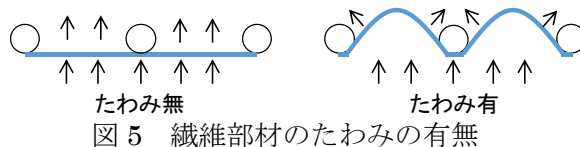


図 5 繊維部材のたわみの有無

$$\sigma = \frac{A_b - (A_s + A_p)}{A_b} \times \sigma_0 \tag{1}$$

σ ：防波柵の空間率， σ_0 ：ガラスクロスの空間率(36%)
 A_b ：防波柵の面積， A_s ：保護シートの総面積
 A_p ：塩ビ管の総面積

キーワード 津波低減効果，模型実験，波力

連絡先 〒781-5195 高知県高知市布師田 3948-1
(株)技研製作所 TEL088-803-1191

2秒で波高・波力が大きく増加した。2.5秒後のB-1・B-2は波力計で津波が堰き止められて再び増加を始めているが、N-1では到達後の反射波が大きく増加が見られなかった。今回の評価は津波の到達時(2.5秒以前)を対象とした。

N-1とB-1の比較により、防波柵を設けることで波力が約25%に低減、N-1とB-2の比較により、防波柵をたわませることで約20%に低減されることが確認できる(図6下段)。たわみによる波力低減は、防波柵を透過した津波が少し下流側でぶつかり、相殺効果が起きているためだと考えられる(写真1)。

参考に、波力と波高の計算値と実験結果を比較した。計算には防波柵上流の波高と流速、防波柵の損失係数¹⁾を用いるが、波高と流速はN-0の実験結果から防波柵前面の2秒付近(到達時の波力最大値に対応)の値を用いた(表2、図6)。ここで下流の実験値を用いなかったのは、模型の土台最下流側は0.2mの段差があり、落水の影響が推測されたためである。計算値は実験結果との対応が概ね良いが、N1は計算値が若干高い傾向を示している。これは、下流ではなく前面の実験値を使用したためだと考えられる。

4. まとめ

防波柵の津波低減効果を確認するために水理模型実験を実施し、防波柵下流側の構造物に作用する波力(津波到達時)を調べた。その結果、防波柵「有」は防波柵「無」に対し25%に低減した。防波柵「たわみ有」の場合は、透過した津波の相殺効果により防波柵「無」に対し20%に低減した。また、防波柵下流側の波力の計算値は実験値と概ね対応することを確認した。今後の課題として、防護する構造物が防潮堤などの場合を想定し、津波到達から時間が経過した後の波力の検討が必要である。



写真1 防波柵下流側の様子

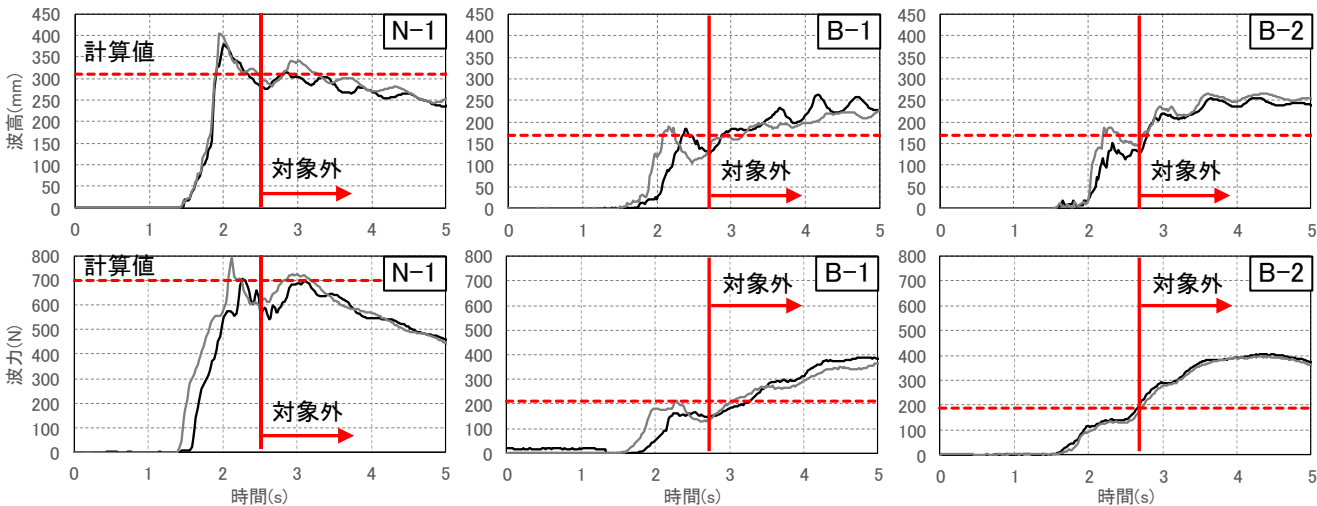


図6 実験結果(上段:波高, 下段:波力)

表2 計算条件と計算結果

No	実験ケース	防波柵	計算位置	空間率 %	計算に用いる条件値※			計算値		
					波高 mm	流速 mm/s	損失係数 ¹⁾	波高 mm	流速 mm/s	波力 N
1	N-1	無	下流	0	120	1400	10000	311	0	698
2	B-1	有	前面	24	120	1400	39	48	1400	398
3	B-2	有	下流	0	48	1400	10000	170	0	209

※No.1・No.2はN-0の2秒時点の実験結果、No.3はNo2の計算値を使用

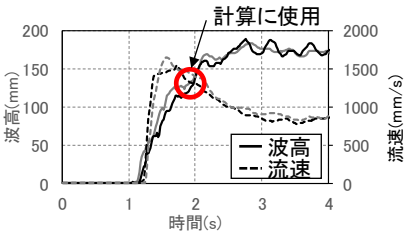


図7 N-0 実験結果

参考文献: 1) 鈴木. 他. : 杭式透過型防波柵の津波低減効果に与える空間率および柵素材の影響に関する実験的研究. 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol. 72, No. 2, 2016,