

# 津波越流による海岸堤防裏法尻保護工の 被災特性に関する実験的研究

岡山大学 学生会員 荒木 大輔

岡山大学 フェロー会員 前野 詩朗

岡山大学 正会員 吉田 圭介

岡山大学 学生会員 田井 祐介

岡山大学 正会員 赤穂 良助

## 1. はじめに

東日本大震災による巨大津波は容易に海岸堤防を越流した。越流した水は堤防裏法尻の洗掘や裏法保護工を破壊させ、堤体の壊滅的な破壊をもたらした。それを契機に海岸堤防を設置する際には、津波が越流する場合においても粘り強く堤防機能を発揮する構造とすることが求められるようになった。その対策として、裏法尻部に保護工を設置し、洗掘位置を堤体から遠ざけることが効果的であるとの観点から、従来の研究では堤防を越流する定常的な流れを作用させたときに法尻保護工に作用する流体力特性を明らかにしてきた。しかし、今次津波が堤防を越流する際の映像で見られるような初期の衝撃力が法尻保護工の安定性に及ぼす詳細な検討はこれまでの研究でなされていない。そこで、本研究では、津波越流時における初期の瞬間的な流体力が法尻保護工の被災特性に及ぼす影響を実験的に明らかにする。

## 2. 研究の内容

本研究では図 1 に示す実験水路に海岸堤防の模

型を設置して、写真 1 に示すブロック模型を裏法面被覆工・法尻保護工として設置した。堤防表法尻から 80cm 沖側にゲートを設置し、ゲートを瞬時に開放することで衝撃的な力が保護工に作用するような模擬津波を発生させた。模擬津波の大きさは、波高計により得られた堤防沖側の水位  $h$  と堤体高  $H$  の比から越流水深比  $h/H$  により算定した。水路内には、長さ 1m×幅 0.6m×高さ 0.16m のピットがあり、その中央に 4 分力計を設置し、法尻から 1 列目と 2 列目のブロックに作用する抗力・揚力・モーメントを計測した。実験ケースは表 1 に示すようにブロッ

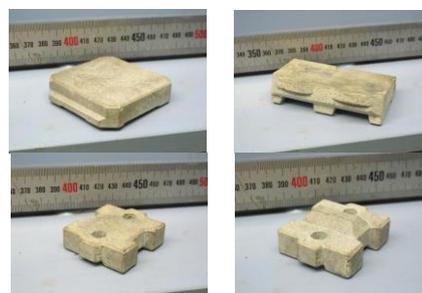


写真 1 ブロック模型（左上：大型滑面ブロック，右上：階段ブロック，左下：小型滑面ブロック，右下：突型ブロック）

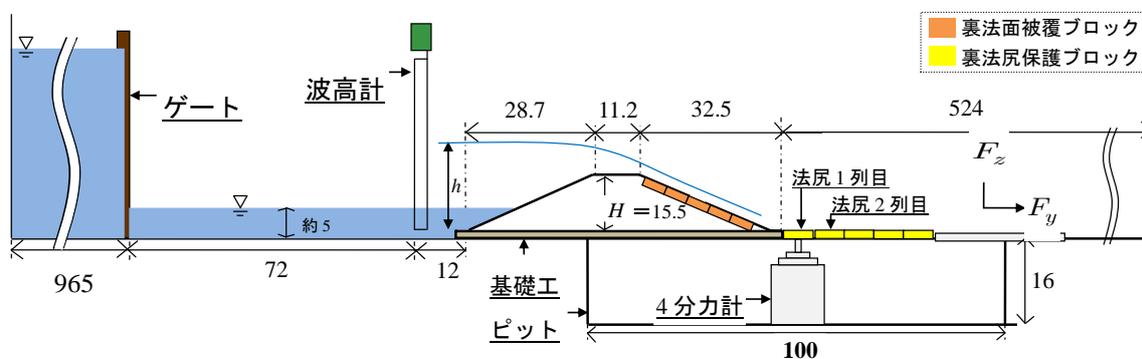


図 1 実験水路

キーワード 津波 堤防 ブロック 被災

連絡先 〒700-0082 岡山県岡山市北区津島中 3 丁目 1-1 岡山大学大学院環境生命科学研究科

TEL086-252-1111

表 2 被災形態

$h/H$	Case1				Case2				Case3				Case4			
	1.3	1.5	1.7	2	1.3	1.5	1.7	2	1.3	1.5	1.7	2	1.3	1.5	1.7	2
ブロック変状の頃合	被災せず	0.27s	0.2s	0.27s	被災せず	0.34s	0.27s	0.335s	0.27s	0.2s	0.13s	0.2s	被災せず	0.27s	0.27s	被災せず
ブロック初期流失位置		2列目	2列目	3, 4列目		2列目	2列目	3, 4列目	1列目	1列目	1列目	4列目		1列目	1列目	
最終被災形態		全壊	全壊	全壊		全壊	全壊	全壊	全壊	1列目のみ	全壊	全壊		全壊半壊	半壊	

クの設置パターンを変えた4ケースを各5回実施した. 計測結果を基に図2に示す3つの破壊モードについて, 破壊指数(それぞれのモードの破壊駆動力/抵抗力で1を超えると被災する)を用いて被災の可能性の有無を評価した. さらに裏法尻保護工の被災特性を定性的に評価するために, 水路中央から側岸方向に, 大型滑面ブロックの場合は3列, その他のブロックの場合は5列を移動可能な状況に設置し, 模擬津波来襲時の被災状況を各ケースで, 数回高速ビデオカメラを用いて撮影し, ブロックの被災開始箇所の特定と津波到達後の被災開始時刻を計測し, 分力計で計測された流体力との関係で被災特性を検討した.

**3. 結論** 表2の被災形態実験の結果より, ブロックの形状や越流水深の相違によりブロックの被災開始箇所や破壊範囲が変化することが分かった. 概して  $h/H$  が大きくなると被災し易くなるが, Case3 や Case4 の場合には, 越流水深比が大きくなると被災し難くなる. また津波がブロックに着水してから約0.2~0.3秒程度で被災を開始することが確認されたため, 津波到着直後の流体力に着目した. 図3, 4は, 2列目から被災したCase1の  $h/H=1.5$  の場合の法尻保護工1列目と2列目に作用する揚力に関する抜け出しモードの破壊指数を示す. 丸印で示すように1列目では破壊指数が一瞬1を越えた直後に揚力が負となり, ブロックを押さえつけるような流体力が作用して破壊指数が小さくなる. 一方2列目では, 破壊指数が1を越えた後も, 上向きの揚力が作用し続け, 1に近い破壊指数となる. この違いが保護工被災の起因となっていることが推察された. また小型ブロックを保護工に用いる場合は1列目から被災する傾向が見られ, 1列目の破壊指数は図4の場合と同様な傾向を示した. したがって, ブロックの破壊は, 津波着水後の衝撃時にわずかな時間継続する上向きの揚力によりブロックがわずかに抜け出し, その後の, 揚力と抗力の両者の作用により, ブロックがめくれて被災することが分かった. また, Case3, 4で  $h/H$  が大きくなると被災し難くなるの

は, これらのケースでは抗力が大きくなり, ブロック間の噛み合わせが強くなったことが原因であると考えられる.

表 1 実験ケース

ケース	法面	法尻	越流水深比
Case1	大型滑面ブロック	大型滑面ブロック	1.3,1.5,1.7,2.0
Case2	階段ブロック	大型滑面ブロック	1.3,1.5,1.7,2.0
Case3	大型滑面ブロック	小型滑面ブロック	1.3,1.5,1.7,2.0
Case4	大型滑面ブロック	突型ブロック	1.3,1.5,1.7,2.0

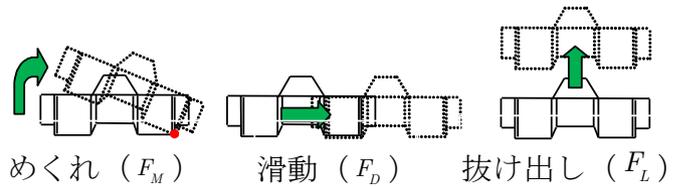


図 2 破壊モード

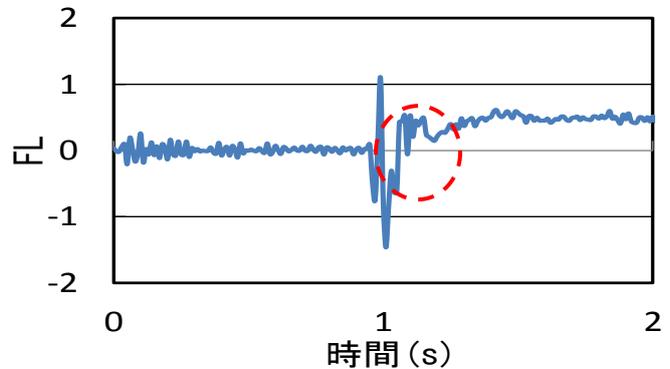


図 3 1列目の抜け出しの破壊指数 (Case1,  $h/H=1.5$ )

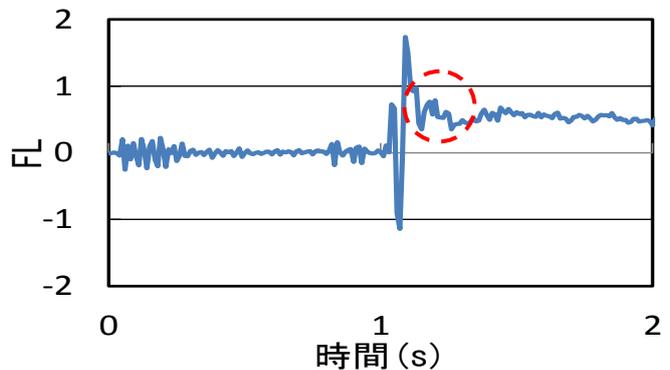


図 4 2列目の抜け出しの破壊指数 (Case1,  $h/H=1.5$ )