

津波越流時に海岸堤防保護工に作用する流体力特性と圧力特性に関する研究

岡山大学大学院環境生命科学研究科
 日建工学株式会社
 岡山大学大学院環境生命科学研究科
 岡山大学大学院環境生命科学研究科

学生会員 ○田井 祐介
 正会員 飯干 富広
 正会員 吉田 圭介
 フェロー会員 前野 詩朗

1. 研究目的

本研究では、津波が海岸堤防を越流する事案を想定し、コンクリートブロックを用いた海岸堤防において、堤防が、粘り強く効果を発揮するための知見を得るための水理模型実験を行った。

水理模型実験では、海岸堤防の裏法面被覆工と海岸堤防の裏法尻保護工の形状の違いによって、裏法尻保護工に作用する流体力特性や法肩部に作用する圧力特性について評価を行った。

2. 実験方法及び検討¹⁾

2.1 海岸堤防模型とブロック模型

使用する海岸堤防模型の諸元および使用するブロック模型を図-2.1に示す。裏法面被覆工に大型滑面ブロック・階段ブロックのそれぞれを用い、裏法尻保護工に大型滑面ブロック・小型滑面ブロック・突型ブロックのそれぞれを用いた。縮尺は1/35である。

2.2 通水条件

津波越流開始時の衝撃的な流体力を計測するため、堤防模型上流に設置したゲートを瞬時に引き上げることで、模擬津波を発生させた。模擬津波の条件は海岸堤防の基礎工を基準とした津波越流水位を h 、海岸堤防高さを $H(=15.5\text{cm})$ とし、越流水深比を h/H とした。本実験では、表-2.1に示す各実験ケースに対して、 $h/H=1.3,1.5,1.7,2.0$ の条件で行った。

2.3 計測項目

・流体力：防水型4分力計を使用し、裏法尻保護工に作用する抗力(流下方向) D ・揚力(鉛直方向) L ・モーメント M を計測する。分力計の設置位置は、図-2.1に示すように、裏法尻保護工ブロックの1列目である。

計測したデータは、図-2.2に示す破壊モードを考え安定性を照査する。流体力は津波越流初期の衝撃時

と、津波の越流が定常状態となる定常時の場合分けして考える。また、定常時は、経時的に計測値が変動しているため、変動の幅を考慮し、計測値における 3σ 値(標準偏差を σ とする)を含めて評価する。

・圧力：図-2.1に示すように裏法面形状が大型滑面ブロック、階段ブロックのそれぞれの場合に法肩近傍において、ブロック上側に作用する圧力を計測した。

また、予め裏法尻保護工ブロックの水路床への接着を行わずに、被災形態の確認を行った。

3. 結果

本研究により得られた代表的な結果を示す。

- ・被災形態の確認：表-3.1に示すように、衝撃時、ほとんどのケースで、裏法尻保護工が被災した。また、ブロックの2列目から流失するケースが目立った。
- ・裏法尻保護工に作用する流体力の検討：図-3.1, 図-3.2に抜け出しに関する安定性照査の結果を示す。

表-2.1 実験ケース

ケース	法面	法尻	h/H
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

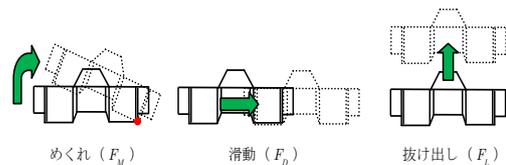


図-2.2 破壊モード

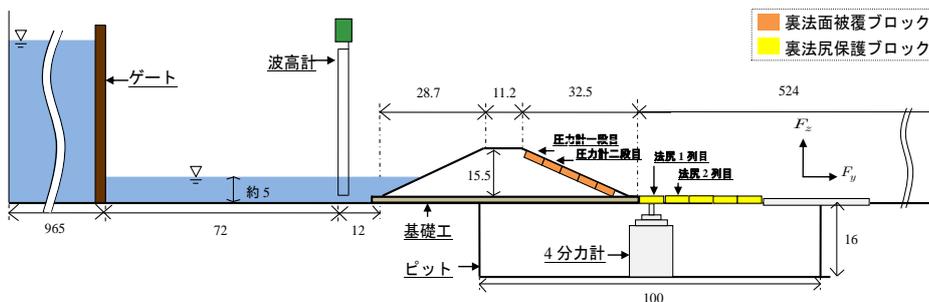
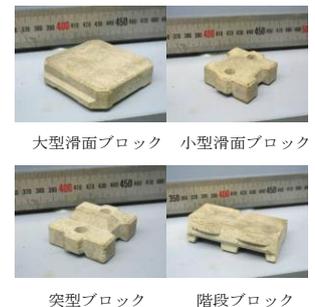


図-2.1 海岸堤防模型およびブロック模型 (cm)



キーワード 海岸堤防, 津波, 越流, 粘り強い構造物
 連絡先 〒700-8530 岡山市北区津島中1丁目1番1号 岡山大学
 TEL 086-252-1111

表-3.1 被災形態

No.	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
ブロック流失の頃合	定常時	衝撃時	衝撃時	衝撃時	衝撃時	衝撃時	衝撃時	衝撃時	被災せず	衝撃時	衝撃時	定常時	衝撃時	衝撃時	衝撃時	定常時
ブロック流失位置	2列目	2列目	2列目	2, 3列目	2列目	2列目	2列目	2, 3列目		1, 2列目	1列目	2列目	1列目	1列目	1列目	1列目
被災形態	全壊	全壊	全壊	全壊	大規模半壊	全壊	全壊	全壊	全壊	全壊	全壊	半壊	半壊	全壊	全壊	半壊→全壊

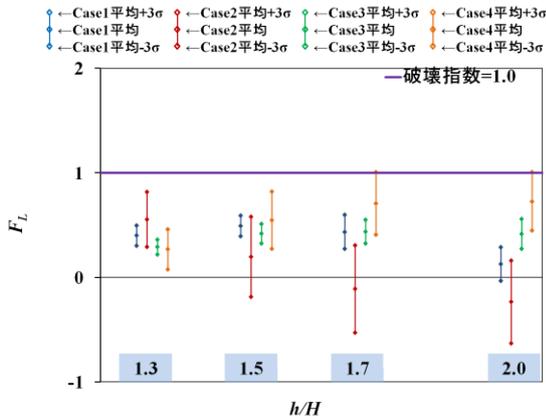


図-3.1 定常時破壊指数(抜け出し)

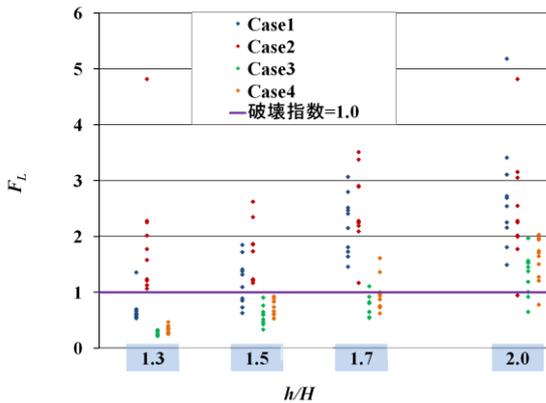


図-3.2 衝撃時破壊指数(抜け出し)

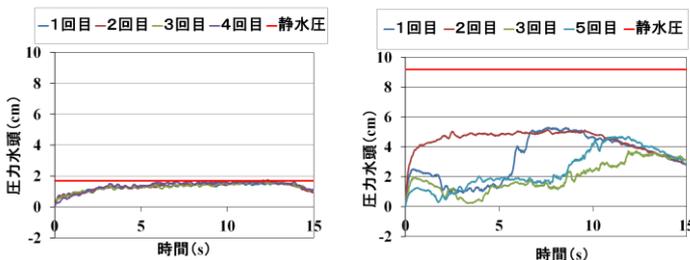


図-3.3 法肩近傍の圧力水頭(大型滑面, 一段目)
左: $h/H = 1.3$, 右: $h/H = 2.0$

定常時は破壊指数が概ね 1.0 を下回っており、裏法尻保護工が流失する危険性が低い。衝撃時は、各ケースとも破壊指数がかなり大きくなる結果となった。Case3, Case4 の $h/H = 1.3, 1.5$ の場合は 1.0 を下回った。これは、図-2.1 に示すように、ブロックにあいた穴が揚力の作用を軽減しているためであると考えられる。

めくれ、滑動に関しても同様に、衝撃時にはかなり

大きな流体力が作用しそれぞれ運動を生じる危険性が高い結果となったが、ブロックの敷き詰めや連結による効果から運動は生じないと考えられる

・法肩部に作用する圧力の検討：図-3.3 は、津波到達直後からの圧力の経時変化を示したものである。図より、法肩部では、越流水深比が大きくなるにつれ、水深に相当する静水圧と比較して、水圧が低下することが確認された。裏法面被覆工形状は、階段形状である方が、水圧の低下は小さくなる結果となった。

また、 $h/H = 2.0$ においては、1 回目、3 回目、5 回目の計測時に法肩部において剥離に伴う渦を生じたため、図に示すようにさらに圧力が低下する結果となった。

4. 結論

・裏法尻保護工に作用する流体力評価

保護工に作用する抗力は裏法面被覆工の形状が、階段形状である方が大きく作用する。また、揚力は階段形状である方が全体的に小さくなる結果となった。

また、裏法尻保護工に作用する抗力は保護工に突型粗度を設けると大きくなる。また、揚力は保護工が滑面形状であるとある越流水深比から低下することが確認された。

裏法尻保護工の流失防止に最も有効な保護工形状の一つは小型滑面ブロックであると考えられるが、衝撃時には各ケースとも保護工が被災する危険性が高い。

・裏法肩近傍に作用する圧力評価

法肩近傍では、越流水深が増加するにつれ、水深に相当する静水圧に比べ、作用する水圧は低下する。裏法面勾配は急であるほどこの傾向は強い。また剥離に伴う渦を生じるとさらに圧力が低下する。

今後、裏法尻保護工の位置により作用する流体力の検討や、裏法面被覆工ブロックの下側に作用する水圧の計測を行い、さらに知見を得る必要がある。

5. 参考文献

- 1) 飯干富広・前野詩朗・吉田圭介・高田大資 (2014)：津波越流時に海岸堤防法面および法尻保護工に作用する流体力特性に関する研究，土木学会論文集 B3 (海洋開発)