

津波越流による海岸堤防裏法尻の洗掘孔の津波流速低減効果に関する研究

東北大学工学部 学生会員 ○金子 祐人
東北大学大学院工学研究科 正会員 三戸部 佑太

1. 研究背景

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により、太平洋沿岸の各地で津波の越流による海岸堤防の被災が発生した。海岸堤防は裏法尻に発生した洗掘孔から堤防内の土砂が吸い出されることにより、裏法面が破壊され、全壊に至ることが報告されている (Kato et al.2012)。一方で、洗掘孔により陸側の津波流速が低減する効果も指摘されている (常田・谷本.2012)。本研究では、小型水路における水理実験を通して洗掘孔背後における流速の低減効果について検討を行う。

2. 実験方法

縮尺 1/100 の海岸堤防模型 (高さ:5.2cm, 法面勾配:2:1, 実スケール高さ:5.2m) を設置した延長 1.1m, 幅 5cm の水路の堤防下流側に固定床で洗掘された底面を再現した。作成した水路に粒子を混ぜた水を流し、その様子を水路側方からハイスピードカメラで撮影し、粒子画像計測法 (PIV) により洗掘孔内部の流れ場を計測した。固定床で再現する底面は、津波越流時の海岸堤防背後に生じる洗掘に関する水理模型実験 (三戸部ら, 2014) の洗掘過程のデータより、津波越流後、30s(case1), 50s(case2), 60s(case3), 0s(case4),における底面の 4 パターンを採用した。また、基礎を含む堤防法尻から 25cm (現地換算:25m) の場所で計測した水位と、流量から、洗掘孔背後における各パターンでの断面平均流速を求めた。また、実験はすべて越流深 2cm (現地換算:2m) で行った。

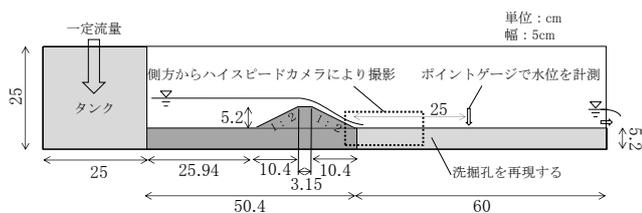


図-1 実験装置

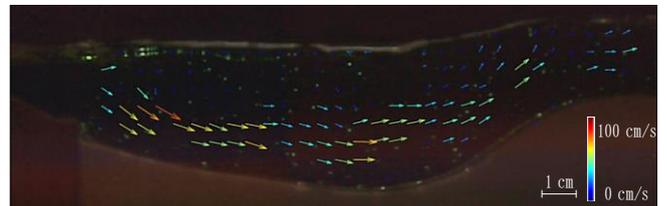


図-2 case1における流れ場

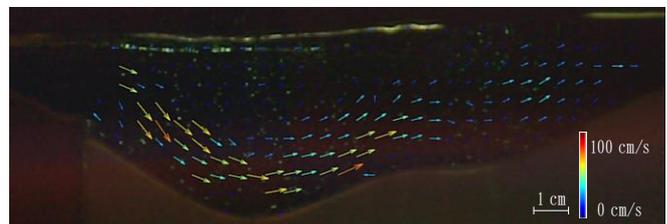


図-3 case2における流れ場

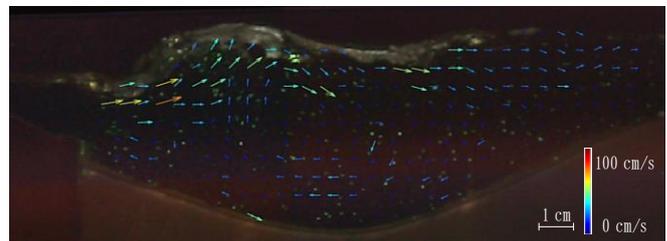


図-4 case3における流れ場

3. 結果

図 2 は越流開始後 30 秒における洗掘孔形状を再現したケース (case1) におけるベクトル図である。ベクトルは 8.6cm×15.98cm の計測範囲について 5mm 間隔の格子点における流速を示している。流速の大きさは矢印の大きさと色で表されており、計測範囲内の水面より上の部分、底面より下の部分は除去してある。底面付近で底面の形状に沿うように速い流れが発生している。洗掘孔後部において、流れが陸側へ向かうものと上向きのものに分岐している。それにより、流速は小

キーワード ; 津波, 海岸堤防, 洗掘, PIV

連絡先〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 環境水理学研究室 Tel 022-795-7453 Fax 022-795-7453

さいが水面近くでは海側へ戻る流れが生じており、その流れが底面付近の速い流れに引き込まれることで、不安定ではあるが、ときおり渦が発生している。全体として、水面付近では流速が小さいことが分かる。

図3は越流開始後50秒における洗掘孔形状を再現したケース(case2)におけるベクトル図である。底面は画像中央付近で一度盛り上がり(ピーク)再び削れている形状をしている。法尻通過直後はcase1同様に、底面付近で底面の形状に沿うように速い流れが発生している。その後底面に形成されている隆起を超えると流れが底面より剥離し、上向きの流れと下流への流れに分岐しており、case1におけるものより明瞭な渦が発生している。底面に形成されている隆起以降の流れ場は、底面の形状に沿うような流れ場となっている。全体として、水面付近では流速が小さくなっている。

図4は越流開始後60秒における洗掘孔形状を再現したケース(case3)におけるベクトル図である。case1, case2と異なり、水面付近で流速が速くなり、底面付近で流速が小さくなっている。越流してきた流れは法尻通過直後に跳水し、流れの向きは斜め上へととなっている。跳ね上がった水は落下点においてそのまま陸側に流れていくものと、下に沈み底面の形状に沿い、海側へと戻る流れがある。後者の流れにより、洗掘孔の中心付近にて渦が発生している。

また、法尻部から陸側25cmの地点において、水深を測り、流量から断面平均流速を算出した。表1に各caseにおける断面平均流速と水深を示す。どのcaseにおいても洗掘が起きていないcase4より断面平均流速が75%程度小さくなっていることが分かる。case1, case2, case3の比較では、上述のように流れ場の違いは見られたが、洗掘孔背後の流速に大きな差は見られなかった。

4. まとめ

津波越流による海岸堤防裏法尻の洗掘孔の津波流速

表-1 各 case における流量と水深と断面平均流速

	流量 (cm^3/s)	水深 (cm)	断面平均 流速 (cm/s)
case1	193	2.12	18.2
case2	193	1.76	21.9
case3	193	2.05	18.8
case4	193	0.67	57.6

低減効果について、水理模型実験を通して検討を行った。底面の形状に応じて、流れ場が変化すること、洗掘により洗掘孔背後の津波流速が低減することを明らかにした。今後、越流深の異なるケースの実験を行い、流れ場の変化と洗掘孔背後の流速の低減の関係をより詳細に検討していく。

参考文献

- 1) 三戸部佑太・Mohammad Bagus Adityawan・田中仁・河原俊哉・黒澤辰昭・乙志和孝(2014):津波越流により生じる海岸堤防裏法尻の洗掘現象に関する実験,土木学会論文集B1(水工学),Vol.70, No.4, pp. I_1147-I_1152, 2014
- 2) 三戸部佑太, Nguyen Xuan Dao, Mohammad Bagus Adityawan, 田中仁:津波越流時の海岸堤防背後に生じる流れ場に関する水理模型実験, 2014
- 3) Kato, F., Y. Suwa, K. Watanabe and S. Hatogai: Mechanism of coastal dike failure induced by the Great East Japan Earthquake Tsunami, Proceedings of 33rd International Conference on Coastal Engineering, 9 pages, 2012
- 4) 常田賢一, 谷本隆介:2011年東北地方太平洋沖地震における土盛り構造の耐津波特性および落堀の形成特性,土木学会論文集A1(構造・地震工学), Vol.68, No.4, I_1091-I_1112., 2012