

津波越流に対する2重鋼矢板堤防の津波減勢効果に関する実験的検証

新日鐵住金(株) 正会員 ○乙志和孝, 黒澤辰昭, 戸田和秀

東北大学大学院 正会員 田中 仁, 三戸部佑太, Mohammad Bagus Adityawan

1. はじめに

発生確率の高い南海トラフ地震等の巨大地震への備えとして海岸保全施設の防災・減災技術に関する研究ニーズが高まっている。著者らは津波越流時にも堤防の連続性を保持し破堤に至らない堤防補強策の一つとして2重鋼矢板構造の研究を進めている(図1)¹⁾。津波越流を想定した水理模型実験により、2重鋼矢板の堤内側地盤が洗掘される厳しい条件下においても、構造の倒壊には至らずねばり強い構造として遮水機能が保持されることがわかった。また、地盤の洗掘は堤体の安定性の観点からはマイナス要因と考えられているが、背後地への影響の観点からは津波減勢効果が期待できる可能性が指摘されている²⁾。ここでは、2重鋼矢板堤防を対象とした水理実験により、2重鋼矢板堤内側の洗掘孔が津波減勢に及ぼす影響について検証したので報告する。

2. 実験条件

延長450cm, 幅15cmの水平勾配の開水路中に縮尺1/50の堤防模型を設置し、予め設定した越流水深(現地換算:H=5m)になるように調整した一定流量下で実験を行った。現地スケールでの天端幅6.0m, 天端高7.5m, 法面勾配1:1.5を対象として、天端幅12cm, 天端高15cm, 法面勾配1:1.5の堤防模型を平均粒径0.3mmの珪砂を用いて作成した。

本実験では堤内側法面が完全に破壊される最も厳しい条件での鋼矢板壁構造の効果を確認するため、コンクリート等による堤体の被覆は行わずに実験を行った。越流の継続時間は現地スケールにおいて10分を想定し、越流開始から85秒間について計測を行った。鋼矢板壁の模型にはIai³⁾の示した相似則に基づいて板厚1.6mmの鋼板を使用した。詳細な実験結果は既報¹⁾によりここでは割愛する。本実験で得られた2重鋼矢板堤内側の越流後5分時, 10分時(実大換算)の洗掘孔(写真1, 図2)を基に固定床を用いて水路模型を作製し、同一の越流水深となる流量で津波減勢効果に関する検証実験を行った。水路側方からのビデオカメラ撮影による全体流況の確認と、洗掘前の堤内側法尻から下流側200cm(現地換算:100m)においてプロペラ流速計による水平流速計による水平流速計測と容量式波高計による水位計測を行った。

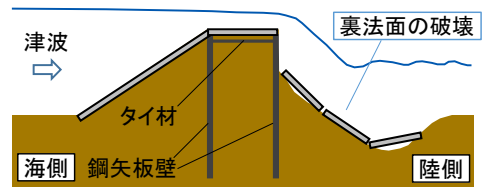


図1 2重鋼矢板による堤防補強

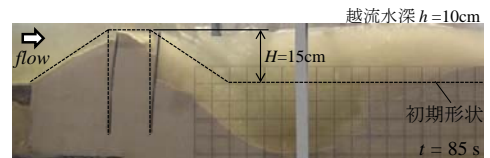


写真1 水理実験状況¹⁾

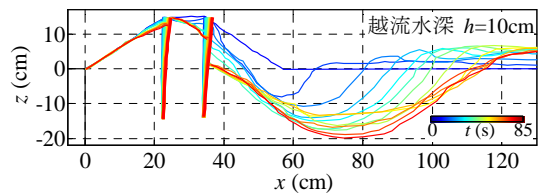


図2 矢板前面の洗掘状況¹⁾

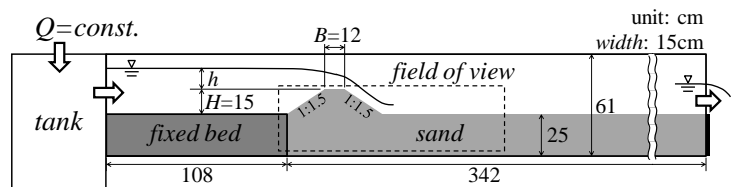


図3 水理実験模型¹⁾

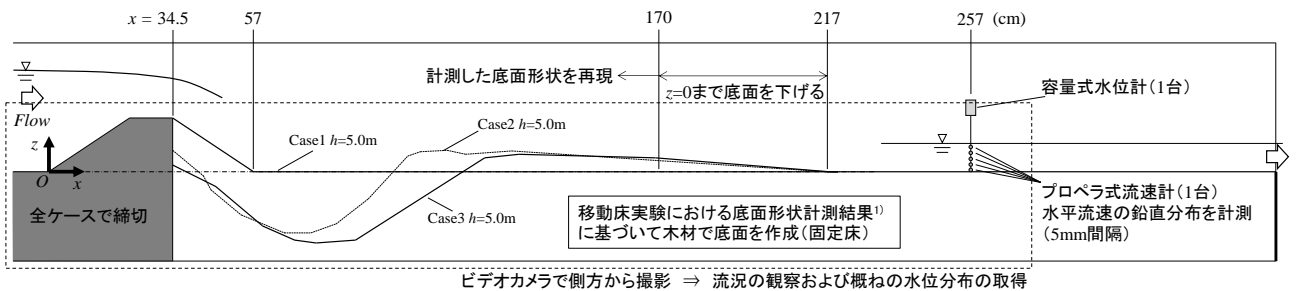


図4 洗掘跡を再現した固定床での水理実験模型

Key Words ; 津波, 堤防, 鋼矢板, 洗掘, 水理実験

連絡先 ; 〒100-8071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tel: 03-6867-6357 Fax: 03-6867-4931

3. 実験結果

実験時に側方から撮影した画像を写真2に示す。洗掘孔のないCase1では法尻部において跳水は生じず、法尻から下流側に向かってわずかに水位の上昇がみられた。洗掘孔を設けたCase2, Case3では下流側水位が高く天端まで達しており跳水が生じていることが確認された。Case2, Case3での流速計測結果を図5に示す。Case1(洗掘なし)では変動が小さくほぼ一定値であったが、Case2, Case3(洗掘孔有り)では変動が大きくより乱れが発達していることが確認できた。プロペラ式流速計による平均水平流速の鉛直方向分布を図6に示す。また比較のため、画像計測による平均水深と、平均水深および流量から算出した断面平均流速を図中に示す。平均流速の鉛直方向への変化は水面付近および底面付近で値が小さくなった。画像計測水位をもとに算出した断面平均流速を比較すると、洗掘孔を設けたCase2, Case3では越流後の洗掘孔形状により差異は生じるも、洗掘孔のないCase1と比較して流速が低減される傾向が見られた。これらの結果から、1)堤内側法面が洗掘される厳しい条件下においても2重鋼矢板堤防は倒壊せずに遮水機能を維持し津波越流流量の低減(津波エネルギー低減)に寄与すること、2)洗掘孔により堤内地の流速の低減に寄与する可能性が示され、陸域への津波遡上流量の制限および越流した津波のエネルギー低減効果といった堤防機能を維持する上での2重鋼矢板堤防の有用性が示されたと考えられる。今後、越流後の経過時間により洗掘孔形状が逐次変化するとともに下流側の流速や水深も変化することから、堤体形状や越流水深、洗掘の規模・孔形状等が堤内地の流速に与える影響についてパラメトリックに水理実験を実施し定量的な評価を進める予定である。

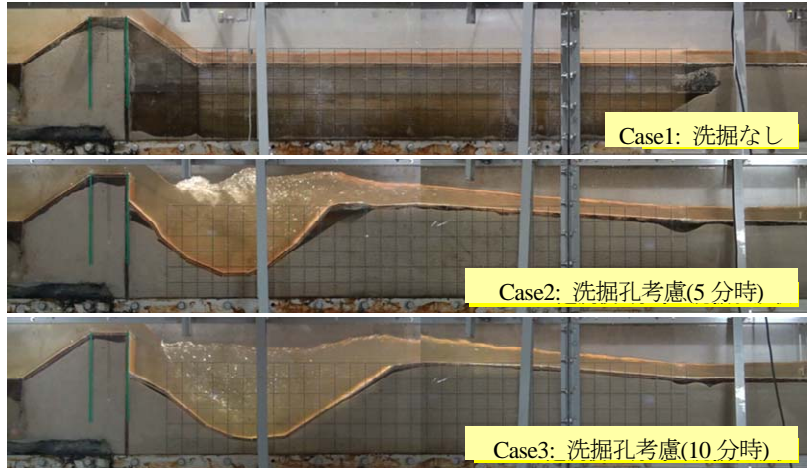


写真2 洗掘孔を考慮した水理実験状況

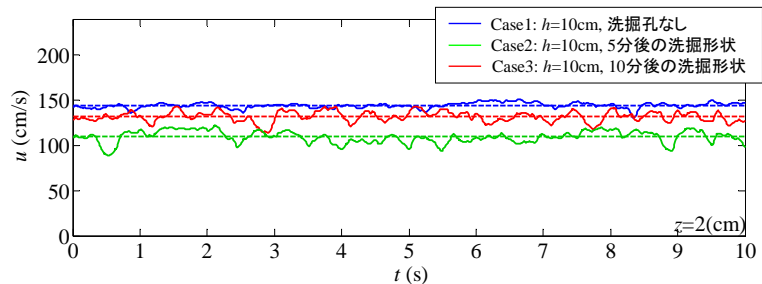


図5 流速計測結果

4. まとめ

2重鋼矢板で補強した堤防の堤内側の洗掘孔を

考慮した水理実験を行い、津波減勢効果に関する以下の知見が得られた。

- ・2重鋼矢板堤防は、津波越流時に堤内側が洗掘される場合においても構造が倒壊せず遮水機能を維持することで陸域への津波遡上流量を低減し越流した津波エネルギーを低減する効果が期待できる。

今後は、これら知見を基に堤内地の津波浸水域や構造物の破壊確率との関係を導くことで、街区計画の観点からも本補強構造の適用性を検証する。

[参考文献] 1)三戸部佑太, 乙志和孝, 黒澤辰昭, Mohammad Bagus Adityawan, 盧敏, 田中仁: 津波越流に対する鋼矢板壁構造の堤防補強効果に関する実験的検討, 土木学会論文集B2(海岸工学), vol.70, No.2, 2014, I_976-I_980. 2)常田賢一: 地盤工学からの津波越流に対する盛土の粘り強さの深化・展開, 第59回地盤工学シンポジウム平成26年度論文集, pp.291-298, 2014. 3) Iai S.: Similitude for shaking table tests on soil structure fluid model in 1g gravitational field, Report of the Port and Harbor Research Institute, Vol.27, No.3, 1988.

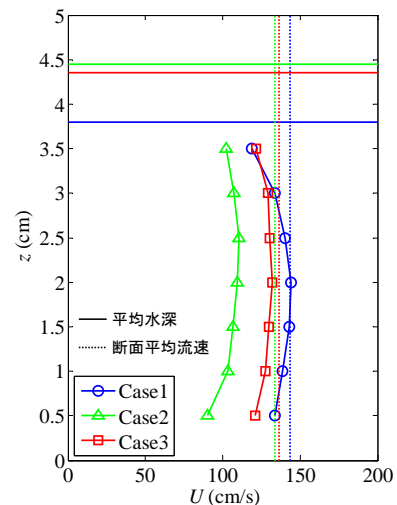


図6 鉛直方向流速分布