

二重鋼矢板堤防の堤内地被害抑制効果に関する実験的研究

新日鐵住金(株) 正会員 ○乙志和孝, 黒澤辰昭

東北大学大学院 正会員 三戸部佑太, 金子祐人, 田中 仁

1. はじめに

2011年東日本大震災以降、津波が越流した後も全壊せずにより長時間効果を発揮する粘り強い海岸堤防に関する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二重鋼矢板構造の研究を進めている^{1),2)}。津波越流を想定した水理模型実験により、二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粘り強い構造として遮水機能が保持されること、また二重鋼矢板堤防裏法面の洗掘孔が背後地の流速低減に効果的であることを示した³⁾。ここでは、越流津波水深や洗掘規模が流速低減効果に及ぼす影響について水理模型実験による検証を行ったので主な結果について報告する。

2. 実験条件

延長450cm, 幅15cmの水平勾配の開水路中に縮尺1/60の堤防模型を設置し、予め設定した越流水深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10cm, 天端高12.5cm, 法面勾配1:1.5の堤防模型を作成した(図2)。

移動床実験では多量の砂が巻き上がり流速分布の計測が困難であるため、本実験では固定床により洗掘孔形状を再現し、落掘れ周辺の流れ場および背後での水平流速を計測した。洗掘孔周辺の流れ場はPTV(粒子追跡法)により計測を行い、下流側には超音波水位計を設置し計測した水深を元に断面平均流速 U を算出した。これを洗掘孔がない条件での平均流速 U_0 と比較することで、洗掘孔による流速低減率 $R_r=(U_0-U)/U_0$ を求め、洗掘孔による流速低減効果についての評価を行った。

洗掘孔形状は、過年度実施の移動床実験結果¹⁾を基に、計測した時間毎の底面形状を深さ D および幅 L により正規化すると、時間や越流水深によらずほぼ相似な形状が示された(図3)。この正規化した形状の平均値を求め、同実験から得られた平均縦横比 $D/L=0.26$ を与えることで、洗掘孔幅が $L=11.25, 20, 30m$ となる3パターンを実験条件として設定した(図4)。また、洗掘孔の大きさと越流規模の関係による流速低減率への影響を評価するため、越流水深 $h=2, 5, 8m$ の3パターンにて実験を行った。超音波水位計は堤防裏法尻から40m, 80m(実大換算)位置に設置し、100Hzで10秒間の計測を行い、これと水路下流端で計測した流量を基に断面平均流速を求めた。

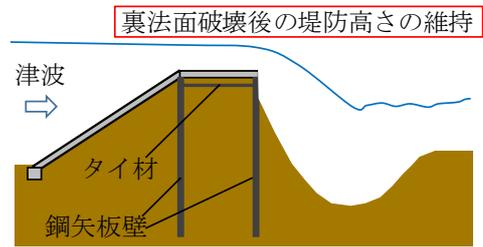


図1 二重鋼矢板による堤防補強

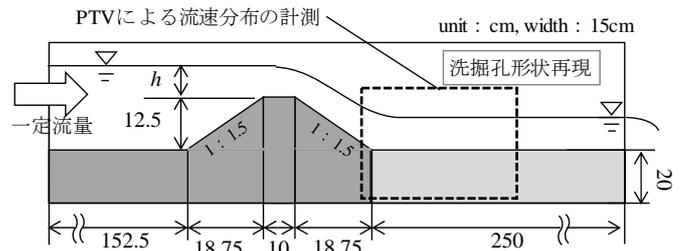


図2 実験断面

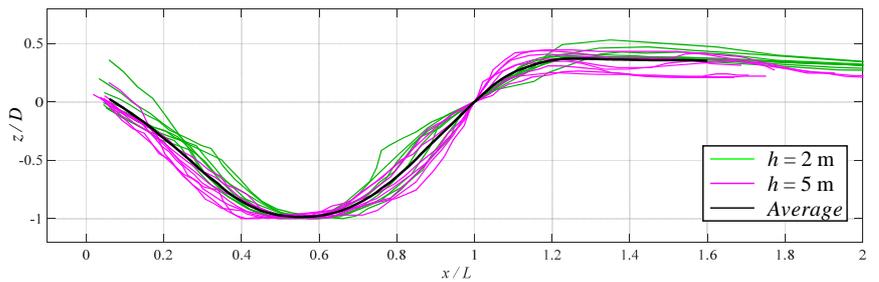


図3 移動床実験結果の正規化¹⁾

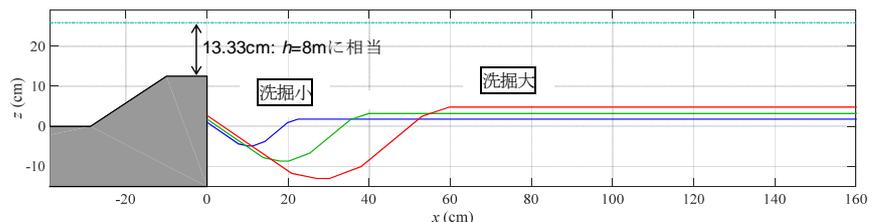


図4 洗掘孔形状の実験パラメータ

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

各ケースの洗掘孔近傍のPTV計測画像を図5に示す。洗掘孔の大きさと越流水深の関係によって堤体法肩から落下する流れの着水点に変化し、これにより洗掘孔内部における流れの強さや渦の方向に大きな変化が見られた。具体的には、洗掘孔内に流れが落下する流れ(Type: A)、洗掘孔の下流側斜面に落下する流れ(Type: B)、洗掘孔の上を通過し下流側に落下する流れ(Type: C)に分類された。

各ケースの流速計測結果を図6に示す。越流水深 $h=2\text{m}$ のケースでは60~70%程度の高い流速低減率があることが確認された。一方で、越流水深が高いケース($h=8\text{m}$)では洗掘孔の大きさに対して流速低減率が大きく変動した。洗掘孔規模が小さく流れが完全に洗掘孔の上を通過するケースや、洗掘孔下流側側面に着水するケースでの低減率は10~20%程度と他ケースに比べて小さかった。これは、洗掘孔が流速の低減効果を発揮するためには、その上を通過する流れのスケールに対して十分に洗掘孔が発達し、流れの分岐や大規模渦を生じる必要があるためと考えられる。越流水深に対して洗掘孔が大きい条件では、堤防裏法尻から十分距離を置いた位置(R_{80})においても50~60%程度の低減率で落ち着いており、越流量に対して十分な洗掘孔が存在する場合は概ね安定して高い流速低減効果が得られることがわかった。

4. まとめ

津波越流によって二重鋼矢板堤防背後に生じる洗掘孔に関して、越流津波水深や洗掘規模が流速低減効果に及ぼす影響について検討を行い得られた主な知見を以下に示す。

- ・洗掘規模が越流水深に対して小さく、流れの構造にさほど影響しない条件下では低減効果はあまり見られなかったが、洗掘孔規模が大きくなると、流速低減効果が大きく、洗掘孔のない状態と比較して最大で60%程度流速が低減される結果であった

二重鋼矢板堤防で洗掘孔が形成される場合でも、堤防の高さを確保できる構造とすることで背後地域への津波流入量を制限しながらより大きな津波減勢効果が得られるものと考えられる。

[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, L_976-I_980. 2)三戸部佑太, Mohammad Bagus Adityawan, 盧敏, 田中仁, 乙志和孝, 黒澤辰昭: 鋼矢板2重壁の津波越流に対する堤防補強効果に関する水理実験, 土木学会第69回年次学術講演会, 第II部門, pp.61-62, 2014. 3)乙志和孝, 黒澤辰昭, 戸田和秀, 田中仁, 三戸部佑太, Mohammad Bagus Adityawan: 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, 土木学会第70回年次学術講演会, 第II部門, pp.373-374, 2015.

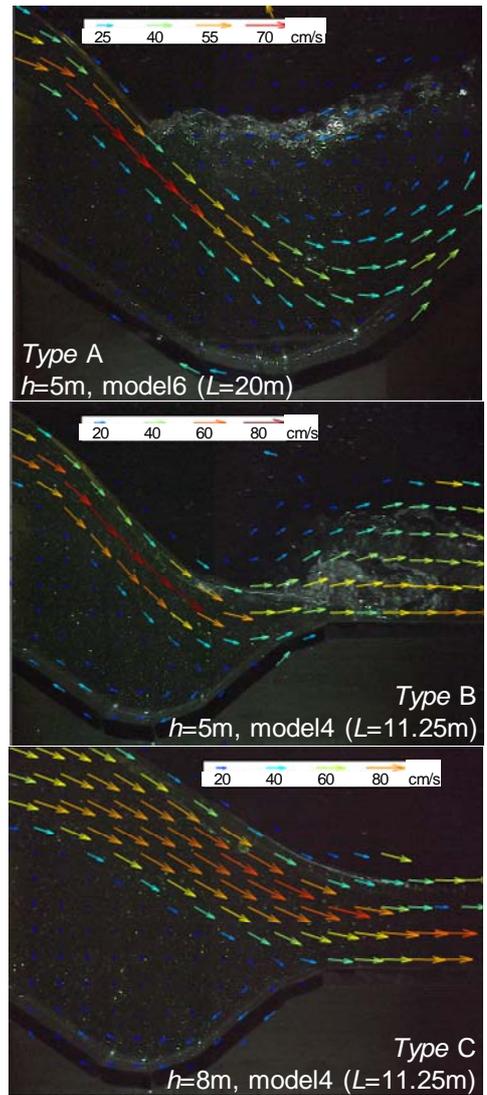
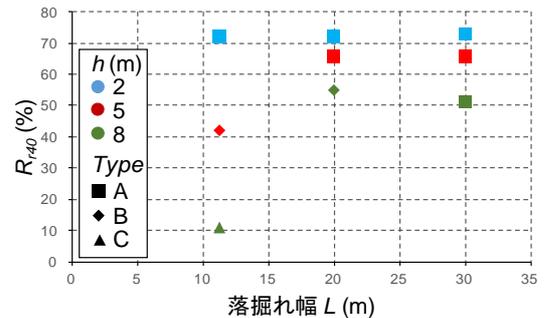
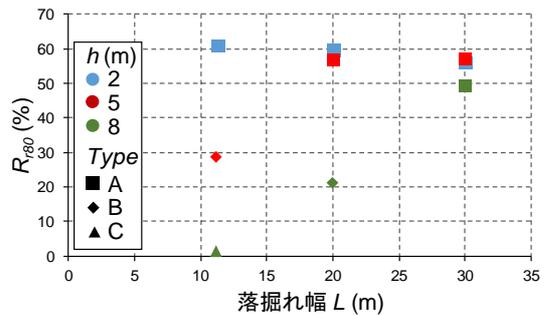


図5 洗掘孔近傍の流れ場



(1)堤防裏法尻から40m位置



(2)堤防裏法尻から80m位置

図6 流速低減率の計測結果