

津波越流時の洗掘現象に防潮堤背後の海岸林が与える影響に関する実験的研究

宇都宮大学

学生会員

○佐藤 夏海

宇都宮大学

正会員

飯村 耕介

宇都宮大学

正会員

池田 裕一

1. はじめに

2011 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震津波は、沿岸部の海岸保全施設に甚大な被害をもたらした。この地震を契機に中央防災会議では発生頻度の低い巨大津波に対して被害を最小限に抑える「減災」の考えが示され、粘り強い防潮堤や多重防護等の対策を挙げている¹⁾。防潮堤が津波に粘り強く耐えるには、防潮堤背後に形成される洗堀孔を抑える必要がある。常田・谷本²⁾は現地調査を行い、2011 年津波の防潮堤背後に形成された落堀の構造について示している。三戸部ら³⁾は防潮堤背後における洗堀現象について、基礎工の効果を実験により明らかにした。一方、多重防護による津波の減災効果については、飯村ら⁴⁾が海岸林と防潮堤を組み合わせた際の流況や海岸林の抵抗力について示しているが、海岸林が防潮堤背後の洗堀現象に与える影響については明らかになっていない。本研究では、移動床下の水理模型実験を行い、防潮堤の背後に配置された海岸林が、防潮堤裏法尻の洗堀現象に与える影響について明らかにする。

2. 実験概要

実験水路は長さ 10m、幅 0.3m、高さ 0.4m の塩化ビニル製で、この水路内に防潮堤模型と海岸林模型を配置して実験を行った。防潮堤の下流側は、平均粒径が 0.3mm の珪砂で作成した砂層の移動床とした。流量は野崎ら⁴⁾の実験を参考に約 4100cm³/s で、防潮堤上流側の越流水深は 3.8cm となる。海岸林模型は、現地スケールで胸高直径 0.15m、密度 0.2 本/m² のクロマツを対象に、約 1/100 縮尺で再現し、直径 0.2cm のアクリル棒を密度 0.1379 本/cm²、海岸林幅 (W_v)200cm にわたり正方形配置した。また、海岸林模型は根の深さを考慮し、砂層に 2cm 埋めて設置し、

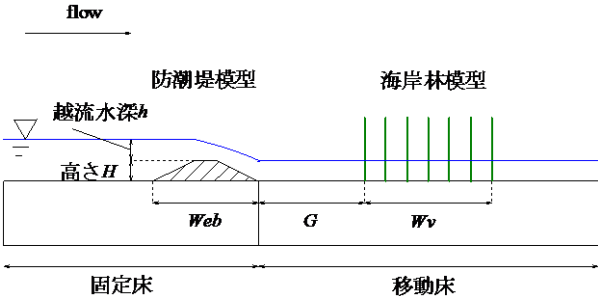


図-1 実験水路の概要

表-1 実験ケース一覧

Case	G	海岸林の条件
1	-	配置しない
2-1	0	流失なし
2-2	12.5	
2-3	25	
2-4	50	
3-1	0	流失あり

洗堀によって根が露出した場合に模型を水路から取り外し、樹木の流失を考慮できるようにした。防潮堤模型も同様に 1/100 とし、天端幅 3cm、高さ(H)3cm、法面勾配 1/2 で作製した。図-1 および表-1 に水路の概要および実験条件を示す。Case 1 は防潮堤のみ配置、Case 2 シリーズは防潮堤と海岸林を配置し、海岸林を流失させずに模型間距離(G)を変化させたケース、Case 3 は海岸林の流失を考慮し、根の深さまで洗堀が進行した海岸林を取り外すケースである。本実験では水面と砂面を水路側方からビデオカメラで撮影した。撮影時間は現地スケールで越流時間 15 分を想定し、越流開始から 90 秒間とした。

3. 実験結果

図-2 に Case 1 および Case 2-1 における水面と砂面

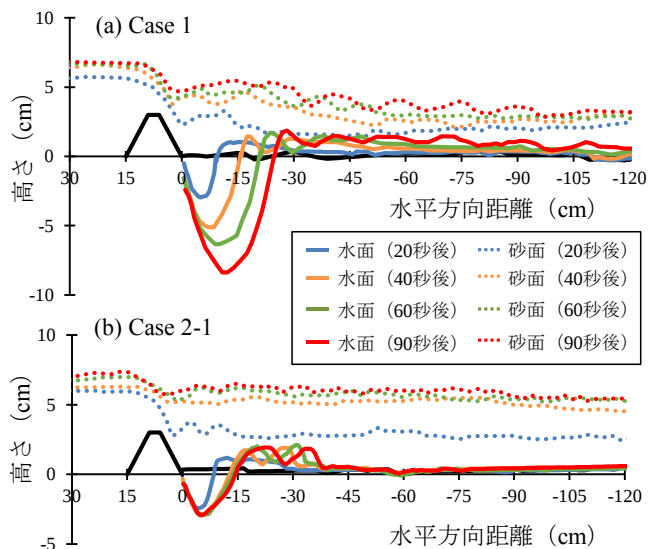


図-2 水面と砂面の時間変化

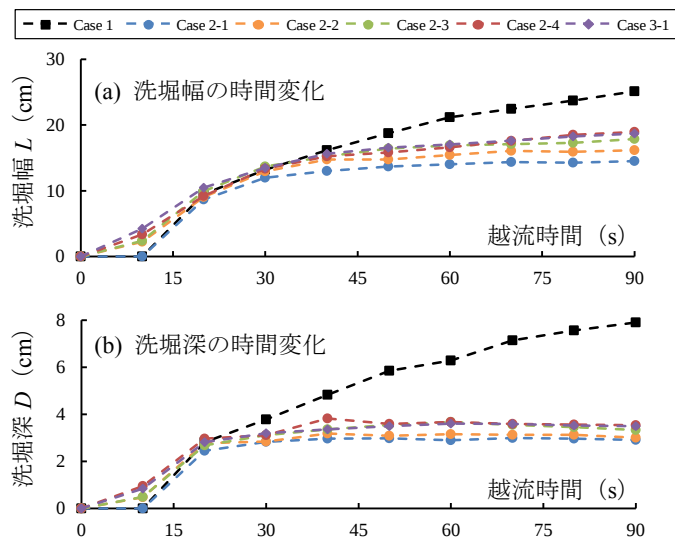


図-3 洗堀幅および洗堀深の時間変化

の時間変化を示す。海岸林を配置した場合、海岸林前面で流れがせき止められるため、防潮堤背後の水深が大きくなる。それにより越流後の流速が抑えられ、洗掘孔が小さくなる。図-3 に洗掘幅 L と洗掘深 D の時間変化を示す。防潮堤のみの Case-1 では洗掘幅、洗掘深とも増加していくのに対し、海岸林を配置したケースでは、洗掘幅は越流開始から 30~40s、洗掘深は 20s 程度で洗掘の進行がほぼ止まった。海岸林の有無で比較すると、洗掘幅で約 10cm、洗掘深で約 5cm の差ができた。模型間距離 G の影響については、 G が大きくなるほど洗掘幅と洗掘深は大きくなる。樹木の流失を考慮した Case 3 では、Case 1 より洗掘は抑えられるが、樹木が流失しない Case2-1 より洗掘孔は大きくなった。三戸部ら³⁾を参考に、90 秒後における洗掘幅 L と洗掘深 D の関係を図-4 に示す。既往の現地調査²⁾における D と L の関係($D=0.23L$)を図中に直線で示す。Case 1 は直線からやや離れているものの、海岸林を配置したケースは直線に近い位置にプロットされている。また海岸林を配置することで洗掘が抑えられ、Case 1 よりも図中左下にプロットが集中している。

4. おわりに

本研究では、防潮堤背後の洗掘現象に海岸林が与える影響について水理模型実験により検討を行った。海岸林を配置することで防潮堤背後の水深が大きくなり、流速が抑えられるため、洗掘孔が小さくなることが分かった。今後は防潮堤高さや越流水深による影響、多重防護によるエネルギーの低減効果について、より詳細な検討を進めていく。

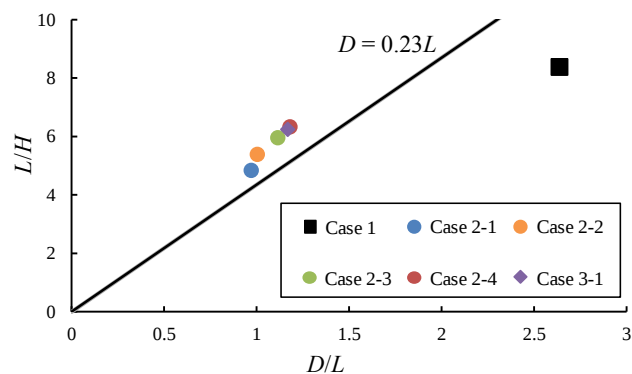


図-4 越流開始から 90 秒後の洗掘幅と洗掘深の関係

謝辞：本研究は、日本学術振興会の科学研究費補助金（若手研究（B）16K16373）の支援により実施されました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 中央防災会議 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会:東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告, 44p, 2011.
- 常田賢一・谷本隆介: 2011 年東北地方太平洋沖地震の現場調査による防潮堤などの津波被害特性, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 68, No. 2, pp. I_1406-I_1410, 2012.
- 三戸部佑太・Mohammad Bagus ADITYAWAN・田中仁・河原俊哉・黒澤辰昭・乙志和孝: 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.
- 飯村耕介・野崎樹・高橋勇貴・池田裕一: 津波の流況と海岸林の抵抗力に防潮堤と海岸林の位置関係が与える影響に関する実験的研究, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol. 73, No. 2, pp. I_480-I_485, 2017.