

防潮堤と樹冠部抵抗を考慮した海岸林が津波の流況に与える影響に関する実験的研究

宇都宮大学 学生会員 ○桑原 雄大
 宇都宮大学 正会員 飯村 耕介
 宇都宮大学 正会員 池田 裕一
 宇都宮大学大学院 学生会員 高橋 勇貴

表-1 実験ケース

Type	防潮堤天端高 H (cm)	模型間距離 G (cm)
TypeS(樹冠なし)	3	0,25,50
	5	
TypeF(樹冠あり)	3	
	5	

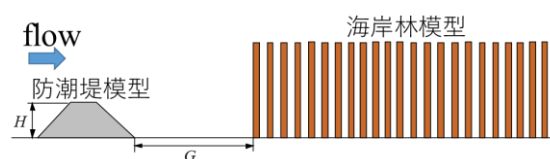


図-1 実験模型の配置条件

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では、津波が防潮堤などの海岸構造物を乗り越え、背後地域に甚大な被害をもたらした。現行の津波への対策指針では津波を規模と発生確率によって数十年～百数十年に一度程度のレベル1津波と、数百年～千数百年に一度程度のレベル2津波の二つに分類している。また、防潮堤などの海岸構造物はレベル1津波に対して設計されており、防潮堤を越流する程の大規模なレベル2津波においては防潮堤に加え、海岸林などを組み合わせた多重防護により津波を減勢することが重要である。一般に防潮堤を越流するほどの大規模な津波においては、海岸林内部で樹幹部に加えて、樹冠部まで浸水する場合が多い。防潮堤と海岸林を組み合わせた多重防護に関しては、野崎ら²⁾は定常流下での防潮堤と海岸林の配置方法の違いによる津波の減勢効果を明らかにした。また、竹中ら³⁾は実物大のハリエンジュを用いた風洞実験によって、樹木鉛直構造を考慮した抗力計算法に必要な基本要素について明らかにした。しかし、枝葉による付加抵抗を考慮した海岸林と防潮堤を組み合わせた津波の流況の詳細は明らかになっていない。したがって、本研究では定常流下での樹冠部抵抗を考慮した海岸林と防潮堤を越流する津波の構造物周辺の詳細な流況を明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

幅0.3m、高さ0.4m、長さ7.5mの水平床水路を用い、防潮堤模型と海岸林模型を配置して実験を行った。本実験では反射波などの複雑な現象を回避し、基本的な流況を捉えるため、遡上津波のピーク付近を想定した定常流下で実験を行った。なお、そのときの流量は約4120cm³/sとなっている。模型は実スケールの約1/100縮尺で再現し、防潮堤模型は法面勾配を1/2として、天端高が3cmと5cmの2ケースについて塩化ビニル板を用い作製した。海岸林模型は胸高

直径0.4m、密度0.075本/m²を現地条件とし、直径0.4cmの木製円柱を密度0.077本/cm²の正方形配置で作製した。また海岸林の枝葉による樹冠部抵抗を考慮するため、樹冠部を金網で模して再現した。なお、そのときの樹冠部の抗力係数 C_D は幹部分を含めて約3.1であり、金網を設置しない場合の約3倍程度であった。既往の研究より葉層による付加抵抗は1.2~1.4³⁾程度とされているが今回は葉層に加え、枝による抵抗や植栽樹木である黒松以外の広葉樹なども考慮に入れてこのような模型としている。模型配置は防潮堤を海側、海岸林を陸側となるよう配置し（図-1）、樹冠抵抗がある場合とない場合のそれぞれで防潮堤天端高 H と模型間距離 G （=0, 25, 50cmの3ケース）を変化させて実験を行った。表-1に実験ケースを示す。なお、樹冠部の枝下高は3cmとした。測定項目は各ケースで水深、流速を測定した。水深測定はポイントゲージを用い水路横断方向中心点で流下方向に20cm間隔、海岸林模型前後では5cm間隔、防潮堤模型周辺では2cm間隔で測定した。流況はPIVシステムを用いて、水路横断方向中央断面を防潮堤周辺、海岸林始点部、海岸林中心部で測定した。また、二成分型電磁流速計を用いて、PIV測定の精度検証のために複数点で水路床から鉛直方向0.5cm間隔で流速を測定した。

キーワード 津波, 減災, 海岸林, 防潮堤, 多重防護

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2 宇都宮大学 TEL028-689-6214

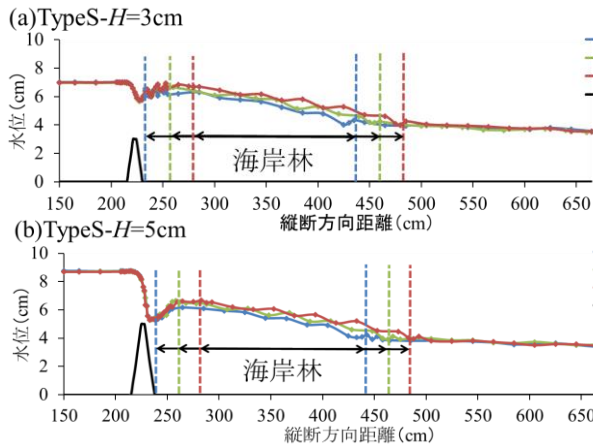


図-2 Type S における水面形

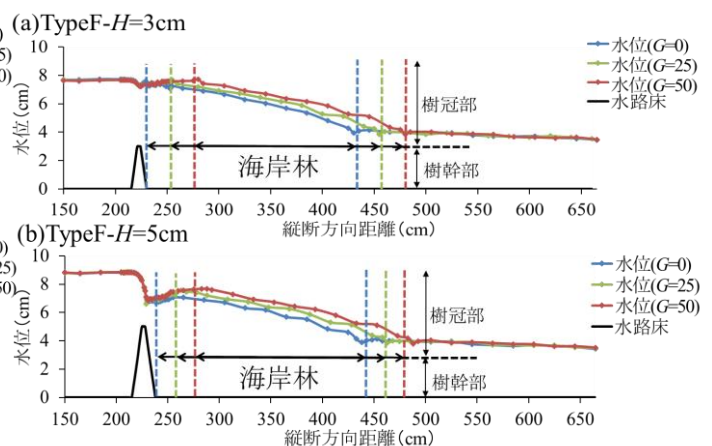


図-3 Type F における水面形

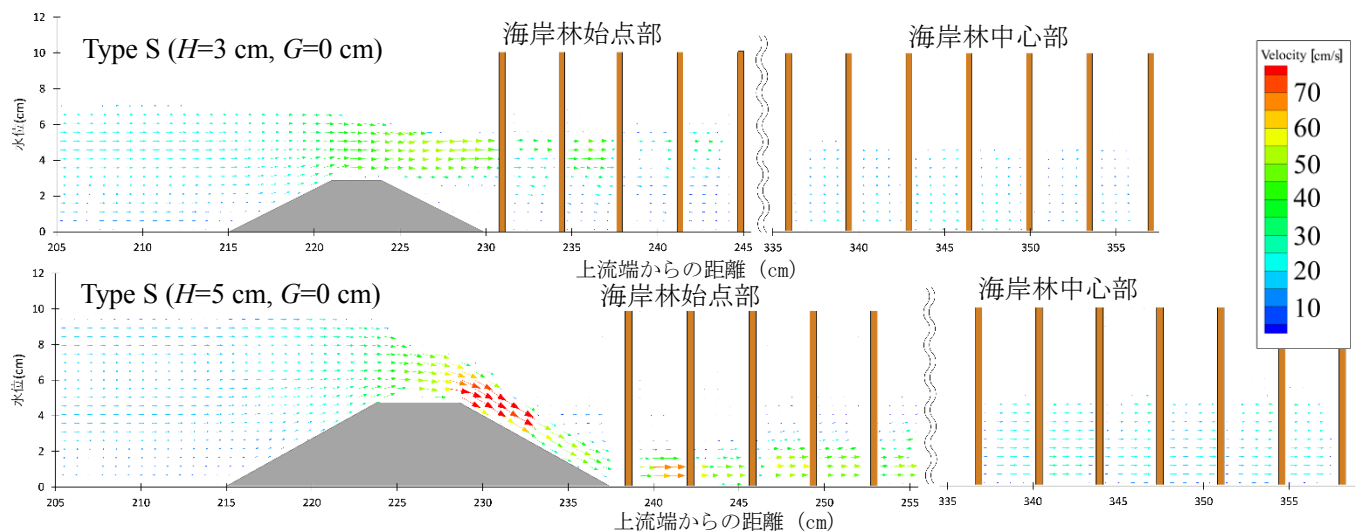


図-4 Type S における流況

3. 実験結果

図-2 に Type S の水面形を示す。 $H=3\text{cm}$ では、防潮堤越流直後で水深が上昇し、下流へ徐々に水深が減少している様子が確認できる。また、 $H=5\text{cm}$ では、 $H=3\text{cm}$ と比べて防潮堤越流直後の水深の低下が大きいことが確認できるが、その後の水面形は大きな差は見られなかった。図-3 に Type F の水面を示す。 $H=3\text{cm}$ では、防潮堤越流前から海岸林前面にかけて水位が上昇していることが確認できる。これは樹冠部の抵抗が働くことによるものである。一方、 $H=5\text{cm}$ は防潮堤越流直後に海岸林前面の水深の上昇は確認できるが、防潮堤越流前の上昇は見られなかった。これは防潮堤規模の大きさから生まれる越流形態の違いによるものであると考えられる。図-4 に Type S における流況を示す。 $H=3\text{cm}$ では防潮堤越流後、海岸林の上部に高速域が見られるが、 $H=5\text{cm}$ では海岸林越流後の高速域は海岸林の根元部に見られる。この越流形態は一般に $H=3\text{cm}$ が潜越流、 $H=5\text{cm}$ の場合が不完全越流と呼ばれるものである。この越流形態の違いにより、樹冠部での流速の大きさの違いから、樹冠部の抵抗が $H=5\text{cm}$ よりも 3cm で大きく働き、海岸林前面部での水位の上昇が見られると考えられる。

4. おわりに

本研究では樹冠による付加抵抗と防潮堤の規模の違いによる構造物周辺の流況の変化について水理模型実験により検討を行った。規模が大きな防潮堤になるにつれ越流形態が完全越流に近づいていき樹木根元付近に高速域が形成されることがわかった。

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

- 1) 中央防災会議：東北地方太平洋沖地震津波を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会 報告, pp.9-10, 2011.
- 2) 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.1_480-I_485, 2017.
- 3) 竹中宏・田中規夫：樹木の葉層面積と樹冠・樹枝投影面積分布を考慮した抗力係数に関する研究, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.67, No.4, pp.1_1411-I_1416, 2011.