

## 津波に対する防潮林の保全と消波工の連携型水理実験

前橋工科大学 P.E フェロー会員 土屋十圀  
 長野県塩尻市役所建設課 正会員 吉江 悟

### 1. 研究の背景と目的

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴う巨大津波は、想像をはるかに超える破壊力であり多くの犠牲者と被害をもたらした。特に東北地方沿岸部での津波の被害は甚大で、防潮堤や防波堤、水門などの港湾・河口の防災施設が破壊されており、強度や設計の更なる見直しが必要となっている。これらの土木構造物と共に減災として期待されているのが「防潮林」である。津波に対する防潮林の効果は過去の津波の事例から研究され、首藤(1985)<sup>1)</sup>、飯村・田中ら(2010)<sup>2)</sup>によって明らかにされている。これら既往の研究により防潮林の幅や樹林密度などの条件が減災効果にどの程度影響を与えているのか整理されている。しかし、津波対策として幅数百メートルにわたり破壊された防潮林を植林、保全するためには広大な土地と時間を費やすこととなる。従って、今後、考えられるのは防潮林と海岸構造物の組み合わせによる効果的な対策である。本研究の目的は、宮城県の一部の海岸をモデルとして現地調査に基づく、水理実験を行い、防潮林と消波工の組み合わせによる防潮林内・外の流体の挙動を明らかにすることにある。

### 2. 対象海岸と防潮林

本研究で対象とする海岸は、宮城県仙台市若林区荒浜付近である。仙台平野の海岸であるため平坦な地形で、標高は約 3m である。樹林帯幅は 50m、植生の種類はクロマツであり、多くが剪断破壊・倒伏されている。この防潮林の後背地は農地となっており津波で浸水した形跡が見られる。

この地点で現地調査を行った結果、植生は平均目通り高さ直径30.4cm、平均樹高10.1m、植生密度700本/haであることがわかった。また、植生帯の厚みを表すパラメータ<sup>1)</sup>である $dn$ は105本・cmとなる。

### 3. 実験方法および条件

図-1の平面図に示すように幅 56cm の水平のコンクリート水路に、フルードの相似則により 1/50 で作成した防潮林模型を設置した。模型は対象海岸を想定し、直径 6mm 樹高 200mm の木製円柱を幅 1000mm になるように千鳥状に配置した。

津波は防潮林内部で浸水深が 100mm(プロトタイプでは 5m)となるように水槽の堰水位を調整し、孤立波の段波を再現した。また、水路の粗度調整は行っておらず、防潮林への入射流速は 1.67m/s(プロトタイプで 11.85m/s)である。

測定は樹林前面から背後まで等間隔に、水圧、水平波圧を4箇所(測点No.1.2.3.4)で計測した。計測器は圧力計(株)SSK社製、ひずみ測定器(株)東京測器研究所を使用した。図-1の側面図に示すように、消波工は樹林前面から沖側の距離 $L$ を変化させ、プロトタイプで15m、30m、50m、70m、100mの5ケースを検討した。また、消波工は透過型、不透過型の2ケースとした。

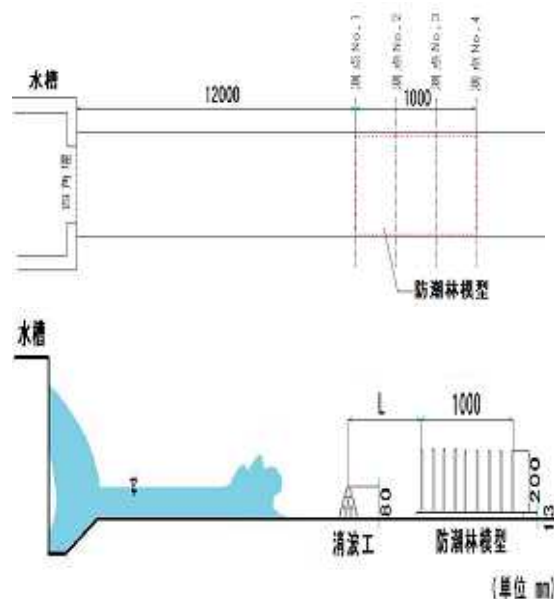


図-1 津波実験水路 平面図(上)・側面図(下)

### 4. 実験結果と考察

図-2 は測点 No.1 ~ No.4 までの浸水深と鉛直方向の水平波力の関係を示す。水平波力の最大値は測点

No.1, No.2 では水深 5cm の箇所で各々最大値 1,995 Pa, 1,696 Pa, を示している. 浸水深が 2cm 以下 (No.1, 2) と最大値以降, 水平波力は減少する. これは津波の水面近傍では碎波による空気の混入などによるものと考えられる. この関係は上に凸の 2 次曲線の近似式で示される. 樹林帯の陸側に当たる No.3, 4 では水深 2cm, 1cm の低位置で最大値となり樹林の高位置まで直線的に低減している. この関係は 1 次式で示される. 従って, No.1, No.2 は樹高の 5, 3 割地点に, No.3, 4 では樹高の 2 割以下の地点に, 最大水平波力を受ける. これによって破断・倒伏が生じているものと考えられる.

図-3 は消波工と樹林との距離 L と測点 No.1 の水平波圧の関係プロットした図である. 波圧が最大となる浸水深 50mm の場所に圧力計を設置し, モデルタイプの数値で示した. 透過型では水平波力は 50m 地点で 1195 Pa 不透過型は 30m 地点で 1050 Pa となり, それぞれ最小値を示した. 一方, 15m や 100m の場合は水平波圧が大きくなった. つまり, 樹林と消波工の距離は近すぎても遠すぎても効果を発揮しないことがわかる. L=15m の波圧が大きくなった要因として, 消波工を越え, 落下した津波が樹林低部に直撃したと考えられる. また, L=100m の場合, 消波工を越えた波が後から続く流体の慣性力により再び勢いを強めたと考えられる. 透過型より不透過型の方が水平波力は減衰させることがわかった.

5. まとめ

防潮林の前面では水平波力と浸水深の関係は樹高の 5, 3 割地点に最大値を持つことが分かった. 透過型消波工の場合, 防潮林の背面において減衰効果を持ち, L=50m の位置に設置した時に水平波圧を最小にできる. 不透過消波工の場合, 防潮林の前面において減衰効果を持ち, L=30m 位置に設置した場合, 水平波圧を最小にできることがわかった.

今後の課題は, 波高が 8m 以上の巨大津波に対してどの程度効果を発揮するのか, 更なる研究や実験が必要である.

参考文献

- 1) 首藤伸夫(1985): 防潮林の津波に対する効果と限界, 海岸工学論文集, pp.465-469.
- 2) 飯村耕介・田中則夫・谷本勝利・田中茂信(2010): 樹林密度の異なる植生帯を組み合わせたときの津波軽減効果に関する研究, 土木学会論文集, pp.281-285

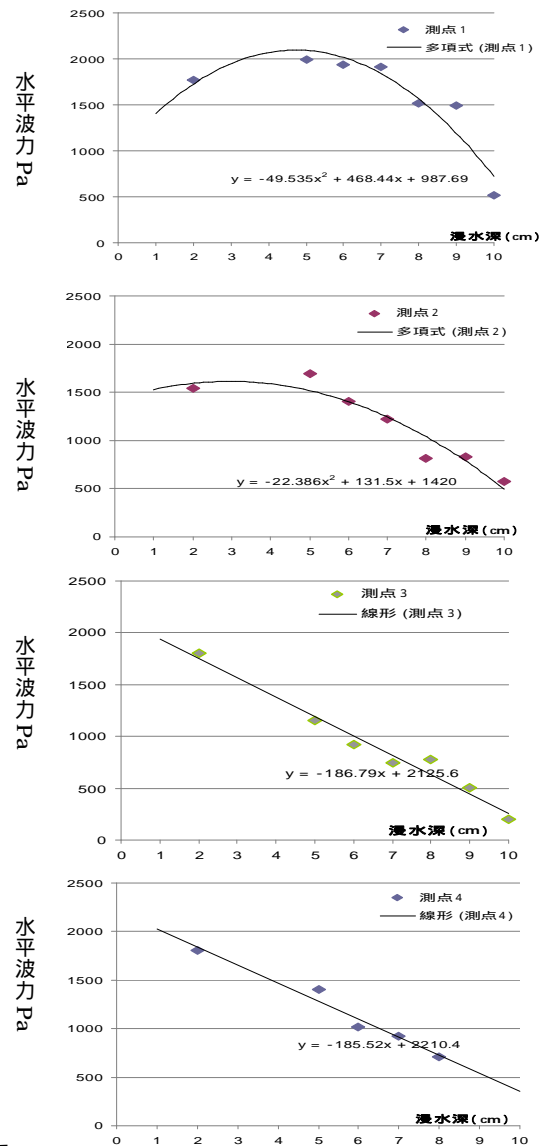


図-2 浸水深と樹林鉛直方向の水平波

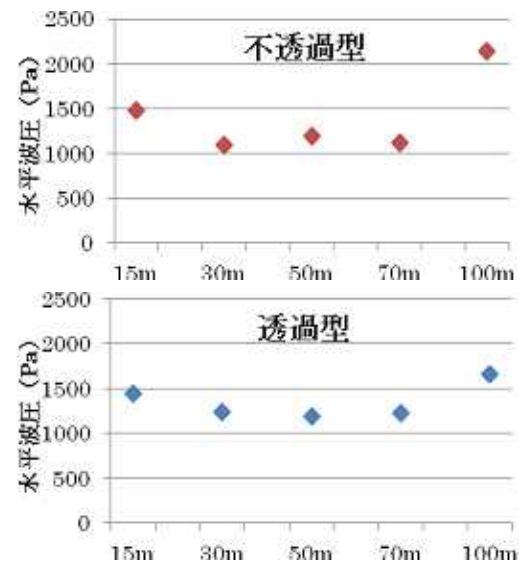


図-3 消波工設置距離 L と水平波力

キーワード 防潮林, 消波工, 最大水平波力, 段波, 減衰効果

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1 丁目 13-27 中央大学理工学研究所 TEL 03-3817-1805