

越波に連行された流木が海岸鉄道に及ぼす影響に関する検討

Influences of driftwood due to wave overtopping to coastal railway

室蘭工業大学大学院建築社会基盤系専攻	○学生員	平野夕焼 (Yuki Hirano)
室蘭工業大学大学院教授	フェロー	木村克俊 (Katsutoshi Kimura)
日本データサービス株式会社	水工部	清水敏明 (Toshiaki Shimizu)
日本データサービス株式会社	水工部	正会員 袖野宏樹 (Hiroki Sodeno)

1. まえがき

近年、台風や集中豪雨による出水時に大量の流木が発生し、海域においても船舶航行や水産業への影響が顕著となっている。海域における流木群の挙動は目黒ら¹⁾によって解析されているが、海岸構造物の周辺における越波が流木に及ぼす影響については検討されていない。

これまで著者らは護岸における流木の打ち上げを水理模型実験により再現するとともに、その対策としての消波ブロックの効果を確認している(平野ら²⁾)。本研究では、護岸背後に打ち上げられた流木に着目し、その移動パターンを水理模型実験と数値計算により再現するものである。

2. 越波実験

越波実験は縮尺 1/40 の条件で行った。長さ 24.0m、幅 0.6m、深さ 1.0m の 2 次元造波水路内に海底地形(勾配 1/30)と護岸模型(図-1)を設置した。図中に示す波高計の位置で越波の水脈厚 η を測定した。実験はすべて不規則波(1 波群 150 波)を用い、1/20 最大値に相当する水脈厚 $\eta_{1/20}$ を求めた。実験波の周期は $T=9, 12, 15$ s の 3 種類、波高 $H_o'=2, 3, 4, 5, 6, 8$ m の 6 種類に変化させた。

図-2 に沖波波高 H_o' に対する水脈厚 $\eta_{1/20}$ を示す。周期の短い $T=9$ s では沖波波高 $H_o'=6$ m まで顕著な越波は

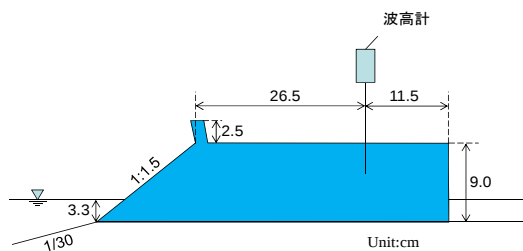
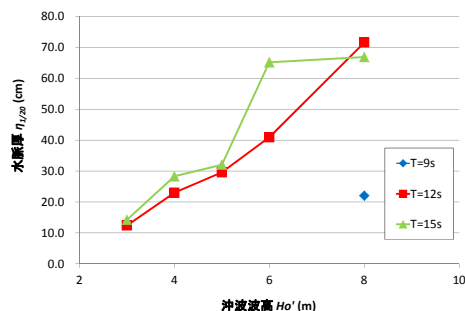


図-1 越波実験に用いた護岸模型

図-2 沖波波高に対する水脈厚 $\eta_{1/20}$ (現地換算値)

発生せず、 $H_o'=8$ m で $\eta_{1/20}$ が 20cm となった。周期の長い $T=12$ s と $T=15$ s では波高とともに $\eta_{1/20}$ が増大する傾向がみられる。

3. 流木移動実験

(1) 実験方法

流木移動実験は図-3 に示す長さ 5.4m、幅 0.6m、深さ 0.4m の水路を使用した。実験縮尺は 1/4 とし、護岸背後に鉄道線路を再現した。なお、レール間の距離、枕木の本数、道床の厚さ、バラストの粒径は日本国内で一般的とされている条件を用いた。

実験水路の上流側に設置したゲートを急開し段波を発生させた。図中に示す位置に波高計を設置して、線路模型を設置しない状態でゲート水深 h と通過波の水脈厚の関係性を求めた。その結果、図-4 に示すように、前出図-2 の $T=12$ s、 $H_o'=4$ m における 1/20 最大値に相当する越波水脈(実線)は $h=32$ cm の通過波の時間変化(点線)とほぼ一致していることが確認された。

流木模型は長さ 25cm、直径 2.7cm の円柱とした。木の比重はその種類によって 0.7 から 1.2 に変化する。ここでは乾燥を考慮して比重を 0.4, 0.6, 1.1 の 3 種類に変化させた。この流木模型を図中の位置に置き、段波が作用した際の挙動を調べた。

(2) 流木の挙動に対する比重の影響

図-5 は線路模型を設置した場合の水脈厚と流速の経時変化を示している。レールによって進行波が反射し重

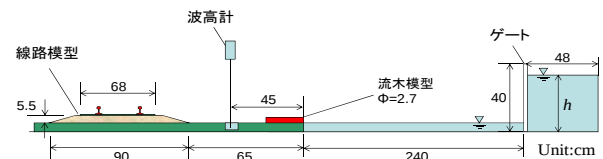


図-3 流木移動実験水路

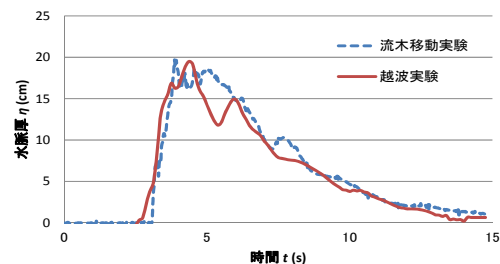


図-4 水脈厚経時変化 (現地換算値)

複波が生じた。また、反射波によって戻り流れが発生した。図-6 と図-7 には、比重を 0.4 と 0.6 とした場合の流木変位の経時変化（現地換算値）を示している。変位が 210～570cm の範囲が線路上となる。図中に点線で示した計算結果については後述する。比重が 0.4 のケースでは流木は線路上で停止した。比重が 0.6 および 1.1 のケースでは線路法面まで移動した後、反射波によって沖側に流された。

4. MPS 粒子法を用いた数値計算

(1) 解析手法

粒子法を用いて流木移動実験の再現を試みた。本検討では、非圧縮性流体の水面変化について水塊を含めて計算することができる MPS 法を採用したアプリケーション「Particleworks Ver3.01」を用いた。

水および流木以外の要素はポリゴンモデルとして粒子化を行った。解析は実スケールとし、初期粒子間距離を 4cm、出力時間間隔を 0.05s とした。

図-8 に数値計算で得られた水脈厚と流速の経時変化を示す。前出図-5 に示した実験結果と比較すると、進行波、重複波の高さ、流速がおおむね一致している。また流木変位の経時変化についても、前出の図-6 および図-7 の中に点線で示した計算値はおおむね実験値の傾向と一致している。

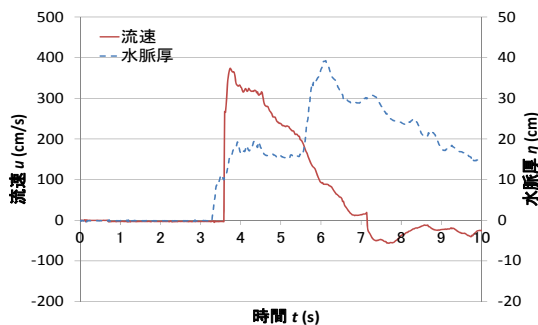


図-5 水脈厚と流速の経時変化（実験）

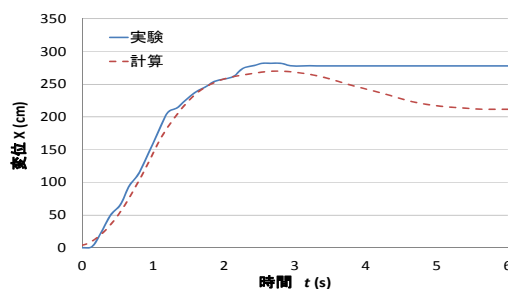


図-6 流木変位の経時変化（比重 0.4）

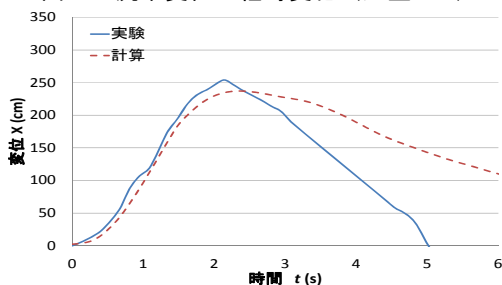


図-7 流木変位の経時変化（比重 0.6）

(2) 水脈厚の影響

実験と同様に比重の異なる流木 3 種類（0.4, 0.6, 1.1）を用い、ゲート水深 h を 3 種類（128cm, 140cm, 156cm）に変化させて、流木の挙動に対する水脈厚の影響を調べた。図-9 は、横軸に比重、縦軸に水脈厚をとり、流れの作用後の流木が、線路を越えるものを×、線路上に残るものを▲、沖側に戻されるものを○、としてまとめたものである。▲に着目すると、比重の 0.4～1.1 の流木が線路内に侵入する限界の水脈厚は 22.0～24.3cm となる。前出図-2 によると、周期 $T=12s$ および $T=15s$ では、これらの条件は $Ho'=4.0\sim 4.5m$ 程度の越波に相当することが分かった。

5. まとめ

本研究で得られた結果は以下の通りである、

- 1) 越波によって生じた 1/20 最大越波水脈厚 $\eta_{1/20}$ と換算沖波波高 Ho' の関係を明らかにした。
- 2) 水理模型実験で得られた越波水脈を MPS 粒子法による数値計算で再現した。
- 3) 比重 0.4～1.1 の流木は、周期 $T=12s$ または $T=15s$ では $Ho'=4.0\sim 4.5m$ の波浪によって、線路内へ侵入する危険性があることを示した。

参考文献

- 1) 目黒邦夫, 佐藤慎司, 鯉淵幸生: 海岸に漂着する流木群の挙動解析, 海岸工学論文集, 第 53 巻, pp. 1301-1305, 2006.
- 2) 平野夕焼, 木村克俊: 海岸護岸における高波による流木の打ち上げの再現実験, 土木学会北海道支部論文報告集, 第 68 号, 2012.

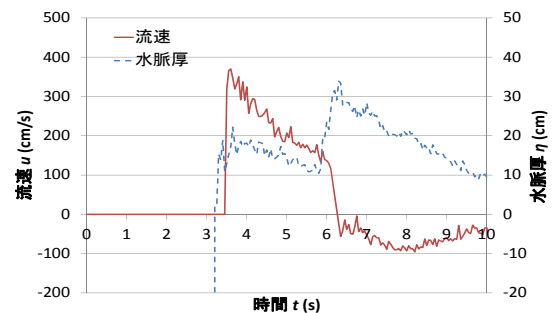


図-8 水脈厚と流速の経時変化（計算）

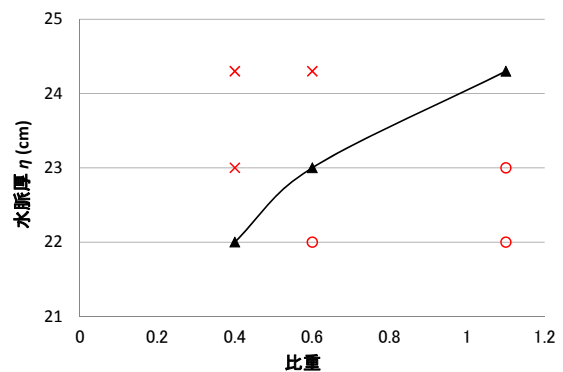


図-9 水脈厚の影響