

平野部に遡上した津波による漂流物の衝突力

東北工業大学 学 ○澁谷陽 正 相原 昭洋 正 高橋 敏彦 正 新井 信一

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による遡上津波により多くの建物が破壊された。津波が平野部に遡上してくるときに被害が小規模にとどまる建物の検討は人命保護と財産保護の上からも大切なことである。建物を建設する際は、津波自身による波力や津波によって流されてくる沿岸漂流物の衝突力に耐える構造設計にしなければならない。この津波漂流物の衝突力に関して、流木や船舶などを対象とした研究^{1,2)}が実施され算定式も提案されているが、この力のメカニズムはさらに検討して行く必要があるといえる。筆者らは以前に衝突現象の基本的な性質を把握するために孤立波を使用した漂流物の衝突実験³⁾を行っている。ここでは、平野部に遡上する津波を考え漂流物が柱に与える衝突力の特性を明らかにしようとした。

2. 実験方法

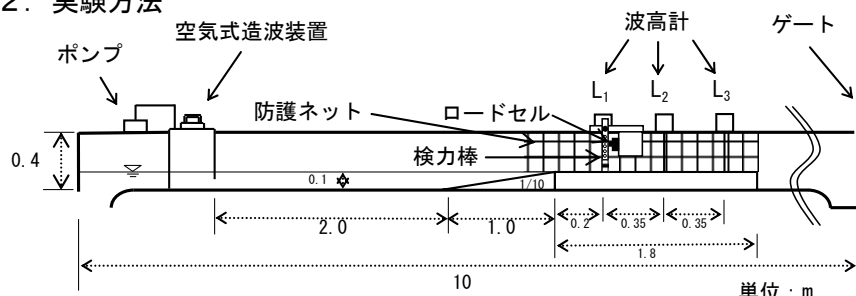


図-1 実験状況図（縦断面図）

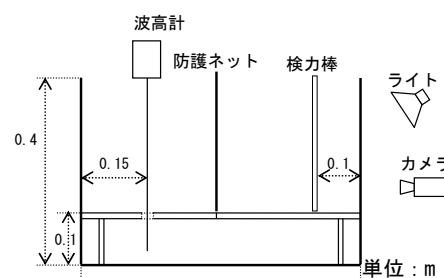


図-2 実験状況図（横断面図）

実験状況を図-1 と 2 に示す。空気式造波装置内の吸引高さを 20cm, 40cm, 70cm（以下、 h_t20 , h_t40 , h_t70 と略称）とし 3 種類の津波を発生させる。衝突力を計測するために図-3 に示した検力装置でロードセル（LMA-A 型 小型圧縮型）により反力を計測し衝突力を算出した。検力棒はなるべく薄くし流れを阻害しないようにしている。漂流物として図-4 に示した厚板型と小四角柱型を使用した。漂流物を波の前面付近（以下、前面位相）で衝突させる場合は、あらかじめ漂流物をしかるべき遡上部に置き遡上津波を発生させる。波の後方（以下、後面位相）で衝突させる場合は、落下装置を使用し所望の位相で漂流物を落下させ衝突させた。漂流物の衝突速度は漂流物に細い棒（直径:0.2cm、長さ:17cm）を立て、PIV システムを使用して計測した。

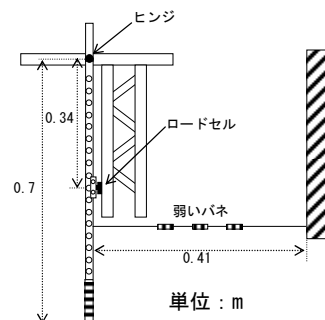


図-3 検力装置詳細図

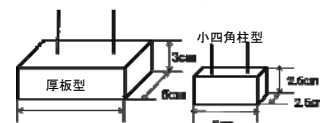


図-4 漂流物模型

3. 実験結果

図-5 に厚板型漂流物が h_t70 , L_3 で計測された時系列の例を示す。波の前面位相での衝突の方が後面位相での衝突よりも衝突力が大きくなっている。どちらの場合も衝突は複数回衝突していることがわかる。ここでの対象とする衝突力は、図で示すような最初の 1 波目である。

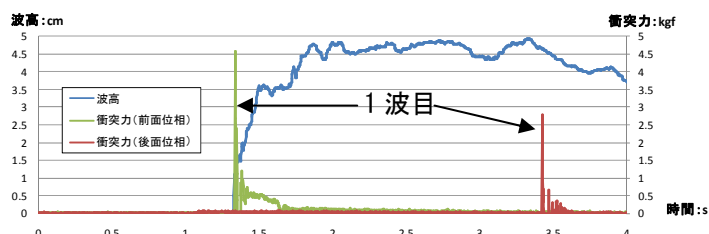


図-5 計測された時系列

遡上した津波の流速とともに漂流物衝突時の直前の 0.02 秒間の速度を図-6 に示す。津波は h_t70 , L_3 での計測結果である。したがって、衝突速度は 0.02 秒間の最後の値となる。水粒子速度が検知される前から漂流物

キーワード：遡上津波、漂流物、衝突力、付加質量

連絡先：宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学都市マネジメント学科 新井研究室 TEL022-305-3540

の速度が計測されているが、これは遡上津波が L_3 の場所に到達 ($t=0$) する前に漂流物が押され始めて衝突することを示している。前面位相での衝突は加速に時間がかかるため、衝突時刻が後ろになるほど加速時間が長くなり速度が大きくなる。そして、 $t=0.025s$ まで漂流物速度は増加するが、 $t=0.025s$ 以降はほぼ一定となる。水粒子速度に比べ衝突速度は小さくなる。厚板型と小四角柱型を比較すると後者の衝突速度が大きくなる。一方、後面位相での衝突は、ほぼ水粒子速度と同じになり、詳細に見ると減速傾向にある。

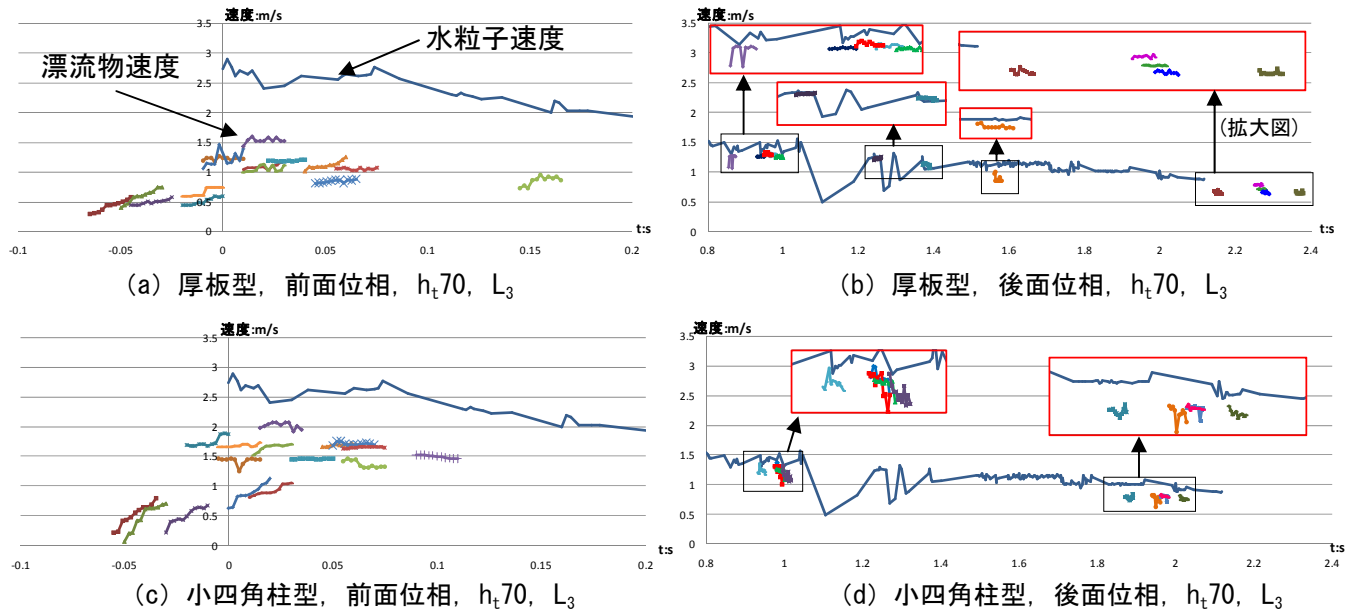


図-6 漂流物速度と流速

澁谷らの孤立波による実験³⁾のように衝突力を物体の付加質量で整理する。図-7は厚板型で h_t20 , h_t40 , h_t70 の場合と小四角柱型で h_t70 の場合の付加質量係数を衝突速度で整理したものである。計測の場所は L_3 である。厚板型は前面位相で衝突速度が大きくなるにつれ付加質量係数が小さくなっていく。次に後面位相では前面位相よりも付加質量係数は小さくなっており、平均値は0となっている。また、小四角柱型は厚板型に比べばらつきが大きい。同様に前面位相で大きく後面位相で小さくなった。これらは以前行った孤立波を使用した実験結果と同じ傾向をとった。

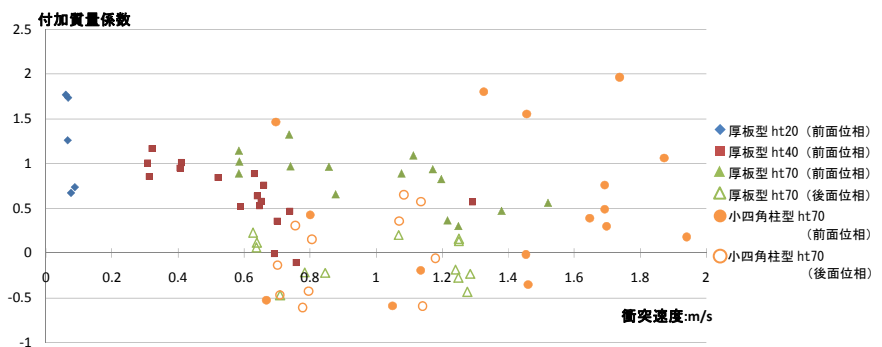


図-7 衝突速度と付加質量係数

4. まとめ

遡上津波に乗った漂流物の速度は前面位相で増加するものの水粒子速度より小さい。後面位相では水粒子速度とほぼ同じになり減速する傾向にある。衝突時の流体付加質量は、前面位相で大きい。そのとき衝突速度が増加すると付加質量係数は減少し後面位相では小さく平均値0の周りにばらつく。今回の実験では前面位相で衝突する際に漂流物が滑りながら衝突している。滑るということは摩擦力が発生している。今回の解析では付加質量に漂流物と床の摩擦力の影響が入っていることに注意していただきたい。

参考文献

- 1) 松富英夫：流木衝突力の実用的な評価式と変化特性，土木学会論文集，No. 621/II - 47，pp. 111 - 127，1999
- 2) 池谷毅，他：津波による漂流物の衝突力の実験と評価法の提案，海岸工学論文集，第53巻，pp. 276 - 280，2006
- 3) 澁谷陽，他：孤立波による漂流物の柱状構造部材への衝突力と付加質量，年次学術講演会講演概要集第2部，65巻，pp.203 - 204，2010