

エプロン上への打上波とコンテナの漂流特性に関する研究

名古屋大学大学院 正 会 員 水谷 法美

名古屋大学大学院 学生会員 山口 聡

名古屋大学大学院 学生会員 ○高木 祐介

国土交通省名古屋港湾空港技術調査事務所 正 会 員 宮島 正悟

港湾空港技術研究所 正 会 員 富田 孝史

1. はじめに

近年、東海地震や南海・東南海地震に対する対策が国や自治体で本格的に検討され初めてきた。その中で、海運に占める割合が現在でも伸びつつあるコンテナの津波来襲時の挙動が問題視されている。すなわち、津波によってコンテナが漂流し、家屋や構造物に衝突すると、その破壊力は海水に比べて格段に大きく、津波被害を増大させることが予想される。これまで、津波による漂流物の衝突力は木材を対象に検討されてきているが¹⁾、コンテナ化の著しい現在では、コンテナの津波来襲時の挙動とその衝突力を検討しておくことが、港湾における防災対策や計画を考える上で重要である。

本研究では、エプロン上に設置されたコンテナの津波による漂流特性を、津波を模擬した極浅海波を入射させて検討するとともに、その漂流時の衝突力の実態について考究する。

2. 水理実験

実験を名古屋大学の平面波浪水槽（幅 8m、高さ 0.9m、長さ 28m）を使用して行った。水槽内にエプロンと防波堤からなる港湾模型を設置し、模型実験を行った。本研究では、極力単純化した現象を取り扱うこととし、エプロンは長方形（幅 6m、長さ 2m、高さ 0.15m）とし、防波堤もエプロンに並行な直線形状のものを設置した。この際、長さはエプロンと同じ 6m とし、その高さは越波が生じないように十分高くした。比較のため、防波堤の無い場合も対象とした。静水深は 0.13m で一定とした。入射波は、実験装置の制約上、規則波とし、その周期 T を 10.0, 7.3, 5.0s の 3 種類、波高をそれぞれの周期で 2 種類変化させた。なお、いずれも極浅海波（長波）の範囲である。

エプロン上に打ち上げる波を計測するため、エプロンにピットを 24 箇所設置し、エプロン天端まで水を満たし、そこに水位計を設置して打上波の水位変動の計測を行った。また、エプロン上にフロートを配置し、打上波による流動特性の可視化を行った。40ft と 20ft のコンテナ模型を、縮尺 1/100 で作製し、エプロン上で場所を変えて設置して波を入射させ、その移動状況を計測した。この際、コンテナの質量を 2 種類変化させた（満載・半載）。さらにアクリル板を使った片持梁式の受圧版を作製し、コンテナ衝突時の衝突力も計測した。なお、受圧版は、図-1 に概略を示すように、その先端部に突起を付けることでコンテナが衝突する位置が固定されるようにした。さらに受圧版下部にクリアランスを設け、打上波は通過するようにした。実験では、図-2 に示すように受圧版をコンテナ設置位置の後方 5cm に設置し、衝突力の入射波方向の成分を計測した。計測した水位変動、衝突力などの時間変化を時間間隔 0.01 秒で AD 変換し、パソコンに保存して解析に使用した。フロートやコンテナの挙動はビデオ画像から求めた。

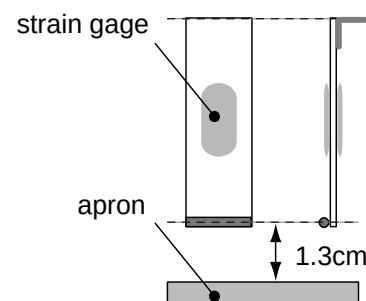


図-1 受圧版の概略



図-2 受圧版の設置状態

キーワード 津波、コンテナ、漂流、衝突力

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 TEL 052-789-4630

3. 結果と考察

図-1 にエプロン上への打上波の水位変動を例示する。エプロン上では、急激な水深の変化により波峰が分裂する。エプロン上では奥に向かって最高水位は減少傾向にあるが、防波堤を設置すると打上波は放射状に伝搬するため、その傾向はより明瞭に現れる。また、打上波は段波状の碎波をしながらエプロン上を進行するが、このときフロートの追跡から求めた打上波の流速は、打上波の水位が大きい方が大きくなる傾向があり、微小振幅波の長波の波速 ($\sqrt{gW_L}$, W_L : 打上波の水位) と定性的にはよく似た変動特性を示す。しかし、値は微小振幅波の波速より大きな値になること傾向のあることが判明した。

つぎにコンテナの漂流特性について検討する。打上波の水位がある一定の値を超えると、コンテナは移動し始めるが、その移動の初期では、打上波の水位のコンテナ長手方向の不均一性から必ずしも流速の方向ではなく、回転が卓越した挙動を示すことが多い。さらに水位が高くなると、流速ベクトルとほぼ同じ方向に漂流するが、水位が高くなって、流速が大きくなると、コンテナは3次元的な挙動を示し、水平軸を中心とする回転をともなって移動する傾向のあることが認められた。図-4 は、エプロン上の水位とコンテナの漂流速度の関係を図示したものである。コンテナの移動速度は打上波の水位が大きくなるほど増大する傾向がある。しかし、無次元水位 W_L/h が 0.2 を超えると水位変化にともなう移動速度の増加の割合は急激に小さくなる。これは記述した水平軸回りの回転運動にともなって、流体抵抗が大きくなることに起因すると考えられるが、この点についてはさらなる検討が必要である。

図-5 はエプロン上の打上波の水位とコンテナの衝突力の関係を示した一例である。コンテナの衝突力は、打上波の水位に大きく依存し、水位の増加とともに増大する。また、コンテナが長い方が衝突力は大きくなることが確認されたが、コンテナの質量が変化しても衝突力に大きな変化は現れないことも判明した。これは、衝突力に大きく影響を及ぼす慣性力に関して、コンテナ自身の質量よりもその背後の水の質量、すなわち付加質量がより支配的であることによると考えられる²⁾。同じコンテナ長でも衝突時に傾斜角を持つ場合には衝突力は小さくなることが確認されたが、これは傾斜角を持つことにより付加質量が小さくなって、衝突力も小さくなったと考えられる。

4. おわりに

本研究では、水理実験を行ってエプロン上のコンテナの打上波による挙動について検討を加えた。その結果打上波の水位がコンテナの挙動に大きく影響を及ぼすことが判明したが、その詳細については検討課題も多く残されている。今後更に検討を加えていく所存である。

<参考文献>

- 1) 松富 (1990)：流木を伴う碎波段波衝突による波力について，海岸論文集，第 37 巻，pp654-658.
- 2) 池野・田中 (2003)：陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究，海岸論文集，第 50 巻，pp721-725.

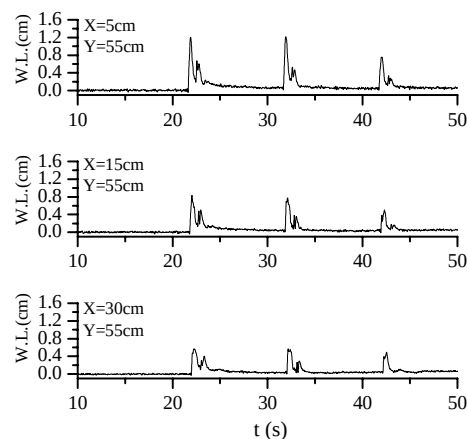


図-3 打上波の水位変動例
(防波堤無し，T=10s)

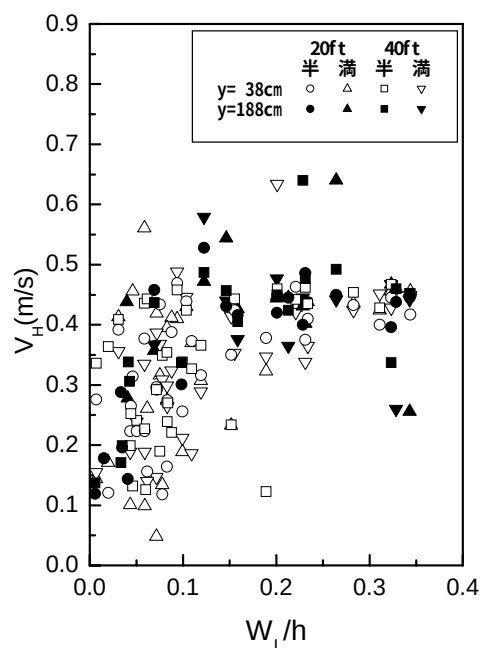


図-4 打上波の水位とコンテナ漂流速度

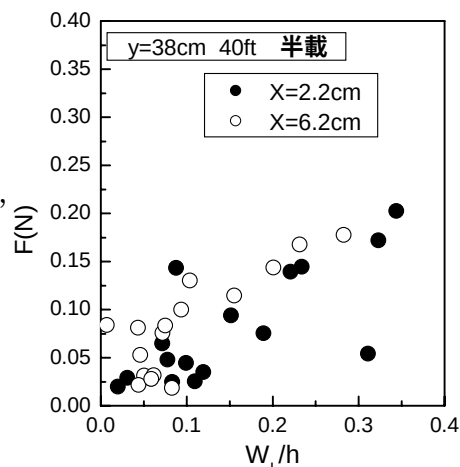


図-5 打上波の水位と衝突力