

## 津波漂流物対策としての鉛直壁の有用性に関する研究 —コンテナを対象として—

鈴与株式会社	正会員	白石 和睦
名古屋大学大学院	学生会員	○宇佐美敦浩
名古屋大学大学院	正会員	水谷 法美
国土交通省中部地方整備局	正会員	宮島 正悟
(独法)港湾空港技術研究所	正会員	富田 孝史

**1. 緒言:** 津波によるコンテナの漂流被害を軽減させる工学的手法の一つにコンテナに作用する津波力を低減させることが挙げられる。水谷ら(2006)は実験によりエプロン前面に鉛直壁を設けることで陸上への遡上津波の水位を低減できることを確認し、鉛直壁の有用性を指摘しているが、鉛直壁を設けた場合の遡上流速やコンテナに作用する波力の計測を行っていないため、鉛直壁の直接的な効果を評価するには至っていない。また、水谷らは津波を孤立波で模擬しているが、孤立波は作用時間が短いため、その作用時間の影響についても検討を加える必要がある。本研究では、主に孤立波よりも周期の長い長周期波を入射させ、コンテナに作用する波力を検討することにより、コンテナの漂流対策としての鉛直壁の有用性について考究する。

**2. 水理模型実験:** 水理模型実験を、二次元造波水槽(全長 30.0m, 全幅 0.7m, 高さ 0.9m)を使用して行った。図-1に示すように、傾斜海底地形(勾配 1/10 と 1/100 の複合断面)とエプロン模型を設置し、水槽の一端にある最大ストローク 1.5m のピストン型造波板により波を生起させた。なお、実験縮尺は 1/75 とし、護岸前面における静水深を  $h=45\text{cm}$ , 天端高を  $R=3\text{cm}$  とした。岸壁前面における鉛直壁はエプロン上からの高さ( $s$ )を  $s=0.4, 0.8, 1.2\text{cm}$  の 3 種類として、鉛直壁が設置されていない場合と比較した。

津波は押波初動の長周期波 6 種類(波高  $H$ : 2.6~3.6cm, 造波周期  $T$ : 7.5~15s)と孤立波 2 種類( $H$ : 2.9, 3.5cm)で模擬した。また、コンテナ模型は 20ft, 40ft の 2 種類とし、エプロン前面から  $x=10.5, 30.5, 50.5\text{cm}$  の 3 点に設置した。実験では、津波の遡上特性を把握するため、遡上水位や遡上流速を計測し、また、コンテナに作用する津波力を三分力計で計測した。

**3. 結果及び考察:** まず、遡上波特性について考察する。図-2は孤立波と長周期波を入射させたときのエプロン上における遡上水位の時間変化を示したものである。同図より、最大遡上水位が同程度の場合、長周期波の方が遡上水位のピークを長い間保っており、長周期波は、孤立波に比べて波の作用時間が長く、また、遡上する水塊の量が多いことが確認できる。このため、長周期波の場合、全般的にコンテナの漂流距離が長くなることも確認でき、このことから、孤立波よりも長周期波の方が津波の特性をより良好に模擬しているといえる。つぎに、上記の特性を持つ長周期波がエプロン前面に設置した鉛直壁を越流し、エプロン上に遡上した場合の遡上特性について考察する。まず、コンテナを設置していない場合の最大遡上水位  $\eta_m$  と遡上流速  $u$  の低減割合を図-3と図-4に示す。図-3より、

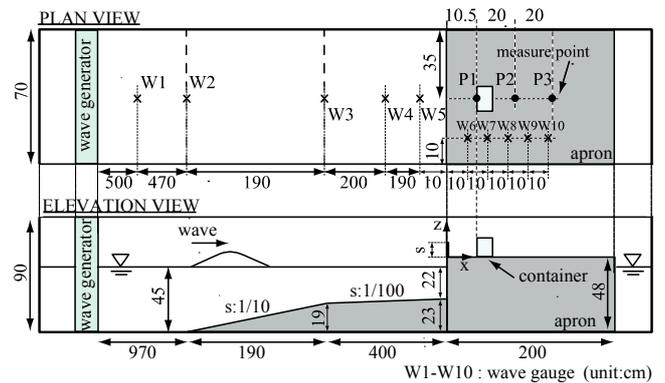


図-1 実験装置の概略図

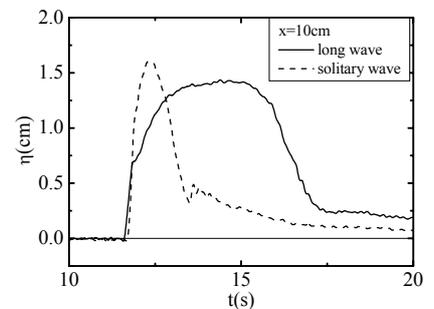


図-2 遡上水位の時間変化の例

キーワード 津波, コンテナ, 水理模型実験, 波力, 鉛直壁

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

鉛直壁の高さを嵩上げすると、全般的に遡上水位が減少していく様子が確認できる。一方、**図-4**より遡上流速は鉛直壁を設置することにより若干上昇する場合もあることがわかる。しかし、コンテナの漂流は津波力に依存するため（水谷ら，2005），津波力を低減できれば流速が微増しても鉛直壁は漂流対策として有用と考えられる。そこで，流体の持つ運動量に着目しながら津波力について考察する。

いま，微小時間  $dt$  の間にコンテナ前面（コンテナ幅： $B_c$ ）で堰き止められる流体塊を直方体と仮定し，この流体がコンテナに衝突後に運動量が0になるとすると力積の変化は  $Fdt = \rho_w B_c u(u\eta_m)dt$  と表せる（**図-5**）。ここで，津波力の実験値  $F_{xm}$  と運動量変化に基づく式より得られた流体力  $F = \rho_w B_c u(u\eta_m)$  の関係を **図-6** に示す。同図から明らかなように  $\rho_w B_c u(u\eta_m)$  と  $F_{xm}$  はほぼ一致しており，津波力は流体力  $u(u\eta_m)$  で近似されることが示された。このことから，流体力  $u(u\eta_m)$  を低減できれば津波力を低減でき，コンテナの漂流を抑止できると考えられる。**図-7** は，鉛直壁の高さと  $x=30\text{cm}$  における流体力の関係を示したものである。同図より，鉛直壁を嵩上げすると流体力が低減することが確認できる。これは**図-3**と**図-4**からもわかるように，鉛直壁による遡上水位の減少する割合に比べ，遡上流速の増大する割合が小さいため，その積である流量  $u\eta_m$  は減少することによって考えられる。

**図-8** は，鉛直壁を設置した場合の津波力の実験値  $F'_m$  を，鉛直壁を設けなかった場合の津波力の実験値  $F_{s=0}$  で無次元化したものを入射波の種類毎に示したものである。同図からも，上述したように鉛直壁を嵩上げすることで全般的に最大津波力を低減できることが確認できる。コンテナの移動限界はコンテナに作用する津波力に依存するため（水谷ら，2005），津波力の軽減はコンテナの漂流そのものを減らすことになる。以上の結果より，漂流物対策としての鉛直壁の有用性が指摘できる。

**4. 結言：**以上，本研究ではエプロン前面に鉛直壁を設置した場合の遡上津波の特性や作用津波力を検討し，その結果，鉛直壁の設置はコンテナの漂流対策として有用であることを示した。今後も更に効果の高い対策等について検討を加えていく所存である。

<参考文献> [1] 水谷ら（2006），海工論文集，第53巻，pp.791-795。  
[2] 水谷ら（2005），海工論文集，第52巻，pp.741-745。

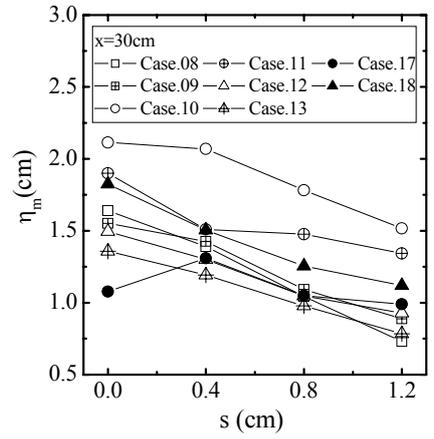


図-3 鉛直壁と遡上水位の関係

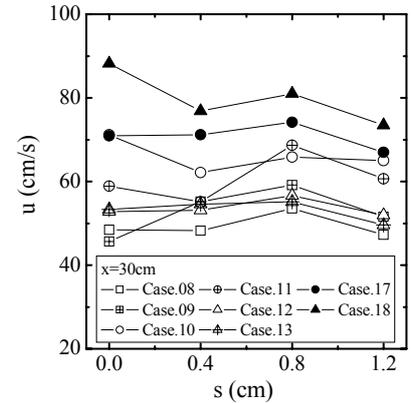


図-4 鉛直壁と遡上流速の関係

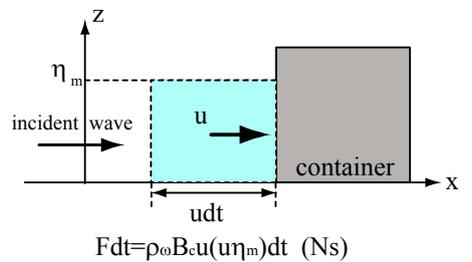


図-5 水塊の運動量のモデル化

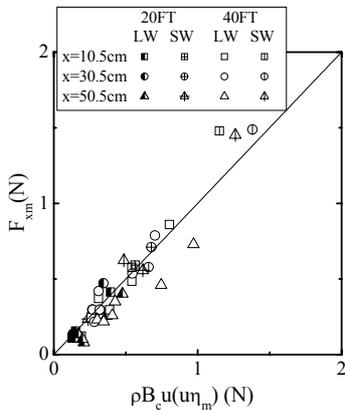


図-6 津波力と流体力の関係

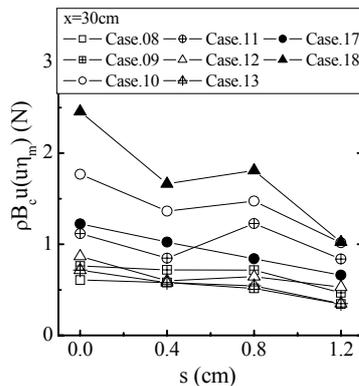


図-7 流体力と鉛直壁高さの関係

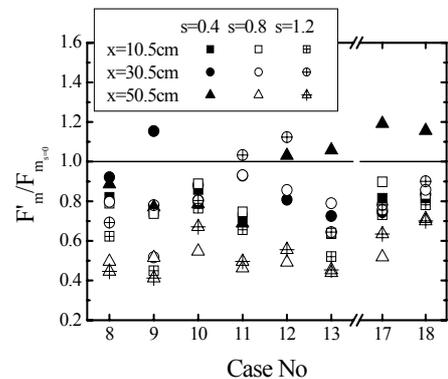


図-8 鉛直壁による津波力の低減効果