

直立浮上式防波堤の衝撃力緩和対策に関わる検証試験

(独) 港湾空港技術研究所 正会員 有川 太郎
 国土交通省 中部地方整備局 正会員 坂口 章
 (株)大林組 正会員 ○小林 真
 新日鉄エンジニアリング(株) 山本 邦弘
 東亜建設工業(株) 永友 久信
 三菱重工鉄構エンジニアリング(株) 正会員 木原 一禎

1. まえがき

官民共同開発の直立浮上式防波堤は、海底地盤内に設置された下部鋼管（外管）に上部鋼管（内管）が挿入された二重管構造であり、常時は内管を航路の海底面下に格納し、高波来襲時などの異常時にのみ浮上させて港内施設等を災害から守るという新しい概念の可動式防波堤である(図1)。

これまで、大規模水理模型実験¹⁾、数値解析²⁾及び実海域実証試験³⁾等による技術的検証を行ってきたが、写真1に示す沼津港実証試験では有義波高0.5mの条件下で、内管が外管へ接触する際に図2のような衝撃的な加速度（最大2.1G）が発生し、同時刻に鋼管応力も急増した。設計では、波浪時の疲労対策として上記加速度を緩和することが不可欠であり、本報ではその対策の検証試験について報告する。

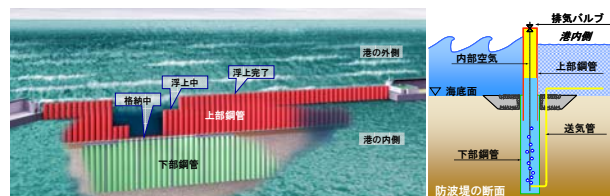


図1 直立浮上式防波堤のイメージ



写真1 実証試験（沼津港）

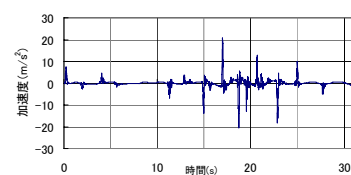


図2 加速度の衝撃波形

2. 試験方法

模型縮尺1/5の二重鋼管を衝撃力発生装置(図3、写真2参照)にセットし、ウエイトの留め金を瞬時にはずすことにより内管に水平力を载荷し、外管との衝突時に発生する加速度を内管上・下端で計測した(加速度の相似比は1)。载荷力は、想定波力(有義波高1m~4.5m)作用時の衝突速度が実機と模型で相似となるように設定した。計測データはオシロスコープにより最大加速度発生を確認し、サンプリング間隔1/5000秒でパソコンに取り込んだ。衝撃対策は図4に示す、①内管の外周に設置したゴム、②内管の長軸方向に設置した2本の縦フィン(衝撃緩和部材1)を主対策としたほか、③内・外管の隙間縮小、④内部水の有無の影響についても調べた。②の縦フィンは本部材が内・外管の隙間を移動する際の水抵抗により減衰効果を発揮するもので、予備試験でもその効果を確認している。

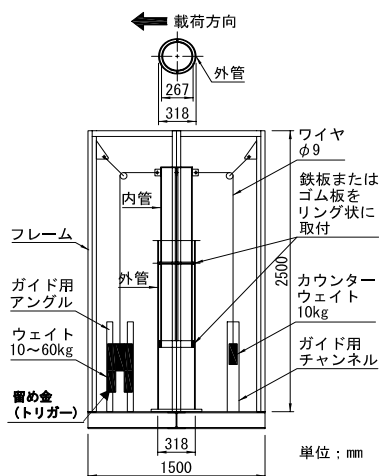


図3 試験装置

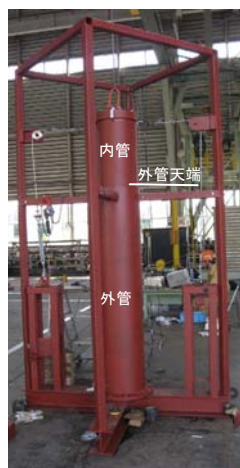


写真2 試験装置



写真3 内管全景(上)と緩衝ゴム(下)

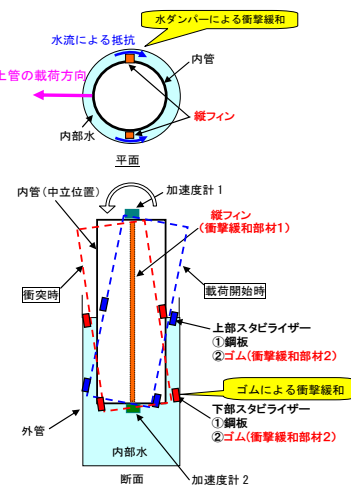


図4 対策と試験のイメージ

キーワード 直立浮上式防波堤、波浪対策、衝撃試験、減衰効果

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南2-15-2 (株)大林組 TEL03-5769-1314 E-mail: kobayashi.makoto@obayashi.co.jp

3. 試験結果

本試験は対策工の相違による衝突時加速度の相対比較が主目的であるため、衝突後の振動特性に影響を及ぼす鋼管剛性の相似則（鋼管肉厚の影響）は厳密には満足していないことを補足しておく。

図5に実験結果の一例として上端の加速度波形を示す。位相に関係なく最大値のみの比較を行っており、フィルター処理はかけていない。ゴム付きのケースはゴム無しのケースに比較して発生加速度は1/3程度に低減し、波形自体も緩やかな勾配となっている。

前記対策工のうち、加速度低減効果は縦フィン、ゴムの順に大きかった。このうち、縦フィンの設置効果を図6に示す。下端における加速度比は0.2～0.25となっており、80%～75%の加速度低減効果があった。図7に加速度低減効果の大きかった、縦フィンとゴムの両対策工を設置した場合の結果を示す。同図には実機換算した場合の有義波高を併記している。最初に、沼津港実証試験施設モデルにより実証試験結果との比較を行い、本試験の加速度2.2Gが現地実測値2.1Gと同等であることを確認した。鋼管下端では、ゴムと縦フィンがある場合は両者が無い場合に比較して、鋼管下端で15%～23%に加速度が低減する結果が得られた。一方、上端の加速度は20%～50%に低減した。また、同図より、特に波高の大きい領域で十分な低減効果が得られていることが分かる。なお、波浪に対する疲労設計では、この低減された加速度（応力レベル）に対して疲労計算を行うことができる。

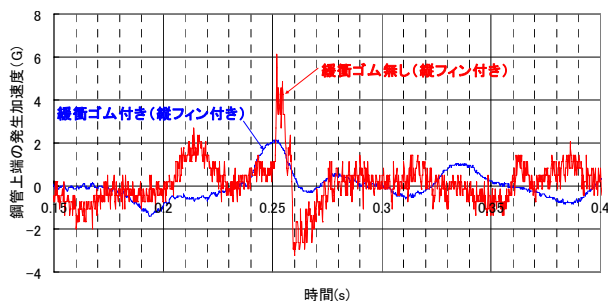


図5 鋼管上端の加速度波形（加速度計1）

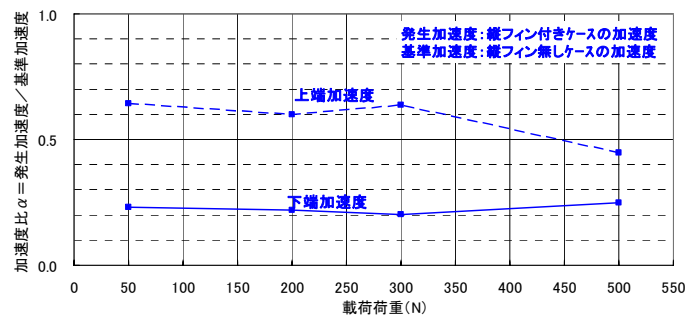


図6 縦フィンによる加速度低減効果

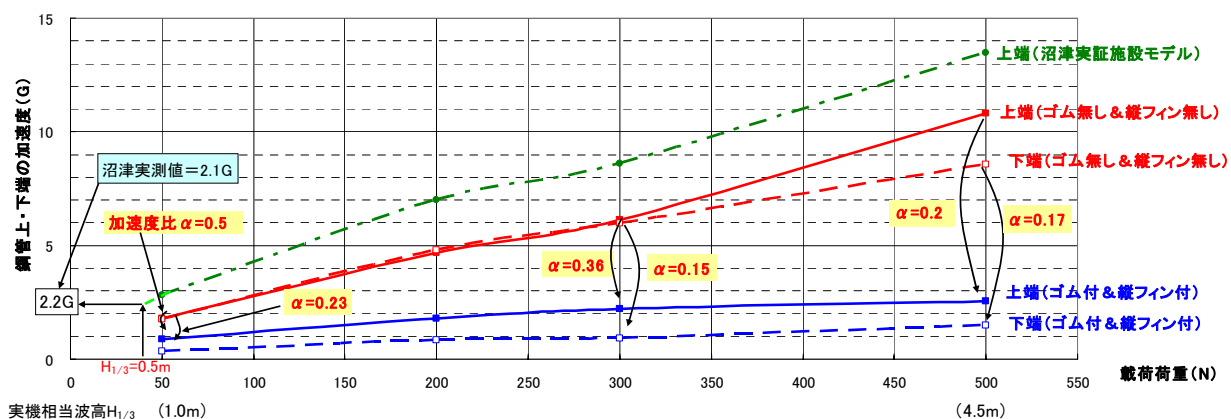


図7 縦フィン及びゴムによる加速度低減効果

4. おわりに

本防波堤を港内静穏度対策として利用する際の衝撃力緩和対策として、内管に縦フィンとゴムを装着することが非常に有効であることが分った。現在、これらの効果を数値解析により定量評価できるような汎用的解析モデルの構築をほぼ完了している。この数値解析モデルについては、別の機会に発表する予定である。

5. 参考文献

- 1) 有川太郎, 下迫健一郎, 小林真, 虎石龍彦, 荒井清, 木原一禎: 大規模水理模型実験による津波・高波に対する直立浮上式防波堤の水理特性に関する研究, 海洋開発論文集 第23巻, pp.117～122, 2007.
- 2) 有川太郎, 野村逸人, 富田孝史, 小林真, 虎石龍彦, 荒井清, 木原一禎: 直立浮上式防波堤による現地津波防護効果に関する検討, 海岸工学論文集, 第54巻, pp.936～940, 2007.
- 3) 有川太郎, 坂口章, 小林真, 虎石龍彦, 櫻井良宏, 木原一禎: 直立浮上式防波堤の実海域実証試験, 海洋開発論文集, 第24巻, pp.93～98, 2008.