

II-30

揺れない浮体構造物に関する研究

(財) 沿岸開発技術研究センター

福田幸司, 仲田光男

三菱重工業(株)

正 ○ 木原一禎, 松浦正己

〃

正 田村一美, 笹島圭輔

1. はじめに

浮体構造物は環境への影響が小さい、地震の影響が少ない、水深や海底地盤の状況に関係なく海域を利用できる、工期が短いという特徴がある反面、波浪等により生じる動揺が利用者の乗降及び荷役の効率低下を招いている。浮体の適用範囲拡大のためには、動揺を低減する機構を開発し、浮体の利便性及び快適性を向上させる必要があり、そこで(財) 沿岸開発技術研究センターに委員会(委員長: 広島大学工学部 高木幹雄教授)を設け、日本財団の補助事業として、平成9年度から平成11年度までの予定で研究を進めている。本報では、この研究の中で行った浮体橋を対象とした動揺制御技術の開発、数値計算及び水槽実験による性能検証についてその概要を報告する。

2. 動揺低減目標

本研究では、我が国における浮体建造実績を考慮して、長さ70m、幅15m、高さ3.2m、喫水2.3mの浮体を対象にした。また、浮体が多数利用されている瀬戸内海のような内海を対象とし、表1に示す海象条件を設定した。

動揺低減目標としては、ISO2631/3に示されている一般男子の約10%が動揺による不快感を抱く限界加速度に基づき、加速度30Gal以下、Roll振幅 5° 以下とした。

表1. 海象条件

波向	全方向
波高	$H_{1/3}=0.5\text{m}$
周期	$T_{1/3}=2\sim12\text{s}$
風向	全方向
風速	15m/s
潮位差	4m
水深	-10m

3. 減揺機構

本研究では、船舶等に適用されている動揺制御技術を分類・整理し、浮体への適用性を検討した。その結果、表2に示す単純な構造で効果が大きい4タイプの減揺機構を対象に検討することとした。なお、各種機構の減揺原理も表2に合わせて示す。

4. 減揺機構の性能検証

4.1 水槽実験

3.で選定した減揺機構の性能検証のため、水槽模型実験を実施した。供試模型は、縮尺1/15の二次元模型とし、さらに長さ方向には、水槽幅(2.5m)の影響で1/1.88(供試模型実機長さ37m/想定実機長さ70m)の部分模型とした。実験は、各模型に対して規則波及び不規則波を作用させ、浮体運動、浮体加速度等を計測した。減揺タンク上載タイプについては、外力として風を与えた試験も実施した。

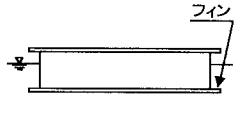
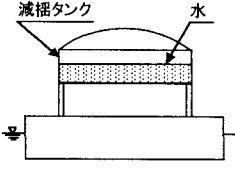
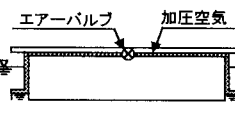
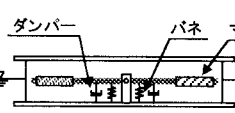
4.2 結果および考察

各減揺機構を適用した浮体の実験結果を基本タイプ(減揺機構なし)とともに、図1から図4に計算値との比較で示す。効果に差があるものの、すべての機構に動揺低減効果があり、特に航走波による動揺が問題となる4~6秒の波に対して、SLO-ROLタンク付加タイプの減揺効果が大きいことが明らかになった。なお、SLO-ROLタンク付加タイプの長周期側における実験値と計算値の相違は、SLO-ROLタンク上面によりタンク水運動が抑制されるため、非作動状態(基本タイプに近い)に近づいているためと考えられる。加速度は、SLO-ROLタンク付加タイプは30Gal以下に、減揺タンク及びTMD制振装置付加タイプは35Gal程度に減揺される。

キーワード: 浮体橋, 動揺低減, SLO-ROLタンク, 減揺タンク, TMD

連絡先: 〒730-8642 広島市中区江波沖町5の1 Tel: 082-294-3626 E-mail: sasajima@eba.hrdc.mhi.co.jp

表 2. 減揺機構の原理・特徴

減揺機構	機構概念図	原理・特徴
水線幅変更タイプ		- 水線幅減少量の限界は，静的安定性の面から規定される。 - 浮桟橋規模の浮体の場合，Roll 固有周期（3～5 秒程度）が入射波浪と同調する場合が多いため，これを避けるために有効である。 - 水平没水フィンの張り出しによる，付加質量及び減衰力の増大。動揺低減及び共振周期の長周期化が可能。
減揺タンク上載タイプ		- 自由水の存在による浮体の GM の減少により，共振周期が長周期化する。 - 水のスロッシングによる動吸振器として作用。 - 減揺タンク中央に水通過抵抗部材を設置することにより，タンク水の高次波成分除去及び最適減衰の設定が可能。 - タンク設置高さは高い位置が良いため，屋根構造部分を利用するのが得策である。
SLO-ROL タンク付加タイプ		- エアバルブを開くことにより，左右舷のタンク空気圧が一定に保たれ，復原モーメントが小さくなる。そのため，共振周期が長周期化する。 - エアバルブの開閉を制御することで，SLO-ROL タンク使用の最適化が可能。
TMD 制振装置付加タイプ		- Roll 運動に対して共振することで，振動エネルギーを吸収する動吸振器として作用。 - TMD の振動エネルギーはダンパーで消費される。 - 浮体内部に設置する場合，制振装置の振幅が制限される。 - 陸上構造物での実用実績が多く，減揺効果の信頼性が高い。

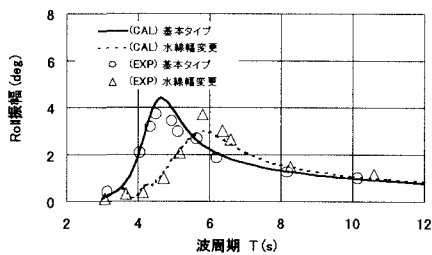


図 1. 水線幅変更タイプの減揺特性

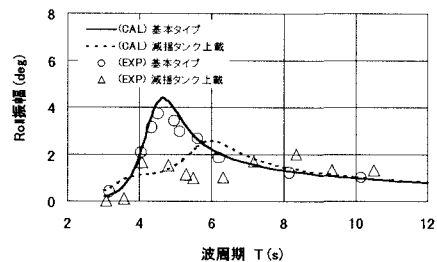


図 2. 減揺タンク上載タイプの減揺特性

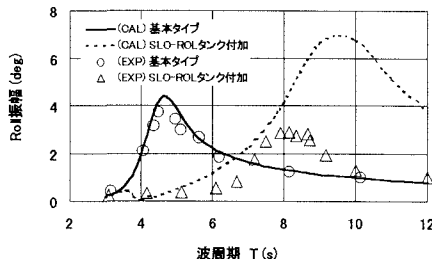


図 3. SLO-ROL タンク付加タイプの減揺特性

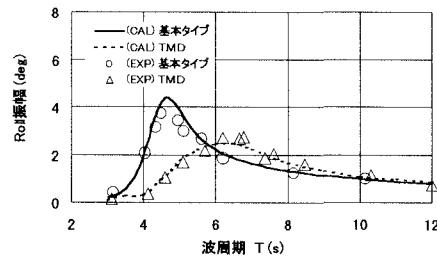


図 4. TMD 制振装置付加タイプの減揺特性

5. まとめ

浮体の減揺機構を考案し，数値計算及び水槽実験により性能検証を行った。ロール振幅角が大きく低減され，4 タイプ中 1 つまたは複数組み合わせることにより目標性能達成が可能であることが明らかとなった。

最後に，本研究にあたり有益な助言を頂いた委員会の委員はじめ関係各位に感謝したい。