

動揺軽減型浮体の動揺特性について

（株）熊谷組 技術研究所 正会員 ○ 大本晋士郎
同上 正会員 新田 良典

1. はじめに

最近、海洋空間開発の方法として浮体構造物が注目されている。海外では浮体式橋梁が建造され、国内では建造技術の向上により浮体式海上空港が現実のものとなりつつある。しかし浮体構造では波による動揺が問題であり、特に浮体式橋梁のように波長に対し小規模構造の場合、波による動揺の影響を受けやすく波浪条件の厳しい海域への適用はこの点を解決する必要がある。そこで本研究では、浮体の動揺を軽減する機構としてTMDを組み込んだ浮体の模型実験を行い、この浮体の動揺軽減効果、特性を調べた。

2. 浮体の動揺軽減機構

陸上の構造物（高層建築物や吊橋主塔など）では、風や地震による横揺れを低減する有効な方法としてバネ、おもり、ダンパーからなるTMDが多く実用化されている。一方浮体の動揺軽減の研究は、浮体を没水型にする、エアチャンバーを設けるなど浮体の形状に工夫を行った物やり、アンチローリングタンクを用いる方法、また油圧装置などを用いた能動型動揺軽減装置が見られる²⁾。今回考案した動揺軽減機構を図1に示す。浮体のヒープ運動、ロール運動に対応するため、波の来る方向に対し前後にそれぞれおもりの載ったカンチレバーが、端部ではバネにより、中央ではヒンジ支点により浮体に取り付けられている。それぞれのおもりはヒンジ支点を中心に上下に運動することができ、ヒープに対しては前後のおもりが同位相で上下に、またロールに対しては前後のおもりが逆位相で上下に動き、それぞれの運動を軽減させるものである。

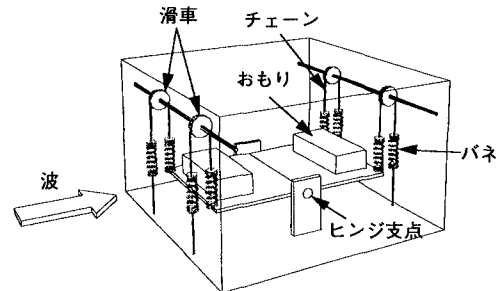


図1 浮体模型概要図

3. 実験概要

実験に用いた模型は図1の箱形浮体（長さ0.27m×幅0.25m）で、図2に示す幅0.3×長さ15.0mの二次元水路で実験を行った。実験条件を表1に示す。実験波は規則波で動揺軽減効果の周波数特性をみるため波高一定とし、周期を変化させた。浮体側で変化させたパラメータは、バネ定数、おもりの位置、吃水（浮体底におもりを載せ変化させた）である。また各ケースに対し効果の比較を行うため、おもりを固定としたTMDなしの浮体の動揺の計測を行った。係留はスウェー方向の移動を止める目的で、ヒープ、ロールの運動を妨げないよう弛緩係留状態とした。浮体の動揺計測はビデオカメラによる非接触の動体計測装置を用いた。

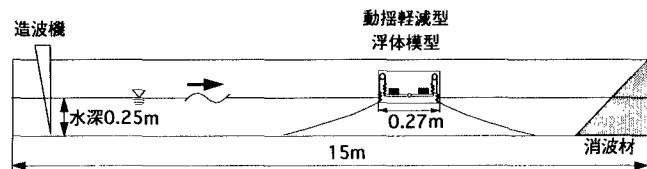


図2 実験概要

	波周期(sec)	おもり位置 (ヒンジより,cm)	吃水(cm)	バネ定数(kgf/m)
ケース 1	0.6~1.4	6.0	4.2	4.897
ケース 2	同上	6.0	4.2	4.284
ケース 3	同上	5.0	4.2	4.284
ケース 4	同上	6.0	5.8	4.284

表1 実験条件

4. 実験結果

結果を図3-1～5-2に示す。図3-1、4-1、5-1は縦軸をヒープ量 η /波高 h の無次元量で、横軸は波長 L /浮体長 B の無次元量で示してある。また図3-2、4-2、5-2は縦軸をロール量 θ /波数 $k \times h$ で、横軸は波長 L /浮体長 B で示した。図3-1、3-2ではバネ定数の違いによる軽減効果の違いを示した。ヒープではケース

キーワード：浮体、動揺、TMD、動揺軽減

〒300-22 茨城県つくば市鬼ヶ窪 1043 熊谷組 技術研究所 tel: 0298-47-7501 fax: 0298-47-7480

2が効果が大きい、ケース1、2ともに L/B が5を超える領域では効果が見られない。一方ロールでは、ケース1のほうが $L/B=4$ 付近の動揺量を抑えることができるが、ケース2のほうがより広い L/B に対応できることが分かる。またケース1のバネ-おもり系の固有周期は0.61sec ($L/B=2.13$)、ケース2の固有周期は0.65sec ($L/B=2.40$)で、ケース1のロールで共振を起こしていることが確認できる。しかしヒープで共振は見られない。ケース3はケース2のおもり位置を内側に移動したもので、その結果を図4-1、4-2に示す。ケース3のバネ-おもり系の固有周期は0.59sec ($L/B=2.02$)で、ケース2よりケース1に似た動揺特性が見られる。図5-1、5-2のケース4では排水量に対するおもりの質量の影響をみるため、ケース2の浮体底におもりを載せ吃水を増やしたものである。ケース2のおもり-排水質量比は0.64で、ケース4では0.46である。ケース2に比べケース4の動揺量は若干大きくなっているが、TMDなしでもケース2に比べ、ケース4の浮体の慣性質量が大きくなった分ヒープ、ロールの最大値が大きくなっている。そのためこの実験条件では軽減効果に大きな差はみられなかった。

5. まとめ

動揺軽減型浮体の動揺特性実験から軽減効果はバネ定数、おもり位置によって決まるTMDの固有周期に依存し、TMDを調整することで特定範囲の周期帯の波に対し、ヒープ、ロール共に軽減効果が得られることが確認された。

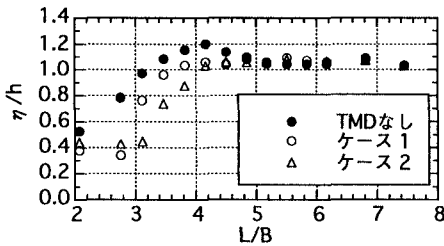


図 3-1 ヒープの軽減効果（ケース 1, 2）

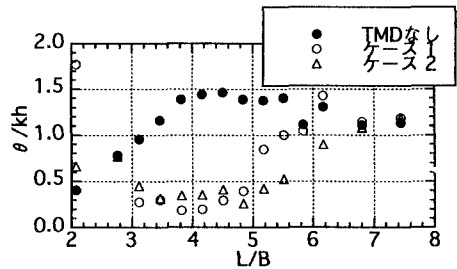


図 3-2 ロールの軽減効果（ケース 1, 2）

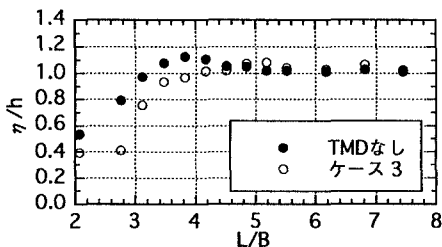


図 4-1 ヒープの軽減効果（ケース 3）

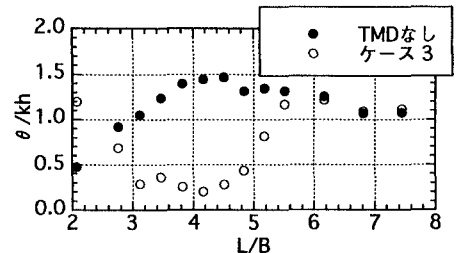


図 4-2 ロールの軽減効果（ケース 3）

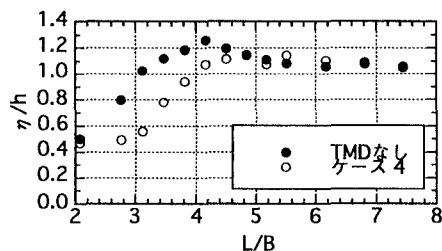


図 5-1 ヒープの軽減効果（ケース 4）

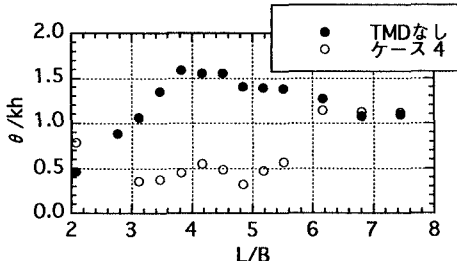


図 5-2 ロールの軽減効果（ケース 4）

参考文献

- 1) 宮川典久他：低動揺型浮体の開発と浮遊式石油生産設備への応用：日本造船学会論文集，第169号，pp195～222，1991
- 2) 安藤祐友他：波浪中における能動的制御海洋構造物の動揺実験：日本機械学会第三回交通・物流部門大会講演論文集，pp298～301，1994