

作業船の動揺低減に関する実験

大成建設株式会社 技術センター 正 伊藤 一教 正 東江 隆夫
同 土木営業本部 正 尾高 義夫
日本大学 理工学部海洋建築工学科 正 小林 昭男 川崎 正従

1. はじめに

渡海橋建設に代表される海洋工事は沖合に展開されており、大水深かつ波浪条件の厳しい海域での施工となる。厳しい波浪条件は作業船の船体動揺に直接影響を及ぼすため稼働率が低下する。そのため、厳しい環境下でも安全かつ効果的な作業船の減揺方法の開発が望まれる。従来より様々な減揺方法が考えられており、アクティブ制御によれば広い周波数帯の波浪に対して安定した減揺性能が得られるとされている¹⁾。しかし、作業船に対するアクティブ制御方法の適用は、設備の搭載による作業性の悪化、コスト増を招くため実用的ではない。

そこで本研究では、作業船に対する装備が簡易なパッシブ型の制御装置として「振り子型」、「水平版型」および「逆T字型」の三種の減揺装置を船首船尾に装備するものを対象とした減揺効果を水理模型実験により確認し、その結果を報告する。

2. 実験方法および実験条件

図-1 は三種の減揺装置の概要図である。振り子型減揺装置はシーアンカーと呼ばれるタイプのもので、船首船尾にワイヤーで吊り下げた重錘を装備する。水平版型減揺装置は重錘の代わりに水平板をつり下げたもの、逆T字型減揺装置は水平板と浮体の距離が一定になるように剛な構造でヒンジ結合するものである。

実験は長さ 30m × 幅 1.4m × 高さ 1.55m の造波水路を用いて規則波実験を実施し、2つのポジションセンサーにより動揺量 (Surging, Heaving, Pitching) を計測した。また、比較のため減揺装置のない箱形浮体 (長さ 50cm × 幅 100cm × 高さ 10.4cm) の実験も実施した。実験条件を表-1 に示す。ただし、表中の P は振り子の気中周期である。

3. 実験結果と考察

(1) 振り子型減揺装置

図-2 に波長船長比 (λ/L) に対する Surging の無次元動揺量 (D/H : D は動揺量) を示した。ただし、浮体のみの吃水は装置装着時より小さい。P/T に対する D/H の違いは顕著ではない。 $\lambda/L=1.9$ 以外では、浮体のみの D/H に対して振り子型の D/H が増加している。これは、減揺装置の装着による喫水が増加が水平波力を増加させたためと考えられる。また、Heaving, Pitching についても、有意な減揺効果が確認できなかった。

(2) 水平版型減揺装置

図-3 に $d=3.25\text{cm}$ の場合の Surging の実験結果を示した。図より $\lambda/L=1.4$ を除く $0.4 \sim 4$ の範囲で浮体のみの D/H に対する減揺効果が確認できる。ただし、浮体のみの吃水は装置装着時と一致させた。吃水が小さくな

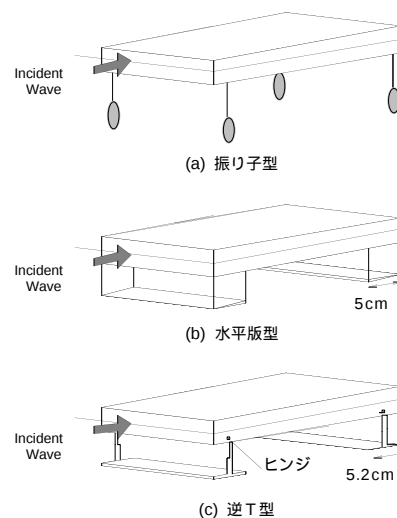


図-1 減揺装置の概要図

表-1 実験条件

	振り子型	水平版型	逆T字型
水深 h [cm]	80	100	100
波高 H [cm]	3	2	2
周期 T [s]	0.6 ~ 1.3	0.5 ~ 1.9	0.5 ~ 1.9
吃水 [cm]	2.75	2.75, 3, 3.25	2.75, 3, 3.25
吊り下げ長 [cm]	$P/T=1.1 \sim 1.8$	1=5, 10, 15	1=7.3, 12.3, 17.3
装置重量 [kg]	1.35/4個	1.33/2個	1.33 ~ 1.37/2個

キーワード：作業船、動揺、減揺装置、大水深、海洋工事

連絡先：横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター tel045-814-7234 fax045-814-7257

ると λ/L 減揺範囲は $\lambda/L=1.4$ を除く $0.4 \leq \lambda/L \leq 3$ になった．
 水平板の吊下長による動揺量 D/H の違いは明確に確認できなかった．
 Heaving については有意な減揺効果が確認できなかった．一方，Pitching については $d=3.25\text{cm}$ の場合に浮体のみの結果と差異がなく，吃水が小さくなると Surging の減揺範囲で浮体のみの結果より大きくなった．水平板型減揺装置は，2本のワイヤーで平行に吊るしているため，浮体模型に対して平行に動揺する．したがって，Surging の減揺範囲では，浮体模型が Pitching による平面板の傾斜が抵抗となり，減揺していると考えられる．また， λ/L が大きく Surging の減揺効果がない範囲では，装置の装着により，重量，喫水が増加し，波力の影響を強く受けるため減揺されないと考えられる．

(3) 逆T型減揺装置

図-4 に $d=3.25\text{cm}$ の場合の Surging の実験結果を示した．ただし，浮体のみの吃水は装置装着時と一致させた．図より $\lambda/L \leq 2.6$ では浮体のみの D/H とほぼ同程度であるが， $2.6 < \lambda/L$ では有意な減揺効果が認められる．吃水が小さい場合でも $2.6 < \lambda/L$ では有意な減揺効果が認められた．Heaving，Pitching については水平板型と同様の結果であった．水平板型と逆T型の Surging を比較すると，逆T型の D/H は水平板型に対して概ね $1/2$ に減揺できることがわかった．水平板型および逆T字型減揺装置は浮体が Surging すると，図-5 に示すように減揺装置も動揺する．水平版の場合には水平運動が卓越するが，逆T字型の場合にはヒンジを中心に円軌道で動く．そのため，水平版に比べて抵抗としての効果が大きく減揺効果が著しくなると考えられる．図-4 の場合， $\lambda/L \leq 2.6$ では現象が短周期になるため浮体の動揺に対して装置の運動の追従性が低く θ が小さい．よって，装置の運動が抵抗効果を発揮する程度に達しないため減揺が得られない．しかし， $2.6 < \lambda/L$ では現象が長周期になるため浮体の動揺に対して装置の運動の追従性が良くなり θ も大きいため，抵抗効果が得られやすいので減揺効果が高いと考えられる．また，減揺装置の吊下長が 5cm の場合は， $10, 15\text{cm}$ のケースよりも小さい λ/L で減揺が現れ， λ/L が大きくなると吊下長が $10, 15\text{cm}$ の方が 5cm のケースよりも減揺する．吊下長 5cm の場合， λ/L が大きいので θ が大きい運動にはなるが，振り子としての周期が短いために θ が大きい状態を保持できないためであると考えられる．

4. まとめ

本研究では，作業船の減揺方法として装着が簡易な振り子型，水平板型および逆T字型の制御装置による減揺効果を実験により確認した．その結果，水平板型，逆T字型の制御装置は Surging に減揺効果があることがわかった．特に逆T字型減揺装置では，模型のみの動揺量と比較して，最小で約 $1/3$ の動揺量まで減揺する．

¹⁾ 谷田宏次 (1997): 「各種分野における動揺制御装置の適用例」, 日本造船学会誌, No.815, pp.29-35.

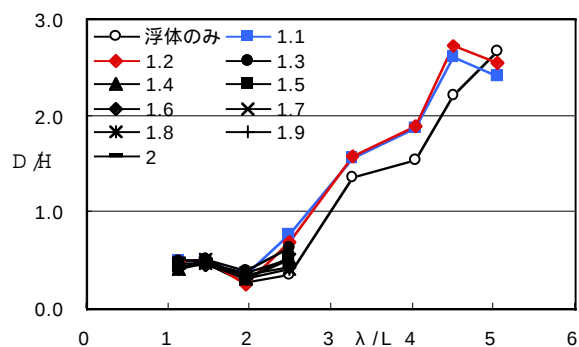


図-2 振り子型の Surging 動揺量

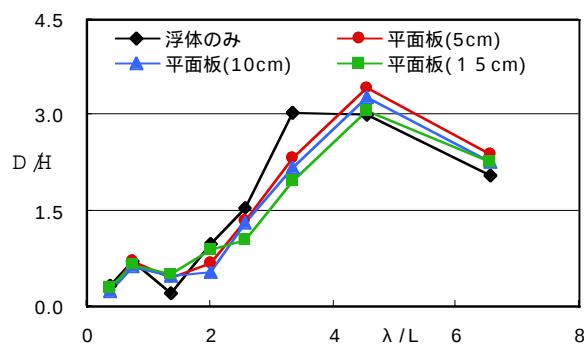


図-3 水平板型の Surging 動揺量

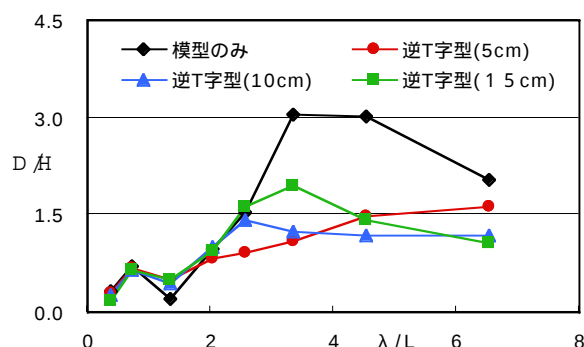


図-4 逆T型の Surging 動揺量

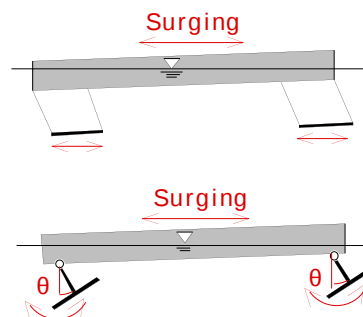


図-5 減揺装置の動きの概要