

複数個のTLDを設置した海洋プラットフォームの共振特性に関する実験的研究

東京コンサルタンツ(株) 正会員○小村辰彦

金沢大学工学部

正会員 石田 啓 学 生 秦 弘和

金沢大学工学部

学 生 桐畑修一 学 生 石井 伸

1. 緒 言 海洋構造物の設計施工に際し、波による共振問題への対策が要求されることは言うまでもない。著者らは、既に四脚柱プラットフォームにおいて波力の相殺点を利用した共振制御の可能性を検証し¹⁾、さらに、同調液体ダンパー(TLD)を利用し、TLD内の液体の動揺(スロッシング)の固有振動数 f_s とプラットフォームの固有振動数 f_p との振動数比 $\gamma (=f_p/f_s)$ を1とする時、効果的に共振が制御されることを確認している²⁾。しかし、TLD内の液体の質量が構造物の振動に与える影響については、十分に解明されていない。したがって、本研究では、共振制御に効果的な $\gamma=1$ の状態にあるTLDを複数個設置したプラットフォームに、種々の周期を有する規則波を作用させる実験によりTLD内の液体の質量増加に対するプラットフォームの共振制御特性について考究する。

2. 実 験 図1に実験に用いたプラットフォームを示すが、脚柱は直径2cm、長さ81cm、剛性係数 EI が約11000kgfcm²であり、17.5kgfのデッキ鋼板上にTLDを設置した。TLDは図2に示すように、長さ30cm、幅18cmの矩形水槽を5槽連結したものであり、実験は、水の入った水槽の数を増加することにより、TLDの数を増加した。いずれの場合も、振動数比 γ が1となるように、TLD内の水深を決定した。実験時の水深は60cmであり、用いた規則波は、波高を6cmと固定し、周期を0.6~1.72secの範囲で変化させた。デッキ変位 ξ はレーザー変位計を用いてデッキ部B端で測定し、同時にTLDのE部に設置された波高計によりスロッシング η を、また、脚柱ABの位置の波浪の上下動 η を波高計で測定した。

TLD内の水の質量を評価するパラメータとして、TLD内の水の総質量 m_w を水を含むTLD全体の質量を加えたデッキの総質量 M で割った値 $\mu (=m_w/M)$ を用いた。

3. 結 果 図3および図4は、縦軸に波1周期間のデッキ変位の最大値をとり、横軸に波の周期 T をとって、TLDを設置したときの共振特性を示す。図中、●はTLDを設置した時の $|\xi_{Tmax}|$ の平均値で $|\xi_{Tmax}|$ の変動範囲も示している。また、実線と破線はTLD非設置時の理論計算値 $|\xi_{Tmax}|$ であり、実線はデッキ重量に水を含むTLD総質量を加えたもので、破線はデッキ重量にTLD容器の質量のみを加えたものである。図3はTLDを1個設置した場合で、図4はTLDを3個設置した場合である。いずれの場合も、共振変位は消去し、共振点前後の周期の波で新たな共振が発生したが、これらの共振はTLDの数が多い図4の方が顕著であった。ここに、新たに発生した2つの共振の内、短周期の波で発生する共振を第1共振、長周期の波で発生する共振を第2共振と呼ぶが、図5(a)および(b)には、図4の第1共振点および第2共振点での、波の周期の変化に伴う ξ と η の位相変化を、それぞれ実線がおよび破線で示す。(a)の第1共振点では、スロッシングの波峰が生じる方向がデッキの振動方向と逆方向となるにもかかわらず共振が生じ、(b)の第2共振点では、デッキの振動方向とスロッシングの波峰が生じる方向が一致した共振が生じている。図6は横軸に質量比 μ をとり、縦軸に $|\xi_{Tmax}|$ をとって、質量比 μ の増大に対する第1および第2共振変位の変化を示す。図中の○は第1共振点の $|\xi_{Tmax}|$ であり、●は第2共振点の $|\xi_{Tmax}|$ である。質量比 μ の増加により、第1共振点の $|\xi_{Tmax}|$ は増大し、第2共振点の $|\xi_{Tmax}|$ は減少する傾向にある。また、図7は横軸に質量比 μ をとり、縦軸に共振が発生する時の波の周期 T をとったものであるが、図中、○は第1共振点、●は第2共振点であり、▲はTLD非設置時(TLDの総質量を考慮)の共振点である。第1共振点は質量比にかかわらずほぼ一定値となるが、第2共振点は質量比 μ の増加に伴いTLD非設置時の共振点より、さらに長周期で発生している。

4. 結 語 実験からTLDを複数化した時のプラットフォームの共振特性が明示された。今後、海洋構造物にTLDを有効に用いるためには、TLD設置による新たな共振の発生機構を考究する必要がある。それについては、現在研究中である。なお、本研究を行うに際し、援助を賜った広部英一助教授(福井高専)に厚く謝意を表する。

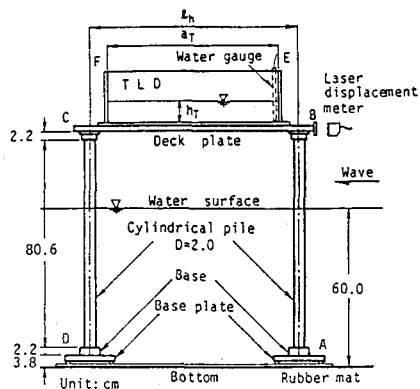


図1 TLD付プラットフォーム模型

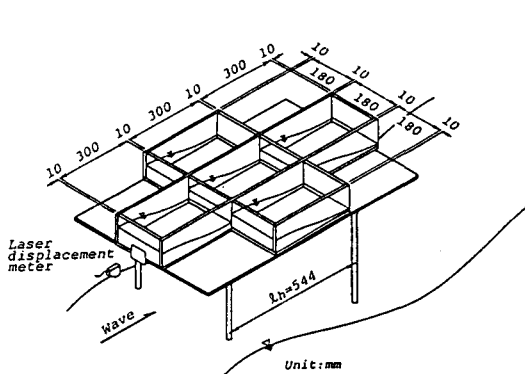


図2 矩形水槽ダンパー (TLD)

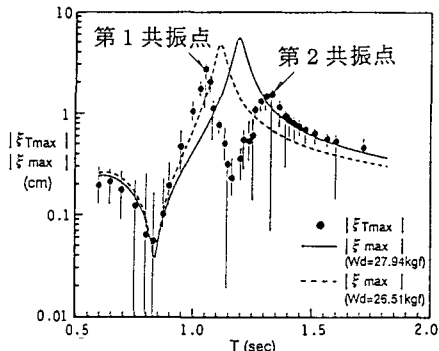


図3 TLD設置による共振特性 (1槽 $\mu=0.049$)

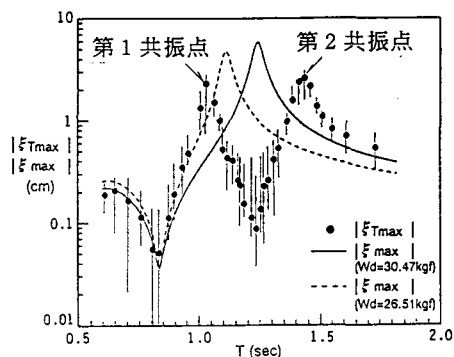
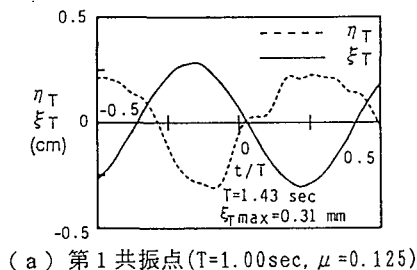
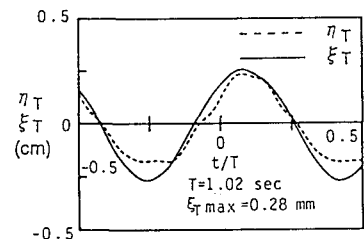


図4 TLD設置による共振特性 (3槽 $\mu=0.125$)



(a) 第1共振点 ($T=1.00\text{sec}$, $\mu=0.125$)



(b) 第2共振点 ($T=1.45\text{sec}$, $\mu=0.125$)

図5 スロッシングと振動変位の位相変化

<参考文献>

- 1) 石田 啓, 黒崎和保, 小村辰彦: 海洋プラットフォームの共振特性および波力の相殺点による共振抑制に関する研究, 土木学会論文集, No. 456/II-21, pp. 65-74, 1992.
- 2) 小村辰彦, 石田 啓, 秦 弘和: 同調液体ダンパー(TLD)によるプラットフォームの共振制御に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第39巻, pp. 761-765, 1992.

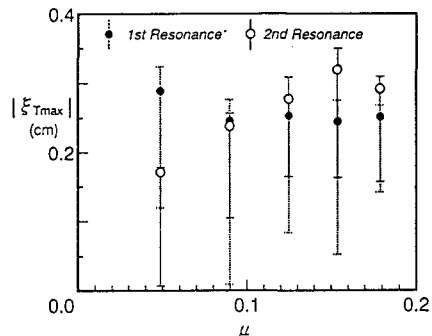


図6 μ の変化に対する共振変位の変化

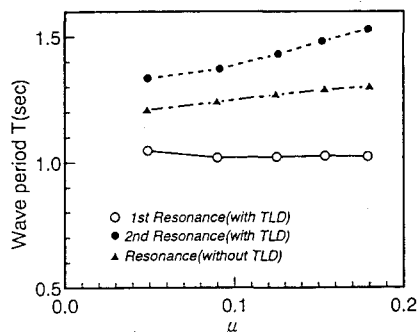


図7 μ の変化に対する共振周期の変化