

(Ⅱ-26) 箱型浮体の波による長周期動揺の実験的考察

運輸省港湾技術研究所構造部 正会員 上田 茂
同 上 正会員 板生 考司

1. はじめに

本研究では、柔らかい変位復元力特性を持つばねに係留された箱型浮体の規則波中および不規則波中の長周期動揺の性質を実験的に調べ、波浪条件および係留系の特性と浮体の動揺特性との関係を示した。

2. 浮体の形状および係留系

縦50cm、横250cm、型深20cm、喫水5cmの亚克力製の箱型の模型浮体（以下浮体という）を用いて港湾技術研究所の平面水槽において模型実験を行った。図-1に平面水槽における浮体および計測装置の配置を示す。浮体の係留系は図-2に示すようにワイヤロープとコイルスプリングを用いて浮体の波上側および波下側に対称に設置し、5種類（ばね定数76.8、34.8、5.24、0.952、および0.088kgf/m、以下係留系1、2、3、4、5という）のばね定数のものを用いた。係留系の初期張力はそれぞれ、5.5、3.4、0.51、0.12、0.011kgfである。実験は規則波中および不規則波中で行い、波周期0.73、0.91、1.10、1.46、1.83、2.19s、波高1～5cmとした。浮体の係留は浮体の長軸が波の進行方向に一致する場合（縦係留）と、浮体の長軸が波の進行方向と直角になる場合（横係留）の2種とした。

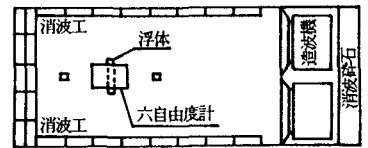


図-1 浮体および計測装置の配置

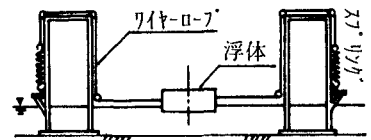


図-2 浮体の係留系

3. 規則波中の実験結果

規則波中の実験においては、浮体の動揺特性と浮体に作用する漂流力を把握することを目的とした。図-3は係留系2、3、5について周期1.46s、波高3cmの規則波中の浮体の動揺の時刻歴を示したものである。図から明らかなように、係留系2、3では漂流量がそれぞれ、0.733cm、1.384cmと小さいので、浮体は波周期に等しい周期1.47sの動揺(35.2cm、28.3cm：両振幅)が卓越するが、係留系5では漂流量(11.6cm)が大きいので、相対的に見ると波周期にほぼ等しい周期1.46sの動揺(30.8cm：両振幅)は小さく見える。これらの図から、規則波中では漂流力がほぼ一定であるとみなすことができる。規則波中の実験は同一波浪条件で3回繰返して行っているが、これらの漂流量の平均値に係留系のばね定数を乗じて漂流力を求め、さらに、定常漂流力係数を計算した。図-4は定常漂流力係数を縦係留および横係留について図示したものである。同図には、伊藤の近似理論を用いて断面浮体としての透過率を計算し、これから求めた定常漂流力係数を実線で示している。ただし、縦係留におけるヒューピングの付加質量は横係留と同一値を用いた。横係留については、実験値と計算値とは非常によく合っている。これに対し、縦係留について

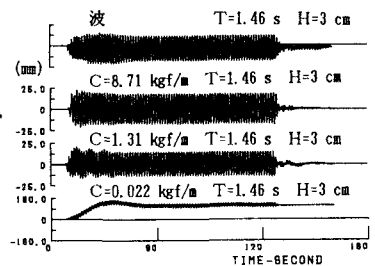


図-3 規則波中の動揺の時刻歴

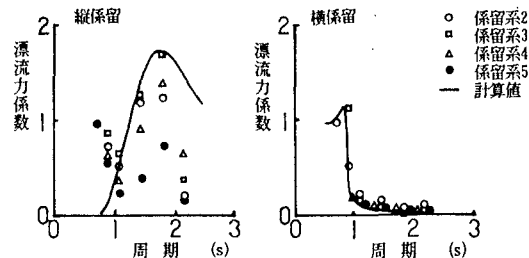


図-4 波周期による定常漂流力係数

は漂流力が横係留に比べて小さいので実験値のばらつきが比較的大きく、また、断面浮体として計算しているために実験値が計算値を下回るものが多い。しかし、漂流力が小さいので、このように計算しても、浮体の漂流量の算定において安全側ではあるが、過大になるということはない。

4. 不規則波中の実験結果

不規則波中の実験においては、不規則波中の漂流力の変動と係留系のばね定数が浮体の長周期動揺に及ぼす影響を把握することを目的とした。図-5および6は係留系1、3、5についてそれぞれ縦係留および横係留の不規則波中の浮体の動揺の時刻歴を示したものである。波周期は0.73および2.19s、波高1、3、5cmである。まず、係留系1では、ばね定数が硬いので漂流量が小さく、したがって浮体の長周期動揺は見られない。つぎに、係留系3では、波周期0.73sのときに長周期動揺が見られるが、波周期2.19sのときは浮体の動揺周期はほぼ波周期に等しい。さらに係留系5では、漂流量が非常に大きくなって、係留系3のときのような長周期動揺は見られず、浮体は漂流した状態で波周期にほぼ等しい周期の動揺をしている。

以上のことから、特定の波周期と係留系のばね定数において、浮体は長周期動揺を起こすといえる。本研究の範囲では、横係留および縦係留について、 T_0/T （係留系の固有周期/波周期）が3.69~22.2の範囲にあるような条件のときに、浮体は変動漂流力による長周期動揺を起こしている。また、波高が大きいほうが、長周期動揺をより起こしやすいといえる。したがって、係留系が上記の条件の範囲にあるような場合には、係留系の設計において変動漂流力に留意する必要がある。

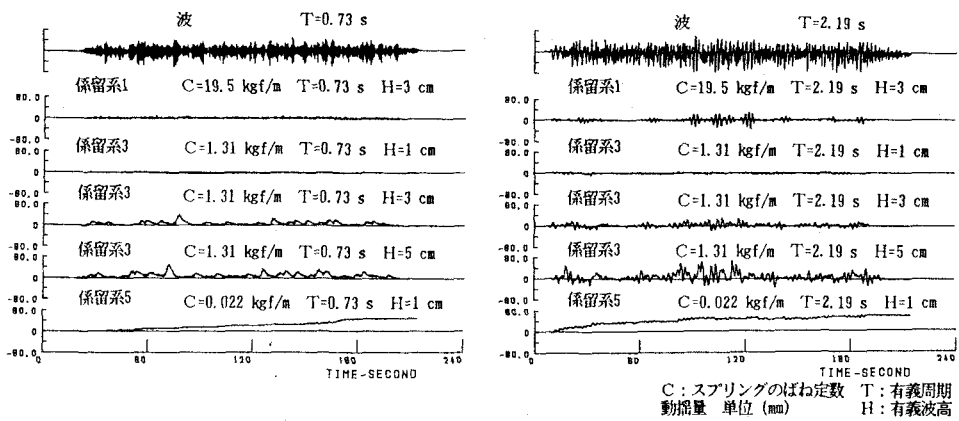


図-5 不規則波中の浮体の動揺の時刻歴（縦係留）

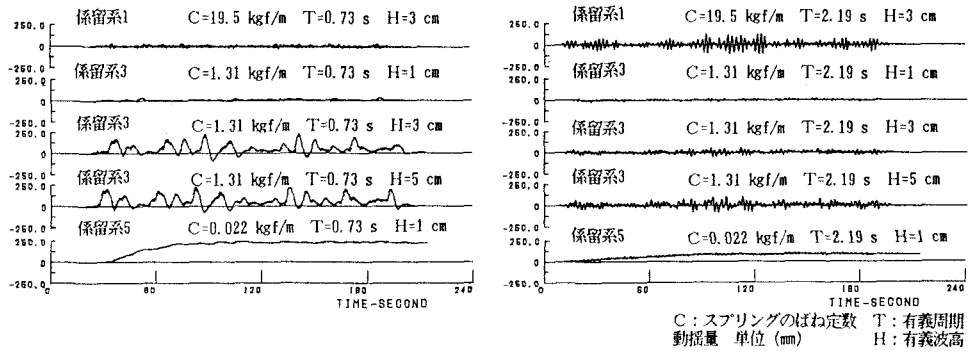


図-6 不規則波中の浮体の動揺の時刻歴（横係留）