

二重管係留システムで係留された没水水平版による 波の制御効果と水平版の動揺特性に関する実験的研究

九州大学 学生員 ○長井健二 正 員 吉田明徳

日本国土開発(株) 正 員 中村哲也 正 員 田代晃一

1. まえがき

海中に固定された没水水平版は、その版長及び天端水深を適当に選ぶことにより、高い波浪制御効果が得られるが、潮位変化に対応して版上の天端水深を一定に保つことが出来ないことや、水平版に大きな鉛直波力が作用するという問題がある。これに対処する係留方法として著者らは二重管式係留システムを考案し、線形ポテンシャル理論に基づく理論解析をおこなって、二重管式係留システムで係留された没水水平版の波の制御効果、水平版の動揺および作用波力の特性を調べた¹⁾。本研究は、この解析法の妥当性と適用性を水槽実験によって検討する事を目的におこなったもので、同時に、二重管係留システムで係留する際の構造形式による問題点を、水平版の動揺の観点から観察し、その可能性と問題点に関する検討を行うことも目的とした。

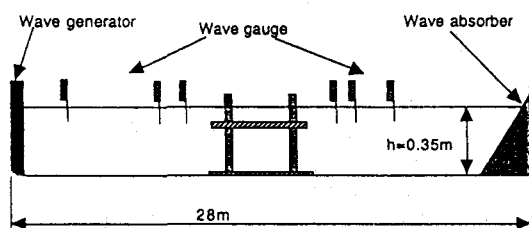


図-1 実験装置の概略

2. 実験方法

実験には一端に吸収式造波装置を持つ2次元造波水路(長さ28m、幅0.3m、高さ0.5m)を用い、図-1に示すように、模型の前方と後方にそれぞれ30cm離して設置した2本の容量式波高計を用いて水面変動を測定し、合田が示した入反射波の分離推定法を用いて、反射率および通過率を算定した。なお、通過波については、水平版と波との非線形干渉によって励起される高次の周波数成分波についても分離推定をおこなうため、さらに50cm離して設置した波高計でも水面変動を測定した。実験では、水深 h 、水平版の幅 B 、静止時の没水深 h_2 は、それぞれ、 $h = 0.35\text{m}$ 、 $B/h = 2.0$ 、 $h_2/h = 0.15$ に固定して行った。まず理論解析の妥当性を確かめるため微小振幅波を対象に実験を行い、ついで、有限振幅波を用いた実験をおこなって、非線形効果について調べた。また、比較のため、水平版を固定した場合についても実験を行って反射率と通過率を算定した。微小振幅波による実験では kh (k は波数)の値を0.5から3.0まで0.1きざりで測定し、また、理論解による推定では、通過率および反射率が大きく変化する1.0から2.5の間は0.05刻みで

測定した。有限振幅波を用いた実験では、 $kh = 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5$ の5つのケースについてそれぞれ波高を2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10cmの8通りの測定を行った。

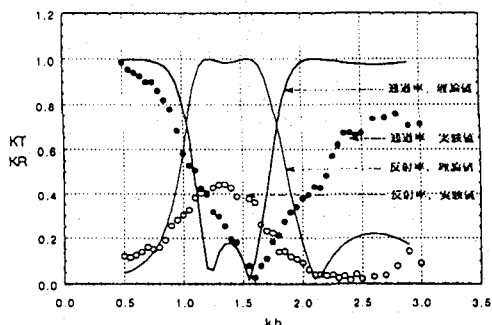


図-2 実験値と理論値の比較（反射率、通過率）

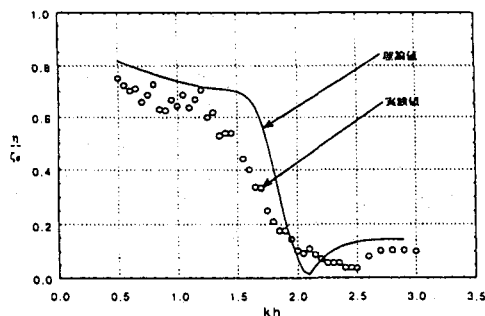


図-3 実験値と理論値の比較（鉛直動揺）

3. 実験結果と考察

微小振幅波を用いた場合の実験値と理論解の比較を、反射率 K_R と通過率 K_T について図-2に、また鉛直動揺について図-3に示した。通過率については、 kh が小さいところ($kh < 1.5$)では理論値と実験値は比較的良好一致するものの、 kh が1.5より大きくなると実験値は理論値に較べてかなり小さくなっている。また、反射率は、 kh に対する定性的な変動の様子は理論解と実験値とでよく似ているが、定量的には実験値は理論解より著しく小さく現れている。この理由としては、通過率が極小となる $kh = 1.2 \sim 1.5$ 近傍において、水平版と水面変位との位相差が大きくなり水平版端部での渦の発生が激しくなる現象が観察される事、および、固定水平版の場合と同様に、 $kh > 1.5$ では通過波の水面変動に高次の周波数成分が見られ、高次の周波数成分の波へエ

エネルギーが移行している事によるものと考えられる。図-4の鉛直動揺についての理論値と実験値の一致は良く、鉛直動揺に対する水平版端部での渦の減衰効果についてはそれほど大きくないことがわかる。また常に入射波の振幅よりも水平版の振幅が小さく、水面に浮遊したポンツーンに見られるような振幅が入射波の振幅を越えるような共振周期は見られない。図-4, 5, 6, 7は $kh=0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5$ について、波形勾配 H/L を変化させた場合の、反射率、通過率、鉛直動揺の振幅、および平衡位置の鉛直変位を示したものである。反射率(図-4)については、波形勾配が大きくなるにつれて、 kh が小さい場合($kh=0.75, 1.0, 1.5$)には減少し、 kh が大きい場合には若干増大する傾向を示すが、その変動の程度はあまり大きくない。しかし、通過率(図-5)は、波形勾配の変化に対する変動が大きく、 kh が小さい場合には波形勾配が大きくなるにつれて通過率は増大するが、 $kh=1.5$ と 2.5 の間を境にして、波形勾配の増大につれて通過率は大きく減少(波の遮断効果が増大)するようになる。この理由として、一つには kh が大きくなるにつれ水平版上で碎波を生じ易くなる事にもよると考えられるが、 $kh=1.5 \sim 2.0$ を境に、通過率が減少から増大に転じる理由はさらに検討を要する。鉛直動揺の振幅(図-6)は反射率および通過率に較べると、

波形勾配による変動は小さいことがわかる。図-7は静止時における平衡位置から、動揺時の平衡位置への変位量を波形勾配に対して示したものである。興味ある事に、平衡位置は鉛直上方に変位し、しかも入射波高が大きくなるにつれてその変位量は kh の値によらず、一旦増大した後極大値を取ってその後減少する特性を示す。また、変位量の極大値は kh によってあまり変わらず、ほぼ入射波高の3割程度である。この変位量は、水平版に設けるフロートの水線面積が大きくなると小さくなると考えられるが、波形勾配によってこのような変動を生じる理由についてはさらに検討を要する。

4. あとがき

本文には、粘性抵抗を生じない二重管に取り付けたモデルについての実験のみ示した。現在、粘性抵抗のある二重管を取り付けたモデルについての実験を行っており、結果については、講演時に示す予定である。

参考文献

- 1) 吉田明徳・旭剛志・小島治幸・中村哲也：二重管係留システムで係留された没水水平板の動揺と波の制御, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集 pp.200 ~ 201 1992年

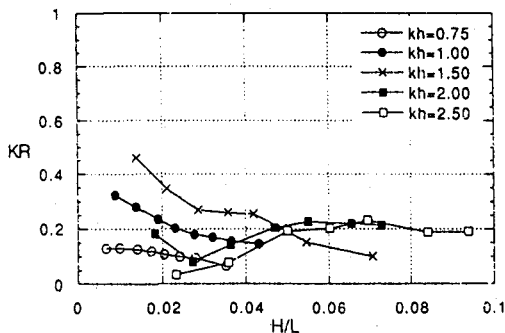


図-4 H/Lに対する反射率の変化

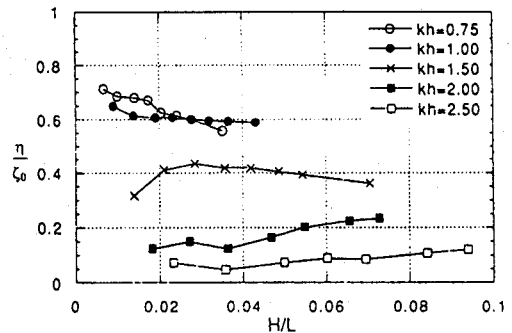


図-6 H/Lに対する鉛直動揺の変化

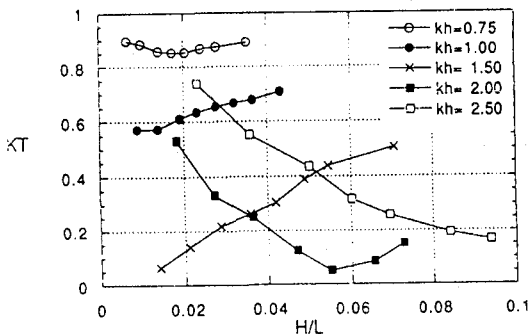


図-5 H/Lに対する通過率の変化

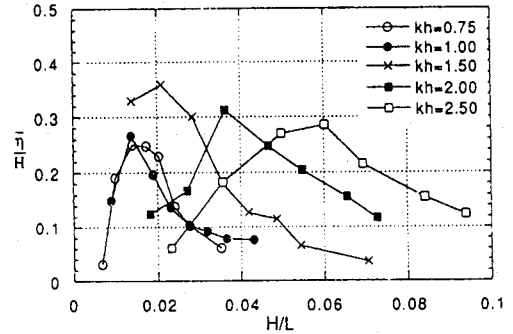


図-7 H/Lに対する平衡位置の鉛直変位の変化