

チェーン係留された浮防波堤による波変形について

愛媛大学 工学部 正 員 中村 孝幸
 五洋建設(株) 正 員 大森 禎敏
 愛媛大学 大学院 学生員 井手 善彦

1. まえがき: 波浪制御構造物の一つとして浮防波堤があり、一般的にチェーンラインにより係留されている。チェーン係留は、ラインがカタナリ性状を示すことから、その復元力特性は非線形性を呈することが知られている。本研究では、係留チェーンの非線形な復元力特性を考慮した浮体まわりにおける波変形の解析法を新しく提案すると共に、その適用性を実験結果との比較から検討するものである。また、浮体の係留系の性状変化を引き起こす波漂流力や、共振応答状態下での減衰力の効果を考察するものである。

2. 解析法の概略: 従来、浮防波堤の設計に際しては、2つの面から検討がなされる。一つは、係留系の設計や配列間隔を決定するための動揺特性であり、その最大値が必要となる。もう一つは防波堤としての主たる機能である消波性能である。この消波性能は、動揺特性とは異なり、定常状態における平均波高、すなわち反射率や透過率といった波動場の時間・空間的な代表量を推定することが求められる。そこで、本研究では、動揺の推定には係留系の非線形性を直接的に考慮できる時間領域の解析法を採用して行い、その動揺に伴う波変形の推定には、動揺の調和解析結果をかいして、周波数領域の解析法を用いるという方法を新たに提案する。この解析の流れをフローチャートにして図-1に示す。この図より、浮体の動揺解析を除くと従来の周波数領域の解析法を用いることによって算定できることが分かる。また、浮体の動揺解析は波漂流力を考慮して行った。浮体に作用する減衰力は渦流れなどの流体力学的原因によるものと、係留系がもたらす構造力学的な原因によるものの2通りがある。本研究では、これら2つの減衰力をまとめて取り扱い、減衰力が速度に比例すると仮定して、それが付加質量を考慮した臨界減衰量の一定割合であたえられるものとした。

3. 実験結果と算定結果の比較: 図-2に本研究で行った実験の状況と模型の寸法を合わせて示す。実験に用いた模型堤体は現地の浮防波堤を1/26に縮尺した断面2次元堤体である。係留に用いたチェーンは単位水中重量1.2gf/cmで長さ197.5cmである市販のものを用いた。模型の動揺測定には加速度計を用いると共に水槽側面よりビデオカメラで浮体のマークを観測することにより行った。実験および算定に用いた入射波条件としては、周期 $T=0.64\sim 1.53\text{sec}$ 、波高 $H=3.8\text{cm}$ 一定の14種類である。図-3の(a)～(b)は各動揺変位の実験結果と算定結果の比較を示す。動揺の算定にあたっては上記で述べたように減衰力を臨界減衰量の一定割合で与え、実験値との比較から臨界減衰量の15%を設定した。図中には、実験結果、時間領域および従来の周波数領域における算定結果が示しており、周波数領域の算定においても時間領域と同様に波漂流力と減衰力を考慮して行った。これらの図から、Roll運動の共振点が、波長 L と浮体の幅 B の比、 $L/B=4.5$ 付近に現れることが分かる。時間領域の算定結果と周波数領域の算定結果では、Roll運動における共振点付近で時間領域の方がより実験値に近いものとなっている。また、図-4の(a)、(b)は時間領域の動揺解析から得られた各動揺変位を用いて算定した、透過・反射率である。これらの図から、実験値と算定値の一致度はよく、本研究で提案した波変形の解析法によって動揺する浮防波堤まわりの波変形がほぼ推定できることが分かった。

4. まとめ: 本研究で提案した時間領域の動揺解析結果を用いた波変形の解析法により、動揺する浮防波堤まわりの波変形をほぼ推定できる。また、浮体の動揺予測では波漂流力と減衰力を考慮する必要がある。

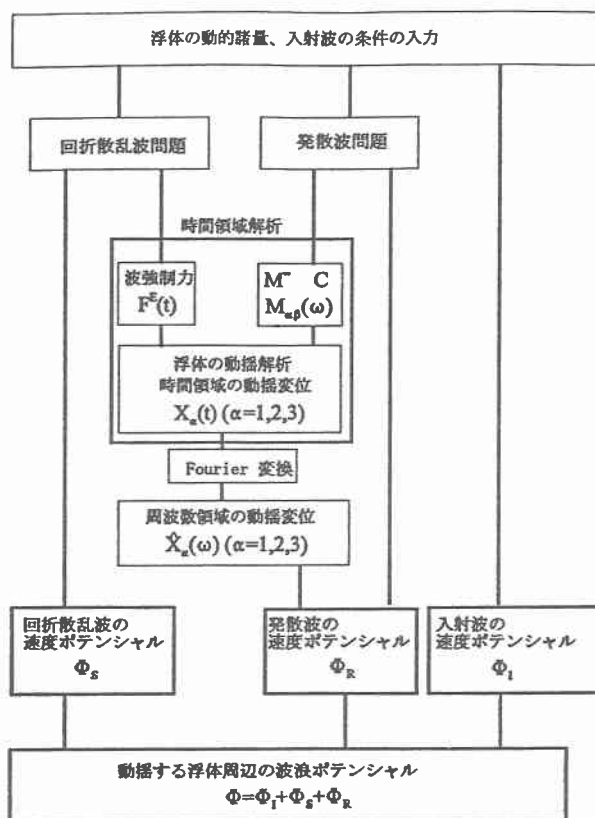
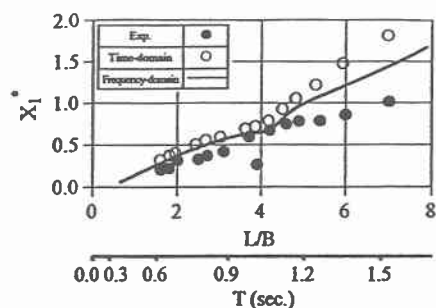


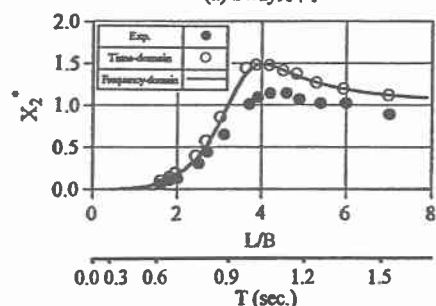
図-1 浮体の時間領域解析に基づく波変形の解析法



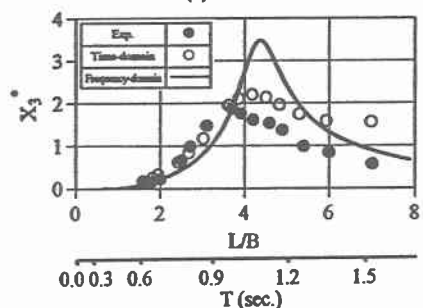
図-2 実験の概要



(a) Sway方向



(b) Heave方向



(c) Roll方向

図-3 浮防波堤の動揺特性

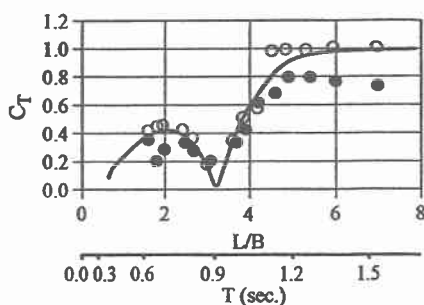
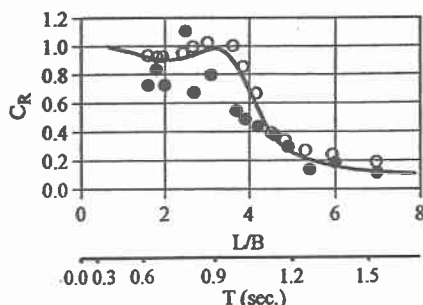
(a) 透過率 C_T (b) 反射率 C_R

図-4 浮防波堤の透過・反射率