

II-423

台形ケーソンの洋上接合時および設置時の動揺特性について

運輸省港湾技術研究所 正会員 内藤 了二
 運輸省港湾技術研究所 正会員 白石 悟
 鳥取大学 工学部 正会員 上田 茂
 運輸省第五港湾建設局 板生 考司

1. 概要

小名浜港は太平洋に面する福島県いわき市に位置している。小名浜港では、港内の静穏度を高めて稼働率の向上を図るために沖防波堤の延長が計画され建設が進められている。これには台形ケーソン（図-1、型幅15.0m、天端部長16.33m、底部長40.0m、型深22.0m）が用いられている。台形ケーソンは斜面で受ける波力の鉛直成分を滑動抵抗に利用でき、また底面幅が大きいので地盤反力を小さくすることができる。台形ケーソンについてはこれまで施工経験が無く、また、ケーソン製作場所の制約から洋上接合を行う必要があり、建設工事に先立ち接合時、仮置時、曳航時および据付時における動揺特性の把握、係留索の安全性等を、水理模型実験および動揺シミュレーションにより検討した。また、現地におけるケーソン据付時の動揺観測結果と動揺シミュレーションにより検討した¹⁾。

2. 動揺シミュレーション手法について

ケーソンに作用する波力などの外力が不規則であり、かつ係留索などの係留系の変位復元力特性が非線形であるので、動揺シミュレーションにより動揺量および係留力を求める。流体力はケーソンの形状が台形であるので、三次元特異点分布法で求める。三次元特異点分布法で流体力係数を計算する際には要素分割数が計算精度に影響を及ぼす。図-2および図-3は接合前の断面（A1）についてピッチに関する付加慣性モーメントと減衰係数について要素分割数を220と880とした計算結果を比較したものである。この場合は要素分割数による影響が見られない。以上のことから要素分割数が大きいほど計算精度が向上するが、ここでは計算値の差違はさほど大きくないので220分割とした。なお、接合後の断面（A2～A4）の要素分割数は、376とした。

3. 模型実験結果と動揺シミュレーションとの比較

図-4および図-5は接合後の断面（A2）のスウェイおよびヒープの動揺量を示したもので、横軸

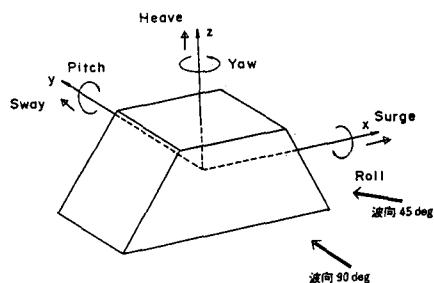


図-1 台形ケーソンの動揺成分

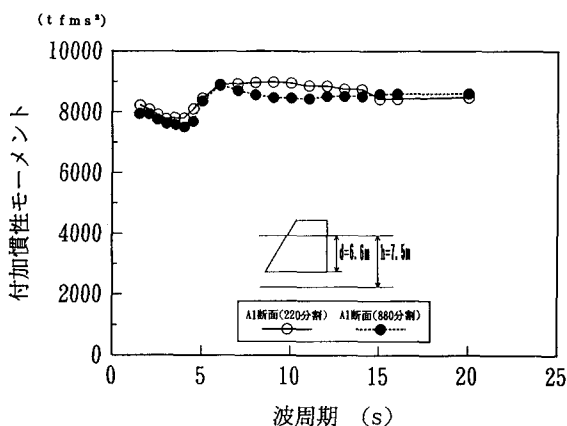


図-2 要素分割数と付加慣性モーメントの関係

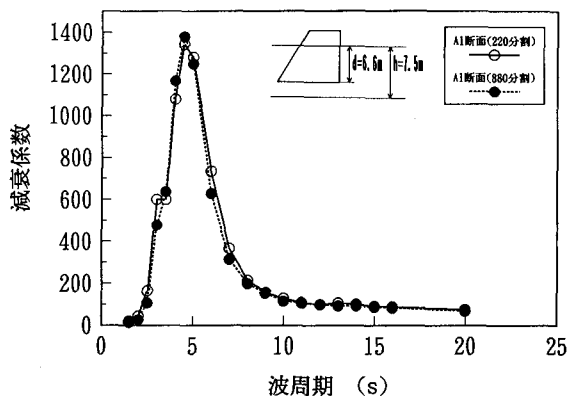


図-3 要素分割数と減衰係数の関係

に波周期、縦軸に動揺両振幅の有義値 ($A_{1/3}$)を示す。規則波中および不規則波中において動揺両振幅の有義値の計算値と実験値はおおむねあっている。ただし、ヒープの規則波中の16sの実験値が計算値に比べて大きい。波周期16sにおいてはサージ、スウェイ、ロールの動揺が大きくなっており、実験値においてはこれらの成分に連成される形でヒープについても動揺が大きくなっているものと考えられる。なお、ここでは図示していないが、アンダーキールクリアランスの小さい接合前の断面(A1)、据付時の断面(A4)の動揺量の一部の成分については計算値は実験値に比べて大きい。

4. 現地観測結果と動揺シミュレーションとの比較

図-6は据付時断面(A4)のヒープの動揺量について観測値と計算値を示す。横軸にケーソンのアンダーキールクリアランス(ケーソン底面とマウンドまでの距離)を、縦軸に動揺両振幅の有義値を示す。据付作業時における有義波高は $H_{1/3}=0.8\text{m}$ で一定である。一次注水前のヒープの動揺両振幅は2.05mと有義波高の約2.5倍である。注水が進行するにしたがい動揺両振幅が小さくなる。この傾向は計算値においても良く再現されている。ただし、アンダーキールクリアランスが最も小さいケース($h/d=1.04$)における計算値は観測値よりも大きい。計算では模型実験($h/d=1.08$)を参考にヒープの減衰定数を0.057に修正しているが、実際にはさらに減衰定数が大きくなっていると考えられる。

5. 結論

- 1) 台形ケーソンの動揺量の実験値と計算値とはおおむね一致した。
- 2) 現地観測結果によれば、据付時のケーソンの動揺量はアンダーキールクリアランスが小さくなるにしたがって小さくなる傾向がみられ、計算においても同様の傾向がみられたことから、特異点分布法によって台形ケーソンの流体力を求め動揺解析する手法の適用性が確認された。

6. あとがき

本論文をとりまとめるにあたり、運輸省第二港湾建設局の各位には模型実験および現地観測データ等の提供において大変お世話になりました。深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 上田 茂、白石 悟、板生 考司、内藤 了二: 台形ケーソンの洋上接合時および設置時の動揺特性について、港湾技研資料、No.754、1993年6月

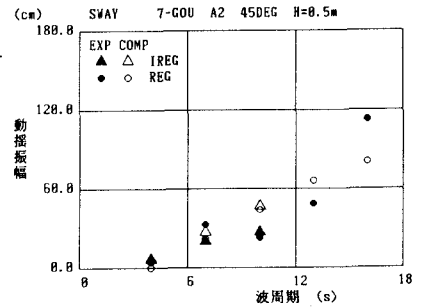


図-4 実験値と計算値の比較
(波向45° H=0.5m, スウェイ)

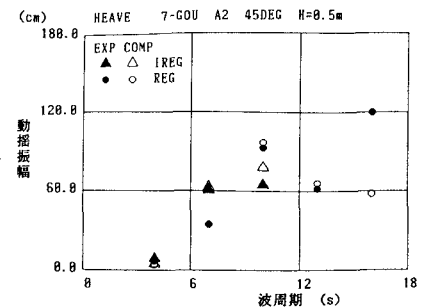


図-5 実験値と計算値の比較
(波向45° H=0.5m, ヒープ)

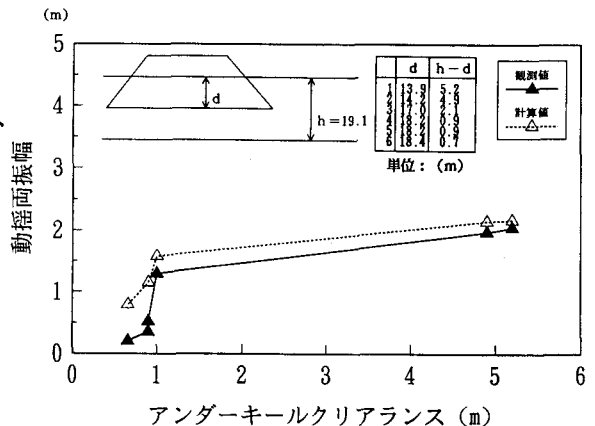


図-6 アンダーキールクリアランスと動揺振幅(ヒープ)