

鹿島建設機技術研究所 今井 貫爾 ○岩瀬 浩二
 鹿島建設機情報システム部 松本 喬 沖見 芳秀

1. 概要 波浪による着底式海洋構造物の動的応答の予測法として1質点系の簡易解析プログラム及び多自由度系のFEMによるフレーム解析を適用した応答解析プログラムの二つを開発し、さらに弾性模型を用いた波浪応答実験を実施して各々の解析法を検証した。

2. 波浪応答解析

1) 1質点系解析¹⁾ 水粒子と構造物の相対速度を無視したモリソン式により波力を算定し、構造物を1質点系モデルに置き換えて1自由度の運動方程式により定常解を求めるものである。特徴はモリソン式から得られる波力にフーリエ展開を用いて線形の重ね合せを適用している点である。

2) 多自由度解析²⁾ 波力は水粒子と構造物の相対速度・加速度を考慮したモリソン式より求め、また斜材に働く波力を評価するためボルグマンの方法³⁾を適用する。構造系は曲げねじれを無視した軸力を受ける曲げ梁(オイラー梁)で構成されるフレーム構造にモデル化する。離散化された運動方程式を直接積分により解く。なお両解析法とも水粒子速度及び加速度の算定には微小振幅波理論を用いている。

3. 水理模型実験

海洋構造物の基本的なモデルとして弾性角柱で支持された四脚プラットフォーム模型について行った規則波による応答実験の概要及び前述した二つの解析法と比較検討した結果について述べる。

1) 実験概要

実験には長さ60m、幅2m、高さ2mの造波水路を用いた。水路の一端にフラップ式造波機が設置されており、その前方40mの地点に模型を据え付けた。図-1に四脚プラットフォーム模型の形状を示す。模型は変形しやすいように発泡スチロール製の角柱(比重0.1)によって支持されており、デッキ部は剛なアクリル板(重さ1000g)である。レグの下部は水路床に固定されている。模型の主要な構造諸元を表-1に示す。レグのヤング率はおもりの載荷試験より求め、模型の基本固有周期と減衰定数は空中及び水中での自由振動試験より求めた。模型に作用させる波浪条件は周期3ケース、波高5ケース、波向き2ケース(0°, 45°)の計30ケースである。構造物の応答変位は模型頂部に目印を付けその上にx-y座標の目盛を付けたメッシュ板を上方からビデオカメラで撮影し画像記録から頂部の座標の時系列を読み取って求めた。

2) 考察

規則波による四脚プラットフォームの波方向変位的全振幅の実験値と計算値を図-2及び図-3に示す。図-2と図-3はそれぞれ波向きが0°と45°の場合である。ここでの値は全て模型

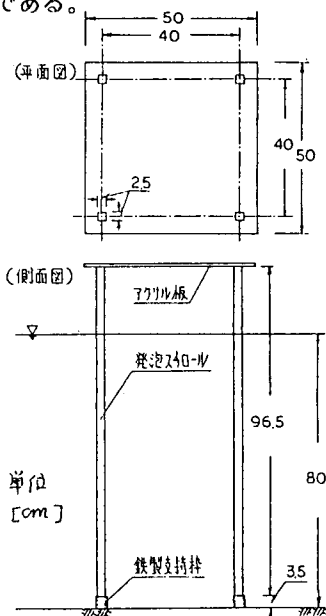


図-1 四脚プラットフォーム模型

表-1 模型の構造諸元

構造諸元	四脚プラットフォーム
レグの長さ l	100cm
レグの径 D	2.5cm
レグのヤング率 E	$2.74 \times 10^8 \text{ dyn/cm}^2$
レグの断面二次モーメント I	3.26 cm ⁴
レグの比重 r	0.1
基本固有周期(空中) T_{na}	1.20sec
減衰定数(空中) h_a	0.08
基本固有周期(水中) T_{nw}	1.25sec
減衰定数(水中) h_w	0.08

頂部の変位を示している。計算に当っては両解析法ともに波向き 0° の場合(→□)は $C_D = 2.0 \cdot C_M = 2.19$ を用い、波向き 45° の場合(→◇)は $C_D = 1.6 \cdot C_M = 2.19$ を用いた。減衰定数 h は1質点系解析の場合水中自由振動試験から求めた8%を用い、多自由度解析の場合は空中自由振動試験から求めた8%を用いた。なお多自由度解析では四脚プラットフォームを57節点・60要素に分割し、特に静水面付近をこまかく分割した。図-2と図-3より以下の事項が分った。

- ① 1質点系解析法は波向きが 0° 及び 45° の場合とも波周期と構造物の固有周期が接近していない領域($T = 2.0, 3.0 \text{ sec}$)では実験値と良く合っているが、両者が接近している場合($T = 1.0 \text{ sec}$)は計算値が実験値より大きくなる。これは計算では共振に近い現象となっているが実際には水粒子と構造物の相対速度の二乗に比例する減衰力が働いて実験では計算値程大きくならなかったと考えられる。
- ② 多自由度解析では波周期と構造物の固有周期が接近している場合も実験値と良く合っている。これは主に水粒子と構造物の相対速度を考慮していることによると考えられる。

4. まとめ

波周期と構造物の固有周期が接近していない領域では水粒子と構造物の相対速度を無視した1質点系解析により海洋構造物の波浪応答を良い精度で予測できるが、波周期と構造物の固有周期が接近している場合には水粒子と構造物の相対速度・加速度を考慮した多自由度解析を用いて予測する必要があると考えられる。

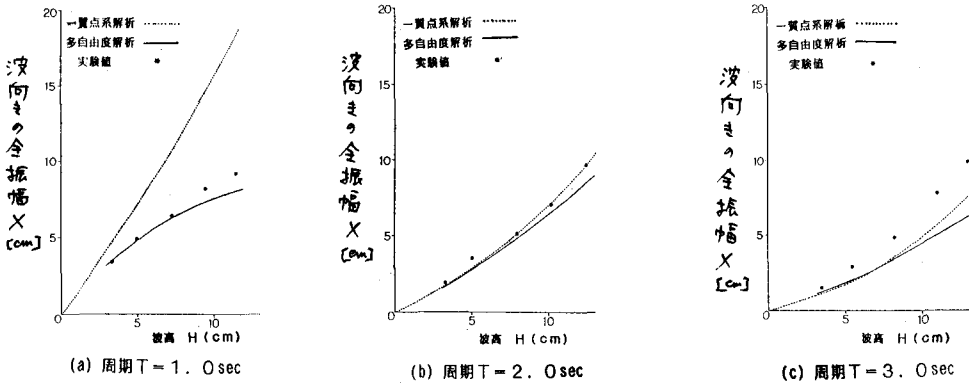


図-2 応答振幅の実測値と計算値(波向き 0°)

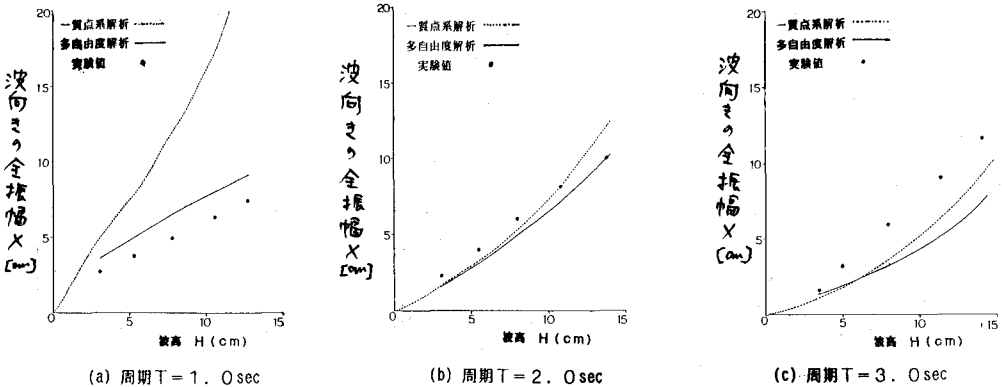


図-3 応答振幅の実測値と計算値(波向き 45°)

参考文献

- 1) Kapil C. Baric and Paramasivam: Response Analysis of Offshore Structures, ASCE WW4. 1983.
- 2) 今井等: 海洋構造物の波浪応答解析及び実験, 鹿島建設技術研究所年報34号, 1986.
- 3) L.E. Borgman: Computation of the Ocean-Wave force on Inclined Cylinders, Transactions, American Geophysical Union, Vol. 39, No. 5 1958.