

II-325 境界要素法による浮揚式海洋構造物の耐震性の検討

大成建設 正員 小山 哲
 大成建設 正員 勝井 秀博
 電力中央研究所 正員 萩原 豊

1. まえがき

将来予想されるプラント建設の立地難に対して、浮揚式構造物による海上立地は有望な一方式と目されているが、閉鎖水域内に浮体を係留した場合、地震動による浮体の動揺特性、特に免震特性を解明することが重要である。本報告はその第一歩として、境界要素法による2次元浮体動揺解析プログラムの作成と、実験値¹⁾に基づく数値解の検証、およびパラメータスタディによる浮体動揺特性の検討結果について述べたものである。

2. 解析の概要

図-1に示す様な(X, Z)座標系において、基盤に水平加振を与え、波の変形および浮体の運動を2次元境界値問題として定式化を行なう。この様な手法は既に井島²⁾らによって提案されており、速度ポテンシャルに対してグリーンの公式を適用し、境界条件と浮体の運動方程式を組み込む事により、ポテンシャルおよび動揺特性を未知数とした連立方程式が得られる。

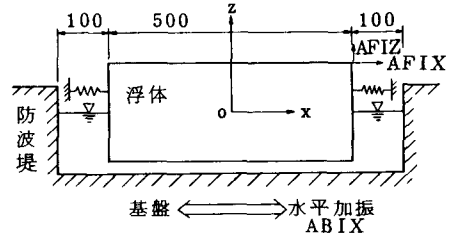


図-1 閉鎖水域の係留浮体モデル図

3. 実験値と解析値の対比、および閉鎖水域内浮体の地震時動揺特性

実験は振動台上に鋼製水槽を設置し、水槽内を仕切って設定した閉鎖水域内に箱型浮体(長さ1m、幅0.5m、吃水0.1m)を浮遊させて水平加振(入力加速度100gal一定)したもので、詳細は文献1)を参照されたい。ここで、加速度応答倍率は浮体の右上角点におけるXおよびZ方向の加速度(AFIXおよびAFIZ)を基盤加速度(ABIX)で除したもので定義する。

図-2は短周期加振における浮体上の加速度応答倍率を示したものである。応答倍率はAFIX, AFIZ共に小さく、AFIXは0.15~0.16に、AFIZは0.11~0.12にゆるやかに変化する程度であり、振動数による変化は小さく、実験値と良い一致を示している。

図-3は長周期加振における無係留および係留時の結果を示す。係留時において52kg/mのパネを設定した。無係留時に関して次の事が考察される。(1) 0.65Hzの共振は水域内のスロッシングの1次固有周期による影響である。(2) 1.2Hzの共振は浮体のローリングの固有周期に相当する。(3) 計算値の定性的な傾向は実験値と一致するがAFIZに比べてAFIXの方に差異が大きい。(4) 0.7Hzの共振点が計算では0.65Hzの低周波側に、また1.15Hzの共振点が計算では1.2Hzの高周波側にずれている。(5) 実験では1.15および1.35Hzの2ヶ所にピークが現われたが、数値計算では再現できなかった。

次に、係留時に関しては次の事が考察される。(1) 0.65Hzの共振点はパネの拘束力により高周波側にずれ0.75Hzになる。(2) 1.2Hzのローリングによる共振モードも同様に1.3Hzにずれる。(3) 計算に用いたパネは実機スケールに

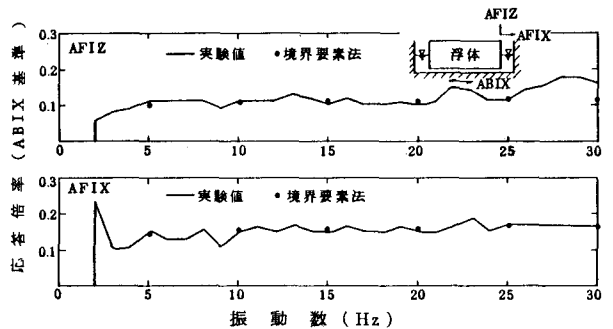


図-2 浮体上の加速度応答倍率(短周期加振)

換算するとかなり堅い。このバネの1/10, 1/100の堅さのバネでは無係留と同じ結果となった。

図-4は短周期加振における浮体と防波堤の距離を変化させた時の応答倍率を示したものであり、距離が離れる程応答倍率が低くなり浮体の免震特性を良く表わしている。

図-5は実構造物を想定して、防波堤を1:1.5の法勾配をもつ傾斜堤とし、さらに水面間距離を3.575mに広げた状態での応答を調べたものであり、以下に述べる事が考察される。(1) 1.3Hz付近はローリングによる影響で、この共振点が図-3より0.1Hz高周波側にずれたのは浮体と防波堤の距離が広がったためと思われる。

(2) 0.45Hzの共振は水域内のスロッシングの1次モードであり、0.85Hzの共振は2次モードによるものである。(3) 実験値と計算値との共振位置は図-3のケースに比べると定性的に良く一致している。(4) 図-3と同様にAFIXよりもAFIZの方が一致度が良い。

4. おわりに

境界要素法による2次元浮体動揺解析プログラムは閉鎖水域内の浮体の動揺特性を比較的良く再現することが確認された。また、検討対象とした浮体については3Hz以上の広い範囲の水平地動に対して免震性を有することが明らかになり、実規模浮体での優れた免震性が見通しが得られた。今後は、共振時の減衰と閉鎖水域内に侵入した波による波浪応答等の検討を行なう予定である。

参考文献

- 1) 鹿島遼一他：浮揚式原子力発電所の成立性評価，電力中央研究所報告調査報告 A85004(1985.11)
- 2) 井島武士他：任意断面浮体の2次元係留運動と波の変形，土木学会論文報告集 No. 272(1978)

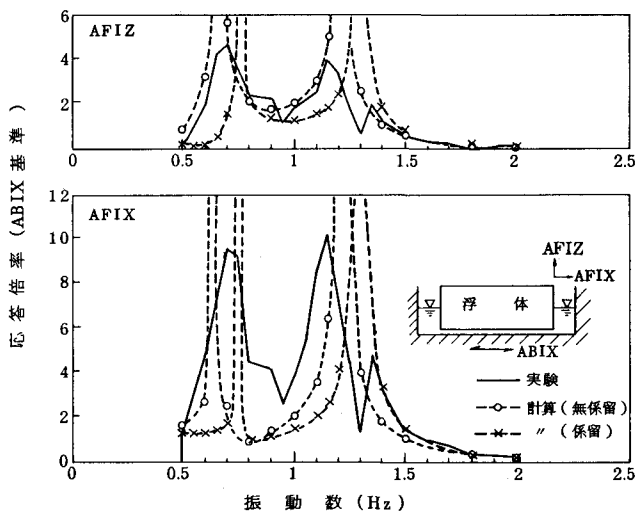


図-3 浮体上の加速度応答倍率(長周期加振)

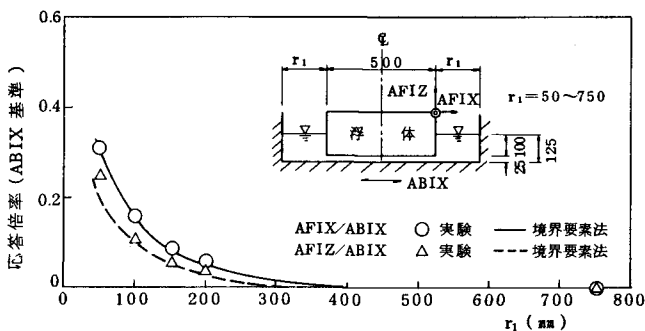


図-4 浮体の免震特性(短周期加振)

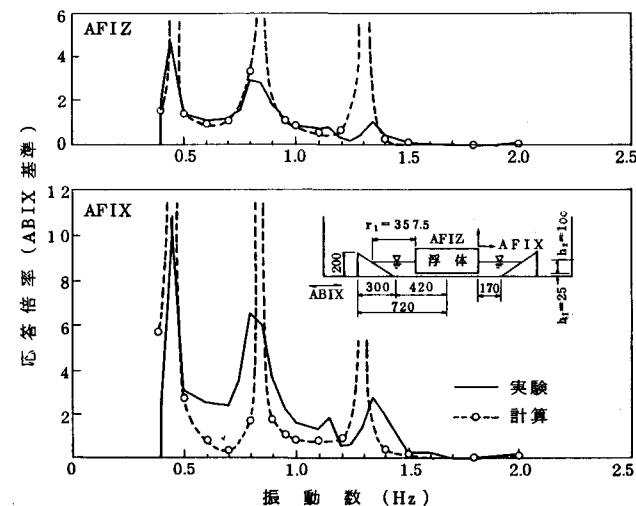


図-5 傾斜堤モデルにおける加速度応答倍率(長周期加振)