

## II-422

## 長大浮体の波浪中の動揺特性に及ぼす剛性の影響について

運輸省港湾技術研究所 正会員 米山 治男

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

## 1. まえがき

沿岸域の有効利用のため、近年、各種の浮体構造物が計画され建設されている。浮体構造物はその剛性が十分大きいものとして、通常、剛体として浮体の動揺量を評価している。しかしながら、海上空港、海上浮体都市等のように従来に増して大型の浮体が検討されるようになり、また、浮体橋梁、マリーナの浮桟橋のように幅に比べ長さが相対的に長大になり、その波浪中の動揺を剛体として取り扱うことが適当でない場合も生じている。本論文では、浮体橋梁などのような長大浮体について、波浪中の動揺特性に及ぼす浮体剛性の影響を検討する。

## 2. 計算手法

本研究では、浮体の弾性変形を考慮した動揺解析を行う。図-1に示すように、浮体は一様水深の海域に設置されているものとし、また、材質一様の板状構造とし、その弾性変形による自由振動モードを考慮する。その際に、流体力について、浮体の弾性変形による浮体と流体間の相互干渉効果を考慮する。入射波は微小振幅規則波とし、不規則波の場合は、規則波に対する浮体応答量の線形重ね合わせにより応答値を算定する。以上の仮定のもとで、得られた板の振動方程式について、ガレルキン法により未知定数を求め、浮体の動揺量及び断面力を求める<sup>1)</sup>。

水平方向の動揺を計算する際には、対象構造物が長大であることを仮定して、梁として取り扱い、この構造物に対して三次元領域分割法より得られる波力を与えて、有限要素法による解析を行い、水平方向の変位と断面力を求める。なお、波力計算プログラムから動揺及び断面力の計算プログラムへ波力及び流体力をファイル入力する際には、波力を計算した際の断面の中心が動揺及び断面力解析の節点となるようにモデル化する。

## 3. 浮体の動揺に及ぼす剛性の影響

数値解析の事例として、水深50m、幅20m、長さ1,000m、厚さ10m、喫水5mの長大浮体の波浪中の動揺を検討した。浮体の断面あたりの質量は $5,125\text{kg/m}^2$ 、ヤング率はPCコンクリート製として $1.123 \times 10^9\text{kg/m}^2$ とした。図-2(1)～(3)はそれぞれ波周期8秒、10秒、12秒における浮体の上下変位の最大値分布（上下変位振幅を波振幅で除した値）を示す。浮体の上下変位の最大値分布はやや複雑な形状を示し、浮体が弾性的に動揺していることがわかる。図-3(1)～(3)は同じ浮体について、ヤング率を図-2の100倍として、上下変位の最大値分布を求めたものである。上下変位の最大値分布は中央で小さく、両端で大きくなっている。これは、浮体の動揺が剛体運動に近くなり、しかもヒープの振幅は小さく、ピッチが卓越していることを示すものである。ただし、波上側と波下側の最大値の分布はやや異なり弾性変形の影響が認められる。図-2と図-3を比較すれば、規則波に対しては、図-2の弾性浮体の方がより大きな応答を示しているといえる。

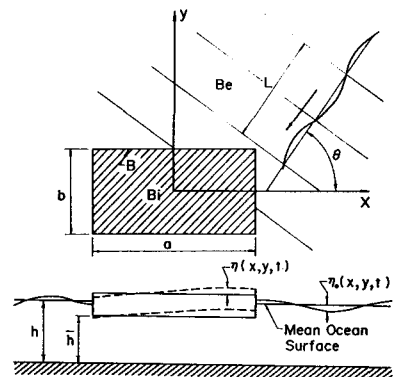
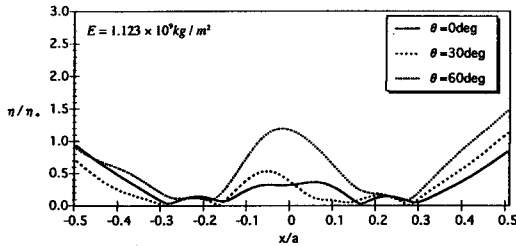
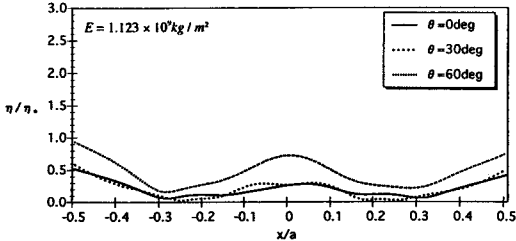


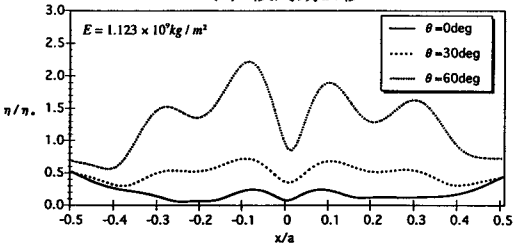
図-1 弾性浮体の動揺解析モデル



(1) 波周期8秒

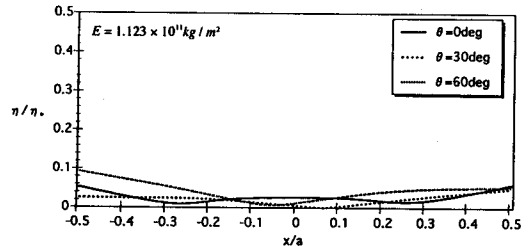


(2) 波周期10秒

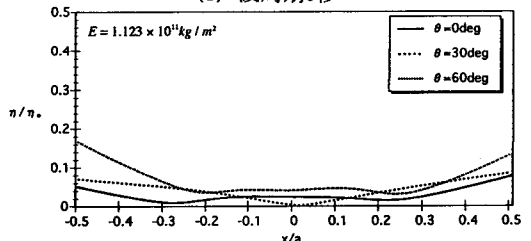


(3) 波周期12秒

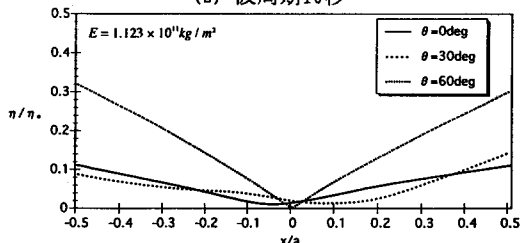
図-2 浮体の上下変位の最大値分布



(1) 波周期8秒



(2) 波周期10秒



(3) 波周期12秒

図-3 浮体の上下変位の最大値分布(剛性100倍)

図-4 及び図-5 は、それぞれ波向60度のときの浮体端部及び中央部における上下変位の波周期による影響を示している。図中には剛体として解析した計算結果についても示している。

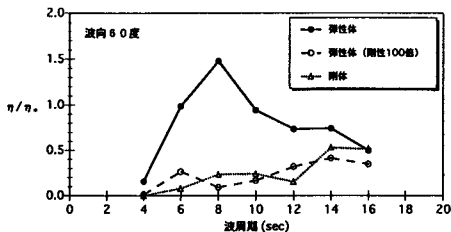


図-4 浮体端部における上下変位の比較

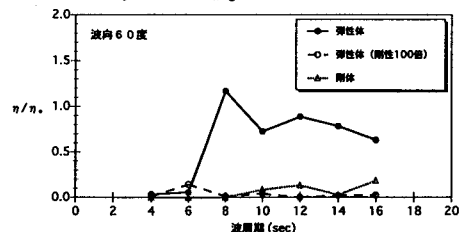


図-5 浮体中央部における上下変位の比較

#### 4. 結論

- 1) 長さ1,000mの長大浮体では、浮体の弾性変形の影響が顕著にみられる。
- 2) 弾性変形の影響は斜波中(波向60度)で顕著に生ずる。
- 3) 浮体剛性を100倍にすると短周期側では弾性変形の影響が残るが、長周期側ではおおむね剛体運動とみなすことができる。また、剛体として解析した計算結果に近づく傾向がみられる。
- 4) 上下変位の最大値は、剛体では浮体端部で生ずるが、弾性浮体では浮体中央部付近で生ずる傾向にある。今後は水理模型実験を行い、浮体の剛性が動揺及び断面力に及ぼす影響を検討する予定である。

#### 参考文献

- 1) Wen, Y.K.: "Interaction of ocean waves with floating plate", Proceedings of Journal of the Engineering Mechanics Division, ASCE, Vol.100, No. EM1-6, 1974, pp.375~395.