

京都大学大学院 学生員 ○安達 靖展
京都大学工学部 正 員 杉浦 邦征

京都大学工学部 フェロー 渡邊 英一
京都大学工学部 正 員 宇都宮智昭

1. 研究の目的

超大型浮体構造物の特徴は、長さ、幅に比べて高さが極めて小さいことである。よって、相対的に柔軟な構造物となり、波浪中挙動や内部応力などの動的応答推定にあたっては、構造物の弾性変形と流体との連成を考慮した、いわゆる流力弾性問題 (hydroelasticity) としてとらえる必要がある。本研究では、京都大学工学部土木工学科の二次元造波水槽ならびに浮体モデル(弾性)により、波浪作用時の弾性浮体の鉛直変位をレーザ変位計を使用して測定し、これを線形ポテンシャル理論に基づき領域分割法により計算した理論値と比較する。

Table.1 模型の呼称及び諸元

呼称	長さ (m)	幅(m)	板厚 (m)	喫水 (m)	比重 (m)	曲げ剛性 ($\text{fKN} \cdot \text{m}^2$)
実験 モデル	8	0.78	0.038	0.01	0.263	4.24
想定実機	300	60	2	0.5	0.25	8.24×10^6

(Scale) 1/37.5

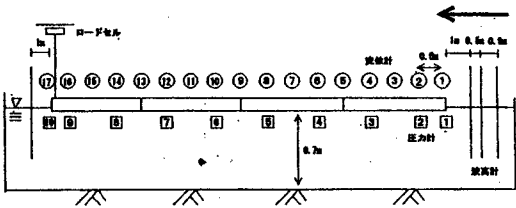


Fig.1 実験概要図

2. 実験の概要

本研究での供試体模型は、メガフロート技術研究組合により実施されている実証実験浮体 (300m×60m×2m) の 1/37.5 縮尺を持つ長さ 8m、幅 0.78m、高さ 0.038m の可撓性箱形浮体である。想定実機と供試体モデルの設計寸法を Table 1 に示す。模型は塩化ビニル製であり、長さ 2m の要素浮体 4 体をボルトで長手方向に接合したものである。要素浮体それぞれには長さ方向に 3 本、幅方向に 3 本のリブを配置し、所定の剛性を確保した。

Fig.1 に示すように本実験では実験水槽の造波板から 13m の位置に供試体モデルを浮かせ、供試体モデルの前端から 1m、1.5m、2.4m の位置に波高計を 3 本設置し、さらに後端から 1m の位置に波高計を 1 本設置した。

水深 0.5m、周波数を 0.3Hz~1.7Hz の間で変化させ、波高(反射率、透過率)、鉛直変位を測定した。その後、供試体モデルを取り外し、同じ周波数域で入射波高を測定した。

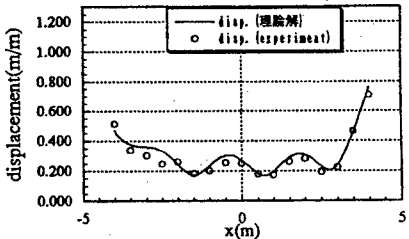


Fig.2 鉛直変位とM.E.E.Mの比較($f=0.75\text{Hz}$)

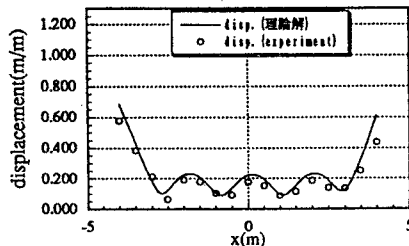


Fig.3 鉛直変位とM.E.E.Mの比較($f=1.0\text{Hz}$)

3. 実験結果

(a) 鉛直応答変位

実験結果を、Fig.2～Fig.4に示す。縦軸は入射波振幅により無次元化した鉛直応答変位を、横軸には供試体モデルの中心を原点として、波上側を負、波下側を正としたモデルの長さを示している。いずれも片波高振幅（有義波）で除した値で実験結果と解析結果を比較する。応答形状から明らかなとおり、本モデルにおいては弾性変形が強く現れており、浮体を弾性体として扱うことが必要不可欠であることがわかる。実験値と解析値を比較すると、両者はよく一致しているといえる。全体的に解析値が実験値より、少し大きな値を与えている。特に両端の鉛直変位は他の場所と比較して、両者の差が大きい傾向がある。これは、解析においては、造波減衰しか考慮していないことが原因の一つと考えられる。

(b) 波高の影響

Fig.5とFig.6のいずれの実験においても入射波高を変化させたことの影響はなく、入射波高と鉛直変位の直線関係が基本的に成立しているものと思われる。

(c) 先端鉛直変位

先端鉛直変位に関して、実験結果と解析結果を比較し、Fig.7に示す。全体的に形状は実験値と解析値はほぼ一致している。またピークの位置は、実験結果のピークが解析結果よりも低い周波数の方で現れる。これは、理論計算においては、浮体剛性を全断面有効として算出し、はりモデルに換算しているが、せん断遅れの影響により、実際の剛性が低下していることが考えられ、これを考慮した解析が望まれる。

4. 結論

鉛直変位に関して、波高が高くなるに従い非線形性の影響が大きくなるが、実験値は線形ポテンシャル理論の理論値とよく一致しており、本研究は線形ポテンシャル理論の適用範囲で行われたと言える。すべての実験例を通じて、応答変位形状は、大型浮体構造物の場合は、弾性変形によるものが支配的であり、線形ポテンシャル理論と一致していると言える。そこで、浮体を弾性体として扱い、線形ポテンシャル理論により解析を行うことの有効性が確認された。

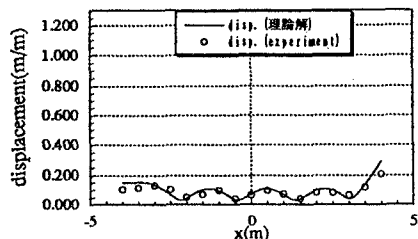


Fig.4 鉛直変位とM.E.E.M.の比較($f=1.25\text{Hz}$)

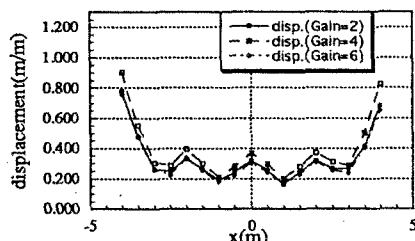


Fig.5 波高と鉛直変位の比較($f=0.8\text{Hz}$)

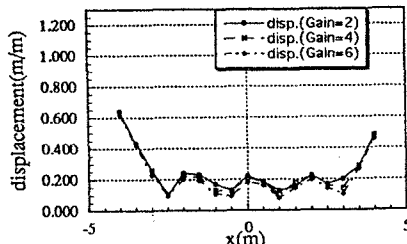


Fig.6 波高と鉛直変位の比較($f=1.0\text{Hz}$)

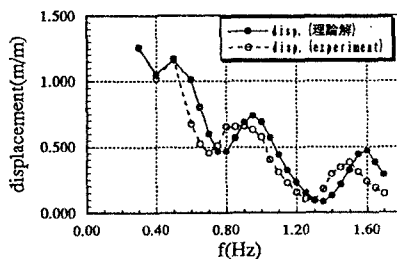


Fig.7 周波数と先端応答鉛直変位の比較($h=0.5\text{m}$)