

## 第 I 部門

## 大型浮体の現地動揺観測結果の再現における波浪の多方向性考慮の効果

京都大学工学部 学生員 ○早河 達也  
 京都大学大学院工学研究科 正会員 宇都宮智昭  
 (独) 海上技術安全研究所 非会員 佐藤 宏  
 (独) 海上技術安全研究所 非会員 湯川 和浩  
 (独) 海上技術安全研究所 非会員 前田 克弥  
 (独) 海上技術安全研究所 非会員 加藤 俊司

## 1. 研究の背景、目的

フェンダー係留される大規模浮体構造物の設計においては、暴風時における自然海象条件の下で動揺シミュレーションをおこない、係留系を含む浮体施設の安全性を確認する必要がある。しかし、係留浮体には多方向不規則波力、変動波漂流力、不規則な風荷重、浮体動揺ともなる周波数依存性を有するラディエーション流体力、フェンダーからのヒステリシス特性を含む非線形係留反力等、複雑な外力が作用するため、動揺シミュレーションにより実環境における浮体動揺をどの程度再現できるかについて、室内実験のみでなく、実環境において取得された計測データによっても適宜、検証をおこなっていく必要があると考えられる。このような観点から、著者らはメガフロートフェイズ2実証実験浮体の後利用施設のひとつである『南あわじ市浮体式多目的公園』（長さ101m、幅60m、深さ3m）において長期動揺計測を実施しているが、台風14号（平成17年9月6日）通過時に設計波作用時に相当する大きな応答記録を得た。そこで本研究では、この実海域計測データを用いて、多方向不規則波を考慮した浮体構造物の水平動揺に関する数値シミュレーションを行い、これらの解析結果を浮体の動揺量に関する実測データと比較検討することにより、実海域での浮体構造物の動揺がシミュレーションによりどの程度再現されるかの検証を行うことを目的とする。また入射波を一方向波と仮定したときの解析を同時に行い、これを多方向不規則波に基づく解析結果と比較することで、多方向性を考慮することの有効性について検討する。この際、一方向波の波向は入射波流速の頻度分布の重心をとり、 $150^\circ$ （x軸から時計回りを正）とした。

## 2. 入射波のスペクトルの推定

図-1 に、浮体施設の概要ならびに実海域計測における計測機器の配置図を示す。まず、水面下 11.06m の海中に設置された流速計および水圧計で得られた水平 2 方向の流速データおよび動水圧データを用いて入射波のパワースペクトルを推定した。一方向波を仮定したときの表面波のパワースペクトルを図-2 に、多方向波に対するパワースペクトルを図-3 に示す。なお、多方向波に対するパワースペクトルは、磯部らの方法<sup>1)</sup>に基づき求めた。

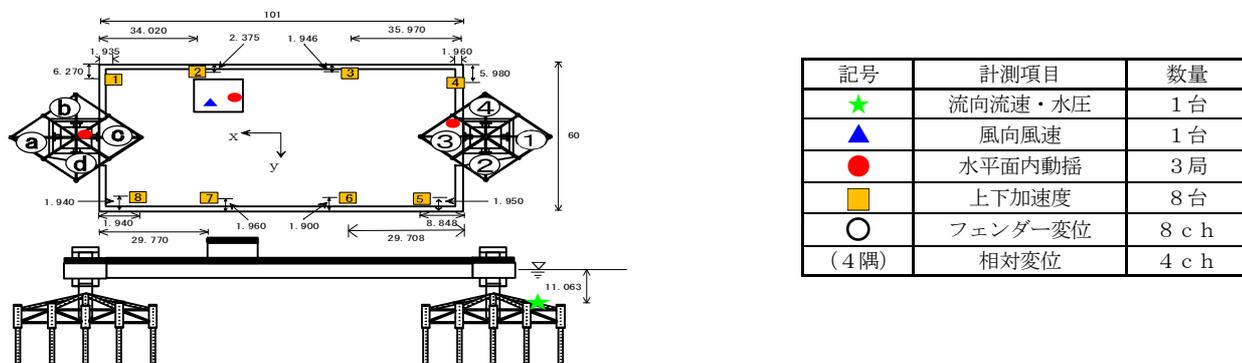


図-1 実海域計測の概要

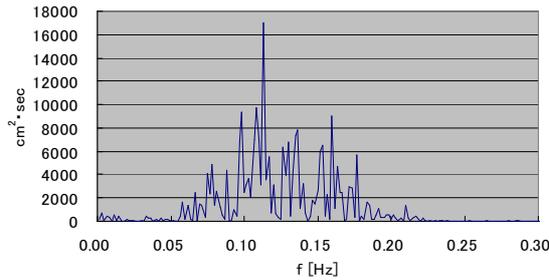


図-2 表面波のパワースペクトル（一方向波）

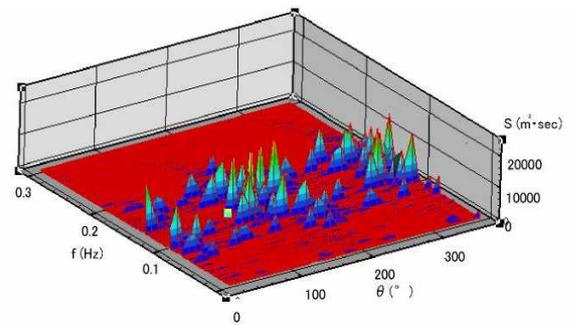


図-3 表面波のパワースペクトル（多方向波）

### 3. 水平方向の動揺解析

次に、この浮体構造物の水平方向応答（Surge, Sway, Yaw）に関して動揺解析をおこなった。基本的な解析手法は文献<sup>2)</sup>と同様である。具体的には、浮体構造物を剛体としてモデル化した上で3自由度系に対する運動方程式を Newmark-β法により時間領域で解く。ここで外力としては、不規則波に対する一次強制波力、変動波漂流力、不規則風荷重を考慮し、またラディエーション流体力のメモリー効果及び係留フェンダーのヒステリシスを含む非線形反力特性を考慮した。得られた時刻歴応答の解析結果（有義値、有義周期）を、実測値と比較して表-1に示す。

表-1 応答振幅の有義値および有義周期の解析値と実測値の比較（ ）内は有義周期

応答方向	有義値の算出方法	多方向波	一方向波	実測値
Surge (m)	スペクトルより	0.376	0.474	0.296
	ゼロアップクロス法	0.364 (12.4s)	0.443 (16.4s)	0.281 (15.2s)
Sway (m)	スペクトルより	0.458	0.337	0.493
	ゼロアップクロス法	0.428 (13.0s)	0.312 (16.7s)	0.481 (18.9s)
Yaw (rad)	スペクトルより	$7.09 \times 10^{-3}$	$5.95 \times 10^{-3}$	$9.01 \times 10^{-3}$
	ゼロアップクロス法	$6.51 \times 10^{-3}$ (9.7s)	$5.67 \times 10^{-3}$ (9.8s)	$8.97 \times 10^{-3}$ (14.3s)

### 4. 結論

表-1より、振幅の有義値において、多方向不規則波としての解析結果は、一方向波を仮定した解析結果に比べ、Surge, Sway, Yawの3方向いずれも、より実測値に近い値が得られている。このことから、浮体の波浪動揺を考える上で、不規則波の多方向性を考慮することが有効であり、また浮体構造物を設計する際にもそれを考慮することがより望ましいと言える。一方、有義周期の比較では、必ずしも多方向性を考慮しても実測値との一致度において改善がみられていないが、その原因として、1) 多方向性を考慮することで、周期の長い変動波漂流力の影響が小さくなっていること、2) 方向スペクトルの推定の際に高周波数領域の影響が過大評価されている現状があること、3) 浮体によるディフラクション、ラディエーションの影響を考慮できていないこと、等が挙げられる。今後、さらに方向波スペクトルの推定法の高精度化を含めた検討が必要である。

#### (参考文献)

- 磯部雅彦, 近藤浩右, 堀川清司: 方向スペクトルの推定における MLM の拡張, 第 31 回海岸工学講演会論文集, pp.173-177, 1984.
- 小崎洋平, 宇都宮智昭, 加藤俊司, 難波康広, 佐藤宏, 湯川和浩: 大型浮体の波浪中動揺の実海域計測とそのシミュレーション, 応用力学論文集, Vol.9, pp.1141-1147, 2006.