

京都大学工学部

学生員 ○小崎 洋平

京都大学大学院工学研究科

正会員 宇都宮 智昭

### 1. はじめに

超大型浮体構造物（メガフロート）は、埋立工法とは異なり、免震性に優れていることや環境への負荷が少ないことなど様々な特徴を有している。こういったメガフロートの特徴を生かして、今までに浮体式海上空港・情報バックアップセンターへの利用を目指し、実海域での実証実験が行われてきた。そこで、本研究では実海域計測で得られたデータを用いて、鉛直方向においては周波数領域での弾性応答解析、水平方向においては、対象浮体構造物を剛体としてモデル化し、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性を考慮した時刻歴の応答解析を行った。

### 2. 実海域計測の概要

今回の実海域計測を行う対象浮体は、『うずしおメガフロート南淡』である。本対象浮体は鋼製箱型浮体構造物であり、兵庫県淡路島南淡の福良港沖合に設置されており、現在は浮体式多目的公園として使用されている施設である。計測機器の配置図を図-1に示す。このほかに、各フェンダーにフェンダー変位計が設置されている。対象構造物には流速計が設置されており、直交する2方向の流速が時刻歴で得られているので、これを用いて波向きをx軸から150°の方向に決定した。また、浮体構造物に作用する入射波高、反射波高を計測するために、本来は海上沖及び浮体構造物周辺に超音波式波高計が設置されることが望ましいが、今回の実海域計測においては、そのような波高計測機器は設置されていない。よって、水圧計で計測される動水圧から表面波の波高を推定する必要がある。本研究では、水圧波の周波数スペクトルに周波数応答関数を乗じて表面波の周波数スペクトルを推定する周波数領域での解析法を用いて、水圧波から表面波への換算を行った<sup>1)2)</sup>。その結果を図-2に示す。

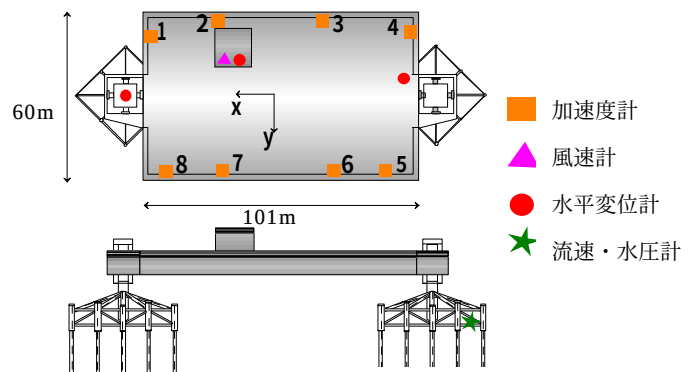


図-1 計測機器配置図

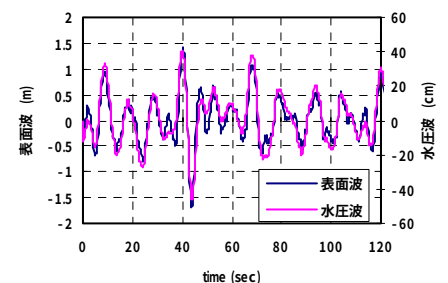


図-2 水圧波形と表面波形

### 3. 鉛直方向の弾性応答解析

メガフロートなどの浮体構造物は長大で扁平な構造であるため波浪による鉛直方向の動的応答は従来規模の浮体構造物のような剛体運動ではなく、弾性たわみ応答が支配的となる。ゆえに、鉛直方向の動揺解析に対しては、流体力の解析にポテンシャル理論を用い、また浮体構造物を弾性平板としてモデル化し、これらを結合して解析する弾性応答解析を行い、実海域との比較検証には、周波数領域における応答スペクトルを比較検討した。本研究においては上下加速度を計測するためのサーボ加速度計が8台取り付けられているので、解析結果と実海域実験でのデータをそれぞれの地点において比較した。8箇所のうち2箇所の結果を図-3に示す。また、それぞれの地点の応答スペクトルから求められる標準偏差の比較を表-1に示す。

表-1 標準偏差  $\sigma$  (cm/sec<sup>2</sup>)

| 地点 | 実測値   | 解析値   |
|----|-------|-------|
| 1  | 19.01 | 19.49 |
| 2  | 12.87 | 11.09 |
| 3  | 11.43 | 9.408 |
| 4  | 16.45 | 17.20 |
| 5  | 21.56 | 19.97 |
| 6  | 17.43 | 14.07 |
| 7  | 11.02 | 8.340 |
| 8  | 12.32 | 13.18 |

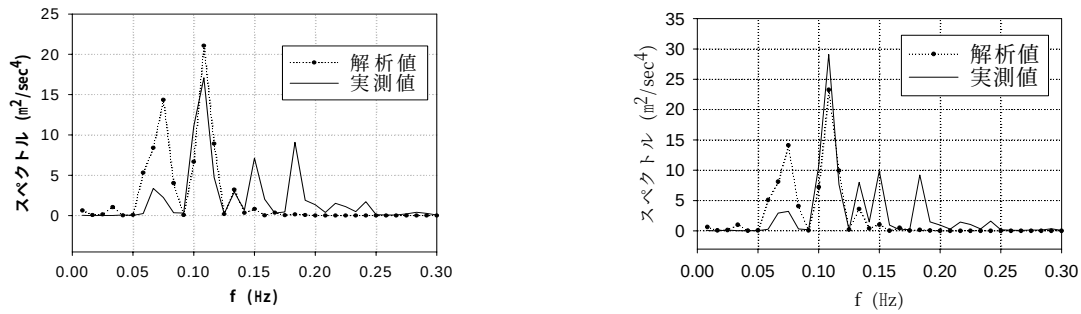


図-3 周波数領域における実測値と解析値の比較

#### 4. 水平方向の動揺解析

対象構造物のようなポンツーン型浮体構造物は浮体高さに比べて、浮体長さや浮体幅が大きく、水平方向の剛性は相対的に高いため、水平方向の動揺解析においては浮体を剛体として取り扱う。本研究では、線形加速度法をより一般化した Newmark- $\beta$ 法とメモリー効果を考慮した運動方程式から水平方向の変位を求めた<sup>3)</sup>。また、実海域計測において係留とドルフィンの間のクリアランスが与えられていなかったため、クリアランスを surge 方向、sway 方向においてそれぞれ 6cm、14cm と最も妥当な値を用いた。クリアランスを変化させたときの有義値と有義周期を表-2に示す。さらに、surge、sway、yaw における時刻歴波形を図-4に示す。同時に実際に計測されたそれぞれの波形も合わせて表示した。

表-2 時刻歴波形の有義値

| 有義値  | surge(m) | sway(m) | yaw(m)  |
|------|----------|---------|---------|
| 実測値  | 0.281    | 0.481   | 0.00896 |
| 6cm  | 0.300    | 0.271   | 0.00427 |
| 10cm | 0.443    | 0.364   | 0.00566 |
| 14cm | 0.570    | 0.478   | 0.00692 |

| 有義周期 | surge  | sway   | yaw    |
|------|--------|--------|--------|
| 実測値  | 15.242 | 18.874 | 14.303 |
| 6cm  | 16.356 | 14.764 | 8.761  |
| 10cm | 16.369 | 16.716 | 9.800  |
| 14cm | 20.373 | 17.675 | 10.366 |

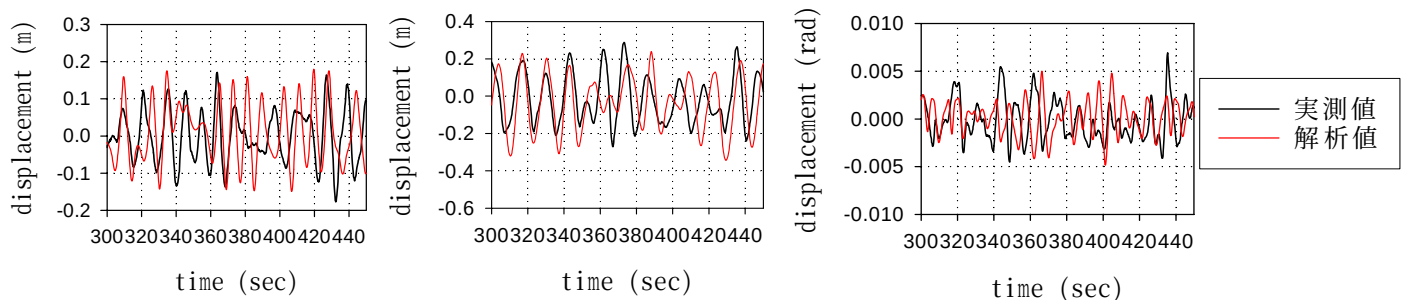


図-4 surge,sway,yaw における時刻歴波形

#### 5. 結論及び今後の課題

本研究において、実海域に設置された浮体構造物を対象として、鉛直方向の周波数領域における弾性応答解析、水平方向においては、浮体を剛体としてモデル化し、メモリー影響効果、係留フェンダーのヒステリシスを含んだ非線形性を考慮した時刻歴応答シミュレーションを行った。鉛直方向においては、それぞれの地点の卓越成分の振動数が 0.1(Hz)付近であったが、地点によっては実際の応答より高周波成分が含まれているものもあった。しかし、実海域計測のデータとの比較としては、ほぼ妥当な結果が得られたと考えられる。また、水平方向において、surge、sway においては有義値、有義周期の実測データとの比較により概ね妥当な結果が得られたが、yaw に関しては誤差が生じた。これは、本研究では入射波方向を一方向と仮定して解析を行ったが、実海域では多方向不規則波が生じていることが考えられる。よって、今後多方向不規則波を考慮した解析を行っていく必要があると考えられる。

(参考文献)

- 1) 橋本典明, 永井紀彦, 浅井正, 菅原一晃, 朴慶寿: 波浪の多方向性と弱非線形性を考慮した水圧波から表面波への換算手法について, 港湾技術報告, 第27巻, 第3号, pp.161-183, 1988
- 2) 大崎順彦: 地震動のスペクトル解析入門, 鹿島出版会, pp25-91, 1994
- 3) 京都大学: 浮体橋の波浪・風作用下での動揺解析手法の開発, 2002