

II-PS 10

多方向不規則波による浮体構造物の動揺特性

ハザマ技術研究所 正会員 黒崎和保 十河泰彦

1. まえがき 防波堤や橋梁下部工に代表されるケーソン設置工事の係留時および位置決め時などの施工段階においては、ケーソン本体が浮遊状態になる。その場合、浮体ケーソンの動揺量や係留力を精度良く算定する技術は必要不可欠であるが、それらの動的応答を波の不規則性も含めて整理されたものは数少ない¹⁾。本研究では、矩形浮体を緊張係留した場合を想定し、吃水および初期の係留張力を変化させ、多方向不規則波が作用した時の動揺および係留力の特性を水理模型実験および数値計算により検討した。

2. 実験方法 長さ35m、幅26m、深さ1.5mのサイズで、48枚の造波板（全長24m）から成る多方向不規則波造波装置を有する平面水槽を用いて、縮尺1/60の模型実験を実施した。図-1に示すように模型はステンレスワイヤ（φ1mm）で6点係留し、造波板より8.5mの位置に設置した（設置水深30cm）。ワイヤには2種類の張力を各係留均等に与え、また、表-1の諸元表に示すように吃水も2種類変化させた。実験波は、表-2に示すものを用い、模型設置予定位置で測定した方向スペクトルで検定した。T1/3=1.0sec、S_{max}=50の場合の多方向不規則波（以後、“多方向波”も併用）の目標と実測の各々スペクトルを図-2に示す。動揺計測は3Dビデオカメラを用い、重心点の6成分動揺量に変換した。また、張力は定格5Kgfのリフターゲージ型荷重計を係留索の模型側に介在させ計測した。実験データは規則波実験では20mSで1024個、不規則波実験では50mSで8192個計測した。実験時の状況を写真-1に示す。

3. 計算方法 計算には、水面下の浮体部分を図-3のようにメッシュ分割を行って各メッシュの湧き出し強度を積分し流体力を算出する3次元特異点分布法²⁾を用いた。解析処理は、多方向波では波浪条件を実験時の目標スペクトルで与え、動揺および係留力の時系列結果をベクトル処理して、有義値（1/3有義値）を算出した。ただし、解析においては、粘性減衰は無視したが、初期の過渡応答は除き対象波400波程度を統計処理した。係留索の復元力特性は、実験時に使用したワイヤの引張試験結果を近似した非線形バネで与えた。

4. 考察 図-4および図-5は、動揺（上段）と係留力（下段）の結果を示す。動揺は重心点6成分（図-3座標系を参照）の有義値、係留力は係留索6点の係留力の有義値である。波浪条件は周期が1.0secの場合の3種類の波であり、各々に対して実験値と計算値を比較した。また、下段の係留力図の縦軸中■は初期張力を示す。ただし、図-4中の規則波の実験値は、実施されていないことを付記する。

上段の動揺については、吃水が浅い場合（d=18cm）計算値と実験値の差が、吃水の深い場合（d=28cm）に比べて大きく、とりわけ、Swayについて顕著である。吃水が深くなると、不規則波作用時には両者の差が小さくなっており、Swayについても概略一致している。吃水の変化によるこの傾向は係留力の場合においても言えるが、吃水が浅い場合係留力は全係留点とも実験値の方が大きくなっている。ただし、運動の卓越成分以外の係留方向のN0.5、N0.6の実験値が他点の係留力の値に近くなっているのは注目すべきである。吃水が深い場合の係留力の結果については、実験値と計算値は良い一致を示しており、また、波浪条件の違いによらずほぼ同程度の値を示している。まとめると、吃水が深くなった時、係留索の初期張力を増加することにより浮体の動揺量は小さくなるが、その場合の係留特性は解析による推定が可能であると言える。

5. まとめ 矩形浮体ケーソンの係留時および位置決め時を想定して波浪実験とその解析を行った。今回対象とした浮体モデルの係留力特性については、その概略を把握することができた。しかしながら、動揺特性も含め更に詳細な検討が必要であり、残された課題は多いと思われるが、今後は特に係留索の復元力特性の照査と波・流れの複合外力下での動揺特性の把握を主に検討していく予定である。

参考文献 1)池野、鹿島(1992)：発電所搭載浮体の遮蔽水域内動揺実験と近似計算法の適用性、第47回年次講演会、II-518 / 2)井上ら(1982)：箱型浮体の流体力に関する3次元影響、関西造船学会誌、第185号

表-2 実験波の条件

諸元	H, H1/3 (cm)	T, T1/3 (sec)	Smax	主波向 (deg)	方向バリエーション
実験ケース					
規則波		0.8	∞		Bretschneider - 光易型
一方向不規則波	2.5	1.0	∞	0	
多方向不規則波		1.2	10, 50		

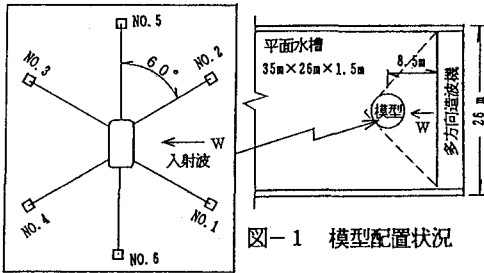


図-1 模型配置状況

表-1 模型諸元

形状寸法	模 型	現地換算
吃 水 10.8 m	巾 B	38 cm 22.8 m
	長さ L	82 cm 49.2 m
	重量 W	51.8 Kg 11,200 tf
	吃水 d	18 cm 10.8 m
	重心 Zg	14.4 cm 8.06 m
	傾心 GM4	1.37 cm 8.22 m
吃 水 16.8 m	傾心 GM5	26.31 cm 15.79 m
	重量 W	82.7 kgf 17,900 tf
	吃水 d	28 cm 16.8 m
	重心 Zg	12.3 cm 7.38 m
	傾心 GM4	6.05 cm 3.63 m
	傾心 GM5	22.09 cm 13.25 m

★但し、重心、浮心、傾心は浮体底面を基準とした。

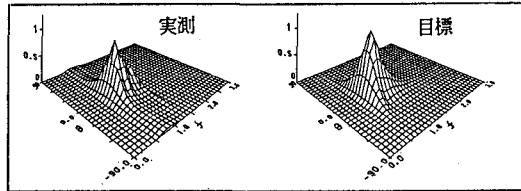


図-2 方向スペクトルの比較

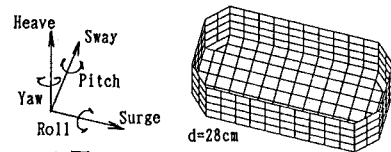


図-3 座標系とメッシュ図

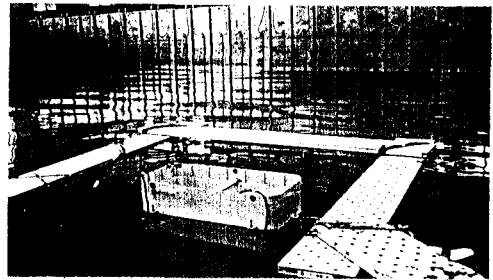


写真-1 実験状況

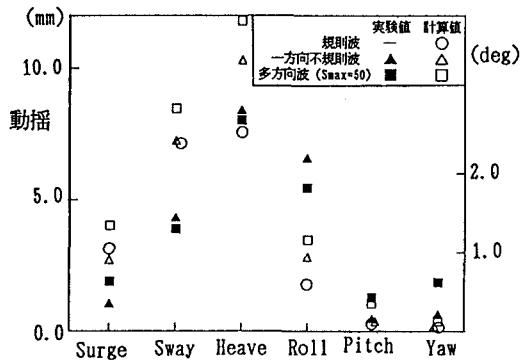


図-4 動揺と係留力の比較 (d=18cm)

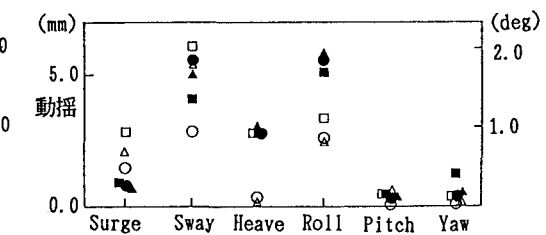


図-5 動揺と係留力の比較 (d=28cm)