

II-320 海洋構造物の波浪中の諸性能に関する実験的研究(その1) - 単体浮体の動揺応答特性 -

(株)熊谷組 王 員 新田 良典
 正 員 山崎 晶
 正 員 山口 高弘

1. まえがき

近年、海洋開発の場が沖合にのびるにつれて、気・海象条件の悪化、水深および塔載設備の増大等により、海洋構造物の規模も大型化する傾向にある。それに伴って、海上で接合・組立てる分割建造方式が要求され、その設計、施工にあたって浮体としての運動特性を把握する必要がある。我々は、浅海域で建造できる大水深用海洋構造物の開発を行い、本構造物の浮遊状態における洋上作業を安全かつ効率的に行うための基礎資料を得ることを目的として、水槽模型実験を実施したので、その結果について報告する。

2. 実験の概要

(1) 供試模型

供試模型は、実機を $1/30$ に縮小したアルミ製で分割して製作されており、部材相互を結合することにより $1/30$ 縮小模型、一体構造模型となる。実験はこの2種類の模型を用いて行い、その主要寸法を図-1に示す。

(2) 実験ケース

実験は、建造過程のうち、浮遊状態での施工期間が長期におよぶ2状態を選び、表-1に示す条件で行った。表-2に各浮体の主要目を示した。各ケースとも係留状態と無係留状態について行っており、その計測方法を図-2、図-3に示す。

実験波は、規則波と不規則波を用い、波向は構造物の長軸に対し 0° と 45° の2種類とした。規則波は波高 3.33cm で、波長は構造物の代表長さ l を用いて、波長船長比 l/λ を 0.75 から 2.0 まで 0.25 ピッチで変化させた6種類とした。これは実機対応で、波高 3.0m 、波長 $\lambda = 90 \sim 240\text{m}$ 、波周期 $T = 7.6 \sim 12.3$ 秒である。

不規則波は有義波高 3.33cm 、平均波周期 0.8 秒の諸元をもつISSCスペクトルを使用した。

(3) 測定方法およびデータ処理方法

浮体の動揺はポテンショ型の6成分動揺計で計測し、各モードの動揺量をペンレコーダおよびデータレコーダに記録した。規則波実験ではペンレコーダに記録したものを読み取り解析した。不規則波実験ではデータレコーダに記録した波形データを $1/30$ 変換し、スペクトル計算を行い、この計算で求められた入射波のスペクトル $S_I(\omega)$ および各モードの動揺応答

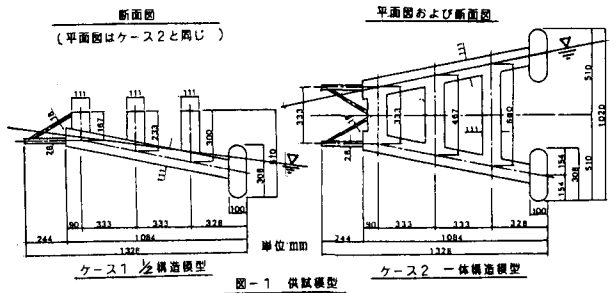
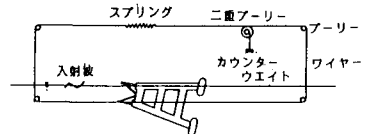
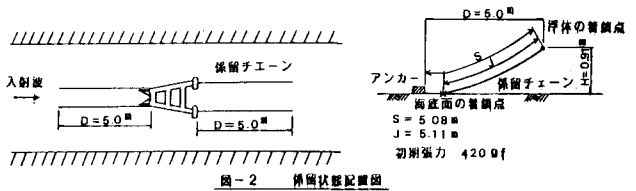


表-1 実験ケース

浮遊状態	係留の有無	入射波	波高 [cm]	入射波速 [cm/s]	l/λ
1, 2	無係留	規則波	45	$H = 3.33$	$0.75 \sim 2.0$
		不規則波	45	$H_{1/2} = 3.33$	—
	係留	規則波	0	$H = 3.33$	$0.75 \sim 2.0$
		不規則波	0	$H_{1/2} = 3.33$	—

表-2 浮体の主要目

ITEM	CASE OF FLOATING CONDITION		
	1	2	
DISPLACEMENT	(kg)	39.70	87.06
METACENT	l_{GM} (m)	0.80	0.42
	l_{GM} (m)	0.27	0.21
RADIUS OF	ROLL (m)	0.27	0.36
	PITCH (m)	0.35	0.46
GYRATION	YAW (m)	0.44	0.45



ベクトル $S_m(\omega)$ より(1)式を適用して、各モードの周波数応答関数 $H(\omega)$ を求めた。

$$S_m(\omega) = |H(\omega)|^2 \cdot S_I(\omega) \dots \dots (1)$$

3. 実験結果と考察

実験は、ケース1、ケース2の浮遊状態で進んでいるが、両者の動揺特性は同様な傾向を示しているため、ここではケース1の実験結果を用いて考察する。

ここに示した各図は、横軸に γL 、縦軸に、ヒープについては浮体の動揺振幅を入射波高で除して無次元化したもの、ピッチについては動揺振幅を最大波傾斜角で除して無次元化したものをとっている。ここで各運動成分の動揺量は浮体の重心位置におけるものである。

図-4は、係留時に波向0°のヒープ、ピッチの規則波実験と不規則波実験における動揺特性を比較したものである。これによると、ヒープ、ピッチとも全周波数領域で両者の動揺応答特性はよく一致しており、今回の実験範囲内では、波に対する動揺の応答が線形系であると考えられる。

図-5は、ヒープ、ピッチについて波向0°での係留時と無係留時の動揺特性の比較を行ったものである。 $\gamma L=1.75$ 、2.0で両者は定量的に若干の差がみられるものの動揺量はほぼ一致している。ここで注目すべきものとしては、今回の係留実験では拘束力の強い係留方法を用いたにもかかわらず動揺は軽減されたことである。このことは、合田等の既往の実験でも報告されており、通常の係留方式では、浮体の初動(漂流)は抑えることができても波による周期的な動揺を減少させることは困難であることが確かめられた。

図-6は、波向0°と45°のヒープ、ピッチの動揺量を比較したものである。波向45°の場合、ヒープの動揺量は0°のときに比べ2倍近く大きくなっているが、ピッチはさほど差が見られなかった。また、波向0°の場合、ヒープ、ピッチ、サージの3成分以外の応答は極めて小さいが、45°では各運動成分とも大きく動揺している。図-7に波向45°のロールの動揺量を示した。全体的に波向45°の場合、0°に比べ動揺量は大きく、このため、実施工では建造海域における波の卓越方向を調査し、この方向に浮体の長軸が位置するように係留することが必要である。

4. あとがき

本構造物は、浮遊状態で起立・結合し完全構造物とする方法が採られており、これらの作業は精度の高い施工が要求される。このため、浮体の施工着目点での動揺量を把握することは施工性の向上につながるものと思われる。本稿では主に浮体重心位置での動揺応答特性について述べたが、この結果を用いてさらに浮体各点での動揺量の推定を行っている。また、建造海域の海象データを与えることで、浮体の動揺の長期予測が可能となり海域の選定に大いに役立つものと思われる。

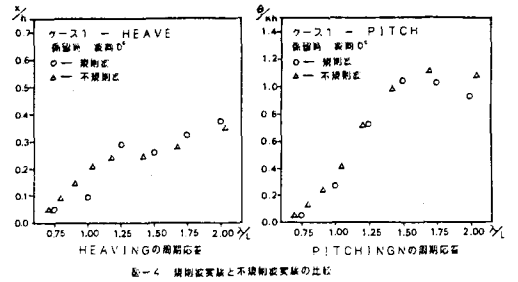


図-4 規則波実験と不規則波実験の比較

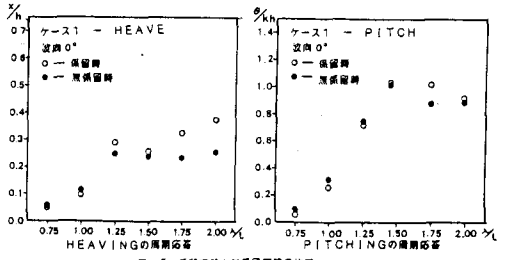


図-5 係留実験と無係留実験の比較

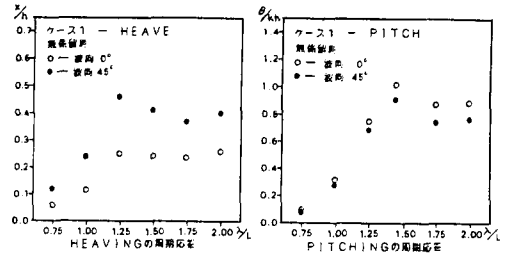


図-6 波向0と45の比較

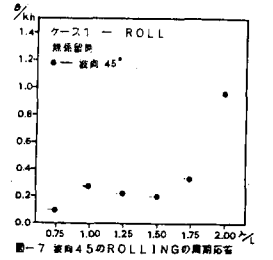


図-7 波向45のROLLINGの周波数応答