

清水建設㈱研究所 正会員 ○茅野浩一
東海大学 海洋学部 正会員 長崎作治
東海大学 海洋学部 堀田 平

1. はじめに

海洋温度差発電プラントを内蔵する構造体は、冷熱源である冷水を取水するための冷水取水管（直径10m以上、長さ500m～1,000m）を持っている点で、従来の浮遊式海洋構造物と異なっている。本実験は、このような細長い部材を持つ浮遊式構造物について、以下の点を明らかにするために行なったものである。

- (1) 冷水取水管の有無が、構造物の動揺および構造物に作用する波漂流力に与える影響
- (2) 構造物の吃水条件が、構造物の動揺および構造物に作用する波漂流力に与える影響

2. 実験装置および方法

幅4.3m、長さ10.8m、深さ1.1mの2次元造波水槽の中に、図-1に示すような円盤状の函体に細長円筒（冷水取水管模型）がついた、模型縮尺1/200の温度差発電構造体模型を設置した。この場合、冷水取水管の長さは実験水槽の深さの制約で、1/200（約2.5m）より更に短く0.6mとしなければならなかったが、動揺特性に与える影響を考慮して、取水管模型の重量の調節により実機と重心位置を一致させた。実験には、最大波高8cm、波周期0.4～1.7secの進行方向一定の規則波を使用し、模型の上下動（heaving）、縦揺（pitching）、前後動（surging）の動揺を、3成分動揺測定装置を用いて測定した。また、構造体模型に作用する波漂流力は、別に漂流力測定装置を用いて測定した。

実験ケースは、模型が冷水取水管無しの場合（記号Nで表示）と冷水取水管有りの場合（記号Rで表示）の2種類について、吃水条件は図-1に示すような①、②、③の3種類について行なった。実験条件の一覧を表-1に示す。

以下、本論文で用いる記号は次の通りである。

図-1 構造体模型（冷水取水管有り）および吃水条件

- L_0 : 波長 ($= g \cdot T^2 / 2\pi$)
T : 波周期
g : 重力加速度
H : 入射波高
 ζ : 上下動全振幅
 θ : 縦揺全振幅
 ξ : 前後動全振幅
 ϕ : 最大波傾斜角 ($= \pi \cdot H / L_0$)
 ρ : 流体密度
 F_D : 波漂流力

表-1 模型実験条件

	冷水 取水管	乾 舷 (cm)	*) 重 量 (kg)	**) 重心 位置 (cm)	G M (cm)	動揺固有周期	
						上下動 (sec)	縦 揺 (sec)
N①	無	5	22.3	5.6	15.2	0.97	0.95
N②	無	0	32.9	7.3	2.6	***)	1.2
N③	無	-5	33.2	7.4	0.8	7.5	4.3
R①	有	5	30.6	28.0	43.1	1.00	12.0
R②	有	0	35.0	25.0	16.5	0.96	1.48
R③	有	-5	36.2	25.0	13.0	9.00	1.90

*) 吃水調整用ウエイトを含む値
**) 円盤上面より下に測った値
***) 減衰が急激なため測定不可能

3. 実験結果および考察

(1) 上下動

吃水条件①および③における上下動特性を示したのが、図-2である。吃水条件①においてはNタイプの方がRタイプよりも大きな応答値を示すが、吃水条件③においては両者の差はほとんどなくなる。このことは以下の様な理由によると考えられる。すなわち、浮遊状態においては構造体の上下動は大きい、冷水取水管は水面下にあるため上下動が小さく、構造体の動揺を抑制する働きをする。一方潜水状態においては、構造体自体の上下動が小さいために、冷水取水管の有無の影響が小さくなるのである。また構造体の没水深度が大きくなると上下動応答は小さくなるが、これは水深が大きくなると水粒子の動きも小さく、また構造体自体の固有周期が長くなるためであろう。

(2) 縦揺および前後動

吃水条件①における縦揺および前後動特性を、それぞれ図-3および図-4に示す。縦揺、前後動ともにRタイプの方がNタイプよりも大きな応答値を示し、この傾向は長周期において著しい。これはRタイプの方が冷水取水管のために慣性質量が大きく、長周期の動揺が減衰しにくいためであろう。また上下動と同様に、没水深度が大きくなると縦揺応答、前後動応答ともに小さくなった。これは、上下動の場合と同じ理由によるものであろう。

(3) 漂流力特性

吃水条件①における波漂流力の実験結果を図-5に示す。波漂流力は、短周期の実験値はバラツキているもののRタイプの方がNタイプよりも大きい。この理由については今後の検討課題である。一方、長周期における波漂流力はほとんど零に近くなるが、これは、入射波と各動揺の位相差がほとんどなくなるためであろう。また、構造体の没水深度が大きくなると構造体に作用する波漂流力は小さくなった。これは動揺の場合と同様、水深が大きくなると水粒子の動きが小さくなるためと考えられる。

4. 結論

今回の実験により得られた結論は以下の通りである。

(1)上下動を除いて冷水取水管のあるRタイプの方が冷水取水管のないNタイプよりも、構造体の動揺および構造体に作用する波漂流力は大きくなっている。その結果、実際の構造体の冷水取水管や冷水取水管の取付部には、多大な曲げモーメントが作用することが予想され、冷水取水管および冷水取水管取付部の構造が問題となる。また、波漂流力に関しては、今後とも詳細に検討していく必要がある。

(2)構造体の吃水条件による相違を比較すると、没水深度が大きくなる程、動揺応答、波漂流力ともに小さくなっており、潜水型海洋温度差発電浮遊構造体が有利になる。

尚、本研究は、財団法人・省エネルギーセンターの「海洋温度差発電システムの研究」の一環として行なったものである。関係機関に深く感謝致します。

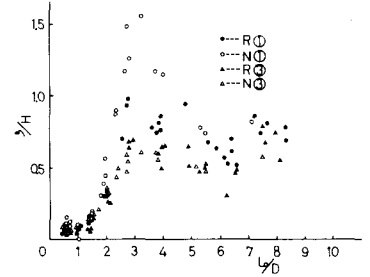


図-2 上下動特性

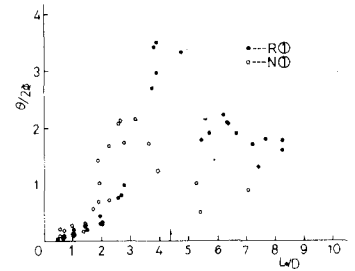


図-3 縦揺特性(吃水条件①)

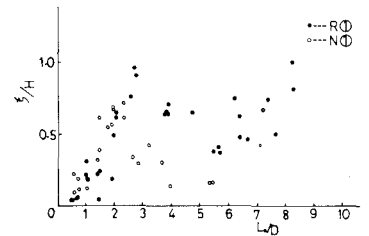


図-4 前後動特性(吃水条件①)

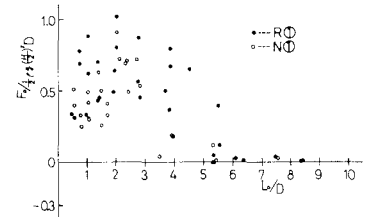


図-5 漂流力特性(吃水条件①)