

八角形重力型コンクリート構造物の運動特性と波漂流力について

若築建設(株)

長谷 輝義

東海大学海洋学部 正会員 長崎 作治

東海大学海洋学部 学生員 〇上西 克彦

1. 緒 言

重力型コンクリート構造物の施工は、仮設のドラインドックから引きだし水深60m～80m程度の沖合に係留し、構造物の浮力を利用しながらスリッパフォームを用いたコンクリート打設工法によって建造される。建造期間は、24時間作業で2～2.5年を必要とする。このような長期間に及ぶ海上での建造作業を行うにあたり、台風や波浪の影響を受け易い地域では構造物(浮体)を定位置に保持、係留することが望まれる。また北海油田における重力型コンクリート構造物の断面形状は、孔壁円形、正四角形、正六角形であり、波漂流力は、正四角形断面に比べて円形断面の方が小さいことは実証済みである。本論では、円形断面と正四角形断面の中間形状断面である八角形断面をもつ構造物の運動特性すなわちサージング(前後ゆれ)、ヒービング(上下ゆれ)、ピッチング(縦ゆれ)と波漂流力についての実験的検証を行った。

2. 実験方法

吃水深を変化させた場合の八角形構造物の規則波中における a) 運動(三自由度)と b) 波漂流力の計測は、三次元水槽(長さ10.8m, 深さ1.25m, 幅4.35m, プランジヤータイプ溢流機付)で行った。モデル実験条件を 表-1, 縮尺1:200のモデル(直径50cmに外接する八角形断面, 高さ40cm)の諸特性を 表-2 に示す。

a) 三自由度の運動 三自由度の運動を計測するために、三成分運動測定装置を各吃水の重心位置に取り付け、各運動を計測した。

b) 波漂流力 図-1 に示される測定装置系にモデルを取り付け、モデルの波漂流力と釣り合うカウンターウェイトを測定し、それを波漂流力として式(1)に代入し、波漂流力係数 C_D を算出した。

$$C_D = \frac{F_0}{\rho g (H/2)^2 B} \quad \text{----- (1)}$$

なおサージングとヒービングの位相差をより式(2)で波漂流力係数 C_S を算出し、式(3)で波漂流力 F_S を算出した。

$$C_S = \cos^2 \epsilon \quad \text{----- (2)} \quad F_S = \rho g C_S (H/2)^2 B \quad \text{----- (3)}$$

3. 結果と考察

a) 三自由度の運動特性 サージングは、入射波周期が短いほど小さく、吃水の違いによるサージングは、吃水が深くなるほど小さくなる傾向を示した。ヒービング、ピッチングは、浮体の固有振動周期と入射波周期が一致する点で共振し、運動が卓越している。ただしヒービングに関しては、浮体の吃水変化によって固有振動周期も変化し、そのために共振点がずれる傾向を示しているがピッチングは、固有振動周期の変化が小さいためその傾向がみられなかった。(図2, 3参照)

b) 波漂流力 カウンターウエイトによる C_0 と位相差による C_s は、両方とも入射波周期が短くなるほど大きくなる傾向を示した。なお円形断面、正四角形断面との比較は、実験の諸条件等に相違があり、形状による明確な違いが認められなかった。(図4, 5参照)

表-1 実験条件

	MODEL	PROTO
水深	108cm	218m
波高	0.5cm-8.0cm	1.0m-16.0m
周期	0.8sec-1.7sec	11.3sec-24.0sec

表-2 MODELの諸特性

M	吃水(cm)	10.0	20.0	30.0
O	重量(kg)	17.7	35.4	53.0
D	傾心(cm)	9.9	12.5	16.6
E	浮心(cm)	5.0	10.0	15.0
L	重心(cm)	6.0	5.7	6.5
P	吃水(m)	20.0	40.0	60.0
R	重量(ton)	14.2*10 ⁻⁴	28.3*10 ⁻⁴	42.4*10 ⁻⁴
O	傾心(m)	19.8	25.0	33.2
T	浮心(m)	10.0	20.0	30.0
O	重心(m)	12.0	11.4	13.0

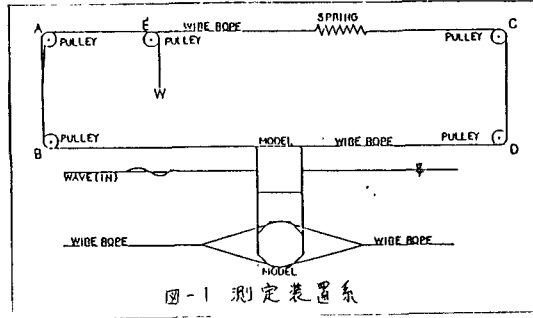


図-1 測定装置系

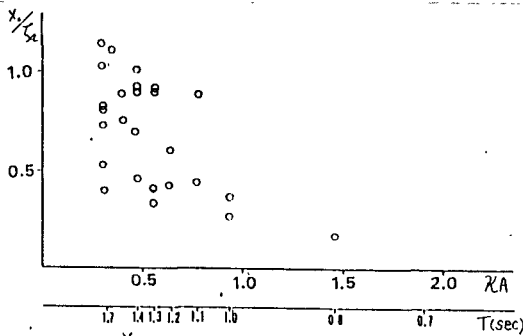


図-2 X_a/X_a と周波数係数 λA との関係 (吃水30cm)

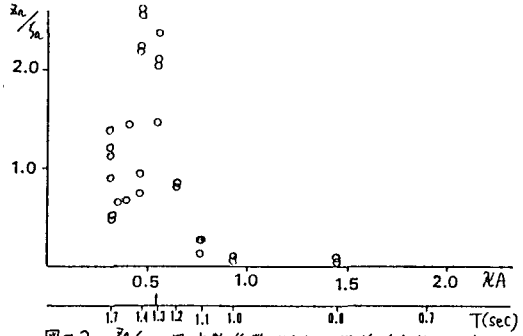


図-3 Z_a/X_a と周波数係数 λA との関係 (吃水30cm)

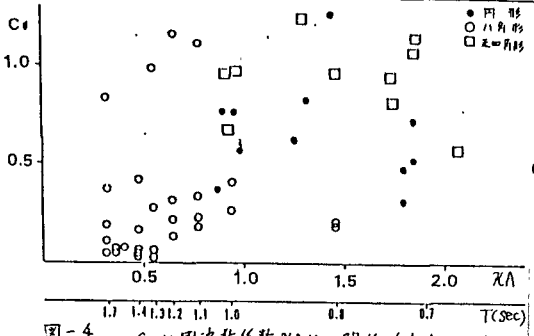


図-4 C_0 と周波数係数 λA との関係 (吃水20cm)

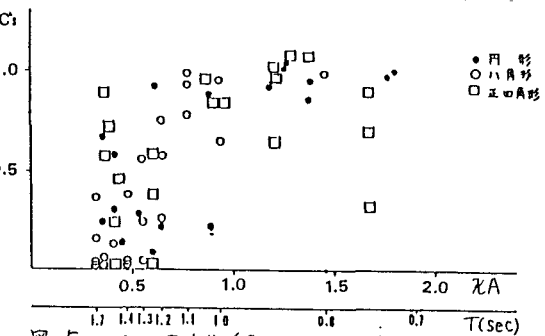


図-5 C_s と周波数係数 λA との関係 (吃水20cm)

- 記号 L: 波長 ℓ : 水深 ε : サージングとヒービングの位相差
T: 周期 X_a : サージングの振幅 η : 水深係数 $\eta = \frac{1}{2}(1 + \frac{2X_a}{\sinh 2\eta \ell})$
 H_i : 入射波高 Z_a : ヒービングの振幅 C_0 : 波漂流力係数 (カウンターウエイト)
 η : 入射波の振幅(H%) B: 浮体の奥行き長さ F_0 : カウンターウエイトによる波漂流力
 ρ : 水の密度 λ : 波数 ($\frac{2\pi}{L}$) C_s : 波漂流力係数 (位相差)
 g : 重力加速度 λA : 周波数係数 ($\frac{2\pi}{L} \times \frac{B}{2}$) F_s : 位相差による波漂流力

参考文献

1) 長崎 作治 「海洋浮遊構造物の係留設計

山海堂 1991年