

五洋建設㈱ 正員 福山博信  
 五洋建設㈱ 天野茂秀  
 五洋建設㈱ 吉村 賢

1. はじめに

ケーソンの据付け作業においては、据付け精度を向上させ、稼働率や安全性を高める施工方法が必要とされている。このため、ケーソン据付け時の動揺および係留ロープに働く張力およびそれらの低減方法を定量的に把握することを目的として、実物ケーソンの模型により水理模型実験を行なった。

2. 実験条件および方法

実験縮尺は1/35とし、実験配置図を図-1、実験条件を表-1に示す。

実物ケーソンは、20個の隔室からなる2629tのものであり、表-2にケーソン模型の諸元を示す。なお、模型は、カウンターウェイトにより、重心位置、慣性モーメント、吃水、メタセンター高さ等を±3%以内の精度に調整した。

係留ロープは、図-2に示す伸び特性をもつワイヤロープとテトロンロープを使用した。

実験波は、すべて規則波とし、波浪条件としては、ケーソン据付け時の限界波高( $H_{1/10}$ )を考慮して表-3の通りとした。

計測項目は、ケーソンの上下揺( $Z$ )、回転揺( $\theta$ )および水平揺( $X$ )の各動揺振幅と、係留ロープに働く張力( $\Delta T$ )および入射波高( $H_i$ )である。

各動揺振幅は6自由度運動計測装置、張力は超小型張力計、入射波高は容量式

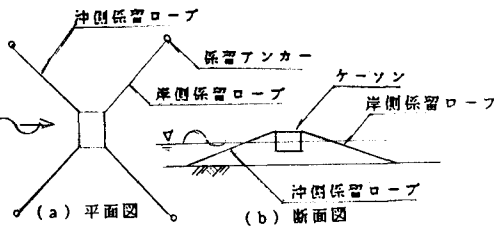


図-1 実験配置図

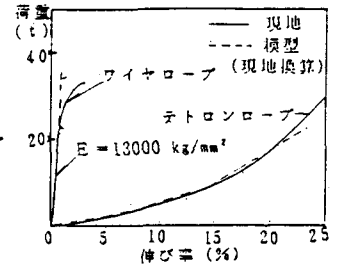


図-2 ロープの伸び特性

表-1 実験条件

No	検討項目	係留ロープ		初期張力 T <sub>0</sub> (t)	平面角 $\alpha$ (°)	波浪方向	計測項目	検討項目概念図	
		種類	長さ						
1	ケーソンの動揺	ワイヤ	4	100	5	45	上揺	真揺	
2	初期張力を変化させる	ワイヤ	4	100	5	45	上揺	真揺	
					10				
					15				
3	平面角を変化させる	ワイヤ	4	100	0	上揺	真揺		
					20				
					45				
4	設置取り付け位置を変化させる	ワイヤ	4	100	5	上揺	真揺		
						下揺			
5	平面取り付け位置を変化させる	ワイヤ	4	100	5	上揺	真揺		
						下揺			
6	ロープの種類を変化させる	ワイヤ	4	100	5	45	上揺	真揺	

表-2 ケーソン模型

項目	諸元	
慣性モーメント	$I_x$ ( $t \cdot m^2$ )	130,015
	$I_y$ ( $t \cdot m^2$ )	156,404
	$I_z$ ( $t \cdot m^2$ )	192,703
重量 W (t)	2,629	
形状寸法	長さ 2L (m)	20.4
	幅 B (m)	17.5
	高さ H (m)	12.0
吃水 d (m)	7.37	
重心位置 $Z_0$ (m)	-1.74	
メタセンター高さ	GMx (m)	4.71
	GMy (m)	3.47

表-3 波浪条件

項目	現地換算値
水深 h (m)	17.0
波高 $H_i$ (m)	0.7
周期 T (sec)	5.9 * ~16.6* (1.18 *間隔の10種類)

波高計により測定した。計測データは、パーソナルコンピュータ (YHP 9816) により処理し解析した。

### 3. 実験結果と考察

#### (1) ケーソンの挙動

図-3に、ケーソンの動揺量を示す。上下揺は7秒付近に極大値がありそれより長周期になると  $Z/H_1$  が1に漸近し、ケーソンは波に乗った運動をする。この極大値はケーソンの上下揺の固有周期に対応するものである。

回転揺は10秒付近と15秒付近に極大値がある。前者の極大値は係留系の固有周期に、後者の極大値はケーソンの回転揺の固有周期に対応するものである。

また、水平揺は15秒付近に極大値がある。しかし、水平揺は一般に回転揺と連成しているため、回転揺の増減傾向とほぼ一致するが、本実験では、係留系の固有周期 (10秒付近) に極大値が認められなかった。これは、実験を1.18秒 (現地換算値) 間隔で行っているために、これより小さい周期での水平揺の増減をとらえることができなかったものと考えられる。

図-4に係留ロープに働く張力を示すが、係留系の固有周期 (10秒付近) に極大値があり、ケーソンの回転揺の固有周期 (15秒付近) に増大傾向がみられるもののその値は小さい。

(2) ケーソンの動揺および係留ロープに働く張力の低減方法  
表-1、N02 ~ N06 において、水平揺、上下揺の低減効果は顕著でなかったが、回転揺と係留ロープに働く張力の低減効果は顕著であった。

図-5に、係留ロープの平面取り付け位置を変化させた場合 (表-1、N05) の、ケーソンの回転揺を示す。図-5によれば、係留ロープの取り付け位置を中央部に近づけた場合、係留系の固有周期のみが長周期に移動するが、回転揺の極大値はほぼ同等な値と思われる。しかし、ケーソン据付け時の波の周期帯10秒以下の範囲においては、回転揺の低減が認められる。

図-6に、係留ロープの平面取り付け位置を変化させた場合の係留ロープに働く張力を示す。図-6によれば、係留ロープの取り付け位置を中央部に近づけるにしたがい、係留系の固有周期が長周期側に移動し、極大値は著しく低減することが認められる。

#### 4. まとめ

2500 tクラスのケーソン模型を用いた今回の実験では、ケーソンの動揺は、ケーソンの固有周期と係留系の固有周期において極大値をもつが、係留ロープに働く張力は、係留系の固有周期のみ極大値を示す。

また、回転揺および張力は、係留ロープの初期張力、平面角度、取り付け位置および材質を変化させることなどにより低減できることが明らかになった。

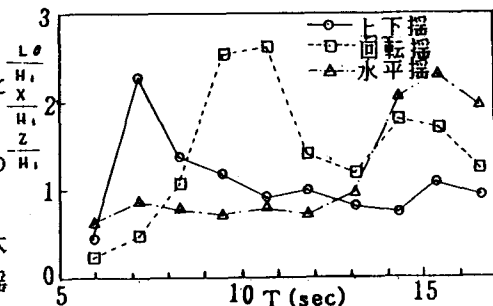


図-3 ケーソンの動揺量 (N01)

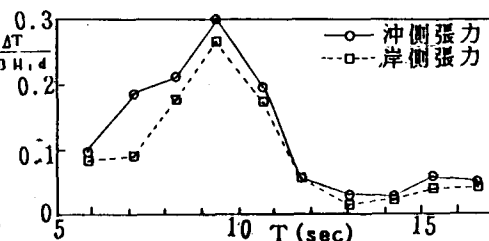


図-4 係留ロープに働く張力 (N01)

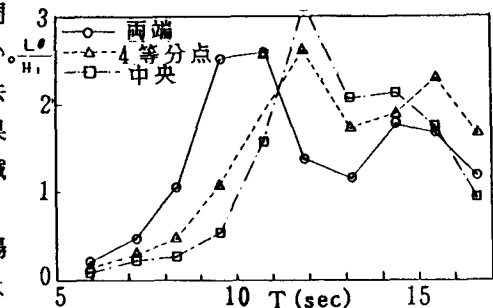


図-5 ケーソンの回転揺 (N05)

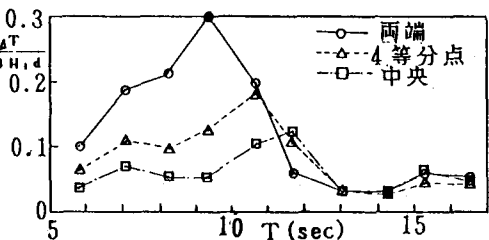


図-6 沖側係留ロープに働く張力 (N05)