

II - 74

進水時に長周期波浪を受けるケーソンの挙動について

- 水理模型実験報告 -

東北電力㈱ 正会員 大高昌彦
 鹿島建設㈱ 正会員 ○奥津一夫
 五洋建設㈱ 正会員 岡部憲一

1. はじめに

シンクロリフトによるケーソン進水工法は、プラットフォーム上に設置したケーソンを、ウインチで降下し進水させる工法である。プラットフォームやケーソンを支持するボギー台車の形状が複雑であるため、進水中の動揺挙動を解析して把握することは難しい。そこで、水理模型実験を実施し、進水中のケーソンの動揺特性を実験的に求め、当工法の施工時の安定性について考察した。

2. 実験概要

実験は幅30m、長さ190m、深さ3.5mの水槽で行った。実験で対象としたケーソンは重量が最大のN3ケーソン（台形）及び最小のS1ケーソン（矩形）の2タイプとした。報告はN3ケーソンを中心に行う。

(1) 模型諸元

ケーソン、プラットフォーム、ボギー台車を長さスケールで1/20に縮小した模型を用いた。重量、時間等は、フルードの相以則に従った。表-1に模型寸法を示す。模型は、プラットフォーム4隅を支持ブラケットを介してワイヤーで吊り下げられる。

(2) 測定項目

○動揺量：ワイヤーで吊り下げられた状態であるので、動揺6成分のうちヒープ（上下動）、ピッチ・ロール（水平軸回りの回転）の3成分は小さい。したがって、測定はスウェー（前後揺）、サージ（左右揺）ヨー（船首揺）の3成分について行った。

○固有周期：静水状態で動揺3成分に強制変位を与え、動揺周期（固有周期）を測定した。

(3) 実験ケース

実験は単一方向不規則波で行い、周波数スペクトルはブレットシュナイダー・光易標準スペクトルとした。入射波浪は当該地点の波浪条件を考慮して設定した。実験は表-2に示す波高・周期・方向・喫水を組み合わせて実施した。

表-1 水理模型諸元（ ）は実機

	長さ	幅	高さ	重量
ケーソン N3	1.295m (25.9m)	0.743/1.025m (14.85/20.49m)	0.750m (15.0m)	432.8kgf (3.549tf)
プラットフォーム	1.330m (26.6m)	1.353m (27.06m)	0.140m (2.79m)	59.76kgf (490tf)
ボギー台車	0.168m (3.35m)	0.070m (1.40m)	0.090m (1.80m)	1.098kgf (9.0tf)

表-2 実験条件

項 目	設 定 値
波 浪	H1/3 (m) 0.40, 0.60
	T1/3 (秒) 8.0, 10.0
	方向 μ (°) 0, 45, 90
喫水 d (m)	-1.8, 0.0, 2.0, 4.0

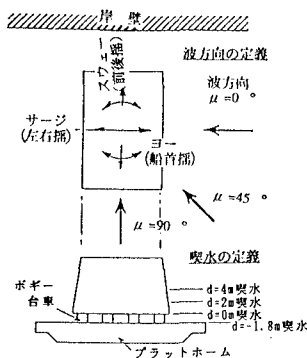


図-1 波方向、喫水の定義

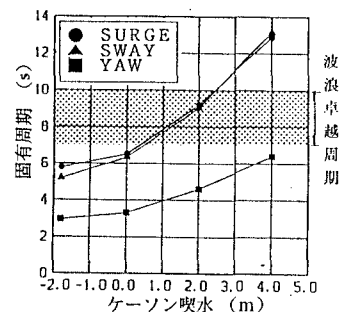


図-2 固有周期（N3ケーソン）

3. 実験結果

(1) 固有周期

図-2にN3ケーソンの固有周期の測定結果を示す。スウェーとサージの周期は、ほぼ同じであり、ヨ-の周期は、スウェー・サージの約半分である。ケーソンの喫水が深くなる程固有周期は長くなる。スウェーとサージの固有周期は、進水中のある時期（喫水が0~2m付近）に波浪の卓越周期に一致する恐れがある。

(2) 動揺実験

動揺量は、各成分ごとにコンピュータ処理を行い、1/3有義振巾値（片振巾）と1/1000期待値として求めた。代表例として図-3にスウェー、図-4にサージの1/1000期待値を整理したものを示す。波浪周期が8秒の場合、スウェー、サージともケーソンの喫水が1m前後で最大となる。これは、固有周期が8秒となる喫水が0.8~1.2mであるのと整合する。又、周期10秒の場合、スウェーは喫水が2m程度で最大となる。これについても固有周期の実験結果と一致している。

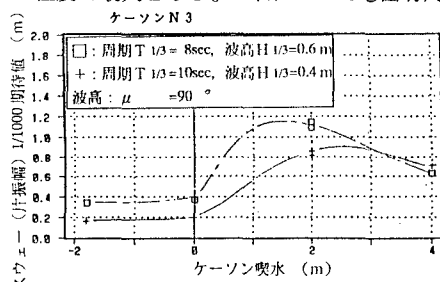


図-3 スウェー1/1000期待値

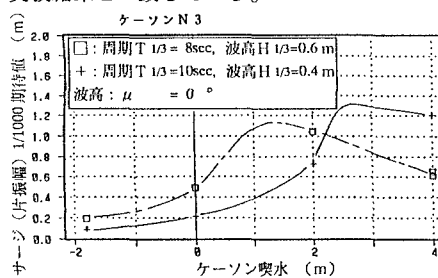


図-4 サージ1/1000期待値

4. 施工性の検討

ケーソン進水中に波を受けるとケーソンを設置したプラットフォームは、前後・左右に動揺するが、動揺量が大きくなると、ケーソンやプラットフォームがホイスト基礎工に接触して、ケーソン本体あるいはホイスト基礎工が損傷を受ける可能性がある。模型実験結果より両者が接触しない限界の波浪条件を推定し、施工可能性を検討した。

表-3にスウェー、ヒープについて、実験結果より推定した波浪条件と進水中の期待最大動揺量との関係を示し、さらに、ケーソン本体やプラットフォームとホイスト基礎との間にある最小のすき間（最小クリアランス）を示す。期待最大動揺量が最小クリアランスより小さければ両者は接触することはないと考えられる。期待最大動揺量は実際に予定されるケーソンの進水に要する時間（40分）内に生じるであろう最大動揺量を確率論的に推定したものである。この表より $H_{1/3} \leq 0.3\text{m}$ 、 $T_{1/3} \leq 10.0\text{sec}$ を満足する波浪条件であればケーソンの動揺制御設備等を設けずケーソンを安全に進水させることが可能であると言える。

表-3 期待最大動揺量と最小クリアランス

	$H_{1/3}$ (m)	$T_{1/3}$ (sec)	期待最大動揺量 (m)	最小クリアランス (m)
スウェー	0.3	8.0	0.48	0.65
		10.0	0.54	
	0.5	8.0	0.80	
		10.0	0.90	
ヒープ	0.3	8.0	0.48	0.98
		10.0	0.78	
	0.5	8.0	0.80	
		10.0	1.30	

5. 結 論

ケーソン進水時のケーソン動揺挙動を水理模型実験により把握し、安全に進水させることが可能である波浪条件について考察した。その結果、進水作業の作業限界として $H_{1/3} \leq 0.3\text{m}$ 、 $T_{1/3} \leq 10.0\text{sec}$ を規定すればケーソン本体やプラットフォームがホイスト基礎工に接触することなく、安全に進水可能であることが判明した。