

II-425

防波堤ケーソン進水時の動揺と対策

東北電力 正員 ○内海 博
 鹿島建設 正員 渡辺 豊彦
 鹿島建設 正員 岩瀬 浩二
 五洋建設 正員 岡部 憲一

1. はじめに

東北電力原町火力発電所専用港湾に用いる防波堤ケーソンは重量3,550tの大型台形ケーソンであり、製作は構内の陸上ヤードで行い、進水は海上に張り出したプラットフォーム上にケーソンを移動し、16基のホイストのワイヤーで吊り降ろすシンクロリフトシステムにより行う。（図-1、2）

本工法によりケーソンを進水した過去の例（日本海側の2地点）によれば、入射波の波高および周期が大きくなると進水時の動揺が大きくなることが指摘されており、太平洋に面した当地点での大量急速施工に適用するにあたっては、波高が大きく周期の長いうねりに対する動揺特性の把握および動揺した際のケーソンとホイスト基礎鋼管杭への衝突対策の立案が必要となる。

ここでは、ケーソン進水時の水理模型実験結果とこれを踏まえた衝突対策工および実ケーソンによる動揺計測結果とホイスト基礎の健全度確認方法について報告する。

2. 進水時動揺の水理模型実験

(1) 実験方法

実験はまず、ケーソン、台車および四隅をワイヤーで吊り下げたプラットフォームの1/20モデルを用い固有周期を測定した。次に入射波を不規則波（Bretschneider・光易スペクトル）とし、現地換算で $H_{1/3} = 0.2, 0.4, 0.6$ m, $T_{1/3} = 8, 10$ 秒の組み合わせとして模型に作用させ動揺量3成分（前後・左右・船首）を計測した。

(2) 実験結果

図-3にケーソン吃水と固有周期の関係を示し、図-4にケーソン吃水と左右動揺量の関係を示す。周期8秒、10秒ともそれぞれの固有周期が発生する吃水付近で動揺量がピークを迎える。また動揺量の値はケーソンとホイスト基礎のクリアランスの約0.9mを上回るため、何らかの衝突対策工を施す必要があることが明らかになった。

3. 進水時のケーソン衝突緩衝設備

上述の水理模型実験結果を踏まえケーソンとホイスト基礎との衝突緩衝設備を図-2のとおり設置した。本設備は、台

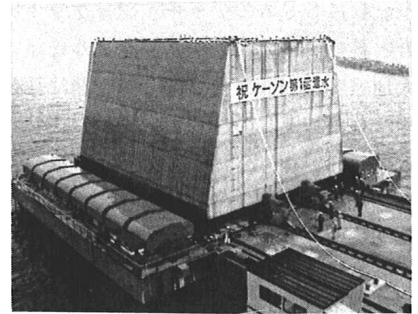


図-1 ケーソン進水設備全景

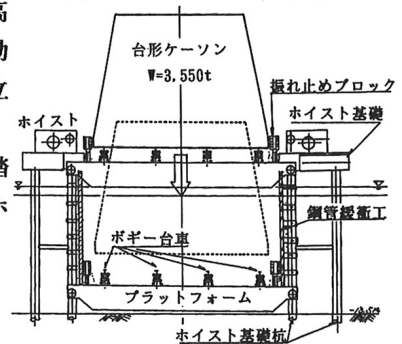


図-2 ケーソン進水状況図

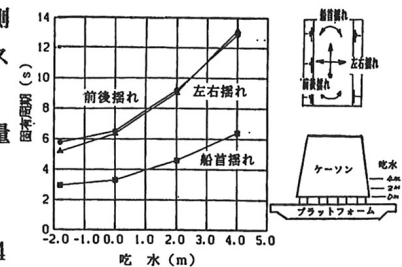


図-3 模型実験による固有周期

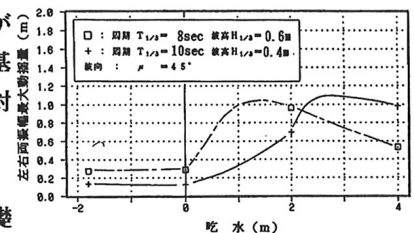


図-4 模型実験による動揺量

形ケーソンであることを考慮しケーソン下端の4隅に配置した振れ止めブロックおよびH鋼と木材からなる鋼管杭用緩衝工からなり、進水時のケーソン動揺を抑制し、杭の剛性で衝突力に抵抗・安定させる構造とした。

表-1 進水したケーソンの諸元

上 幅	下 幅	延 長	高 さ	重 量
14.85m	20.49m	25.90m	15.00m	3.550t

4. ケーソン進水時の動揺計測

(1) 計測方法

動揺計測を行ったケーソンの諸元を表-1に示す。計測は、進水時の動揺を2方向からビデオカメラで撮影し、ビデオトラッカーにより画像処理を行い5Hzでサンプリングし水平方向の動揺量を求めた。また、ケーソンとホイスト基礎との衝突によるホイスト基礎の動揺量および入射波高・周期をケーソンを挟む2カ所で計測した。

(2) 計測結果

進水地点の有義波高は約25cm、周期は約8秒であるが、周期10～13秒のうねりと4秒程度の風波が卓越していることがわかる（図-5）。

図-6、7からは、吃水が大きくなると動揺は長周期のうねりにのみ応答することが読み取れるが、これは、吃水の増加とともにワイヤーの張力が減少するためばね係数が小さくなり、長い周期にのみ応答する振動系となったためと考えられる。ケーソンは、吃水2mから緩衝工を設置した基礎杭と衝突し、3mでケーソンと杭とのクリアランスの20cmに達し、動揺量は大きく抑制される（図-8）。実測値が実験値より小さいのは、この緩衝工の効果他にうねりの周期が長く、動揺のピークがより大きな吃水時に生ずるためと思われる。ホイスト基礎の動揺量を図-9に示す。吃水増とともにケーソンの動揺による付加質量が増加するため杭に作用する外力が増え、変位量が大きくなったものと考えられる。

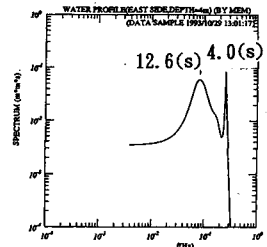


図-5 波スペクトル

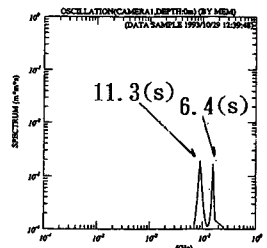
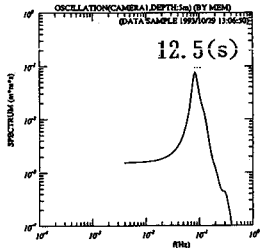
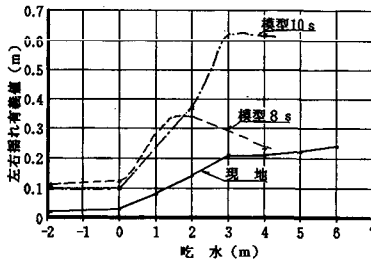
図-6 動揺スペクトル
(吃水 0 m)図-7 動揺スペクトル
(吃水 5 m)

図-8 ケーソンの動揺量

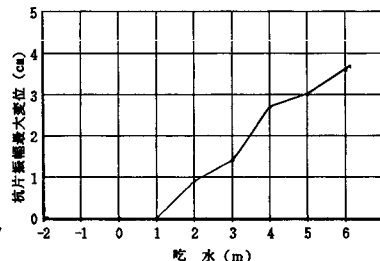


図-9 基礎杭の動揺量

5. ホイスト基礎の健全度

ケーソン進水動揺によるホイスト基礎の健全度確認のため、基礎杭の応力、ホイスト基礎RC部材の応力および地盤支持力の3項目について、ホイスト基礎および支持地盤の3次元フレーム解析により許容変位量を求めたが、実測変位量はこの30～50%程度の値となり、緩衝工の有効性・安全性が確認された。

6. おわりに

ケーソン進水時の水理模型実験、現地観測により動揺特性を明らかにし、さらに緩衝設備の考案を行い、波高と周期の大きな地点における進水を可能とした。1994年3月までに17回の進水を行った。これまでの進水位置における最大波高は75cm、周期10.1秒であった。今後はケーソン動揺の数値シミュレーションを行い、波浪予測結果から動揺量を求めさらにホイスト基礎の健全度を予測する一連のシステムを構築し、年40回の進水という急速施工を確実に進めていくこととしている。