

II-73

進水時の波浪による動揺を制御したケーソン進水工法 -実測に基づく動的構造モデルの提案-

東北電力(株) 正会員 阿部修司
鹿島建設(株) 正会員 ○ 岩瀬浩二
鹿島建設(株) 正会員 秋山義信

1. はじめに

東北電力原町火力発電所では、シンクロリフトを用いて防波堤用大型ケーソンの進水を行っている。事前の水理実験の結果、ケーソン製作工程に支障とならない進水稼働率(60%以上)を確保する場合、太平洋沿岸特有のうねり性の波により、ケーソンがプラットフォームとホイスト基礎杭のクリアランスを越えて動揺することが明らかになった。このため、ケーソンと杭の間に防衛工を設置し、ケーソンの動揺を基礎杭の剛性で抑制する工法が採用された(内海ら(1994))。

実施工を行うにあたり、稼働率と安全性の向上のための施工管理の一環として、波浪による進水中ケーソンの動揺予測法の開発及び実機観測による検証を行った。

2. 波浪による進水時のケーソンの動揺予測法

図-1に沖から見たシンクロリフトの進水状況を示す。これまでの波浪観測結果より波向きは護岸法線方向が卓越していることから、問題を2次元問題と規定した。来襲波は規則波で代表させた。杭のパネとクリアランスを考慮して、進水中のケーソンを図-2に示すようなモデルとした。なお、基礎杭のパネ係数は、群杭をフレームに置き換え静的な解析により算出した。

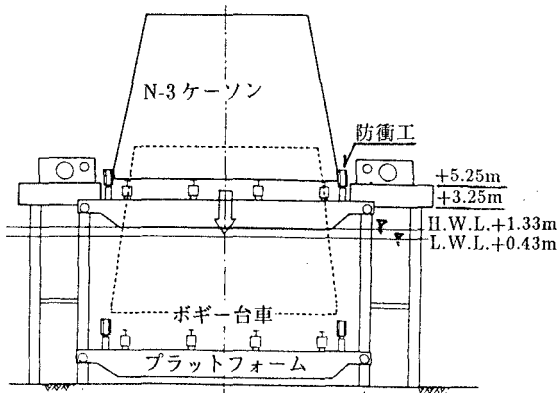


図-1 シンクロリフトによる進水

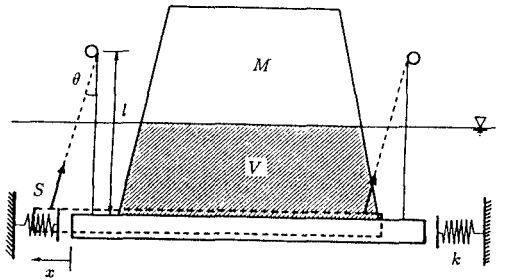


図-2 解析モデル

ホイストクレーンのワイヤーの長さ l に比べてケーソンの動揺量が十分小さいと仮定すると水平方向と鉛直方向の運動は以下の式で記述できる。

$$(M + M_a)l \frac{d^2\theta}{dt^2} + Cl \frac{d\theta}{dt} = -S\theta + F \cos \omega t \quad : -\theta_0 < \theta < \theta_0 \quad (1)$$

$$(M + M_a)l \frac{d^2\theta}{dt^2} + Cl \frac{d\theta}{dt} = -S\theta - kl(\theta + \theta_0) + F \cos \omega t \quad : \theta < -\theta_0 \quad (2)$$

$$(M + M_a)l \frac{d^2\theta}{dt^2} + Cl \frac{d\theta}{dt} = -S\theta - kl(\theta - \theta_0) + F \cos \omega t \quad : \theta > \theta_0 \quad (3)$$

$$0 = S - Mg + \rho Vg \quad (4)$$

ここで、 θ :鉛直からのワイヤーの振れ角度、 t :時間、 M :ケーソンとプラットフォームの質量、 M_a :付加質量、 C :造波減衰係数、 l :ワイヤーの長さ、 S :ワイヤーの張力、 k :基礎杭のパネ係数、 θ_0 :プラットフォームと杭のクリアランス角度(10cm/l)、 ρ :海水の密度、 V :水面下のケーソンの体積、 g :重力加速度、 F :波強制力、 ω :入射波の角周波数。この運動方程式において、 M_a 、 C 、 F の流体力は井島・田淵・湯村(1972)で紹介された領域分割法によって求めた。式(1)~(4)は非線形であるため、ルンゲ・クッタ・ギル法により数値積分して解 θ を求めた。

3. 実機観測

前述した解析法を検証するために、3500tonの台形ケーソン(N3)を進水した時に実機観測を行った。図-3にケーソンの形状を示す。図-4に実機観測の計測状況を示す。進水に要した1時間に亘り、基礎上部コンクリートの先端で波高を容量式波高計を用いて計測し、ケーソンの護岸法線方向と護岸直角方向の動揺と基礎上部コンクリートの天端の変位をビデオに記録し、今井・池谷(1988)の方法で解析した。

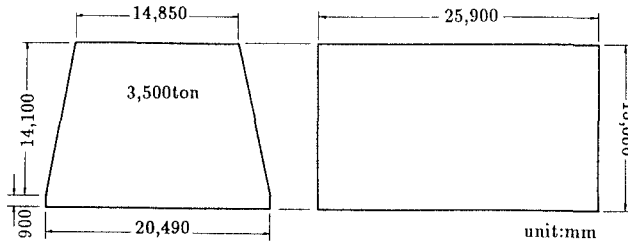


図-3 台形ケーソンの形状

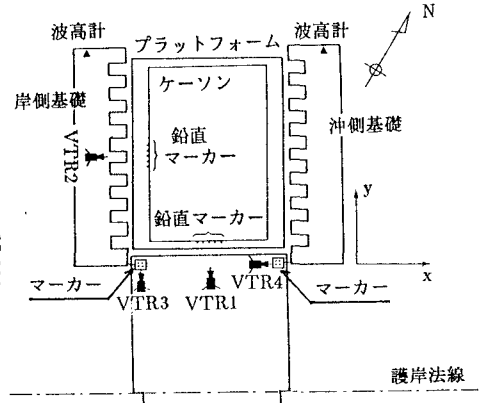


図-4 実機計測状況

進水中の有義波高は24.9cmであり、有義波周期は8.2secであった。図-5に各吃水毎のケーソンの護岸法線方向の動揺量の実測値と計算値を示す。これより、吃水が小さい場合にはボギー台車やプラットフォームの影響が大きくなり計算値が実測値を上回るが、吃水が大きな領域では計算値と実測値は良く一致していることが分かる。図-6に各吃水毎のケーソンの衝突による基礎天端の変位の実測値と計算値を示す。これより、計算値は実測値のほぼ包絡線となっており、実用上良好な一致を示していることが明らかになった。

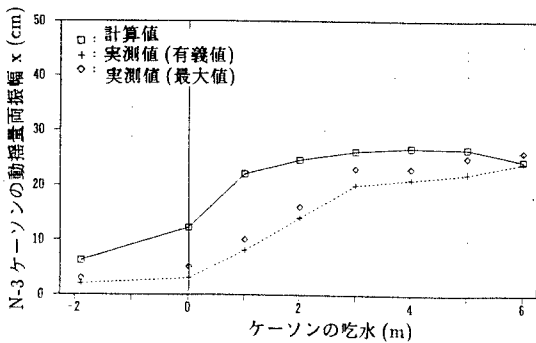


図-5 ケーソンの動揺量と吃水の関係

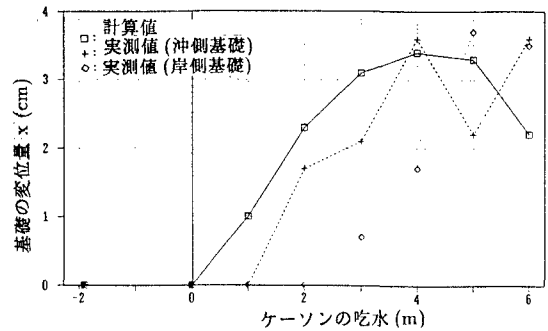


図-6 基礎天端の変位と吃水の関係

4. まとめ

シンクロリフトによる進水工事の施工管理のために、進水中のケーソンの波による動揺予測法を提案した。さらに、解析法を検証するために、大型台形ケーソンの進水時に実機観測を行った。その結果、実機観測結果と予測結果は工学的に良好な一致を示し、解析法の妥当性が実証された。この解析法は、進水工事の施工管理の道具として有効であることが明らかになった。

参考文献

- 内海博, 渡辺豊彦, 岩瀬浩二, 岡部憲一: 防波堤ケーソンの動揺と対策, 土木学会年次学術講演会, 第2部門, pp.850-851, 1994
- 井島武士, 田淵幹修, 湯村やす: 有限水深の波による矩形浮体の運動と波の変形, 土木学会論文集, 第202号, 1972
- 今井貫爾, 池谷毅: 浮体動揺計測システム, 鹿島建設技術研究所年報, 第36号, pp.197-202, 1988