

VI-34

外洋に面した地点におけるケーソン進水計画と管理システム

—東北電力原町火力発電所・防波堤ケーソン工事—

東北電力株式会社	正会員	阿部修司
鹿島・庄司共同企業体	正会員	渡辺豊彦
鹿島・庄司共同企業体	正会員	○川合武志

1. はじめに

福島県原町市と鹿島町の海岸沿いに建設が進められている原町火力発電所は、出力100万kw×2基の石炭専焼で、6万t級揚炭棧橋2バースを含む専用港を持つ発電所である。この港湾の防波堤の構造は、水深-10m以浅を捨石式傾斜堤、以深をケーソン式混成堤で構成されている。ケーソン式混成堤の延長は、北防波堤約1.8km・南防波堤約0.5km、ケーソン函数は南北合せて全99函（w=2,000～3,500t）となっている。

建設地点は太平洋に面しており、常時うねり性の長周期波浪をうけている。このような地点であるにもかかわらず、発電所全体の建設計画の内、港湾設備がクリティカルとなっているので、ケーソンの製作・進水が急がれている反面、製作ヤード・進水海域が狭いため、各種工法を比較検討した結果、通年施工が可能な、シンクロリフト工法を採用した。

当工法は、各種の利点がある反面、図-2のように、ケーソンを載せたプラットフォームをワイヤーで吊り鉤すため、進水中に波浪を受けて動揺を生じる。進水中のケーソンの動揺の様子を想定し、その動きをいかに制御するかを検討するため、模型水理実験を実施し、ホイスト基礎杭とケーソンに防衛設備を設けることにより進水作業の稼働率を向上させたので、その検討過程と管理システムについて報告する。

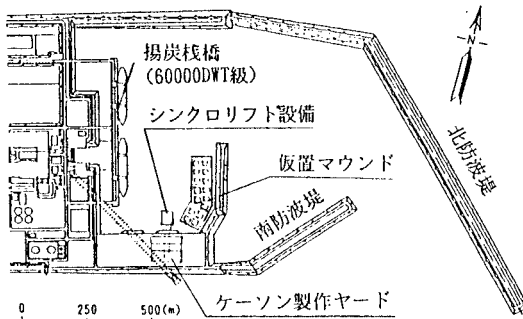


図-1. 原町火力発電所平面図

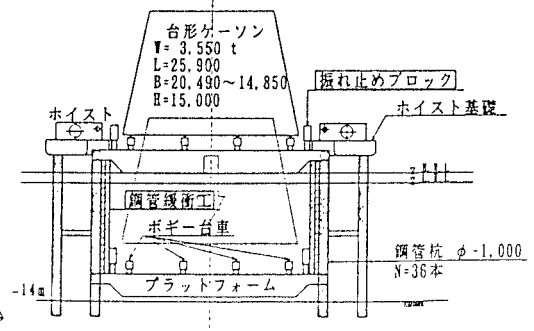


図-2. ケーソン進水状況図

2. 検討経緯

(1) 必要進水稼働率

ケーソン製作工程で決まる稼働率73%を確保するためには、進水待機を含め60%の必要進水稼働率を満たさねばならない。

(2) 波浪出現率と進水稼働率

まず、ケーソン進水地点での波浪出現率を把握するため、沖波条件を整理し、進水地点での回折係数を求めた。

沖波データは、過去10年間分のデータ（昭和53～62年）を用い、波向出現率と波高・周期分布の解析を行った。

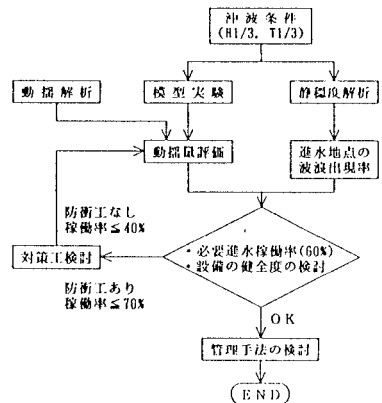


図-3. 検討フロー図

表－１．季節毎の波浪出現率予測
(進水地点)

その結果、波向は東・東南東の波が約80%を占め、周期7～8秒、波高（ $H1/3$ ）60～80cmが最も多いことが判明した。静穏度解析では、港口からの回折波・東側仮防波堤からの透過波・港内の多重反射を考慮した。

水理模型実験から得た、ケーソン動揺予測値・進水時の波浪条件、及び、プラットフォームとホイスト基礎との最小クリアランスの関係から限界波浪条件を求め、その出現率から進水稼働率を求めた。（表－１）

防衛設備を設けずに進水する場合、進水時の限界波浪を $H1/3 \leq 0.3m$ ・ $T1/3 \leq 10sec$ と設定すると、進水作業中の動揺量は、前後揺れは最大55cm（片振幅）、左右揺れは最大80cm（片振幅）程度になるが、この揺れによってケーソンやプラットフォームがホイスト基礎に直接接触することはないことが判明した。

しかし、この時の進水稼働率は48%となり、進水中の波浪条件の変動を考えると40%程度の条件で計画する必要があり、ケーソン製作工程から要求される必要進水稼働率（進水待機も考慮）60%を満たさないため、防衛設備等により動揺を抑制し、進水稼働率を高める必要が出てきた。

（３）対策：動揺制御方法の選定

ケーソン進水時の動揺制御方法としては、

動揺低減型：動揺浮体の振動系（固有周期）を制御して入射波との同調を避ける

動揺拘束型：動揺浮体の動揺を拘束して動揺を止める（図－２）

2つのタイプが、考えられるが当工事における波浪条件は、短周期（ $T1/3=5sec$ 程度）の風波や長周期（ $T1/3 \geq 10sec$ ）のうねりまで多様であり、特定周期を対象にした動揺低減型は不適当である。このため、動揺拘束型を採用することにした。

フェンダーの形式としては、進水中にケーソンに作用する波力を防衛設備を介して基礎杭に伝え、杭の曲げ抵抗で持たせる方式（たわみ杭方式）を採用した。

（４）結果：ケーソン進水実績

平成6年12月末現在で99回の内50回を無事、進水仮置を完了している。いままでの進水稼働率（進水実施日／進水予定日）は58%で、ほぼ計画通りとなっている。

（５）進水管理項目と概要

以上の検討を行い、当工事のケーソン進水工に関して次の4項目を対象にして管理している。

①気象・海象条件の把握

気象海象データに基づく風速・風向及び波浪予測。

港口部及び進水地点の波高計による波浪計測を行い、実際の波浪の変動状況等の把握。

②ケーソン進水時のシンクロリフト設備の作動状況の把握

ケーソン形状を考慮した台車配置。

ウインチ作動状況をワンマンコントロールによるトータル管理。

③ケーソン進水時のホイスト基礎の健全度確認

ケーソン衝突時のウインチ基礎の許容変位量を、立体フレーム解析により求める。また、進水時の基礎の実動揺量を光波測距器により求め、両者を対比し基礎の健全度を把握する。

④ケーソン進水・引き出し・仮置時のケーソンの浮体安定性確認

設計段階においての浮遊時のケーソンの安定計算を実施し、必要によりバラストコンクリートを打設する。また、進水中、ワーバランスを崩す恐れのあるときは水中ポンプで注水し、バランスをコントロールする。

周期(秒)	10.0以下			
波高(m)	0.20以下	0.30以下	0.50以下	
春 期(%)	23.5	45.8	58.4	
夏 期	36.5	59.7	80.7	
秋 期	23.7	44.1	65.0	
冬 期	25.8	43.3	60.9	
通 年	26.8	47.7	68.7	
	前後		左右	
動揺量(模型実験) cm	0.54	0.78	0.90	1.30
最小クリアランス cm	0.65	0.98	0.65	0.98