

東北電力原町火力建設所 正会員 大高 昌彦

東北電力原町火力建設所 正会員 佐々木 明

## 1. はじめに

東北電力では、新エネルギーの技術開発の一環として「水弁集約式波力発電システム」<sup>1)</sup>の実証実験を、平成8年度から東北電力原町火力発電所(石炭燃焼100万kW×2基、福島県)の南防波堤(ケーソン式護岸)の一部を利用して行なうことにしている。実証実験では、定格出力130kW(波高3m、周期8秒、発電効率15%での設定値)を発電し、電力系統に接続送電して基礎データの収集・解析、発電特性・系統連絡系特性の検証を行なうことにしている。

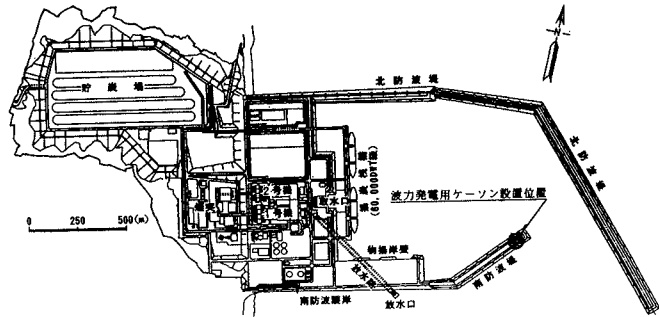


図-1 発電所平面図

波力発電システムを構成する2函の波力発電用ケーソンは、発電所構内で製作(1号:H6.8~H7.3, 2号:H6.11~H7.7)し、平成7年12月中旬に所定の場所に据付を完了した。本講演では波力発電用ケーソンの設計、製作および据付の施工実績について報告する。(図-1参照)

## 2. 水弁集約式波力発電システムの概要

水弁集約式波力発電システムは、昭和59年より開発を進めてきた当社独自の波力発電システムで、波の上下運動を一定方向の空気流に整流・集約する機能を水頭差を利用した正圧と負圧の2組の水弁を用いる方式である。波力発電用ケーソンは、防波堤として機能を果たすケーソン部(断り出しで重なる部分)、波の上下動を空気流に変換する空気室(波が打ちこまれるため断面に開口部を設けている)、空気流を整流・集約する水弁室およびタービン・発電機を設置する機械室から構成されている。

## 3. 波力発電用ケーソンの設計

波力発電用ケーソン(以下「波力ケーソン」という)の形状は、防波堤と同様の台形ケーソン上部斜面堤<sup>2)</sup>(以下「台形ケーソン」という)を基本形状とした。この形状は当社で開発したもので、台形部の傾斜を $11.3^\circ$ 、上部斜面部を $45^\circ$ としたことによって安定性が向上し、水深14m以深では矩形ケーソンより堤体重量を軽減できることから経済的な最適形状となっている。

波力ケーソンの規模は、定格出力を発電するのに必要な大きさの空気室(偶数)を確保し、かつ堤体の安定条件を満たすように設定する必要があることから、空気室は1函当たり4室とし、奥行きを発電効率の模型実験から基準海面(M.W.L.+0.88m)で7m、高さを水弁室と機械室の設備条件から24mとした。また、端趾圧を抑えるため、港内側に1.28mのフーチングを設けた。水弁室と機械室は工場で鋼板によりユニットとして製作し、波力ケーソン据付後に搭載してコンクリートで巻き立て一体化する構造とした。(図-2参照)

表-1 設計波と水平力

|           | 設計条件          |        |
|-----------|---------------|--------|
|           | H.W.L.        | L.W.L. |
| 潮位(m)     | +1.33         | +0.43  |
| 最大波高(m)   | 11.2          | 10.5   |
| 有義波高(m)   | 7.3           |        |
| 周期(sec)   | 16.0          |        |
| 波長(m)     | 181.1         | 175.5  |
| 波向        | SE(入射角=18.5°) |        |
| 水平波力(t/m) | 154.88        | 189.25 |

波力ケーソンの安定性の検討は、拡張された合田の波圧算定式<sup>3)</sup>を用いて行なった。なお、波圧は基準海面上の斜面に作用する範囲は水平成分と鉛直成分に分割して算定し、基準海面下の斜面は開口部を有することから波圧の鉛直成分を考慮しないで垂直面として算定した。（表-1参照）

部材設計では、空気室部は運輸省酒田港波力発電ケーソン防波堤の現地実験結果<sup>4)</sup>を参考にして FEM による構造解析を行ない、その他の部分は通常ケーソンと同様に「港湾の施設の技術上の基準・同解説」（日本港湾協会）により行なった。

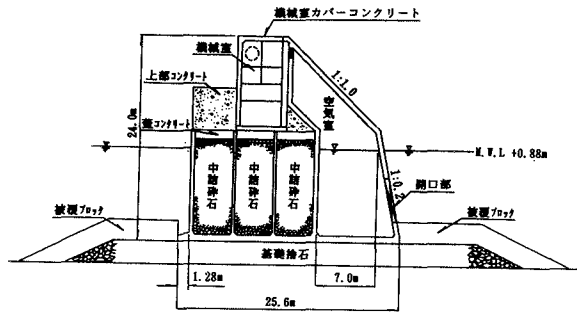


図-2 波力発電ケーソン標準断面図

#### 4. 波力発電用ケーソンの施工

波力ケーソンは、1 函当たりの総重量(4,830t)が進水設備(シンクリフト)の能力(3,600t)を越えるため、陸上製作と海上製作とに分けて製作した。海上では、海上打継場での吃水条件により機械室前面の空気室上部を製作することとした。（図-3、4）

当地点の波力発電は、波力ケーソン2 函を併設し空気流を集約して空気タービンへ送り込むシステムとしている。このため、波力ケーソン間の間隔や据付高さに高い据付精度が要求されること、また、通常ケーソンに比較し据付用ワイヤーがとりづらい、重心が高い、重量が大きい、高さがあり風の影響を受けやすなど据付が困難なことから、気象・海象条件のよい12月に据付工程を設定した。据付は、2,000~700ps の押船3隻と非航旋回式起重機船を使用し据付作業を行ない、所定の精度内で完了することができた。

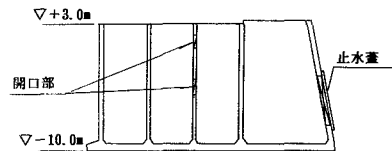


図-3 陸上製作断面

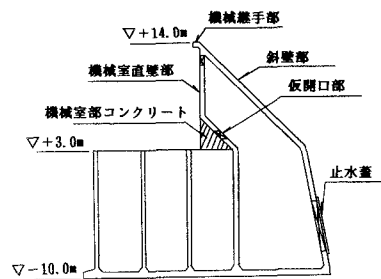


図-4 海上製作断面

なお、波力ケーソン間での不等沈下を防ぐため、ケーソンマウンドの基礎捨石は27.6 t のコンクリート重錘で2層に分けて締固めを行なった。

#### 5. おわりに

平成8年2月末に水弁室と機械室のユニットを400t吊全旋回式起重機船により据付け、引き続き、機械室部のカバーコンクリートおよび上部コンクリートの打設とユニット内の電気関係工事を行なっていく予定である。本年4月からは機器類の調整と試験運転を行ない、9月から実証実験を開始する予定である。

最後に、波力ケーソンの設計・施工に当たり、ご協力いただいた関係各位の皆様に深く感謝いたします。

#### 【参考文献】

- 1)渡部, 中川; 水弁集約式波力発電装置に関する研究, 電学論文 109-B巻第5号, 1989
- 2)奥野, 村野他; 原町火力防波堤における台形ケーソン上部斜面堤の開発について, 電力土木 No.251, 電力技術協会, 1994. 5
- 3)合田, 田中他; 波力発電ケーソン防波堤の実証試験結果, 海洋開発論文集 Vol. 7, 土木学会海洋開発委員会, 1991. 6
- 4)田中, 鈴木他; 波力発電ケーソン防波堤の耐波安定性に関する現地実験結果, 海洋工学論文集38巻(2), 土木学会, 1991. 11