

原町火力発電所防波堤の現地波圧計測による耐波機能の検証

東北電力株式会社 正会員 ○遠藤 正昭
東北電力株式会社 佐々木 修

1. まえがき

東北電力（株）原町火力発電所（石炭専焼、出力 100万kW×2基）では、専用港湾の防波堤に台形ケーソン上部斜面堤（以下「新型ケーソン堤」）を開発・採用しており、この新型ケーソン堤は外洋側に2段階の傾斜を設け、波力の鉛直成分を安定性を利用することにより堤体の縮小化を図っている。

新型ケーソン堤の実海域における耐波機能を検証するため、波浪・波圧等の現地計測を行っており、本稿では、現地計測で得られたデータの解析から、新型ケーソン堤の設計手法の妥当性および耐波安定性について評価・検証した結果を報告する。

2. 現地計測システムの概要

現地計測は図-1に示すように防波堤上の2箇所（P1地点、P2地点）で波圧計測を行い、入射波計測は港湾沖合約1kmのP0地点で行っている。

波圧計測は、波圧センサーとして差動トランス型波圧計をP1地点については16個、P2地点については9個を設置し、各箇所の水圧変動（波圧強度）を測定し、また、波浪観測のP0地点では、超音波波高計、水圧センサー、水平2成分電磁流速計により、波高、水圧、流速を測定している。

計測データは、光／電源複合ケーブルで陸上監視室へ送信し、光磁気ディスクに自動保存している。光磁気ディスクは約1年程度のデータ保存が可能であり、必要なデータを適宜取り出し解析できる。

また、波圧計測は、高波浪時のデータ取得を主目的とし、陸上監視室からの自動制御により、入射波が設定値を越えた時に常時計測モードから連続計測となる異常時計測モードに切り替わるようになっている。

3. 波圧計測データの統計処理

計測データの解析は、高波浪を記録した平成10年1月15日18時から1月17日6時までの期間を対象とした。この期間の最大波高は10.58m、最大有義波高は5.09mであった。

波圧および波力の統計処理は、各波圧センサーでの取得データに

対し、潮位を除去しゼロ・アップ・クロス法により1波毎の波圧値を求め、これを上位順に並び替え、最大を P_{max} 、上位1/10の平均を $P_{1/10}$ 、上位1/3の平均を $P_{1/3}$ 、全体の平均を P_{mean} とした。統計処理は1時間毎のデータに対して行った。1月16日5時～6時の波圧の統計処理結果を図-2に示す。

また、各部に作用する波力について、図-3に示す定義に基づき統計処

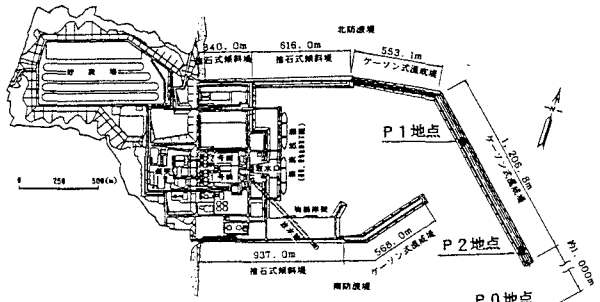


図-1 原町火力発電所全体図および計測位置図

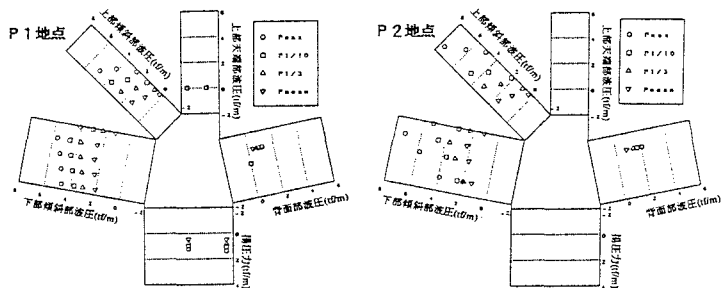


図-2 波圧の統計処理結果(1/16 5:00～6:00)

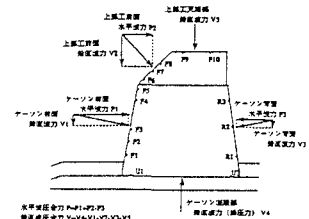


図-3 波力の定義

理を行った。各波力の最大値を表-1に示す。

4. 入射波および堤体前背面水位変動の統計処理

入射波と堤体前背面水位変動の関係を調べるため、入射波についてはP0地点の水位データを用い、P1・P2地点については水圧データを水位変換し、ゼロ・アップ・クロス法により統計処理を行い、周期30秒以下を波浪成分、30～200秒をサーフビート成分、200秒以上を副振動成分に分類した。

各地点の波浪成分およびサーフビート成分の最大有義波高を表-2に示す。

また、各地点の波浪成分とサーフビート成分の有義波高の比較、P0地点とP1・P2地点の波浪成分の有義波高の比較を行った結果、それぞれ比較的高い相関関係がみられ、入射波の波浪成分の有義波高が把握できれば、堤体の前背面の波浪成分およびサーフビート成分の有義波高が予測できると考えられる。

5. 計測結果の評価および検証

新型ケーソン堤の設計に用いた合田式に基づく設計波圧算定式の妥当性を検証するため、波圧算定式による波圧分布の計算値と波圧現地計測による波圧分布との比較検証を行った。有義波高を用いた比較結果を図-4に示す。この結果、計算値と計測値の波圧分布は比較的良く対応しており、合田式に基づく設計波圧算定式の妥当性が確認できたと考えられる。

また、ケーソン堤の耐波安定性には、堤体前面・背面の水位変化が影響を与えるため、波浪に伴う水位変化の確認として、波浪成分の1波毎の波峰高と同時刻の長周期成分の水位を比較検討した。P1地点の計測結果およびブシネスク方程式による計算結果についての比較を図-5に示す。

この結果、波峰高が高くなっても平均的には水位の上昇は認められず、設計どおり堤体前面波圧を考慮すれば、耐波安定性の検討において問題がないことが確認された。

6. あとがき

原町火力発電所で採用した新型ケーソン堤について、今回の現地波圧計測結果の検証により、波圧分布は設計に用いた設計波圧算定式で十分評価できること、また、耐波安定性は前面の波圧分布で評価でき、安定性は確保されていることが確認できたと考えている。

今後は、さらに高波浪のデータを収集・解析し、検証精度の向上を図っていきたいと考えている。

表-1 各波力の最大値

	P 1 地点		P 2 地点	
	発生日時	動(tf/m)	発生日時	動(tf/m)
P 1	1/16 19:00～20:00	89.46	1/16 5:00～6:00	88.36
P 2	1/16 16:00～17:00	24.78	1/16 5:00～6:00	33.06
P 3	1/16 6:00～7:00	23.00	—	—
V 1	1/16 19:00～20:00	16.83	1/16 5:00～6:00	16.34
V 2	1/16 16:00～17:00	24.78	1/16 5:00～6:00	33.06
V 3	1/16 6:00～7:00	5.86	—	—
V 4	1/16 6:00～7:00	0.19	—	—
P	1/16 18:00～19:00	112.69	—	—
P1+P2	1/16 22:00～23:00	108.49	1/16 5:00～6:00	119.97

表-2 波浪成分・サーフビート成分の最大有義波高

	P 0 地点	P 1 地点(観測値)	P 1 地点(計算値)	P 2 地点(観測値)
波浪成分($H_{1/3}$, $T_{1/3}$)	5.09m, 11.2s	13.85m, 9.3s	1.84m, 9.5s	10.67m, 8.6s
サーフビート成分($H_{s1/3}$, $T_{s1/3}$)	0.42m, 60.3s	0.92m, 77.3s	0.28m, 62.5s	0.56m, 59.7s

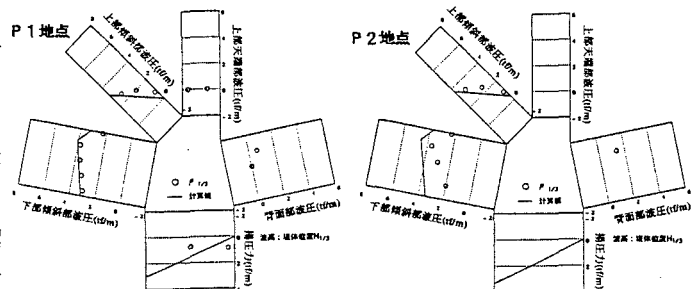


図-4 波圧算定式計算値と波圧計測値との分布比較(1/16 5:00～6:00)

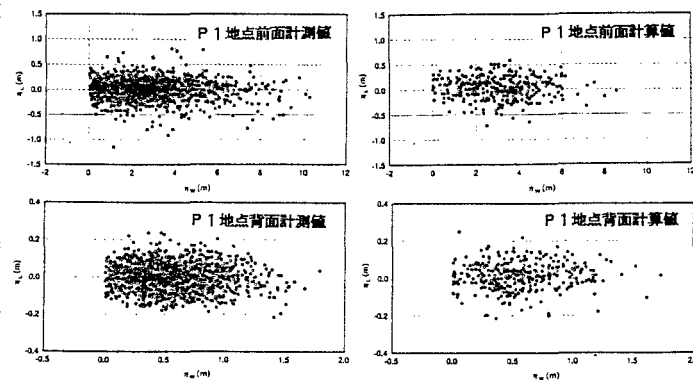


図-5 波峰高 η_w と長周期水位 η_L の比較