

Ⅱ - 127

東通原子力発電所専用港湾で導入した新技術の検証

東北電力株式会社 正会員 村野 清一郎, ○小崎 力

1.はじめに

東北電力東通原子力発電所第1号機は、青森県下北郡東通村に位置し、沸騰水型軽水炉110万kWの発電所で、平成17年12月に営業運転を開始した。東通原子力発電所の専用港湾（以下、専用港湾という）については、平成9年7月に着工、平成15年12月に完成した。港湾の平面図を図-1に示す。専用港湾の工事費は、発電所建設の土木総工事費に占める割合も大きく、合理化が重要な課題であった。今回は、合理化対策として採用した新技術のうち、「台形ケーソン上部斜面後部パラペット型ケーソン」の採用と消波ブロック（アクロポッド）の上部工前面への設置を1個並びとした断面の最適化について現地測定等による検証結果を報告する。

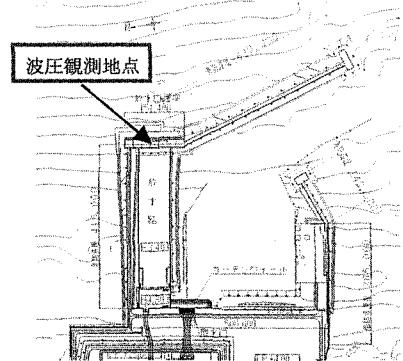


図-1 港湾平面、観測位置図

2.放水口護岸ケーソンへの新型ケーソンの採用について

(1) 概要

東通原子力発電所の復水器冷却用水は、放水口護岸ケーソンに埋設した放水管から海中へ放水する方式となっている。放水口護岸ケーソンの設置位置は、敷地護岸から約400m沖合い水深約10mの砕波帯の位置となり、衝撃砕波力の作用が考えられたため、水理模型実験によってその発生の有無を確認した。この結果、衝撃砕波力により一般的な波力算定式である合田式による波力とを比較し約1.5倍もの波力が測定されたため、工事費合理化のため新型ケーソンについて検討を実施した。検討にあたっては、ケーソンに作用する波力をケーソンの安定側に利用する台形ケーソン上部斜面型に加え、ケーソンに作用する波圧の位相差を期待するため越波量を制限するパラペットをケーソン後部に設ける型式「台形ケーソン上部斜面後部パラペット型」を考案し、水理模型実験からその耐波機能等について確認したうえでこれを採用した結果、約3億円程度の合理化を図ることができた。放水口護岸ケーソンの断面図を図-2に示す。

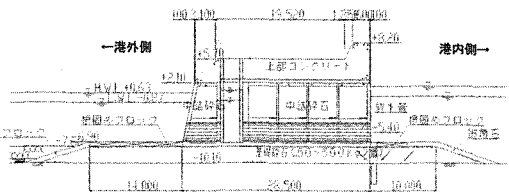


図-2 放水口ケーソン断面図

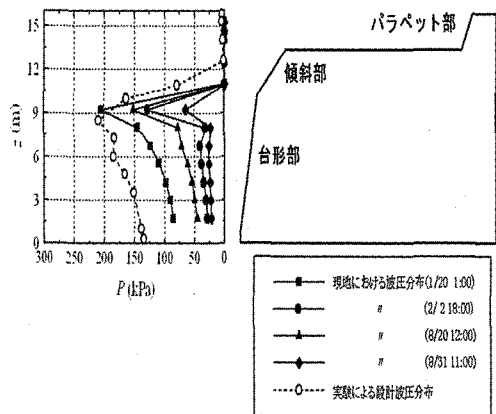


図-3 実験による波圧と現地観測との比較図

表-1 波圧分布算定に用いた波浪諸元

	Hmax	H1/3	T1/3	潮位 T.P(m)
水理模型実験	9.30	7.20	18.0	0.63
1月20日1時	7.87	4.50	8.7	0.16
2月2日18時	5.89	3.28	7.0	-0.36
8月20日12時	6.61	3.69	8.7	-0.06
8月31日11時	5.31	2.96	7.9	0.00

(2) 検証結果

耐波機能については、放水口護岸（延長150m）の中央部において、ケーソンの外洋側に波圧計を設置し、実験による設計波圧と比較することにより妥当性を検証した。

観測期間は平成15年12月から16年9月であり、その間、①平成16年1月20日、②平成16年2月2日、③平成16年8月20日、④平成16年8月31日の計4回、放水口護岸ケーソンに大きな波圧が作用していることが観測された。（観測位置を図-1に示す）

現地観測および水理模型実験の波圧分布について、図-3に示す。表-1は、各ケースのケーソン前面における換算波高を示す。観測結果では、いずれのデータでも波圧の分布形状は同様であり、台形部上端でピークが出現し、斜面部、パラペット部にはほとんど波圧が発生していない。水理模型実験結果と比較すると、波高は小さいものの、今回観測されたレベルの波浪条件においても、衝撃的な砕波力（台形部上端での波圧のピーク）が顕著にみられている。また、時化の継続期間中、台形部上端でみられるピークが最大となるのは、いずれも潮位の低い時間帯であり、水深との関係で砕波の影響が大きいことが考えられる。現地での砕波条件は、波向や風等の影響もあり、一概には言えないが、これより大きな波浪（設計波に近い波浪）では、砕波がより沖合いで発生することにより、ピークは鈍くなるものの、台形部全体に作用する波圧は増え、水理模型実験による設計波圧分布に近づいていくものと推定される。観測結果で見られたピークを考慮しても、ケーソンに作用する波圧の合力は観測結果を十分包含しており、期間中、波力が最大となった期間①でも水理模型実験結果の7割弱に収まっている。

また、1月20日、最も大きな波圧が作用した1時7分～8分において、各波圧計に作用した波圧を時系列で整理したところ、ケーソン台形部、斜面部、パラペット部それぞれに作用する波圧に期待していた位相差が確認され、新型ケーソンの形状は水平波力の低減に効果のあることが検証できた。

3.防波堤断面の最適化について

(1) 概要

専用港湾の防波堤は、設置水深が約10m以浅と比較的浅いこと等を考慮し、経済性の検討により捨石式傾斜堤を採用しており、消波ブロックには、当社原町火力発電所専用港湾で使用実績のあるアクロボッドを使用した。

アクロボッドは、ブロックどうしのかみ合わせ効果が良く、軽い重量のブロックで波力低減効果が得られることに加え、1層積みで十分な安定性と消波効果が確保できるという特徴がある。「港湾の施設の技術上の基準・同解説」では「上部工前面の消波ブロックは2個並び以上」となっているが、水理模型実験を行ってその安定性を確認し、

上部工前面の消波ブロックを1個並びとすることを決定した。東防波堤の断面図を図-4に示す。

これにより、防波堤断面を縮小でき、ブロック重量・個数、捨石量の低減により、約7億円の工事費合理化を図ることができた。

(2) 検証結果

東防波堤は、平成11年12月以降、平成14年10月22日、 $H1/3=6.36\text{m}$ 、 $T1/3=11.60\text{s}$ 、平成15年3月9日、 $H1/3=6.33\text{m}$ 、 $T1/3=13.70\text{s}$ など、低気圧および台風による度重なる高波浪の襲来を受けたが、防波堤の機能は損なわれることなく現在に至っており、水理模型実験等により確認した断面の安定性については十分検証できた。

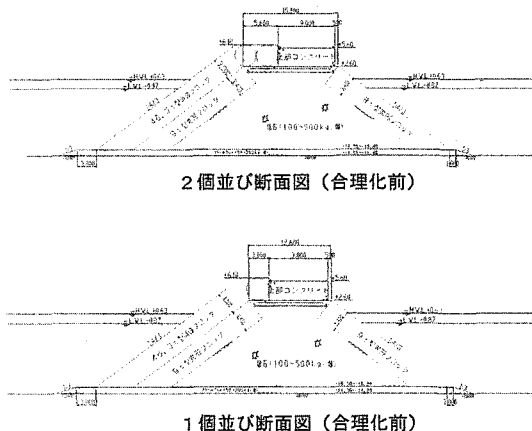


図-4 東防波堤断面図

4.おわりに

専用港湾において採用した、「台形ケーソン上部斜面後部パラペット型ケーソン」については、衝撃的な波力が作用する砕波帯に防波堤を構築する場合、作用する衝撃力を分散させる効果が高く港湾工事費の合理化に十分貢献することが確認できた。また、捨石式傾斜堤において採用したアクロボッド消波工による安定性を確認し、工事費の合理化を達成した。

今後計画される、港湾施設の建設にあたり、今回の防波堤・護岸における新技術とそれらの検証結果が一助となれば幸いである。