

II-66

角度の異なる2つの傾斜壁を有する新型防波堤の開発

東北電力（株） 正会員○ 奥野敏彦

東北電力（株） 村野清一郎

東北電力（株） 阿部修司

1. はじめに

当社の原町火力発電所（出力 100万kW×2基）の専用港湾は、福島県原町市と鹿島町に跨る海岸沿いに鋭意建設が進められている。専用港湾の防波堤は、水深-10m以下を捨石式傾斜堤、それ以上をケーソン式混成堤としている。この内、ケーソン式混成堤は延長約2.3km、ケーソン函数99函とする計画である。そこで、工事費低減を目的として、従来の矩形ケーソン堤に変わり2つの傾斜角を有する新型防波堤（台形ケーソン上部斜面堤）を開発・導入することとした。

本稿では、新型防波堤の形状検討、水理特性や安定性及び経済性について報告する。

2. 新型ケーソン堤の形状検討

新型ケーソン堤の開発に当たり、まず形状検討を行った。原町地点では設計波高が最大波で約13mと高く設計周期が16secと長いこと、海底面は水深-10m～-17mと比較的浅く、その地盤が泥岩で十分な支持力を有すること、消波型ケーソンは製作コストが割高である点などを勘案し、波の鉛直成分を堤体の安定性に利用する、斜面を有する形状とすることとした。その基本形状としては、①ケーソン形状は台形タイプとし、②上部コンクリートの海側部に傾斜を設けることとした。

断面形状の検討に当たり、上部コンクリートに作用する波力は「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の「上部斜面ケーソン堤」に示されている次式に基づいた。

- ・水平成分波力： $P_{h1} = P_{o1} \sin^2 \theta_1$
- ・鉛直成分波力： $P_{v1} = 1/2 P_{o1} \sin 2\theta_1$

また、台形ケーソンに作用する波力は、谷本他の研究¹⁾に従い、合田式で求めた波圧が斜面に直角に作用するものとして次式に基づいた。

- ・水平成分波力： $P_{h2} = P_2 \cos \theta_2$
- ・鉛直成分波力： $P_{v2} = P_2 \sin \theta_2$

断面の算定では、波力の算定、堤体の安定性、工事費の計算を行い最適形状を求めた。その

結果、図-1に示すような1:0.2($\theta_2 = 11.3^\circ$)の傾斜をもつ台形ケーソンと上部コンクリートの前面の傾斜角が1:1($\theta_1 = 45^\circ$)の上部斜面堤の組合せが最適形状となることが分かった。

3. 新型ケーソン堤の水理特性および安定性

新型ケーソン堤の水理機能や堤体の安定性を明らかにするため、矩形ケーソン堤との比較実験（縮尺1/50）と、実証試験として縮尺1/10の実験を実施した。

(1) 実験方法

1/50縮尺実験は当社の海岸水理実験室の二次元水路（長さ35m、幅0.7m、深さ1.0m）を、1/10縮尺実験は電力中央研究所の大型水路（長さ205m、幅3.4m、深さ6.0m）を用いた。堤体模型は、北防波堤（水深-15.5～-17.0m）の断面を対象とし、各縮尺モデルのフルードの相似則に基づいて製作した。実験波は、Bretschneider・光易型スペクトルを目標とした不規則波で、周期は現地換算で13.16, 19 secの3種類とした。実験では、反射・伝達率、越波量、波圧・全波力、滑動量を測定した。

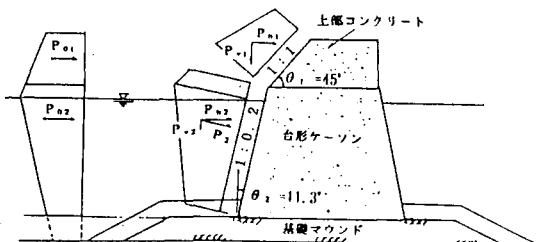


図-1 今回開発したケーソン堤の形状

(2) 実験結果

入射波高に対する反射率 K_r 、伝達率 K_t 及び平均越波量 q の変化を図-2～4に示す。図中の H_m 、 $L_{1/3}$ は堤体位置の入射波の有義波高および有義波周期である。図中の黒ヌリは縮尺1/50、白ヌリは縮尺1/10の場合である。

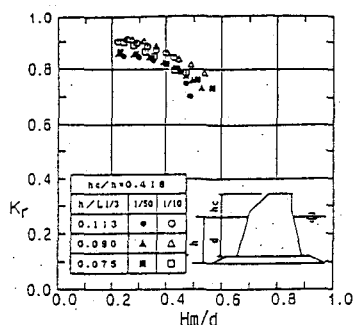


図-2 反射率の変化

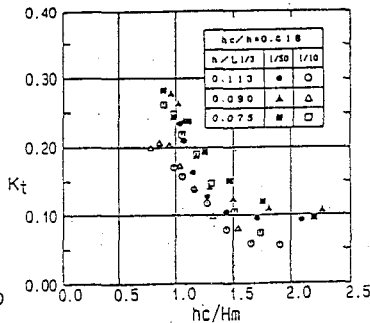


図-3 波高伝達率の変化

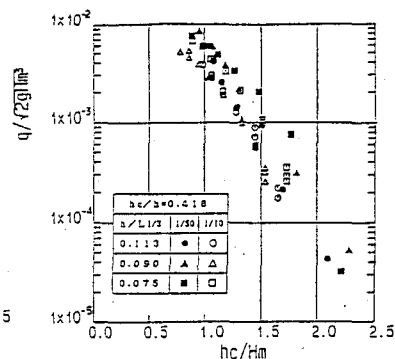


図-4 平均越波量の変化

実験結果は以下のとおりである。

- ・反射率は0.7～0.9、伝達率は0.06～0.29であり、矩形ケーソン堤とはほぼ同じであった。
 - ・無次元平均越波量は hc/H_m が小さい程、周期の長い波程増加する傾向が見られ、矩形ケーソン堤と比べると平均越波量は若干少なかった。
 - ・堤体の滑動性では滑動限界が $H_{max}/H_{cg} = 1$ (H_{max} :砕波を考慮して推定した期待最大波高、 H_{cg} :合田の波力式から求めた滑動限界波高)を中心に ± 0.2 程度のバラツキがあった。
 - ・堤体に作用する波圧は、新型ケーソン堤の方が矩形ケーソン堤より小さかった。これは、新型ケーソンの前面の傾斜により波力が水平成分と鉛直成分に分散されたため低減したと考えられる。
- また、揚圧力はいずれの断面形状も合田式の値とほぼ一致していた。

以上のことから、新型ケーソン堤の水理的特性および耐波安定性は矩形ケーソン堤と比較して大きな差はなく、新型ケーソン堤の適用性は十分あることが確認された。

4. 経済性

図-5に、矩形ケーソン堤の工事費を100%とした場合のケーソン角度に対する新型ケーソン堤の工事費率を示す。これより、新型ケーソン堤のケーソン角度が $11 \sim 14^\circ$ の時工事費率が最低となり、この時矩形ケーソン堤に対し約9%の合理化が図れることが分かる。

5. あとがき

以上の結果より、台形ケーソン上部斜面堤が十分な性能を有していることから、原町港湾防波堤として導入することとした。平成5年7月よりケーソン製作を開始し平成6年1月現在で北防波堤部にすでに3函掘付完了している。

最後に、本ケーソン堤の開発に当たり、運輸省港湾技術研究所及び電力中央研究所の関係各位に深く感謝する次第である。 <参考文献>

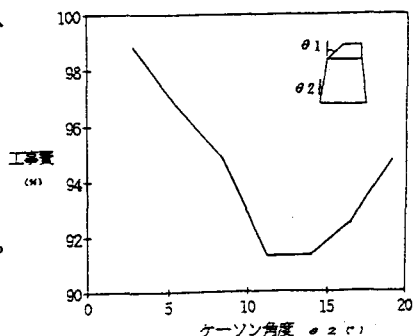


図-5 新型ケーソン堤の経済性

- 1) 谷本勝利・木村克俊：台形ケーソンの水理特性に関する実験的研究、港湾技術資料No.528, 1985.