# 根入れ式鋼板セル防波堤の水理特性および安定性について

元 運輸省 第三港湾建設局 神戸調査	設計事務所	正会員	宮地	陽輔
(独)港湾空港技術研究所	正会員	山﨑	浩之	
国土交通省 近畿地方整備局 和歌山港湾事務所			大西	隆雄
(財)沿岸開発技術研究センター 合川				聖二郎
同	元研究員	正会員	〇今井	誠

# 1.はじめに

和歌山下津港北港地区南防波堤は,根入れ式鋼板セル工法を防波堤の本体構造として日本で初めて採用して おり,平成14年度に鋼板セルの打設を完了している.本工法は,あらかじめ鋼板を溶接して一体化した大径 の円筒体(鋼板セル)を海底地盤中に直接打ち込んだ後,鋼板セル内に砂,石等により中詰めすることで壁体 を築造する工法である。本工法は,護岸・岸壁については全国で 10 数の施工例があり,その設計法は既に取 りまとめられている.しかし,防波堤についての施工例はなく,また設計手法についても確立されたものがな

かった.本稿では,本防波堤を対象に実施した水理模型実 験結果と,それを用いた根入れ式鋼板セル防波堤の設計手 法について報告する.

## 2.構造概要と消波機能

図-1 に,根入れ式鋼板セル防波堤の標準断面図を示す. 本防波堤は港内外の海水交換機能を付加する透過式構造と するため,隣接する鋼板セルに1.5mの間隔を設けて配置し た.

本防波堤は,上部工を2段(水位レベル-1.0と+1.0)の階 段形状とすることにより消波機能を発揮している.本防波 堤の消波の原理としては,以下の作用があると考えられる(図-2 消波機能概念図参照).

- ・ 波が階段を乗り越える際の砕波などに伴うエネルギーの損失。
- ・ 円形形状の上部工の中心に向って波が回折し,互いにぶつかり合って 砕波することによるエネルギーの損失.
- ・ 階段の一段目と二段目で反射した波に生じる位相差による消波
   ・

# 3.設計について

図-3 に,本防波堤の設計手法を示す.まず,水理特性の把握を目的に 水理模型実験を実施した.水理模型実験では,堤体に作用する波圧の把 握と反射率・波高伝達率の確認を行った.

堤体の安定検討は,実験で得られた作用波圧を用いて「港湾の施設の 技術上の基準・同解説」に準じて設計を行った.基準は,護岸・岸壁を 対象にしており、常時土圧の様な静的荷重状態や、地震時土圧の様な繰 り返し頻度が少ない荷重を想定した設計法である.一方,防波堤に作用 する波圧は,頻度の高い繰り返し荷重である点が護岸・岸壁と異なる. 一般に鋼板セルの根入れ部の地盤は,線形な弾性ばねとして評価してい







図-2 消波機能概念図

キーワード 鋼板セル,防波堤,水理模型実験,反射率,伝達率 連絡先 〒102-0092 東京都千代田区隼町 3-16 (財)沿岸開発技術研究センター TEL 03-3234-5862

-487-

る.しかし,粘性土地盤に波力のような繰り返し交番荷重が作用した 場合は,粘性土地盤の強度が低下することが報告<sup>1)</sup>されている.そこ で、根入れ地盤の強度低下を見込んだ二次元 FEM 解析を実施し,堤体 の安定性について確認を行った.解析の結果,根入れ部の改良地盤の 弾性係数は初期強度の約 90%に低減されることがわかった.また,粘 性土のみに着目すると,初期強度の 15~20%程度まで低減されること がわかった.この結果,壁体天端の変位量は,地盤の強度低下を考慮し ない場合では壁高の 0.37%であるのに対し 2.16%と大きくなったが,設 計波を交番載荷しても堤体の変位が発散することがなく安定した挙動 を示すことから,実用上問題ないと判断した.

部材の検討では,通常行われている中詰土圧により発生するセル殻 のフープテンションに対する検討に加え,波圧に対するセル殻の設計を静的三 次元 FEM 解析を用いて実施した.この結果,中詰土圧が波圧より小さ

くなる区間(鋼板セル上面~-8.0m)は,鋼板とコンクリートの合成構造(二重鋼殻)とした.

#### 4.水理模型実験

### (1) 実験概要

根入れ式鋼板セル防波堤の水理特性を把握する目的で模型実験を実施した.実験は平面水槽(縮尺1:30)および長水路(縮尺1:53)にて実施した.

#### (2)実験結果

図-4 に,反射率と相対没水幅(没水している階段部の幅と, 前面水深における波長との比率)の関係を示す.反射率は, 0.6~0.4 程度に分布し,没水幅をパラメーターとすると比較的良 好に整理でき,没水幅が長くなると小さくなる傾向がある. 本防波堤の消波対象波(H<sub>1/3</sub>=2.0m,T=5.5sec)の時,相対没水 幅は0.16 となり反射率は0.4 程度であることがわかった.

図-5 に, 伝達率と相対天端高(潮位から上部工天端までの 高さと, 波高との比率)を示す. 伝達率は, 相対天端高が1.5 以上の場合はばらつきが大きいが, 1.5 以下は近似曲線と比 較的一致する.

図-6 に,模型実験から得られた波圧の合田波圧との比を 示す。水平力はセル部で0.54~0.55,上部工部で0.75~0.82, 鉛直力は0.32~0.42となることがわかった.

# 5.おわりに

今回の事例が,今後の根入れ式鋼板セル防波堤計画の参考と なれば幸いである.本稿は,本防波堤を対象とした技術調査 検討委員会の成果をとりまとめたものであり,また,本構造 形式は住友金属工業㈱の基本構造実験<sup>2)</sup>のデータの提供を 受けてさらに検討を進めたものである.

#### 参考文献

1)山﨑浩之・善功企・加賀谷宏基・舘下徹:「繰返し荷重を受ける粘性土の強度変形特性」港湾技術研究所報告第30巻第4号
 2)木下大也・北村卓也・窪田太:「透過型消波鋼板セル防波堤の検討」土木学会第54回年次学術講演会平成11年9月





図-4 相対没水幅と反射率



