

II-155

大水深混成堤に働く波圧の現地検証

五洋建設（株）技術研究所

正会員 森屋陽一

同上

正会員 関本恒浩

同上

正会員 中山晋一

運輸省第二港湾建設局横浜調査設計事務所

石橋洋信

同上

近藤隆道

1. はじめに

釜石港湾口防波堤は、設置水深が60mにおよぶ我が国最初の大水深防波堤である。このため、設計・施工において、事前に数多くの調査や実験（例えば、谷本ら（1988））が実施され、検討が進められてきた。この成果を踏まえて、防波堤本体構造として安全性、経済性および施工性に優れた下部台形スリットケーソン式混成堤を採用することになった。しかし、設計作業を進めるに当たっては、その過程で新たに採用したり、開発した設計法もある。現在、これらの妥当性を検証するとともに、これから建設される大水深防波堤設計の基礎資料とすることを目的として、ケーソンやマウンドに、波圧計、鉄筋計、強震計などの観測機器を取り付け、高波浪や地震などによる防波堤の挙動を観測している（中道ら、1993）。

本研究は、波圧データを対象として解析を行い、現地観測結果との比較により、大水深防波堤に対する設計波圧公式（例えば、合田（1990））の妥当性の検証を目的とする。

2. 現地観測状況

現在、釜石港湾口防波堤は施工中であり、観測時の防波堤全長は570mである。観測は防波堤先端から270m岸よりの第2号函ケーソンで行われている。図-1は第2号函ケーソンの断面図である。ケーソン本体に波圧計12台、揚圧力計3台およびスリット部に波圧計20台が設置されており、有義波高が3.0m以上の場合に自動的に観測が行われ、観測データはサンプリング間隔0.05sで磁気テープに収録される。ここでは、高波浪が来襲し有効なデータが取得できた1997年2月4日13:33～の10分間のデータを解析対象とした。

3. 入射波高の算定

設計波圧公式の計算は、防波堤に対する入射波の最高波高、最高波周期、波向等を入力条件として行う。観測波

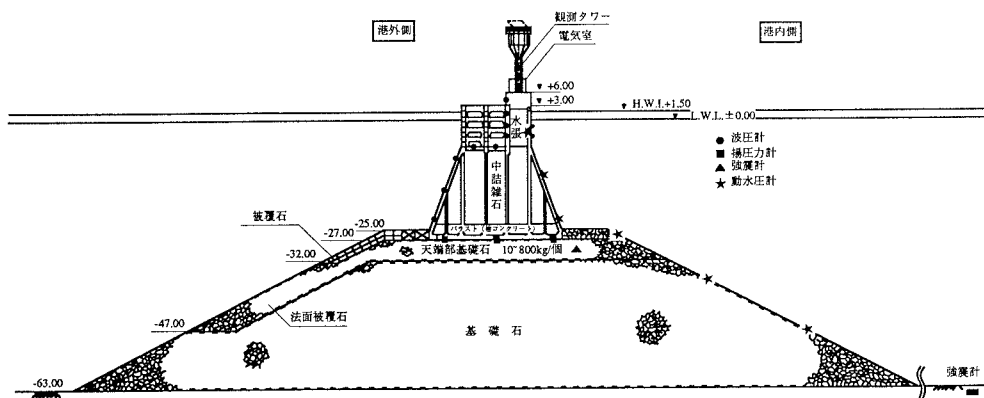


図-1 釜石港湾口防波堤第2号函断面図

キーワード：防波堤，大水深，波圧，回折，現地観測

〒329-2746 栃木県那須郡西那須野町四区町 1534-1 TEL.0287-39-2109 FAX.0287-39-2133

圧との比較計算のためには、観測時の波浪条件を正しく評価する必要がある。そこで、波圧観測日時のNOWPHAS（全国港湾海洋波浪観測資料）の有義波高および有義波周期を用いて、波浪変形計算および防波堤による反射回折計算等を行い、設計波圧公式への入力条件を評価した。

具体的には、① NOWPHAS より波圧観測日時の有義波高、有義波周期の求め、②エネルギー平衡方程式を用いて波浪変形計算を行い、NOWPHASの観測位置での有義波高が一致（誤差±5%以内）するように入射条件を調整し、観測対象とするケーソン位置（水深63m）での有義波高、有義波周期、波向を求めた。ここで、NOWPHASでは波向が観測されていないため、計算する入射波向として、NE、ENE、Eの3方向の計算を行った。次に、③ケーソン前面での有義波高（水深63m）から、海底勾配を1/100として換算沖波波高を計算し、換算沖波波高からケーソン前面のマウンド上（水深27m）での有義波高と最高波高を計算する。④防波堤は深部より施工されているために、施工中は島状防波堤（島堤）となっている。よって、施工状況資料から観測時のケーソンの据えつけ状況を調べ、境界積分方程式法により、規則波（周期としては有義波周期を用いた）に対する島堤の反射および回折の影響による波高の増大率（回折係数）を計算した。最後に、⑤③で求めた最高波高に④で求めた回折係数を乗じて、防波堤前面での回折を考慮した最高波高を求め、これの1/2を設計波圧公式への入力条件とした。また、最高波周期はNOWPHASの観測結果の有義波周期と等しいとし、波向はエネルギー平衡方程式の計算結果を用いた。

4. 観測結果との比較

NOWPHAS（1997.2.4;14:00）より、波圧観測時における釜石港の有義波高は4.48m、有義波周期は11.4sであった。このデータを用いて、波浪変形計算および反射回折計算等による設計波圧公式への入力条件を表-1に示す。ここで、波向

case	θ_1	$H_{\max}(m)$	$T_{\max}(s)$	$\theta(deg)$
1	NE	8.08	11.4	25.2
2	ENE	7.74	11.4	29.2
3	E	7.03	11.4	33.7

表-1 設計波圧公式の入力条件

の定義は、防波堤と直角方向を0deg、時計回りを正とした。次に、観測結果と設計波圧公式による計算結果との比較を図-2に示す。観測結果は、解析対象とした時系列のうち、水平の合成波圧が最大になる時刻の各測点の波圧の値である。波圧値はマウンド上の静水深（ $h=27.0m$ ）を用いて ρgh で無次元化した。ここで、 ρ は密度、 g は重力加速度である。計算結果は、観測結果に比べてやや大きい値になるものの、良い対応を示している。計算結果が、観測結果に比べてやや大きくなる理由としては、①回折波による波向の変化、②防波堤スリット部による回折波の減衰、③回折に及ぼす波の不規則性および多方向性の影響等が考えられる。これらを考慮して入力条件を決定することで、設計波圧公式による計算結果と観測結果の対応は、さらに良くなると考えられる。

5. おわりに

設計波力公式の入射波条件の算定に、島堤の回折を考慮することにより、設計波力公式で観測結果を十分に説明できることがわかり、大水深混成堤においても設計波力公式の妥当性が確認できた。

参考文献

- 合田良実（1990）：港湾構造物の耐波設計－波浪工学への序説－，鹿島出版会，333p.
 谷本勝利・木村克俊・宮崎啓司（1988）：大水深混成堤の直立部に働く波力と活動安定性，第35回海岸工学講演会論文集，PP.637-641.
 中道正人・亀山豊・加藤浩司・上部達生・近藤浩右・佐野泰三（1993）：釜石港湾口防波堤における現地観測について，海岸工学論文集，第40巻，PP.741-745.

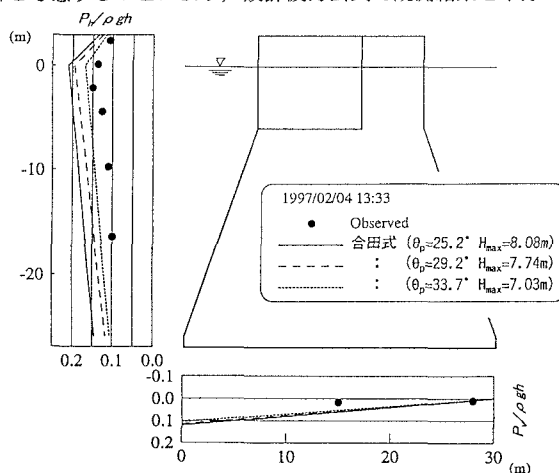


図-2 防波堤に働く波圧分布