

斜面横スリット式ケーソン製作における温度ひびわれ制御についての報告

みらい建設工業株式会社 九州支店 正会員 ○石原慎太郎

沖縄総合事務局 那覇港湾・空港整備事務所

小林 健二

沖縄総合事務局 那覇港湾・空港整備事務所

新垣 英隆

みらい建設工業株式会社 九州支店

上運天 治

1. はじめに

那覇港は、急速な経済発展を遂げつつあるアジア・太平洋地域において、国際コンテナ輸送の中継拠点としてアジアの十字路を目指しており、船舶航行や港湾荷役の安全性を保証することを目的に整備が進められている。那覇港の内、那覇防波堤は小型船舶への反射波の影響を抑えるため、延長 900m のすべての区間で消波機能を有する必要がある、すでに 860m 区間は建設が終了し、南側堤頭部 40m 区間を残すのみとなっている。

この南側堤頭部 40m 区間は那覇空港の制限進入表面直下に位置し、消波ブロックの安全な据付が困難であるとともに図-1 に示すように波作用時における波の打ち上げが利用する航空機に影響を与える影響が懸念された。

そこで、この問題点に対応可能な図-2 の写真に示す新形式の『斜面横スリット式ケーソン』が採用されている。ケーソンの形状は「スリット角度が 45 度」「鉄骨鉄筋コンクリートによる消波機能」を有した構造を採用となっているため、マスコンクリートとしての施工、高流動コンクリートの採用など、施工性・品質性の向上を図るための工夫を行いながら施工しており、その特徴について報告する。

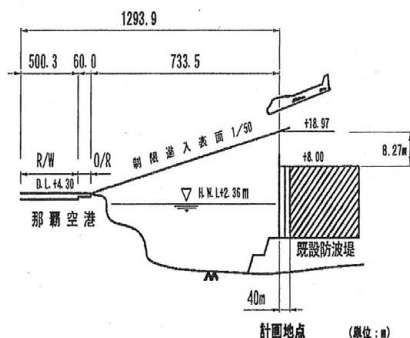


図-1 那覇空港制限進入表面



図-2 斜面横スリット式スリットケーソン

2. 工事概要

本工事で製作する斜面横スリットケーソンは、下記のとおりであった。

躯体寸法：延長 20.0m×幅 24.0(24.5)m×高さ 18.0(19.4)m

3. 温度ひび割れ対策による施工

3-1. ケーソンの形状の特徴

斜面横スリット式ケーソンは、単位セメント量が多く、図-3 に示すとおり前壁・側壁、遊水部下床版およびスリット部において部材厚が 1.0m と厚い形状である。このため、施工に先立ちセメントの水和熱に起因するひび割れに関する照査を行い、有害なひび割れの発生の有無を確認する必要がある、ひび割れ発生確率が高い場合は、適切な対策を講じることとなる。

3-2. 温度応力および温度ひび割れに対する検討

施工に先立ち、温度応力解析を行った。図-4 に遊水部下床版の解析に用いたモデルを示す。FEM による温度応力解析の結果、「ひび割れの発生をできるだけ制限したい場合」の温度ひび割れ指数 1.45 以上を満足しておらず、対策を講じなければ、ひび割れの発生する可能性が高いことが判明した。（表-1 参照）

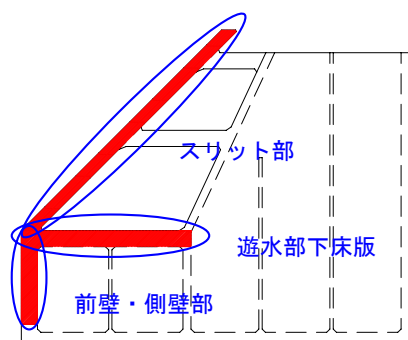


図-3 部材の厚い箇所

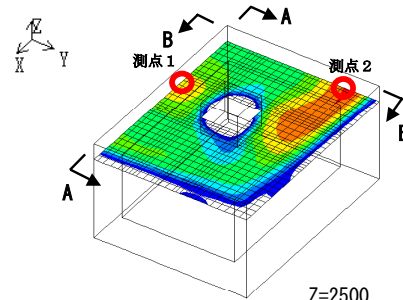


図-4 温度応力解析による温度分布

キーワード：斜面スリットケーソン 温度応力解析 ひび割れ制御 高流動コンクリート

連絡 先：〒812-0036 福岡市博多区上呉服町 10-1 博多三井ビル TEL. 092-262-8020 FAX. 092-262-8025

表-1 コンクリート温度およびひび割れ指数の事前解析結果

部位	コンクリート温度		温度ひび割れ指数		備考
	最高温度	材令	最小温度 ひび割れ指数	材令	
前壁・側壁	66.3℃	打設後 1 日目	1.05	打設後 15 日目	
遊水部下床版	69.1℃	打設後 1 日目	1.22	打設後 7 日目	
スリット部	56.0℃	打設後 1 日目	1.13	打設後 8 日目	高流動コンクリート

3-3. 温度ひび割れの対策

温度ひび割れの対策は、設計・施工・材料の面から各種あげられる。補修を必要としないひび割れ幅 0.2mm 以下となるように、前壁・側壁、遊水部下床版にはひび割れ制御鉄筋を配置（図-5 参照）し、スリット部には膨張材を添加する（図-6 参照）対策を行った。



図-5 温度応力解析による温度分布



図-6 膨張材の添加状況

3-4. コンクリートの温度履歴

温度応力解析値が実施工のコンクリート温度を反映していることを確認するため、コンクリートの温度測定を行った。

測定の結果、最高温度に若干の差があったものの、図-7 のとおり履歴は同じ傾向を示した。この計測結果から、解析値は十分に実測値を反映していたと言える。

3-5. 施工の結果

対策の結果、前壁・側壁、遊水部下床版およびスリット部ともに、補修を必要としないひび割れ幅 0.2mm 以下となった。

4. まとめ

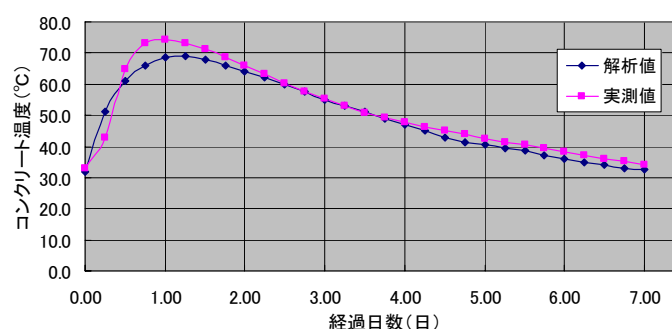
那覇防波堤の南側 40m 区間は、那覇空港の制限進入表面直下に位置するため『斜面横スリット式上部斜面堤』が採用された。その結果、このような特殊なケーソンを製作することとなり、コンクリート温度応力解析や高流動コンクリートの適用など、様々な技術を用いることで施工を進めた。

温度応力解析は、マスコンクリートの施工には欠かせないものであり、躯体のコンクリート断面が大きい場合や水セメント比が小さい場合等には必ず事前に解析を行い、温度ひび割れ指数を確認する必要がある。高流動コンクリートは、那覇港では沈埋トンネルでの実績があったが、さらに膨張材を添加することでひび割れを抑制するという実績が加わった。

今後、特殊な条件下の防波堤では、同様の形状が採用されることも考えられる。その際、この施工で用いた技術が継承されれば幸いである。最後に、このケーソン製作に尽力頂いた関係各位に謝意を表する。

【参考文献】1) コンクリート標準示方書〔施工編〕(2002 年制定) (土木学会)

測点1 コンクリートの温度履歴



測点2 コンクリートの温度履歴

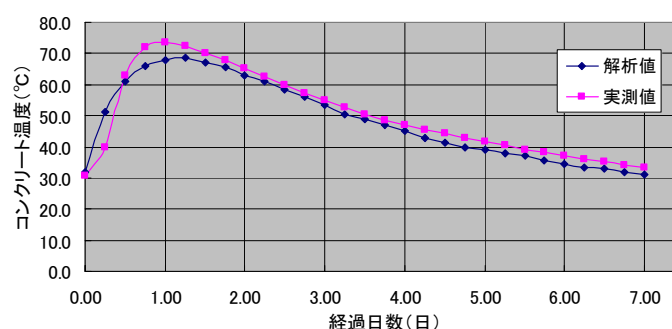


図-7 コンクリートの温度履歴