

膨張材によるケーソン底版コンクリートのひび割れ防止効果の検討

株式会社 奥村組 技術研究所 正会員 ○東 邦和
 株式会社 奥村組 技術研究所 正会員 中村敏晴
 株式会社 奥村組 技術研究所 増井 仁
 名古屋工業大学大学院工学研究科 正会員 梅原秀哲

1. はじめに

膨張コンクリートをひび割れ防止対策として適用する場合には、効果の大きさを適切に評価することが必要である。FEM 解析を用いて膨張コンクリートの応力履歴を解析し、ひび割れ防止効果を検討することを目的として、筆者らは、拘束度および温度条件を変えた拘束膨張試験を実施し、その結果から有効ヤング係数補正係数と要素応力に応じて低減した膨張ひずみを用いる方法を提案している。大型のケーソン構造物底版に膨張コンクリートを適用し、実測値と解析値を比較して膨張材の効果を検討した結果を報告する。

2. ケーソン構造物への適用

2.1 概要

大規模な立坑構造物の底版（厚さ 3m）に膨張コンクリートを適用した。使用材料を以下に示す。

セメント：高炉セメント B 種 密度 3.05g/cm^3

細骨材：千葉県大栄町産山砂，栃木市鍋山町産砕砂，尻内町産砕砂の混合砂，密度 2.64g/cm^3 粗骨材：栃木県安蘇郡田沼町産，砕石，密度 2.71g/cm^3 ， $G_{\text{max}} 20\text{mm}$

混和剤：AE 減水剤標準形，変性リグニンスルホン酸化合物

混和材：石灰系膨張材（構造用） 20kg/m^3

配合は水結合材比 52%，単位水量 160kg/m^3 ，単位セメント量 288kg/m^3 である。

構造物の解析モデルを図-1 に示す。軸対称モデルである。底版コンクリートの計測器設置位置を図-2 に示す。

2.2 ケーソン底版構造物の解析

解析におけるコンクリートの圧縮強度と材齢の関係及び有効ヤング係数は、土木学会コンクリート標準示方書に準拠した。解析手法として膨張材なしの補正係数 ϕ を基準としてさらに、膨張ひずみを付加する方法を用いる。解析においては膨張ひずみの大きさは要素圧縮応力に依存するとして、双曲線式を用いた数値モデルにより膨張ひずみを低減している¹⁾。 $\phi=0.34$ （温度ピーク材齢 3.0 日まで）、材齢 5 日以降 1.0 とし、その間を線形補間した。膨張ひずみは JIS 拘束膨張試験より 220×10^{-6} を与えた。要素圧縮応力による低減に用いた双曲線パラメータの設定定数は $\varepsilon_f / \varepsilon_0 = 0.1$ ， $a=10$ とした。

3. 解析結果と計測結果の比較

温度計測結果と解析結果の比較を図-3 に示す。打設温度は

キーワード：マスコンクリート，膨張コンクリート，温度応力解析，拘束膨張，ひび割れ

連絡先 〒300-2612 茨城県つくば市大砂387 (株)奥村組 技術研究所 TEL029-865-1521 FAX029-865-1522

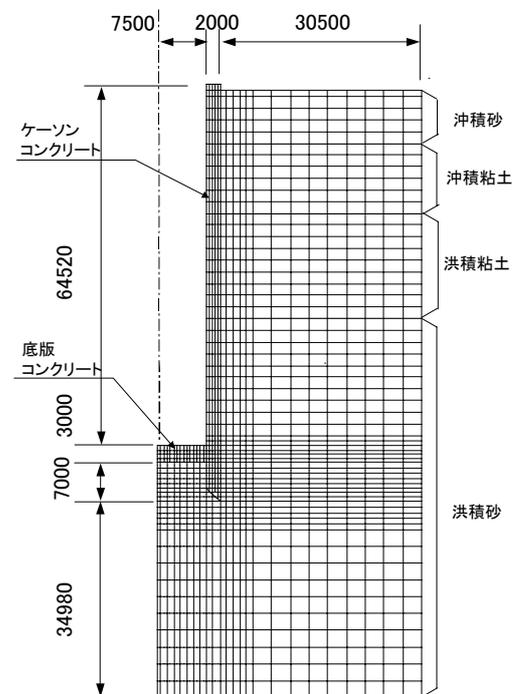


図-1 解析モデル（軸対称モデル）

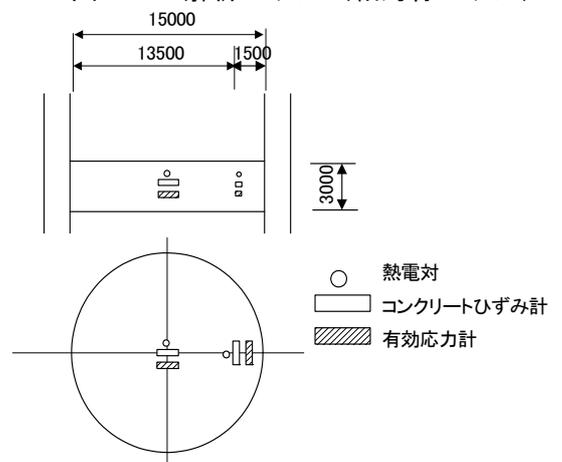


図-2 底版計測器設置位置

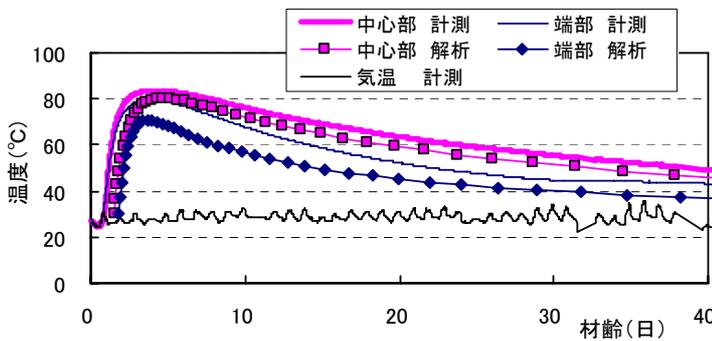


図-3 温度計測結果と解析結果

27°Cである。温度ピークは中心部で 84°C，材齢 3.5 日であった。解析による温度ピークは中心部で 80.2°Cであり，計測値より 3.8°C低い。膨張ひずみの低減の有無による比較を図-4 に示す。低減なしの膨張ひずみ経時変化を用い，解析において要素圧縮力により低減された中心部のひずみは約 50×10^{-6} となった。

解析による低減の有無の応力比較を図-5 に示す。低減により圧縮ピークは中心部で -3.1N/mm^2 が -2.4N/mm^2 に，端部で -2.1N/mm^2 が -1.4N/mm^2 に低減されている。中心部および端部の低減したひずみ解析値と計測値の比較を図-6 に示す。測定ひずみのピーク値は中心部および端部でほぼ等しく約 110×10^{-6} である。低減したひずみ解析値のピーク値は中心部で 144×10^{-6} となりピーク部では測定値より大きい，収縮過程では一致している。中心部および端部の応力の計測値と解析値の比較を図-7 に示す。有効応力計による計測値は，中心部および端部の圧縮ピークで -1.6N/mm^2 であり，要素応力により低減された解析結果は中心部では大きい，精度が改善され，要素応力に応じた低減が必要なることを示している。

4. まとめ

計測値と解析値の比較から，JIS 拘束膨張試験の膨張ひずみの値を低減せず与えた解析では，膨張ひずみを大きく見積もることを示した。要素応力度によって低減することにより解析精度が向上する。ケーソン底版のような周辺拘束の大きい構造物では，膨張力がケーソン側壁に引張力を与えることも考慮して正確な応力予測が必要とされる。底版の応力は材齢に伴う温度低下により，引張側に移行して約 1.0N/mm^2 となったが，ひび割れは発生せず，抑制効果が得られた。

ご協力頂いた国土交通省ならびに奥村・フジタ JV 外郭放水路関係者に感謝の意を表します。

参考文献 1) 東 邦和ほか：膨張材を用いたマスコンクリートの収縮低減効果の解析手法の検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.26，No.1，pp.1329-1334，2004. 6

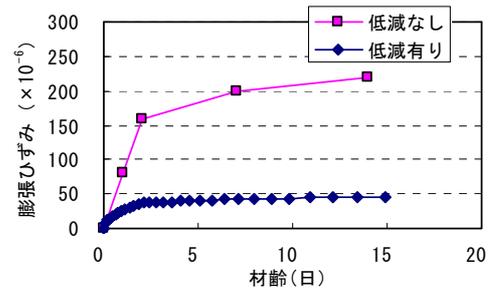


図-4 膨張ひずみ（低減の有無）

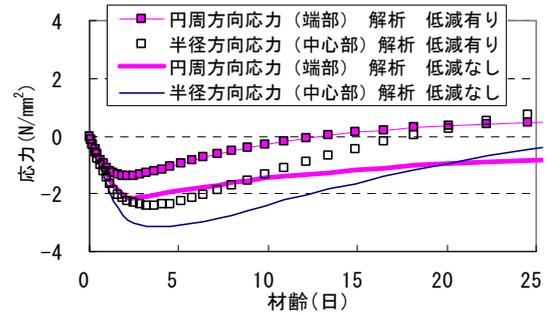


図-5 解析応力の比較（低減の有無）

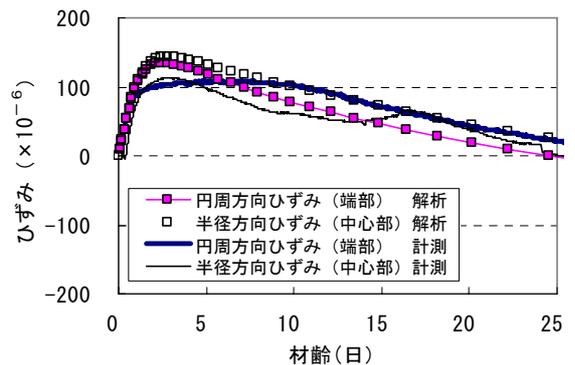


図-6 ひずみの計測値と解析値の比較

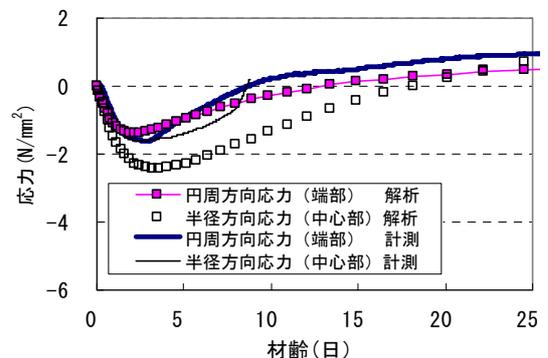


図-7 応力の計測値と解析値の比較