

タンク基礎リングコンクリートへの膨張材適用効果の検討

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 増井 仁
 農林水産省九州農政局肝属土地改良建設事業所 中川原 茂
 株式会社奥村組九州支店 桃野武幸
 名古屋工業大学 大学院工学研究科教授 正会員 梅原秀哲

1. はじめに

九州農政局の灌漑事業の一環として築造した調整池タンク構造物では、ひび割れ防止対策として膨張コンクリートを適用した。膨張コンクリートは、効果の解析方法に定まったものがなく、見込まれる効果の大きさが明確でない。本研究では、始めにタンク基礎リングコンクリートに計測器を設置して、コンクリートひずみと応力を測定した。次に地盤によるリングコンクリートの拘束度を FEM 解析により検討し、それに近い拘束度を持つ拘束枠による拘束膨張試験を行い、その結果から自由膨張量と拘束膨張量を比較して膨張量の大きさを見積もった。3次元解析モデルに膨張ひずみを入力した解析値と実測値を比較して、膨張材の効果を検討した。解析モデルを図 - 1 に示す。

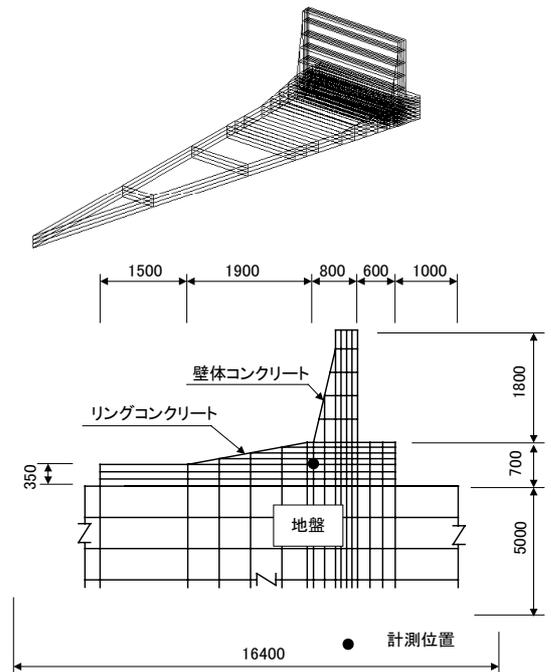


図 - 1 解析モデル（軸対称）

2. 膨張コンクリートの適用

2.1 ひび割れ防止効果の検討

リングコンクリートは軸対称の構造物であり、温度応力発生の原因となる拘束度は、地盤の剛性により大きく異なる。また、膨張コンクリートの膨張量は、打設温度と拘束度により異なってくる。本構造物の地盤はD級あるいはCL級であり、地盤による拘束度を検討するために、地盤剛性を変化させ、FEM 解析により拘束度を求めた。解析に用いた物性値を表 - 1 に示す。単位セメント量 349kg/m^3 、膨張材量 30kg/m^3 で、高炉セメント B 種を使用し、膨張性 CaO を主成分とした膨張材および高性能 AE 減水剤を使用した。

2.2 計測器と測定結果

計測器はリングコンクリート部の対称位置に2箇所配置した。熱電対、測温機能付きコンクリートひずみ計、有効応力計を設置した。2箇所の測定値はほぼ等しい結果が得られた。

コンクリート温度および有効応力の測定値を図 - 2、3 に示す。コンクリートの打設温度は 30°C 、ピーク温度は 62°C である。有効応力は、圧縮で 0.4N/mm^2 、引張で 1.0N/mm^2

表 - 1 解析に用いた物性値

項目	基準値	
c	コンクリートの熱伝導率 (W/m)	2.7
Cc	コンクリートの比熱 (kJ/kg)	1.15
c	コンクリートの密度 (kg/m^3)	2300
Q	断熱温度上昇近似式	49.9
r		1.554
	熱伝達率 (W/m^2) 打設面	14.0
	型枠面	8.0
g	地盤の熱伝導率 (W/m)	3.5
Cg	地盤の比熱 (kJ/kg)	0.80
g	地盤の密度 (kg/m^3)	2600
Eg	地盤の弾性係数 (N/mm^2) の標準	1000
b	膨張コンクリートの膨張ひずみは材齢に応じたテーブル入力とした	

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 TEL0298-65-1521 FAX0298-65-1522

と比較的小さく、ひび割れの発生を防止することができた。

3. 拘束膨張試験とFEM解析

膨張材の膨張性状は、温度と拘束度の違いにより変化する¹⁾。対策として用いた膨張コンクリートの膨張ひずみと効果を検討するために、「コンクリートの乾燥収縮ひび割れ試験方法（JSTM C 8202-1999）」に準拠した拘束枠（拘束板厚さ2.0mm、枠のひずみに対する剛性 $136 \times 10^3 \text{ kN}$ ）を用いて、20の恒温室内で膨張量を測定した。拘束枠の材齢28日を基準とした拘束度（式1）は0.42であり、解析により求めたリングコンクリートの地盤による拘束度0.37に近いものである。

$$\text{拘束度} = \frac{EsAs}{EsAs + \phi EcAc} \quad (\text{式1})$$

拘束枠試験体全体を発泡スチロールで囲んで、水和発熱による温度変化が生じるようにした。コンクリート中にひずみ計を設置して、コンクリートひずみを測定し、拘束枠にひずみゲージを貼付して拘束応力を測定した。コンクリートの打設温度は20であり、ピーク温度は32であった。拘束膨張試験のコンクリートひずみ測定値と設定した自由膨張ひずみを図-4に示す。コンクリートひずみは拘束膨張ひずみと位置付けられるひずみであり、ピークで 340×10^{-6} の値が得られた。本実験の拘束膨張ひずみは温度膨張成分を含んでいるが、自由膨張ひずみに対するものとして解析に用いた。自由膨張ひずみは文献2)より設定した。また、拘束枠から測定したコンクリートの最大引張応力度は 0.68 N/mm^2 であった。これらのひずみを適用してFEM解析より求めた応力の解析値を図-5に示す。若材齢で圧縮応力が実測値より大きいなど、実際のコンクリートに生じた応力と異なっており、膨張ひずみの有効成分を検討する必要があるが、膨張なしと自由膨張ひずみの中間でほぼ測定値に近い引張り応力が得られた。

4. まとめ

本検討で拘束枠の試験から得られた膨張ひずみを用いることによって、膨張コンクリートの応力挙動の概略を表すことができた。しかし膨張コンクリートのひずみは温度および拘束度に影響されて変化することから、今後より詳細な関係を求めていきたい。永山調整池工事所の協力を感謝致します。

参考文献

- 1) 保利 他：膨張材を添加したコンクリートの物理的性状に関する実験的検討、コンクリート工学年次論文報告集, Vol.21, No.2, 1999
- 2) 土木学会：膨張コンクリート設計施工指針、1993

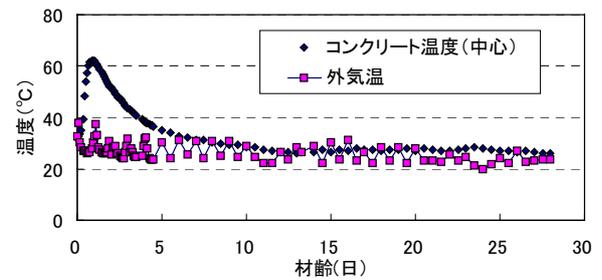


図-2 リングコンクリート温度の測定値

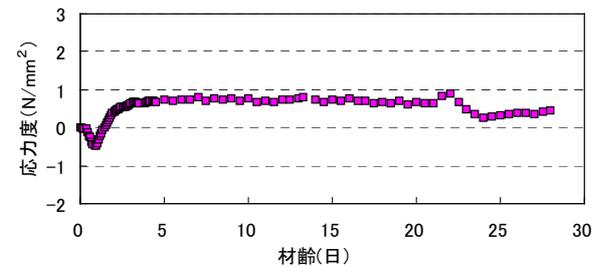


図-3 リングコンクリート有効応力の測定値

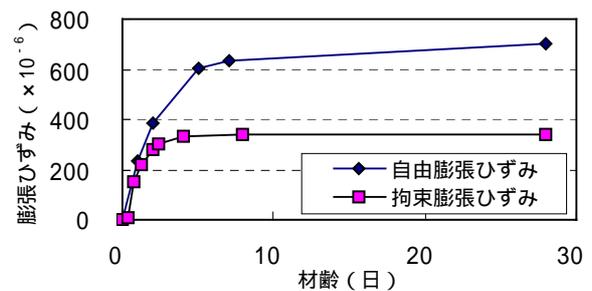


図-4 解析に用いたコンクリートひずみ

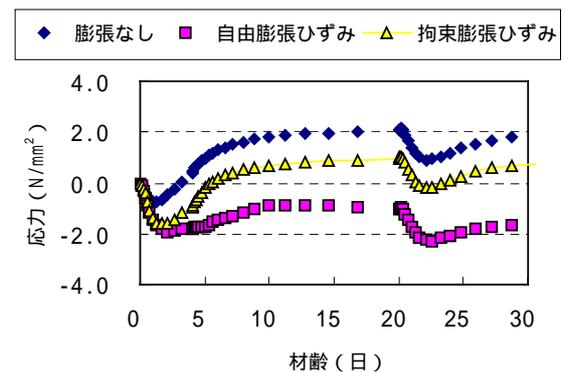


図-5 応力の解析値