

## 膨張材による浄水場側壁部マスコンクリートのひび割れ低減効果に関する現場試験

太平洋マテリアル（株） 正会員 ○佐久間 隆司 佐竹 紳也  
清水建設（株） 正会員 野村 朋宏 後藤 誠一

## 1. 目的

部材厚の厚い壁構造物では、セメントの水和熱に起因する温度収縮や乾燥収縮による体積変化が床版コンクリートに拘束され、有害なひび割れの発生が懸念される。本報では愛知県東海市上野浄水場工事において部材厚 1.0m の側壁部マスコンクリートのひび割れ対策として採用された誘発目地と膨張材の組合せ工法に対して現場計測試験によりその効果を確認し、さらに解析的検討を実施した。

## 2. 計測概要

側壁部に使用したコンクリートの配合を表-1に示す。膨張材は低添加型石灰系膨張材を使用した。図-1, 2示す部材厚 1.0m の側壁部の高さ方向 0.5, 1.5, 2.5m の3箇所において测温機能付き埋込み型ひずみ計、有効応力計(2.5m位置)により、温度、実ひずみ、発生応力を測定した。なお、ひび割れ誘発目地は、4m 間隔で4箇所を設置した。

## 3. 計測結果

実ひずみ、温度、発生応力の計測結果を図3～5に示す。0.5, 1.5, 2.5m位置の最高温度は、それぞれ材齢約1日で47.0, 56.0, 53.8℃を示した。温度下降時において温度は3箇所とも同様の傾向を示すものの2.5m位置の実ひずみが最も急激な収縮を示した。これは、外部拘束が小さいためと考えられる。2.5m位置の発生応力は、材齢0.65日(約16時間)1.63N/mm<sup>2</sup>の圧縮応力が導入され、また材齢22日で1.05N/mm<sup>2</sup>の引張応力が生じた。土木学会の推定引張強度<sup>1)</sup>より算出した引張強度に比べて発生応力は、いずれの材齢においても下回り、また実構造物には誘発目地以外にはひび割れが発生していないことから誘発目地および膨張材によるひび割れ低減効果が確認された。

表-1 コンクリートの配合(30-12-25N)

スランプ (cm)	空気量 (%)	水結合材 比 (%)	単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> )					
			水	普通 セメント	膨張 材	細骨 材	粗骨 材	AE 減水剤
12 ± 2.5	4.5 ± 1.5	47.5	168	334	20	707	1061	3.54

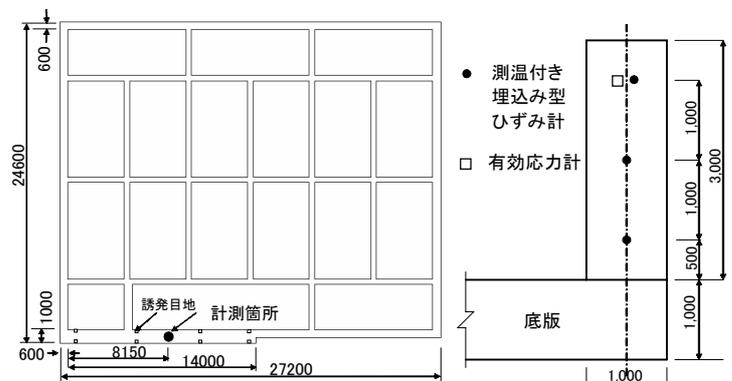


図-1 計測箇所(平面図)

図-2 計測箇所(断面図)

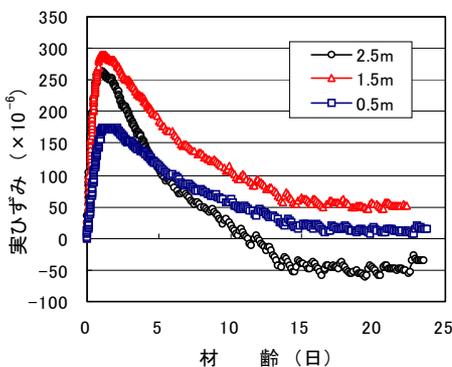


図-3 実ひずみ計測結果

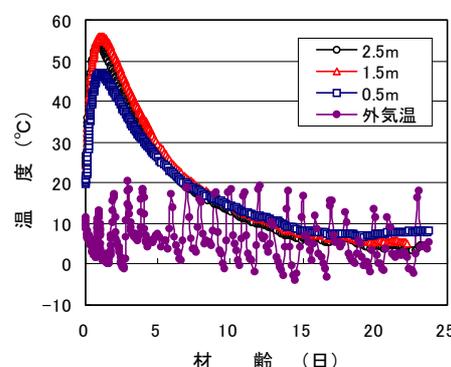


図-4 温度計測結果

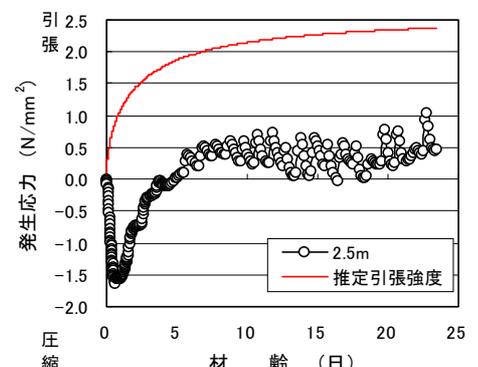


図-5 発生応力計測結果

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

連絡先：〒285-0802 千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋マテリアル(株) TEL 043-498-3921 FAX 043-498-3925

#### 4. 解析的検討

次いで、実測結果に対して解析的検討を実施した。

##### 4.1 解析条件

解析モデル、ポイントを図-6に示す。解析ポイントは、有効応力計を設置した2.5mとした。解析条件は、表-2に示す3ケースとした。解析には温度応力解析プログラム（ASTEAMACS）を用いた。

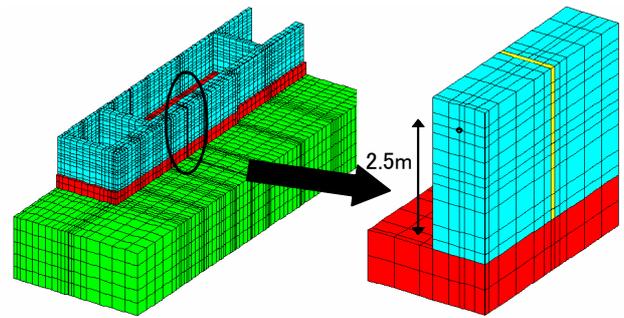


図-6 解析モデルおよび解析ポイント

表-2 解析条件

CASE	CASE 1	CASE 2	CASE 3
コンクリート種類	普通コンクリート	膨張コンクリート	
断熱温度上昇式(°C)	$52.14(1-e^{-1.225t})$	$52.14(1-e^{-1.348t})$	
膨張ひずみ( $\times 10^{-6}$ )	—	—	$150(1-e^{-0.75t^{1.5}})$
熱膨張係数( $\times 10^{-6}$ )	10	7	10
圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	$f'_c(t) = t / (a + bt) \times 1.1 \times f'_c(28) \times d$ $f'_c(28) = 33$ a=4.5 b=0.95 d=1.11		
引張強度(N/mm <sup>2</sup> )	$f_t(t) = 0.44 \times \sqrt{f'_c(t)}$		
有効ヤング係数(N/mm <sup>2</sup> )	$E_e(t) = \Phi(t) \times 4.7 \times 10^3 \sqrt{f'_c(t)}$		
ヤング係数の補正係数	3dまで $\Phi=0.73$ , 5d以降 $\Phi=1$ , 3d~5d直線補間		
熱伝導率(W/m°C)	2.7		
熱伝達率(W/m <sup>2</sup> °C)	7dまで8, 以降14		
環境温度(°C)	10		
初期温度(°C)	18.7		

実測と解析の温度比較、発生応力比較を図-7, 8に示す。実測値は、コンクリート打設直後からの計測結果を用いた。

膨張コンクリートの内部温度は、実際の打設温度の18.7°Cを用い、土木学会の断熱温度上昇式<sup>1)</sup>の速度係数を普通コンクリートより10%大きな値とした。その結果、解析値は51.0°Cとなり、実測値53.8°Cに近い値が得られた。

線膨張係数を $7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ としたCASE2は、温度応力解析にて膨張コンクリートを使用した場合に便宜的に用いられている方法であるが、圧縮応力が実測値より小さい値となる。

JIS A 6202 膨張コンクリートの拘束膨張試験（鉄筋比0.95%）より得られた膨張ひずみ曲線（最大膨張量 $150 \times 10^{-6}$ ）を用いたCASE3は、初期の最大圧縮応力 $1.87\text{N/mm}^2$ が得られ、実測値の最大圧縮応力 $1.63\text{N/mm}^2$ に近い値となり、膨張ひずみを用いることで膨張材を用いた場合の圧縮応力をより近似できる。解析により得られた引張応力も実測値とかなり近い値が得られた。

CASE1の普通コンクリートとCASE3の膨張コンクリートの解析による発生応力を比較すると膨張材により引張応力が約 $0.8\text{N/mm}^2$ 低減可能となり、膨張材のひび割れ低減効果が認められた。

#### 5. まとめ

膨張材を使用した側壁部コンクリートの現場計測試験および解析結果より以下の結果が得られた。

- ①有効応力計により計測した発生応力は、引張強度を上回ることがなく、また実構造物に誘発目地以外にはひび割れが発生していないことから誘発目地および膨張材によるひび割れ低減効果が認められた。
- ②膨張コンクリートの場合、温度応力解析において膨張ひずみを用いることにより実測値に近い圧縮応力を得ることができた。

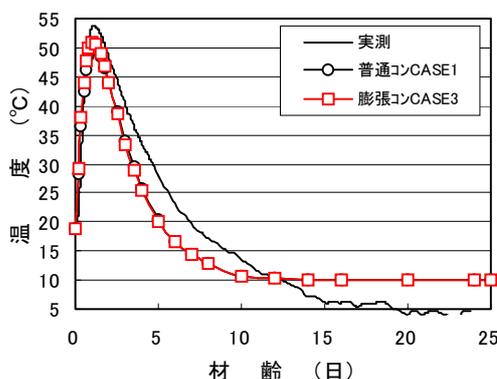


図-7 温度比較

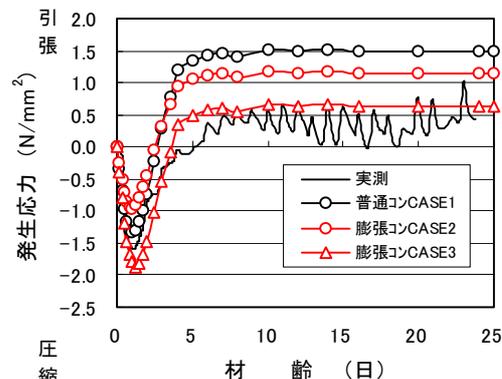


図-8 発生応力比較

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