

膨張材を用いたコンクリートの温度応力解析手法に関する一考察

電気化学工業(株) 正会員 ○保利 彰宏
電気化学工業(株) 栖原健太郎

1. 目的

マスコンクリートにおける膨張材の温度応力緩和に関する評価を目的として、コンクリートの自己収縮ひずみ、温度ひずみおよび膨張ひずみの各体積変化から有効応力を試算し、温度応力試験による実測値と比較・検討した結果を報告する。

2. 実験概要

JCI-SQA7「コンクリートの水和熱による温度ひび割れ試験方法」に準じた図-1による試験装置で、所定の温度履歴を与えながら供試体に生じる応力を測定した。併せて、同一試験槽内に、無拘束の供試体を設置し、無拘束ひずみを測定した。なお、拘束鋼管比は14%とした。また、温度履歴は、壁厚60cmのマスコンクリートを想定した温度解析結果を用いた。

拘束鋼管内部には、材齢12日までは20℃一定の水を循環させ、その後、水温を3℃/日の速度で上昇させて、コンクリート供試体にひび割れが発生するまで、強制的に引張応力を与えた。

コンクリート配合ならびに試験水準を表-1に示す。なお、セメントには市販の普通ポルトランドセメントを、膨張材には石灰・アウイン複合系の膨張材を使用した。

3. 試験結果

有効応力の経時変化を図-2に示す。図-2より、膨張材を混和することで、0.8MPaの応力緩和が確認された。また、拘束鋼管にひずみが発生した材齢、すなわちコンクリートに応力が発生した材齢は打込み後12時間が経過した時点であった。

(1) 無拘束ひずみと体積変化

無拘束供試体から得られた全ひずみを、各体積ひずみに分解したものを図-3に示す。普通コンクリートにおける温度ひずみは、別途作製した供試体から得た線膨張係数を用いて求め、普通コンクリートにおける自己収縮ひずみは、全ひずみから温度ひずみを差引くことで求めた。また、膨張コンクリートにおける膨張ひずみは、「普通コンクリートと膨張コンクリートの自己収縮量が同様である」と仮定して、膨張コンクリートの全ひずみから温度・自己収縮ひずみを差引いて求めた。なお、硬化原点は拘束鋼管にひずみが発生した材齢12時間とした。

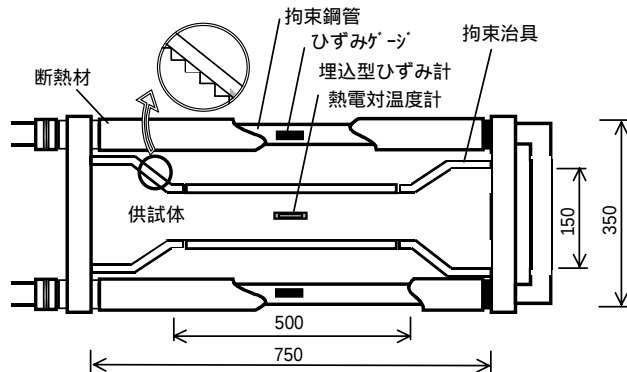


図-1 温度応力試験装置

表-1 コンクリート配合および試験水準

	Gmax (mm)	スラブ [°] (cm)	空気量 (%)	W/B (%)	s/a (%)	
普通コン	25	10	4.5	58.0	44.8	
膨張コン						
	単位量 (kg/m ³)					
	W	C	CSA	S	G	Add
普通コン	160	286	0	809	1045	0.72
膨張コン		266	20			

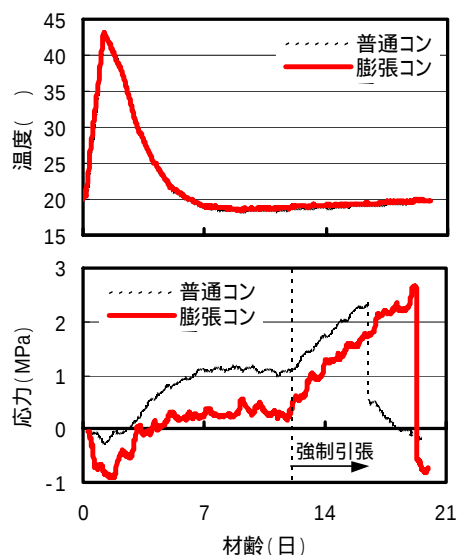


図-2 温度応力試験結果

キーワード 膨張材, 有効ひずみ, 有効応力, 体積変化, 膨張ひずみ

連絡先 〒100-8445 東京都有楽町千代田区1-4-1 電気化学工業(株) TEL:03-5307-5363

（２）拘束供試体の有効ひずみ

普通コンクリートの拘束供試体の有効ひずみ ε_{ef} は、拘束供試体の全ひずみ ε_r から、温度・自己収縮の体積変化の差で表されると仮定した¹⁾。膨張コンクリートでも、同様に考え、膨張材による体積変化を加えた下式で変換した。

$$\varepsilon_{ef} = \varepsilon_r - (\varepsilon_t + \varepsilon_{sh} + \varepsilon_{ex})$$

ここに、 ε_t ：温度ひずみ ($\times 10^{-6}$)、 ε_{sh} ：自己収縮ひずみ ($\times 10^{-6}$)、 ε_{ex} ：膨張ひずみ ($\times 10^{-6}$) である。最小二乗法により

ε_{ex} を近似したところ、下式にて現すことができることを確認した。

$$\varepsilon_{ex} = 150 \times (1 - e^{-0.75t})$$

図 - 4 に拘束供試体の原点補正をした全ひずみと有効ひずみを示す。

（３）拘束供試体の有効応力

拘束供試体の有効応力は、有効ひずみの時間差分毎に有効ヤング率を積和して求めた。なお、有効ヤング率は、JSCE コンクリート標準示方書に記載されているクリープを考慮した $E_c = \phi 4700f_c^{0.5}$ を用いた。なお、コンクリートの圧縮強度 f_c は、実測値を元に時間の関数として与えた。計算結果と計測値とを比較したものを図 - 5 に示す。図 - 5 より、拘束供試体に生じる体積変化から試算した有効応力は、実測値と一致する結果を得た。

４．膨張材の効果

前章より、膨張ひずみを自己収縮ひずみと同様に体積変化として整理することで、膨張コンクリートの有効応力を適切に評価できることが示唆された。

５．結論

以上の結果より、拘束体に応力が発生する時期を「硬化の原点」として捉え、自己収縮ひずみを適切に補正した膨張ひずみを用いることで、温度応力を高い精度で解析することができると考えられる。同時に、温度応力解析の高精度化には自己収縮ひずみの補正が重要であることも示唆された。

【謝辞】本研究に際し、大成建設技術センターの大友氏に多大なご助言を頂いた。付記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 大友他：鋼管・コンクリート複合構造橋脚における温度ひび割れ発生機構とその評価方法に関する研究，コンクリート工学論文集 第13巻第3号，pp91-103，2002.9

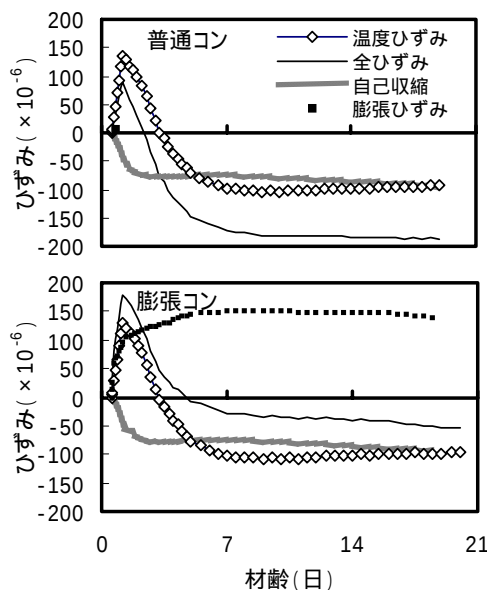


図 - 3 無拘束ひずみ

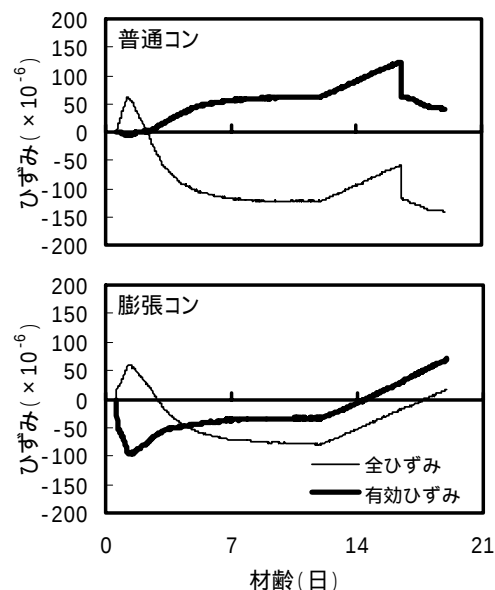


図 - 4 有効ひずみ（拘束供試体）

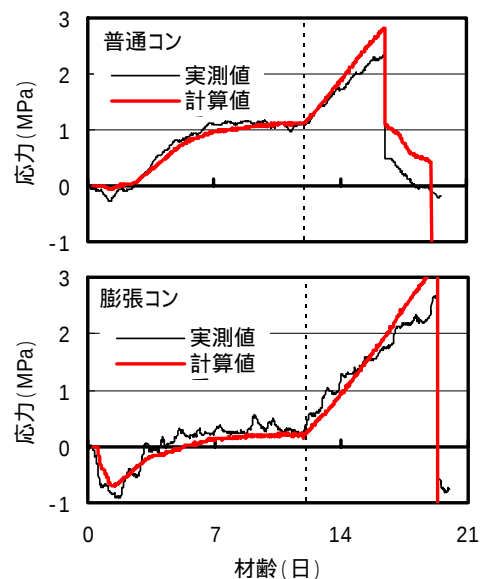


図 - 5 有効応力の比較