

コンクリートの温度ひずみと自己収縮の関係

広島大学 正会員 田澤栄一 大成建設 橋本聖三
 広島大学 正会員 宮澤伸吾 広島大学 学生員 ○筋野晃司

1. まえがき

温度変化に関する材齢初期のひび割れ予防は、マスコンクリートの場合において特に重要である。温度ひび割れの原因は、セメント水和時の微小組織の変化により自己応力が発生するためと考えられるが、メカニズムは解明されていない。また、近年の研究では、コンクリートに自己収縮が発生することが報告されている。そこで本実験では、この自己収縮の温度ひび割れに対する影響について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 実験装置 ひび割れ試験装置をFig. 1に示す。4本の拘束鋼管と2枚の側板より構成される。鋼管は、長さを一定に保つために断熱し、管内に一定温度の水を循環させる。側板は、ナットにより鋼管と強く固定されている。供試体は試験断面10×10cm、試験長50cmとなっており、側板間の型枠内に設置する。試験部は、型枠の拘束を受けないように、発泡スチロール製の型枠を用いてある。測定は、埋め込みひずみゲージと熱電対を供試体中央部に埋め込んで行った。乾燥を防ぐため、供試体表面はポリエチレンシートで覆った。

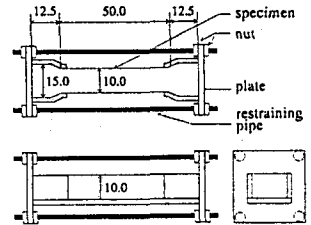


Fig. 1 ひび割れ試験装置

2.2 ひび割れ試験 コンクリートの配合をTable 1に示す。試験装置は、打設高さ1.5mのマスコンクリート中央部の温度履歴と同じになるように制御した室内に静置し、コンクリート打ち込み直後から試験を行った。

Table 1 コンクリートの配合

Mix No.	Type of cement	W/C (%)	s/a (%)	Unit content (kg/m ³)					
				W	C	SF	S	G	Ad
1	LHC	30	37	160	533	—	633	1120	1.60
2	NPC	20	34	160	720	80	502	1012	12.0

LHC: Low Heat Cement, NPC: Normal Portland Cement, SF: Silica Fume

3. 実験結果及び考察

3.1 ひずみの重ね合わせ理論の妥当性¹⁾

非拘束供試体で測定されるひずみを以下のようにひずみの和であると仮定する。

$$\varepsilon_t = \varepsilon_T + \varepsilon_A \quad (1)$$

ここに、 ε_t : 非拘束供試体のひずみ

ε_T : 温度ひずみ

ε_A : 自己収縮ひずみ

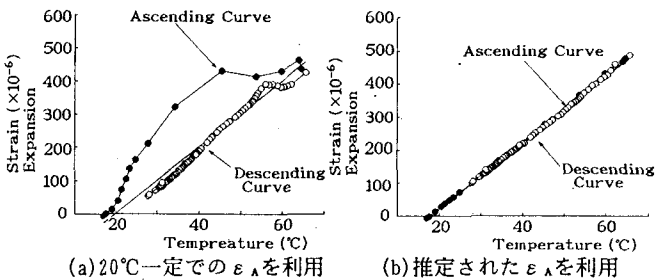


Fig. 2 温度ひずみの推定 (Mix 2)

Fig. 2-(a)は、20℃一定での ε_A を用いて ε_T

を換算したもので、Fig. 2-(b)は、予め行った別の検討によりマチュリティによって温度の影響を補正した ε_A を用いたものである。Fig. 2-(b)に示すように、自己収縮ひずみを考慮すると ε_T は線形となり、一部で指摘されていたヒステリシスの影響はない。温度ひずみには(2)式のような理想的な関係が成立する。

$$\varepsilon_T = \alpha \cdot \Delta T \quad (2)$$

ここに、 α : 熱膨張係数、 ΔT : 温度変化

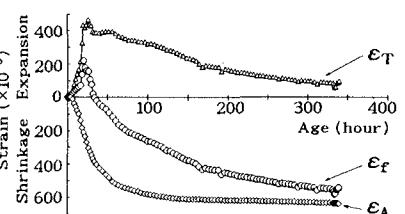


Fig. 3 非拘束供試体ひずみ分類 (Mix 2)

Fig. 2-(b)の回帰分析より求まる α を用いてひずみを分類したものをFig. 3に示す。材齢初期において、温度が上昇しているにも関わらずひずみかけのひずみが減少しているが、(1)式の理論が成立するとすれば、自己収縮の影響であると説明することが可能である。

3.2 ひび割れ試験結果

Mix 1の温度、ひずみの経時変化をFig. 4に示す。この場合、温度変化に起因するひずみに対し、自己収縮に起因するひずみはきわめて小さい。温度と応力の関係をFig. 5に示すが、これより最高温度時に応力が最大となることが確認できる。

Mix 2の温度とひずみの経時変化をFig. 6に、温度と応力の関係をFig. 7に示すが、温度が上昇しているにも関わらず応力が引張側に移行していることが分かる。この配合では計算上、材齢2日で約 50×10^{-6} の自己収縮が発生し、この自己収縮の影響が大きいと考えられる。

3.3 クリープの影響

拘束供試体のクリープひずみを比較したものをFig. 8に示す。(a)の場合には、クリープひずみはすべて圧縮ひずみとなっている。しかし(b)の場合

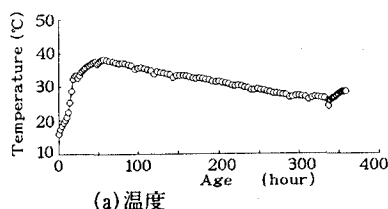
には、ほとんどが引張ひずみとなっている。この違いは、材齢初期の自己収縮ひずみの量に起因するものと考えられる。長期材齢でのクリープ係数($\phi = \epsilon_c / \epsilon_s$)は、それぞれ1.5と4.2となった。Mix 1は温度ひずみが、Mix 2は自己収縮ひずみが、それぞれのクリープの主要因であると理想的に考えた場合、温度ひずみが拘束されたときのクリープは、自己収縮ひずみが拘束されたときのクリープの約1/3と小さいことになる。

4. まとめ

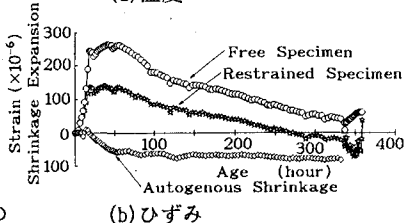
- (1) 材齢初期に発生する自己応力は、温度変化の影響と同時に自己収縮の影響も受ける。
- (2) 拘束された場合、自己収縮ひずみのクリープは、温度ひずみのクリープに比べ約3倍と考えられる。

参考文献

- 1) E. Tazawa, Y. Matuoka, S. Miyazawa, S. Okamoto : Effect of Autogenous Shrinkage on Self Stress in Hardening Concrete, Int. Symp. on Thermal Cracking in Concrete at Early Ages, Munchen, 1994



(a) 温度



(b) ひずみ

Fig. 4 Mix 1の実験結果

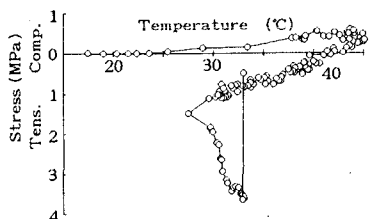
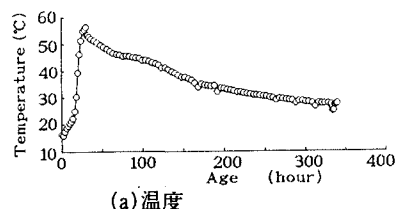
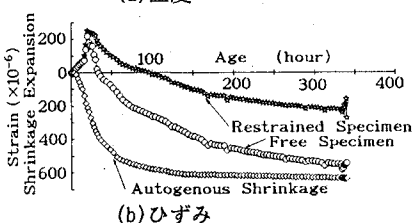


Fig. 5 Mix 1の温度とひずみの関係



(a) 温度



(b) ひずみ

Fig. 6 Mix 2の実験結果

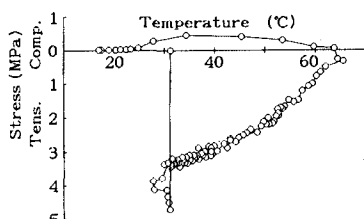
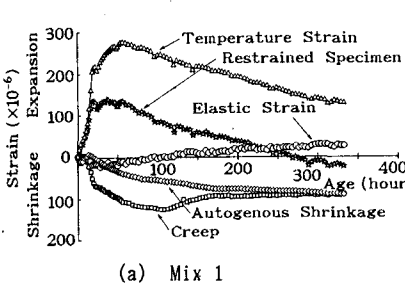
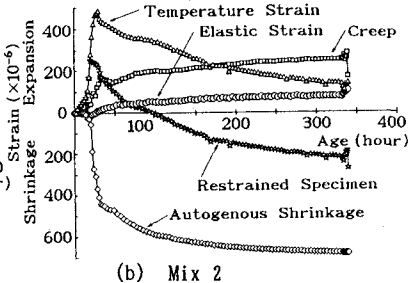


Fig. 7 Mix 2の温度とひずみの関係



(a) Mix 1



(b) Mix 2

Fig. 8 拘束供試体のひずみ分類