

膨張コンクリートの若材齢時でのクリープに関する実験的検討

法政大学 ○神谷 武智
 法政大学 古谷 学
 法政大学 溝淵 利明
 鹿島建設（株）技術研究所 関田 徹志
 鹿島建設（株）技術研究所 百瀬 晴基

1.はじめに

セメントの水和熱に起因する温度応力によって生じる比較的若材齢でのひび割れは、コンクリート構造物における初期欠陥となる場合があり、耐久性に大きな影響を与える要因の一つといえる。したがって、温度ひび割れ発生の有無を定量的に把握することは、コンクリートの構造物の耐久性を評価する上で重要な課題といえる。温度ひび割れ抑制対策は構造物の要求性能に応じて、温度応力解析の結果を基に検討されることから重要構造物の場合事前に精度の高い温度応力解析を行う必要がある。しかしながら、高い精度での温度応力解析を実施するためにはクリープ係数等の特性値が明らかとなっていることが必要であるが、ひび割れ抑制のために用いられている膨張材等による若材齢時のクリープ特性はその膨張過程を把握するのが難しく、ほとんど明らかとなっていない。本研究では、温度応力によるひび割れをより精度よく評価するために、膨張材等のひび割れ抑制を考慮した若材齢クリープ挙動について検討を行った。本報告ではこれらの実験結果について報告する。

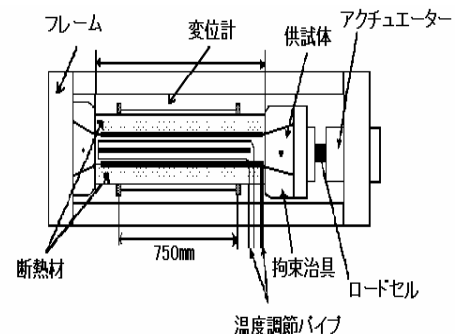


図1 拘束供試体

2.実験方法

配合は普通セメント、低熱セメント+膨張剤、普通セメント+膨張剤+収縮低減剤の3配合とした（以下配合A、配合B、配合Cと称す）。配合表を表1に示す。

表1 配合表

配合条件	kg/m ³								
	水 W	セメント C	CSA(膨張材)	細骨材 S	粗骨材 G		AE剤 g/m ³	高性能AE減水剤 g/m ³	低級アルコール系(収縮低減剤)
					粗目	細目			
A. 普通セメント	170	378	-	776	192	767	11.34	3024	-
B. 低熱セメント+膨張材	170	358	20	761	193	786	28.35	1790	-
C. 普通セメント+膨張材+収縮低減剤	170	358	20	761	193	786	5.67	1253	6

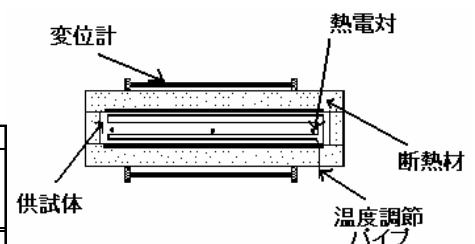


図2 無拘束供試体

クリープ試験には温度応力シミュレーション装置を使用した。この装置は油圧式のアクチュエータにより変位制御、荷重制御が可能である。また、供試体周囲に温度調節可能な配管が配置されていて、温度管理された水を流すことで供試体温度を一定に保つことができる。実験では、図1に示す拘束供試体でコンクリートの実ひずみを、図2に示す無拘束供試体でコンクリートの自由ひずみである自己収縮ひずみを計測した。載荷開始材齢は打設後1日とし、供試体への載荷荷重は材齢1日での圧縮強度の30%、供試体の温度は20℃とした。また、凝結開始時間までは無拘束状態とし、供試体はビニールシートで覆い水分の逸散を防ぎ、断熱材を用いて温度変化を防ぐようにした。

3.クリープの定義

本実験におけるクリープは以下のように定義した。

$$\varepsilon_{ce}(t) = \varepsilon_c(t) - \varepsilon_e(t) - \varepsilon_{csh}(t) + \varepsilon_{cee}(t, \tau)$$

$\varepsilon_{ce}(t, \tau)$: コンクリートのクリープひずみ $\varepsilon_c(t, \tau)$: コンクリートの実ひずみ
 $\varepsilon_e(t)$: コンクリートの弾性ひずみ $\varepsilon_{csh}(t)$: コンクリートの自己乾燥収縮ひずみ
 $\varepsilon_{cee}(t, \tau)$: 弾性係数の変化によるクリープひずみ

キーワード：若材齢、クリープ、膨張材、収縮低減剤

連絡先：〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 Tel.042-387-6286

4. 結果及び考察

4.1. クリープひずみ

算出したクリープひずみを図3に示す。図3より、A配合に比べて膨張コンクリートであるB配合、C配合のクリープひずみは大きいことがわかる。

4.2. クリープ係数

クリープひずみより求めたクリープ係数を図4に示す。図4よりA配合では材齢18日でのクリープ係数が約1.93、同様にB配合では6.48、C配合で4.25となっている。一般的に普通コンクリートのクリープ係数は2.0程度とされていて、普通セメントを使用した配合Aの実験値はそれに近い値を示していることがわかる。膨張材を使用したB配合、C配合のケースでは、クリープ係数がA配合の普通セメントに比べ大きい値を示している。これは膨張材及び収縮低減剤の影響であると考えられる。また図3と比べC配合の値がB配合の値を下回る結果となった。

4.3 既存式との比較

既存の予測式と実験によって得られたクリープ挙動とをA配合において比較検討した。比較する既存式にはMC90式、JCI式、ACI-209式を用いた。図5より、MC90式では曲線形状が類似しており、材齢3日から6日までを若干過小評価している点を除けば、概ね一致している。ACI-209式は全体を通して実験値より小さい値を示している。また、JCI式では材齢1日から2日までの初期においては概ね実験値と一致する評価をしているが、その後は過小評価となっている。以上のように、本研究の範囲では、比較を行った既往のクリープ予測式の中ではMC90式がもっとも妥当性が高いといえる。

A配合において比較的良い一致を示したMC90式を用いて、B、C配合について比較した結果を図6に示す。図より、B、C配合共にMC90式より大きい値をとっており、MC90式では膨張コンクリートのクリープ係数を予測することは難しいといえる。これは、MC90式がセメントや膨張材、収縮低減剤といった材料の特性値を考慮しておらず、強度や試験条件のみに支配されているためと考えられる。ただし、A配合と同様にB、C配合においても実験値と予測式の曲線形状は類似している。このことからMC90式に膨張特性を考慮した関数を加えることで、実験値を再現できる可能性があると考えられる。

5. まとめ

若材齢時でのクリープ挙動を把握するために、温度応力シミュレーション装置を用いたクリープ実験を行った。その結果、膨張材や収縮低減剤を混入したコンクリートについて若材齢であるにもかかわらず、クリープ性状の測定を行うことができた。

今後は載荷材齢及び配合条件を変化させたケースについて実験を行い、既存のMC90式を基にして膨張コンクリートに適用できるクリープ予測式を構築していく予定である。

参考文献 入矢桂史郎: 若材齢コンクリートのクリープに関する研究, 名古屋工業大学大学院博士論文, pp.17-43, 1999

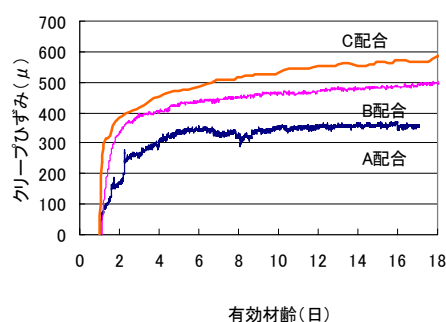


図3 クリープひずみ

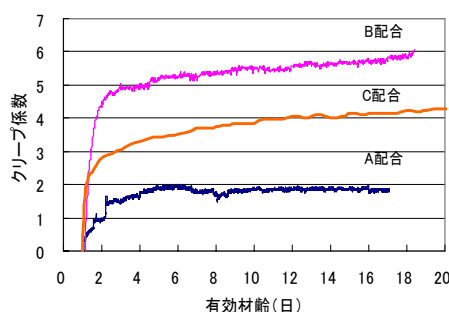


図4 クリープ係数

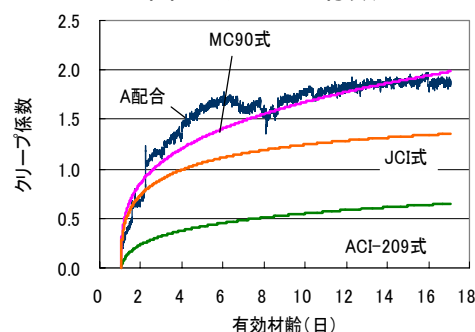


図5 クリープ係数比較
(普通コンクリート)

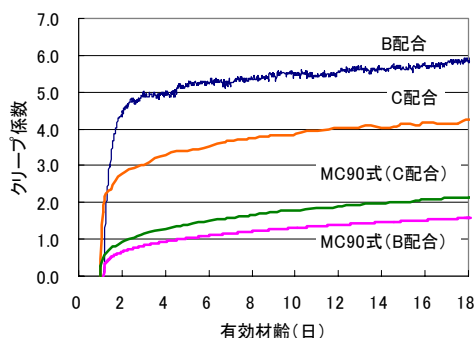


図6 クリープ係数比較
(膨張コンクリート)