

水和反応抑制環境下における若材齢コンクリートの引張クリープ実験

山口大学大学院 学生員 ○三村 陽一 吉武 勇 林 一成
山口大学 正会員 浜田 純夫 中村 秀明
(株)エイトコンサルタント 正会員 永井 泉治

1 はじめに

マスコンクリート構造物では、水和熱による温度ひび割れの発生が問題となる。したがって、事前の温度応力解析によりひび割れ発生予測を行うことが極めて重要であり、その予測精度の向上には若材齢時におけるクリープ特性の明確化が必要不可欠である。ここで、若材齢時のクリープに対し、水和反応の進行度は特に大きな影響を及ぼすと考えられるため、本研究では低温環境下において、水和反応の進行を抑制した状態で引張クリープ試験を行い、種々の水和度におけるクリープ挙動の明確化を図った。特に、配合条件がクリープに及ぼす影響を検討するため、単位セメント量および使用するセメントの種類を実験因子として引張クリープ試験を行った。

2 実験概要

2.1 実験方法

本研究では図-1 に示すレバー式の試験装置を用い、平均-1℃(±0.25℃)の冷凍庫において引張クリープ試験を行った。試験供試体はφ10×h20cm の円柱型であり、供試体端面にエポキシ系接着剤および補強用ボルトでステンレス製の載荷板を取り付けた後、表面に撥水处理を施したものである。また、載荷応力は試験供試体と同時に作成した円柱型供試体を用いて強度試験を行い、その平均値から所定の応力強度比になるように算出した。ひずみの測定は測温機能を有する埋め込みゲージを使用し、GPIB インターフェースを介し 15 分ごとにパソコンのハードディスクに記録した。また、試験供試体と同一環境下に無載荷状態の円柱型供試体を設置し、載荷以外の要因により生じるひずみを計測し、重ね合わせより載荷に伴うひずみ(以下、載荷ひずみと略す)を求めた。

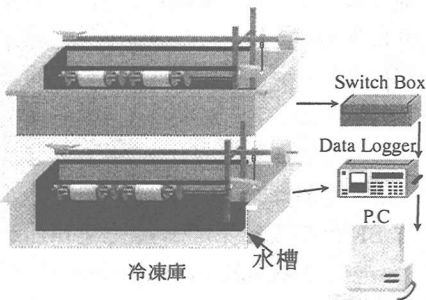


図-1 引張クリープ試験装置

表-1 実験項目

応力 強度比	載荷 材齢	記号					
		O20	O30	O40	B30	L30	
20%	1.5日		○		○	○	
	2日	○	○	○	○	○	
	3日	○	○	○	○	○	
	4日	○	○	○	○	○	
	5日	○	○	○	○	○	
30%	1.5日		○				
	2日	○	○	○			
	3日	○	○	○			
	4日	○	○	○			
	5日	○	○	○			
40%	1.5日		○		○	○	
	2日		○		○	○	
	3日		○		○	○	
	4日		○		○	○	
	5日		○		○	○	

表-2 配合表

記号	セメント	単位量 kg/m3				混和剤 kg/m3	
		W	C	S	G	AE	防凍剤
O20	普通	110	200	912	1177	0.50	4.00
O30		165	300	812	1047	0.75	6.00
O40		220	400	711	917	1.00	8.00
B30	高炉	165	300	807	1042	0.75	6.00
L30	低熱	165	300	814	1050	0.75	6.00

3 引張クリープ試験

3.1 単位セメント量による比較

単位セメント量の違いによる載荷ひずみの変化を図-2 に示す。この図より単位セメント量が増すご

とに載荷ひずみが大きくなっていることが分かる。これは、単位セメント量が増加するにつれ強度が増すために、同一の応力強度比で載荷した場合、載荷応力が大きくなることによるものと思われる。また、単位セメント量が増えると骨材量は減少するためクリープに対するコンクリートそのものの抵抗性が低下し、さらにコンクリート内部に存在する未水和セメントペーストの占める割合が大きくなることにより、その粘性の影響が大きくなったこと等も要因のひとつに挙げられる。

ここで、載荷応力の影響を無次元化するため、単位応力あたりのクリープを示す Specific Creep を用いて結果を整理すると図-3 に示される結果となった。この結果から、単位セメント量の違いによる Specific Creep の比較では特に有意な差異は認められないことが分かる。このような現象の要因として、骨材とセメントペーストの界面に生じる遷移体のマイクロクラックの影響が考えられる。遷移体は内部にモルタル本体よりも多くの空隙を有し、その寸法も比較的大きい。この空隙からマイクロクラックが伸展していくために遷移体の強度は極めて小さくなる。ここで、コンクリート内部で骨材の表面積が増加すると遷移体を形成する基盤が増すことになり、クリープが大きくなる原因となる。つまり、単位セメント量の減少に応じて遷移体に生じるマイクロクラックの影響は大きくなるものと考えられる。このことは先に述べた骨材量の減少および未水和セメントペーストの増加がクリープに及ぼす影響とは相反する因子となっている。上記のような現象が複雑にからみあって、結果的に図-3 のような結果となったものと思われる。

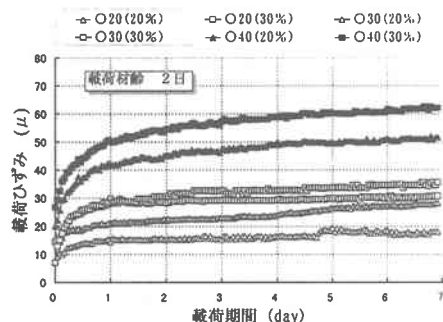


図-2 単位セメント量による比較
(載荷ひずみ)

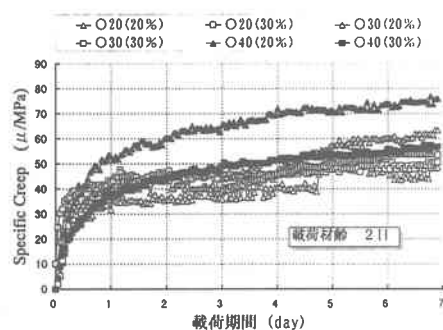


図-3 単位セメント量による比較
(Specific Creep)

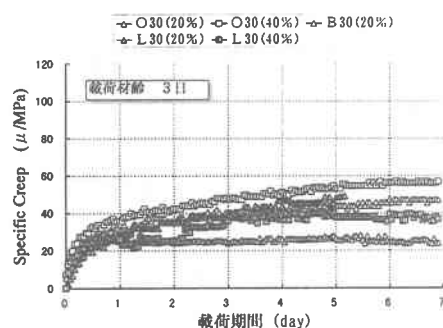


図-4 セメントによる比較
(Specific Creep)

3.2 使用セメントの種類による比較

セメントの違いによる Specific Creep の比較結果を図-4 に示す。この結果より、単位セメント量の場合と同様に特に有意な差異は認められないことが分かる。一般に高炉および低熱セメントは普通セメントに比べ水和反応の進行速度は遅いため、クリープ変形に対する抵抗性が小さい。しかしながら、本研究では水和反応を抑制した環境下でクリープ試験を行っているため、試験期間中における各セメントの水和反応速度の違いによる影響が小さくなり、クリープ量は試験開始時のコンクリートの水和度のみ大きく依存し、セメントの種類による違いがみられなかったものと考えられる。

4 結論

本研究は若材齢コンクリートの引張クリープに対し、試験中の水和進行の影響を低減するため、低温環境下において引張クリープ試験を行ったものである。本研究の範囲内において得られた結論としては、単位セメント量の増加に伴いクリープ量は大きくなるものの、Specific Creep はほぼ同等であること、およびセメントの違いが及ぼす影響はあまり大きくないことが挙げられる。