

V-293

低発熱形セメントを用いた高強度コンクリートの基本クリープ

清水建設技術研究所 正会員 熊野 知司
 清水建設技術研究所 正会員 木村 克彦
 清水建設名古屋支店 坂手 正直

1. はじめに

コンクリートのクリープは、構造物の変形やひび割れに大きな影響を及ぼす硬化物性である。しかし一般に、クリープの予測式として比較的充実しているのは普通ポルトランドセメントや早強セメントに関してであり、その他のセメントに対する予測式は十分ではない。コンクリート標準示方書平成8年度版¹⁾（以下、示方書）においても同様のことがいえる。一方、地下連続壁を始めとする最近の土木用高強度コンクリートには、温度応力の観点から三成分系セメントや高ビークライト系セメントなどの低発熱形セメントが適用される機会が増えている。そこで、著者らは、低発熱形セメントを用いた高強度コンクリートの基本クリープ特性を把握するとともに示方書の予測式に基づいた基本クリープ予測手法を検討することを目的に実験的研究を行った。本報文はその検討結果について報告するものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

表-1に使用材料の一覧を、表-2にコンクリートの配合を示す。配合FMBにはフライアッシュ10%混入の三成分系セメントを、配合BLには高ビークライト系セメントを用いた。両配合ともコンクリートの設計基準強度は材齢91日で51 N/mm²とした。コンクリートの製造方法は、FMBの場合、スランプ10±4cmのベースコンクリートを製造し、続いて流動化剤を後添加してスランプフロー63±4cmとなるように調整した。一

表-1 使用材料

材 料	配 合 名			
	FMB		BL	
セメント	三成分系セメント	比重2.89	高ビークライト系セメント	比重3.22
粗骨材	大井川産砂利	比重2.65	南濃産碎石	比重2.68
	宮古市産碎石	比重2.66		
細骨材	君津市産陸砂	比重2.57	瀬戸産山砂	比重2.54
混和剤	ナフタリン系高性能減水剤 ナフタリン系流動化剤		長良川産川砂	比重2.58
			ポリカルボン酸系高性能AE減水剤	
			ケリコール系増粘剤	

表-2 配合表

方、BLの場合は高性能AE減水剤を一括添加してスランプフロー60±5cmとなるように製造した。

2.2 実験方法

表-3に実験計画を示す。

FMBのクリープ載荷用供試体は

φ15×30cm、BLの場合はφ10×20cm円柱供試体とした。供試体には水分の逸散を防止する目的でエポキシ樹脂を塗布し、ポリエチレンフィルムで二重にシールした。載荷は、供試体の周囲に配置した3本のPC鋼棒に油圧ジャッキを用いて緊張力を導入することにより行った。変形に伴う荷重の減少をできるだけ小さくするために皿バネを組合せ使用した。ひずみの測定は、供試体内に設置した埋込み型ひずみ計を用いて行い、測定間隔は、載荷後7日までは3～6時間間隔、7日～1カ月までは12時間間隔、1カ月以降は1日間隔とした。クリープひずみは全ひずみから載荷時弾性ひずみと無載荷供試体のひずみを差し引いた値として定義した。

3. 実験結果および考察

図-1に圧縮強度と材齢との関係を示す。図より、FMBおよびBLの圧縮強度は長期間にわたって発

表-3 実験計画

配合名	FMB	BL
載荷応力比	40%	30%
載荷材齢	3日、7日、28日	3日
温 度	20℃	
湿 度	100%（シール養生）	

現することがわかる。

図-2に単位応力あたりのクリープひずみ（以下、単位クリープ）と荷重期間との関係を示す。図中には、示方書の基本クリープ予測式による結果を併記する。FMBおよびBLの単位クリープの実測値は示方書の予測式より大きくなる傾向がある。特に、FMB、BLともに荷重時材齢3日の場合にその傾向は顕著で、予測式の3～5倍となっている。このように単位クリープに大きな差があるのは、示方書の予測式は普通セメントまたは早強セメントを対象としており、低発熱形セメントとの水和速度の違いが影響していると考えられる。

図-3に水和度と材齢との関係を示す。ここに、水和度は、図-1中に示した回帰式において材齢を無限大にした場合の圧縮強度に対する各材齢の圧縮強度の比と定義した。図中には、示方書の普通セメントの強度式による結果を併記している。図より、材齢28日において、普通セメントの水和度は0.86程度であるのに対して、FMBは約0.7、BLは約0.6と低発熱形セメントの水和度は普通セメントに比較してかなり小さくなっている。CEB-FIP90式では水和速度の小さいセメントを用いた場合の荷重時材齢の補正値 t' を以下のような式で与えている²⁾。

$$t' = te(1 + 9/(2 + te^{1.2}))^{-1} \geq 0.5 \quad (1)$$

ここに、 te は、温度による補正を加えた有効材齢である。

図-4に(1)式を用いて荷重時材齢の補正を行った場合の単位クリープと材齢との関係を示す。図-2と比較すると、FMBおよびBLの荷重材齢3日における単位クリープの増加を表現でき、正確に予測できているとはいえないまでも大体の傾向はつかめているといえる。このことより、示方書の基本クリープ予測式に荷重材齢の補正を加えることによって、低発熱形セメントを用いた高強度コンクリートの基本クリープを予測できる可能性があるといえる。

4. まとめ

本研究の結果、荷重時材齢を補正することによって示方書のクリープ予測式で低発熱形セメントを用いた高強度コンクリートの基本クリープを予測できる可能性のあることがわかった。今後は、さらにデータを蓄積し、合理的な荷重時材齢の補正方法やその適用範囲について検討する必要があると考えられる。

<参考文献>

- 1)土木学会編：平成8年制定コンクリート標準示方書（設計編）、1996
- 2)CEB-FIP：Model Code 1990、Comite Euro-International du Beton、1990

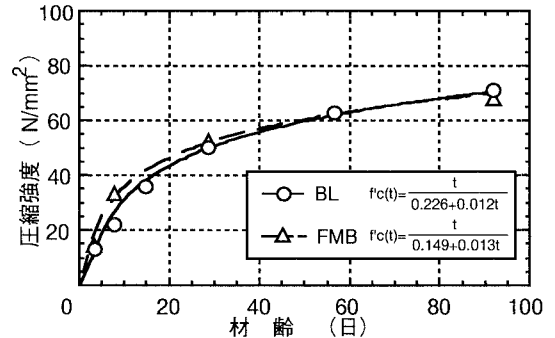


図-1 圧縮強度と材齢との関係

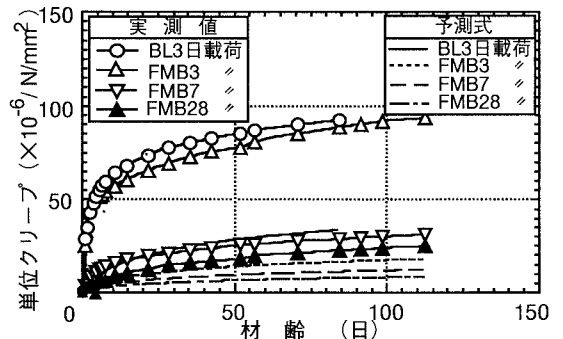


図-2 単位クリープと材齢との関係

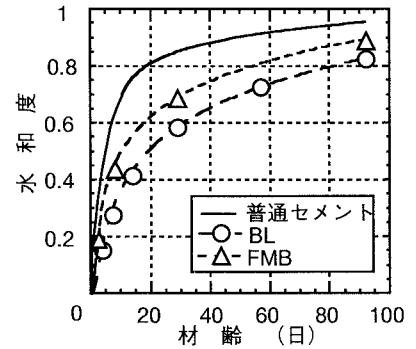


図-3 水和度と材齢との関係

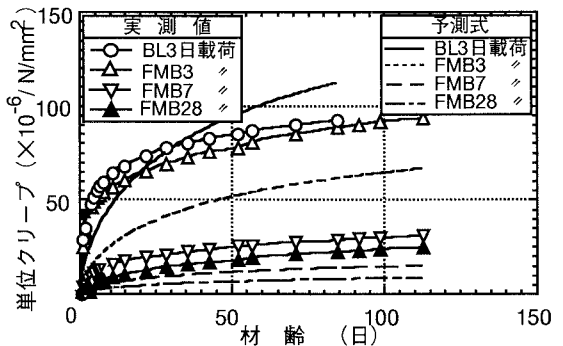


図-4 単位クリープと材齢との関係