

V-203

高ビーライトセメントを用いた超高強度コンクリートの乾燥収縮・クリープ性状

大林組土木設計部 正会員 長谷川 宏

大林組土木技術部 正会員 青木 茂

大林組技術研究所 正会員 三浦 律彦

1. はじめに

近年、ビーライト含有率を高めた高ビーライトセメントが高強度コンクリート構造物に用いられるようになってきた^{1)・2)}。このセメントは発熱量が少ないことから、富配合でも温度履歴が低く、構造物の強度発現も良好となることが知られており³⁾、超高強度コンクリートへの適用も進められるようになってきた⁴⁾。しかし、強度発現性状以外の硬化性状に関する報告はまだ少なく、特に、P C構造物において重要と思われる乾燥収縮やクリープ特性に関する報告はほとんどない。本報告では、圧縮強度が100～120N/mm²程度の超高強度コンクリートの乾燥収縮およびクリープ特性に関して行った実験結果について若干の考察を加える。

2. 実験概要

2. 1 使用材料、配合

実験に使用した材料を表-1に示す。セメントはビーライト含有率が54%のものを、高性能AE減水剤はポリカルボン酸塩系のものを使用した。粗骨材は硬質砂岩系の碎石2005を、細骨材は鹿島産の陸砂をそれぞれ使用した。

コンクリートの配合を表-2に示す。水セメント比の異なるA配合(30%)、B配合(22%)の2種類を比較した。

2. 2 製造方法

コンクリートの練混ぜは、ベーターミキストコンクリート工場の実機ミキサ(階層式二軸強制練、上段600ℓミキサ(容量1.75m³)、下段コンクリートミキサ(容量3.0m³))で行った。1バッチ(1.83m³)の練混ぜ時間は、予備練りの結果から練上り時の状態やミキサ負荷の記録などをもとに、A配合が600ℓ40秒+コンクリート55秒、B配合が600ℓ120秒+コンクリート135秒と定めた。

2. 3 試験方法

乾燥収縮試験はJIS A 1129に準じて実施した。この場合、水中養生の期間は材齢7日と28日の2通りとした。

クリープ試験はJIS原案「コンクリートの圧縮クリープ試験方法」に準拠し、載荷応力レベルを試験開始時(材齢91日)の圧縮強度の1/6、1/3の2通りとしたが、載荷装置の都合で、A配合の1/3のものだけ約1/4(26%)に変更した。なお、乾燥を防ぐために供試体表面に樹脂塗装を施した。

3. 実験結果と考察

3. 1 基礎物性の試験結果と載荷応力

フレッシュ性状の試験結果及び圧縮強度、静弾性係数の試験結果を表-3に示す。材齢91日の圧縮強度はA配合が97N/mm²、B配合が119N/mm²であったので、載荷応力はA配合で16と25N/mm²、B配合で20と40N/mm²とした。

表-1 コンクリートの使用材料

種類	名称	比重	摘要
セメント (C)	高ビーライト系 低熱ポルトランド	3.22	比表面積 3,440 cm ² /g, C ₂ S=54%, C ₃ S=29%, C ₄ A= 3%
粗骨材 (G)	硬質砂岩碎石2005	2.65	吸水率 0.70 %, 粗粒率 6.58, 実積率 60.0 %
細骨材 (S)	鹿島産粗目陸砂	2.61	吸水率 0.77 %, 粗粒率 2.80, 実積率 65.8 %
減水剤 (SP)	高性能AE減水剤	—	ポリカルボン酸系化合物

表-2 コンクリートの配合

配合	粗骨材 最大寸 法(mm)	目標 空気量 (%)	水セメント 比 (%)	細骨材 率 (%)	単位量(kg/m ³) (*下段φ/m ³)				
					W	C	S	G	SP
A	20	2	30.0	45.7	165	550	771	928	11.0 (2.0%)
					*165	*171	*294	*350	
B	20	2	22.0	40.0	175	795	584	888	21.5 (2.7%)
					*175	*247	*223	*335	

表-3 コンクリートの物性試験結果

配合	フレッシュコンクリートの試験結果			上段：圧縮強度 (N/mm ²) 下段：静弾性係数 (×10 ⁴ N/mm ²)		
	スランプ フロー (cm)	空気量 (%)	00-1流 下時間 (秒)	7日	28日	91日
A	72.5	1.5	12.7	42.2	77.9	99.4
				3.26	3.97	4.39
B	72.5	1.8	29.8	70.8	105	121
				3.65	4.33	4.61

3. 2 強度や乾燥開始材齢が乾燥収縮に及ぼす影響

乾燥収縮試験の結果を図-1に示す。収縮歪みは水セメント比が小さいほど、また乾燥開始材齢が長いほど小さくなり、乾燥9ヶ月では開始材齢7日のもので660～700 μ 、28日のもので500～610 μ と幾分小さな値となった。また、この時の質量減少率はA配合で1.4～2.3%、B配合で0.7～1.2%であった。なお、乾燥開始材齢が7日の場合では、乾燥初期の収縮歪みは水セメント比の小さいB配合の方が少し大きくなったが、これは自己収縮の影響が現れたものと思われる。

3. 3 強度や載荷応力度がクリープ歪に及ぼす影響

クリープ試験における載荷前後の歪みの変化を図-2に示す。全歪みは載荷応力の大きいものほど大きくなった。全歪みから弾性歪みおよび無載荷歪みを差引いたものをクリープ歪みと定義して図-3に示す。クリープ歪みは配合の違いの影響が大きく、載荷応力レベルによる差が少なくなる結果となった。なお、8ヶ月の無載荷歪みはA配合で144 μ 、B配合で116 μ であった。この値は水和反応の進展に伴う収縮等を含むもので、若干は乾燥収縮の影響も含んでいると思われる。

3. 4 従来の高強度配合のクリープ性状との対比

単位クリープ歪み（クリープ歪みを載荷応力で除した値）及びクリープ係数の計算結果を表-4に示す。既往の文献⁵⁾によれば、圧縮準強度が60～70N/mm²程度の高強度コンクリートのクリープ歪み（載荷応力は10N/mm²）は載荷8ヶ月で約130 μ 、1年で160 μ 程度で、今回の結果の方が強度や載荷応力が高く、大きくなった。しかし、単位クリープ歪みはA配合がほぼ同程度で、B配合は若干小さくなった。クリープ係数もこれとはほぼ同様で、強度が高いB配合では若干小さくなった。

4. まとめ

高ビークライトセメントを用いた超高強度コンクリートの乾燥収縮歪みや単位クリープ歪みは従来の高強度コンクリートと同程度以下であることが明らかとなった。なお、100～130N/mm²程度の超高強度コンクリートになるとかなりの富配合となるため、収縮歪みを考える上で自己収縮の影響が無視できなくなり、今後はこれらを加えた検討が必要と思われる。

【参考文献】

- 1) 青木、三浦他：高ビークライトセメントを用いた高強度連壁コンクリートの実施工における硬化特性、土木学会第50回年次講演会 V-61, 1995. 9
- 2) 万木、浅見他：高流動コンクリートの高所圧送、JCI第2回超流動コンクリートに関するシンポジウム論文集, pp. 171-176, 1994. 5
- 3) 青木、三浦他：ビークライト高含有セメントを用いた高強度コンクリートの高温履歴下での強度発現性状、JCI年次論文集16-1, No. 1221, 1994. 6
- 4) 青木、三浦他：超高強度・低発熱連壁コンクリートの実施工における壁体の硬化特性、JCI年次論文報告集, Vol. 18, No. 1, 1996. 7
- 5) 御手洗、井上他：PCV部材コンクリートのクリープ特性、日本建築学会大会学術講演会(北海道)梗概集, No. 1073, PP. 145-146, 1986. 8

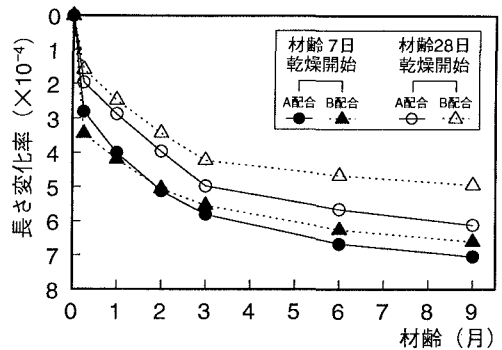


図-1 乾燥収縮試験における長さ変化率

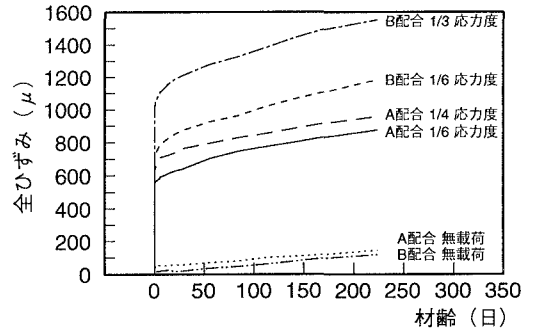


図-2 クリープ試験における全歪みの変化

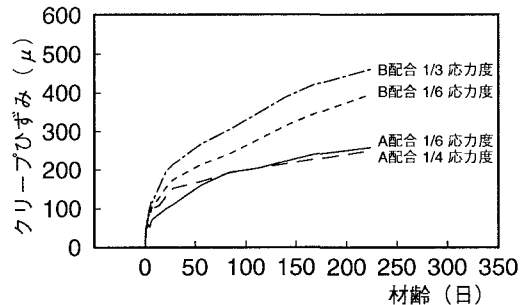


図-3 クリープ歪みの変化

表-4 単位クリープ歪み及びクリープ係数

配合	圧縮強度に対する 載荷応力 σ	単位クリープ歪み (μ /kgf/cm ²)			クリープ係数		
		3ヶ月	6ヶ月	8ヶ月	3ヶ月	6ヶ月	8ヶ月
A	1/6	1.17	1.45	1.55	0.41	0.51	0.55
	1/4	0.95	1.35	1.55	0.37	0.54	0.62
B	1/6	0.95	1.13	1.24	0.33	0.39	0.42
	1/3	0.75	1.04	1.14	0.31	0.43	0.47