

V-81

超高強度コンクリートの収縮特性に及ぼす使用材料の影響

オリエンタル建設(株) 技術研究所 正会員 呉 承寧
 オリエンタル建設(株) 技術研究所 今井昌文
 オリエンタル建設(株) 技術研究所 正会員 手塚正道

1. はじめに

近年、高強度用高ビーライト系セメント、シリカフュームおよび高性能 AE 減水剤を用いることにより、圧縮強度 100 N/mm²以上の超高強度コンクリートの製造が容易になってきた。超高強度コンクリートは、普通コンクリートに比べ、圧縮強度が高いことを加えて高い耐久性が期待されているが、コンクリート中セメント量が比較的多く使用されるため、その自己収縮および乾燥収縮が大きいことも予想される。しかし、コンクリートの収縮特性には、単位セメント量だけではなく、使用材料も影響を与える。本研究は、超高強度コンクリートの収縮特性に及ぼす使用材料の影響を解明するために、超高強度コンクリートの自己収縮および乾燥収縮に及ぼすセメントの種類およびシリカフュームの影響について検討したものである。

2. 実験の概要

2.1 使用材料、配合

使用材料を表-1に示す。コンクリートの配合は、表-2に示すように、早強ポルトランドセメント、高強度用高ビーライト系セメントおよび早強ポルトランドセメントをシリカフュームで 10 %置換したものをそれぞれ用いた 3 種類にあった。

これらのコンクリートの性能を表-3に示す。この表より、全てのコンクリートの材齢 28 日の圧縮強度は 100N/mm²を越えた。

2.2 試験方法

コンクリートの収縮試験は、高さ 100mm 幅 100mm 長さ 400mm の角柱型枠に予め設定した埋込ひずみ計を用い、コンクリートの打設から、コンクリートの変形ひずみを連続的に測定することより行う。全ての供試体は材齢 1 日で脱枠後、温度 20℃相対湿度 60%の恒温恒湿室内に保管したが、自己収縮試験用供試体は含まれた水が蒸発しないようにその表面をアルミン粘着テープで封緘した。

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	早強ポルトランドセメント	3.14	比表面積 4450cm ² /g, C ₃ S=11% C ₂ S=64%, C ₃ A=8%, C ₄ AF=8%
	高強度用高ビーライトセメント	3.20	比表面積 4150cm ² /g, C ₃ S=46% C ₂ S=35%, C ₃ A=3%, C ₄ AF=9%
混和材	シリカフューム	2.20	比表面積 200,000cm ² /g
細骨材	栃木県鬼怒川産川砂	2.61	吸水率 1.78%, 粗粒率 2.69 実績率 66.7%
粗骨材	栃木県鬼怒川産川砂利	2.63	吸水率 1.63%, 粗粒率 6.68 実績率 62.1%
減水剤	高性能 AE 減水剤	1.05	ポリカルボン酸系

表-2 コンクリートの配合

記号	セメントの種類	水結合材比 (%)	細骨材比 (%)	単位量 (kg/m ³)					
				水 W	セメント C	砂 S	砂利 G	混和材 SF	減水剤 SP
H	早強	25	45	150	600	775	952	0	10.2
SF	早強	25	45	150	540	766	940	60	13.2
HM	高ビーライト	25	45	150	600	780	957	0	0.9

表-3 コンクリートの性能

記号	スラングフロー (cm)	空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)		
			1 日	7 日	28 日
H	60	1.5	93.2	120.8	121.8
SF	58	4.4	76.2	96.4	109.9
HM	62	1.6	39.9	89.9	122.8

3. 実験の結果と考察

3.1 超高強度コンクリートの自己収縮に及ぼす使用材料の影響

コンクリートの自己収縮は、用いたセメントの鉱物組成に左右され、化学収縮の少ない C₃S 含有量が高いほど低いと考えられる。超高強度コンクリートの自己収縮に及ぼすセメント種類の影響を図-1に示す。図より、高強度用高ビーライト系セメントを用いたコンクリートは、早強ポルトランドセメントを用いた

キーワード：超高強度コンクリート、自己収縮、乾燥収縮、セメントの種類、シリカフューム
 〒321-4367 栃木県真岡市鬼怒ヶ丘 5 TEL:0285-83-7921 FAX:0285-83-0021

コンクリートに比べ、自己収縮が極めて低いことが分かった。高強度用高ビーライト系セメントを用いることにより、超高強度コンクリートの自己収縮が半分以上を低減することができた。

超高強度コンクリートの自己収縮に及ぼす混和材シリカフュームの影響を図-2に示す。この図から、早強セメントの10%をシリカフュームで置換したコンクリートは、無置換のコンクリートより、自己収縮がわずかに少なくなったことが分かった。これは混和したシリカフュームがセメントの水和に大きな影響を与えることはなく、10%のセメント量の減少によって、自己収縮が少しだけ少なくなったと思われる。

3. 2 乾燥収縮に及ぼす使用材料の影響

超高強度コンクリートの乾燥収縮に及ぼすセメント種類の影響を図-3に示す。この図より、高強度用高ビーライト系セメントを用いたコンクリートは、早強セメントを用いたコンクリートより、乾燥収縮が少ないが、大きな差が見られなかった。一方、シリカフュームは、図-4に示すように超高強度コンクリートの乾燥収縮に大きな影響を与えた。この図より、超高強度コンクリートに10%のシリカフュームを混和することによって、コンクリートの乾燥収縮は約半分ぐらい減った。

この結果は、コンクリートの乾燥収縮の機構から説明することができる。コンクリートの乾燥収縮は用いたセメントの鉱物組成、特に間隙相（ C_3A+C_4AF ）の含有量にも影響を受けるが、主にコンクリートの毛細管内の水の蒸発によるものと言われる。高強度用高ビーライト系セメント中の間隙相の含有量が表-1に示すように早強セメントより4%少ないため、高強度用高ビーライト系セメントを用いたコンクリートは早強セメントを用いたコンクリートに比べて乾燥収縮がわずかに少なくなった。

一方、シリカフュームの混和することにより、コンクリートが緻密になり、毛細管の中の水の蒸発が抑制されるため、コンクリートの乾燥収縮は大幅に減少することができた。

4. まとめ

本実験の範囲内で、以下のことが明らかとなった。

- (1) 超高強度コンクリートの自己収縮は、高強度用高ビーライト系セメントを用いることによって、大幅に低減することができる。
- (2) 超高強度コンクリートの乾燥収縮は、10%のシリカフュームの混和することより、約半分程度の減少ができる。

参考文献

- 1) 田澤栄一・宮澤伸吾：セメント系材料の自己収縮に及ぼす結合材および配合の影響，土木学会論文集 No.502/V-25 pp.43-52, 1994.

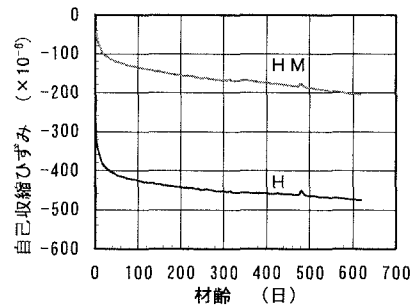


図-1 自己収縮に及ぼすセメント種類の影響

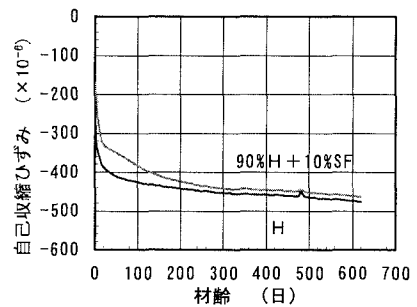


図-2 自己収縮に及ぼす混和材の影響

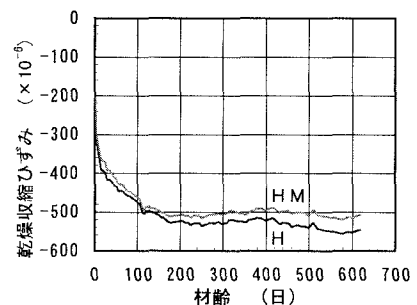


図-3 乾燥収縮に及ぼすセメント種類の影響

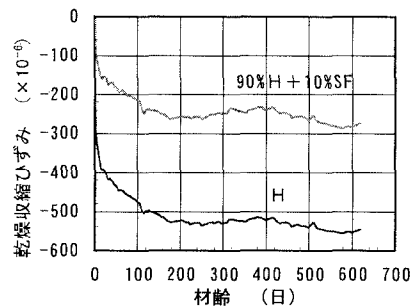


図-4 乾燥収縮に及ぼす混和材の影響