

吸水高分子ゲルを用いた内部養生効果に関する検討

東海大学 学生会員 ○徳 良介

Amanullah Temory

東洋建設（株） 正会員 竹中 寛

東海大学 正会員 笠井 哲郎

1. はじめに

近年、構造物の高層化・長スパン化に伴い、コンクリートの高強度化が要求されている。しかし、設計基準強度 (Fc) 60N/mm²を超えるような高強度コンクリートは自己収縮が大きくなり、それに起因してひび割れが生じると、構造物の耐久性に影響を及ぼすことも危惧される。この自己収縮を抑制・低減する方法として、収縮低減剤や膨張材の使用および保水性粒子をコンクリート中に配置し、内部から水分を供給することで自己収縮を低減する内部養生法等が検討されている¹⁾。

本研究では、2種類の吸水高分子ゲル（以下、ゲル）を内部養生剤として活用することを目的として、ゲルの種類と添加量がコンクリートの圧縮強度、自己収縮、乾燥収縮等に及ぼす影響に関し実験的検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料を表-1に示す。使用したゲルは、CMCを主成分とする吸水倍率6.50倍(GC)とPVAを主成分とする吸水倍率6.55倍(GP)の2種類を使用した。ゲルの吸水倍率は絶乾状態からの水道水の吸水量を質量比で示した値である。なお、両ゲルともCa(OH)₂中においてもほぼ同等の吸水性能を示した。セメントの水和収縮試験に供したセメントペーストの配合条件を表-2に、また、コンクリートの配合を表-3にそれぞれ示す。

2.2 練混ぜ方法

セメントペーストの練混ぜは、ホバート型ミキサを、コンクリートはパン型強制ミキサをそれぞれ用いた。ゲルは、飽和水量分の水を予め吸水させて練混ぜを行い、この際、ゲルに吸水させた水量分を練混ぜ水から差し引いた。

2.3 試験項目および方法

表-4に試験項目および方法を示す。自己収縮はJCI-1996「セメントペーストおよびコンクリートの自己収縮および自己膨張試験方法」に準拠し、材齢28日までアルミテープにより封緘状態を保ち測定を行った。乾燥収縮は、材齢29日目に自己収縮に使用した供試体のアルミテープを剥がし同一供試体で継続して測定を行った。

表-1 使用材料

	記号	種類	物理的・化学的性質
練混ぜ水	W ₁	上水道	
吸水高分子ゲルへの供給水	W ₂	上水道	
セメント	N	普通ポルトランドセメント	密度3.16g/cm ³
	PM	シリカフュームブレックスセメント	密度3.09g/cm ³
細骨材	S	菊川支流産山砂	表乾密度2.59g/cm ³ 、吸水率2.18%
粗骨材	G	青梅産硬質砂岩砕石	表乾密度2.70g/cm ³ 、吸水率0.62%
混和剤	SP	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸エーテル
	GC	カルボキシメチルセルロース(CMC)	吸水倍率6.50倍(吸水率60.7%)
吸水高分子ゲル	GP	ポリビニルアルコール(PVA)	吸水倍率6.55倍(吸水率79.8%)

表-2 セメントペーストの配合条件

配合名	ゲル	添加率(C×%)
50-0	—	—
50-GC-0.05	GC	0.05
50-GP-0.05	GP	

表-3 コンクリートの配合

配合名	G _{max} (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						SP (C×%)	ゲル	添加率 (C×%)		
				C	W	S	G							
							5～10mm	10～15mm	15～20mm					
25-0	20	25	48.2	615	154	751	168.4	505.2	168.4	1.15	—	—		
25-GC-0.025										1.2			GC	0.025
25-GC-0.05										1.3				0.05
25-GC-0.1										1.15	GP	0.1		
25-GP-0.025										1.25		0.025		
25-GP-0.05										1.25		0.05		
25-GP-0.1										1.3		0.1		

表-4 試験項目および方法

試験項目	試験方法
水和収縮	JCI-1996「水和収縮試験方法(案)」 普通ポルトランドセメントを用いて、無添加と各ゲル0.05%づつ添加した3配合で行った。
圧縮強度	JIS A 1108「コンクリートの圧縮試験方法」 試験材齢28日(1日封緘27日気中、標準養生、7日封緘21日気中、28日封緘)
自己収縮	JCI-1996「セメントペーストおよびコンクリートの自己収縮および自己膨張試験方法」 埋込みゲージを用いて材齢28日まで測定を行った。
乾燥収縮	自己収縮に使用した供試体を材齢29日後にアルミテープを剥がし測定を行った。

キーワード 吸水高分子ゲル、内部養生、圧縮強度、自己収縮、乾燥収縮

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目4-1-1 TEL. 0463-58-1211 FAX. 0463-50-2045

3. 結果および考察

3.1 水和収縮

図-1は無添加, GC または GP を各 0.05%添加したセメントペーストの水和収縮率を示したものである。図より, ゲルを添加した場合でも, 無添加のものと比べ水和収縮率に差は生じていない。この結果から, 本研究で使用する両ゲルはセメントと水の水和反応を阻害させず, ゲル添加による水和反応への影響はないものと考えられる。

3.2 圧縮強度

図-2は各養生条件下におけるコンクリートの圧縮強度の結果を示したものである。図より, 無添加に比べゲルを添加した場合の圧縮強度は, GC では添加量の増加に伴い増加している。GP では添加量と強度に相関関係は見られなかった。ゲルがコンクリート強度に及ぼす要因として, ゲルの保水性の向上による内部養生効果からセメントの水和促進による強度増加と, 粒状を形成し分散したゲルが硬化後に欠陥部として残ることによる強度低下の2つが考えられる。これら2つの要因の影響の度合いがゲルの添加量や養生条件ごとに異なり, ゲル添加による強度の差は明確には現れなかったものと考えられる。このことから, GPはGCに比べ凝集しやすく分散性が悪いことが予想され, 内部養生効果に差が生じたものと考えられる。

3.3 収縮特性

図-3に自己収縮および乾燥収縮の結果を, 図-4は図-3の結果から材齢29日目にアルミテープを剥がした時刻のひずみを基準とした場合の乾燥収縮を示したものである。自己収縮について, GCは添加量の増加に伴い収縮低減効果が認められた。一方GPは, 添加量0.05%, 0.1%の以上の配合において収縮量が低下した。乾燥収縮について, GCでは各添加率で, GPでは, 0.05%において低減の低減効果が認められた。GCとGPで収縮低減効果に差が生じた理由として, GPは凝集しやすく(ダマの形成), GCに比べコンクリート中で十分に分散しなかったためと考えられる。

4. まとめ

- (1) 本研究で使用したゲル, GC・GPともにセメントと水の水和反応を阻害させず, ゲル添加による水和反応への影響はないものと考えられる。
- (2) ゲルを添加したコンクリートの圧縮強度は, GCでは, 添加量の増加に伴い増加した。GPでは, 添加量増加による明確な優位性は見られなかった。
- (3) ゲルを添加したコンクリートの収縮低減効果は, 自己収縮および乾燥収縮で, GCでは添加量の増加に伴い低減効果は大きく表れた。また, GPは添加量0.05%, 0.1%で収縮低減効果が発揮された。

参考文献

- 1) 横田光一郎, 五十嵐一心: 2, 3の超吸水性ポリマーを内部養生材として使用したモルタルの自己収縮挙動の比較, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.1, 2012
- 2) Schrofl. C.Mcchtcherinc. V. and Gorges. M. :Relation between the molecular structure and the efficiency of superabsorbent polymers(SAP) as concrete admixture to mitigate autogenous shrinkage, Cement and Concrete Research, Vol.142,No.6,pp.865-873,2012.

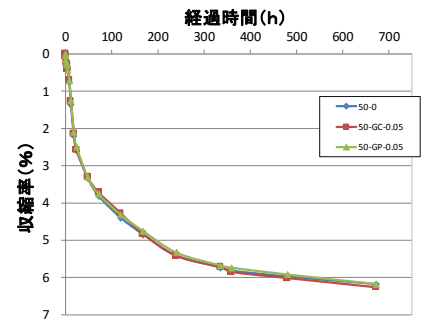


図-1 セメントペーストの水和収縮

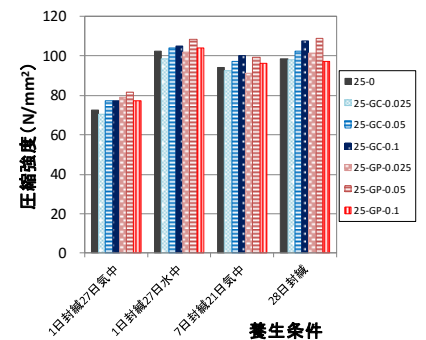


図-2 圧縮強度 (W/C=25%)

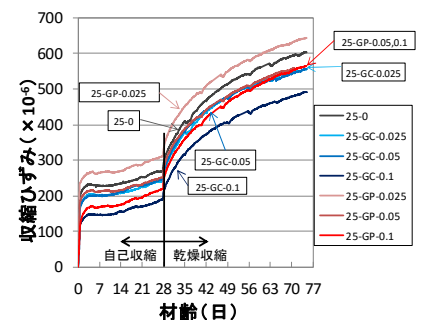


図-3 自己収縮および乾燥収縮

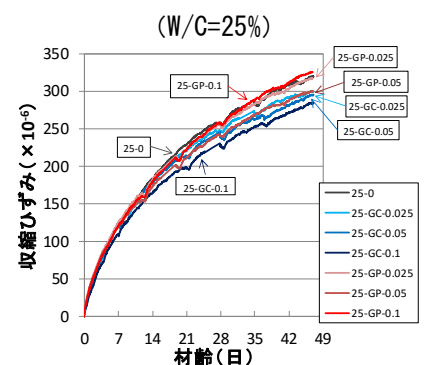


図-4 乾燥収縮 (W/C=25%)