

生分解性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 ○Amanullah Temory

東海大学 学生会員 徳 良介

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）100N/mm²を超えるような超高強度コンクリートは自己収縮が大きく，実際の構造物では自己収縮に起因するひび割れの発生が問題となっている．このひび割れは，コンクリートの機能性の低下や防水性の低下，鉄筋の腐食，美観の低下などの多くの悪影響につながるものである．この自己収縮を抑制・低減する方法として，収縮低減材や膨張剤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，天然由来の原料で製造される生分解性吸水高分子ゲル（以下，生分解性ゲルおよびゲル）の吸水特性，生分解性ゲルを添加したモルタルに関し，圧縮強度，自己収縮，乾燥収縮等の評価を行い，内部養生剤としての有効性について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．水セメント比（以下，W/C）を，普通ポルトランドセメント（以下，N）と高炉セメント B 種（以下，B）を使用した場合は 40%，シリカフュームプレミックスセメント（以下，PM）の場合は 25%とした．ゲルの添加条件は各セメントの質量に対して，0%，0.05%，0.1%の割合で添加した．配合の詳細を表-2に示す．

2.2 モルタルの練混ぜ方法

モルタルの練混ぜは，ホバート型ミキサーを用いた．ゲルの添加はゲルが吸水する水量（W₂）を添加前に吸水させて行った．図-1 にモルタルの練混ぜ手順を示す．

2.3 試験項目および方法

吸水させたゲルの吸水性を評価するために遠心分離機を使用して間隙水を分離し，ゲルの飽和吸水倍率を測定した．モルタルの圧縮強度試験（JIS A 1108）は試験材齢 28 日で標準養生を含む 4 種類の方法で行った．自己収縮試験は JCI-1996「セメントペースト及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 日まで測定を行った．乾燥収縮の測定は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	
生分解性ゲルに吸水	W ₂	上水道	
生分解性ゲルに吸水	W ₃	水酸化カルシウム飽和溶液	強アルカリ性
セメント	N	普通ポルトランドセメント	密度3.16g/cm ³
	B	高炉セメントB種	密度3.04g/cm ³
	PM	シリカフュームプレミックスセメント	密度3.09g/cm ³
	S	菊川支流産	表乾密度2.59g/cm ³ ，吸水率2.2%
細骨材	SP	高性能AE減水剤	マスターグレニウム8000S M
混和剤	G1	カルボキシメチルセルロース	吸水倍率15倍(吸水率70.1%)
生分解性ゲル	G2		吸水倍率12倍(吸水率70.3%)

表-2 モルタルの配合

	セメント	配合名	S/C	SP添加率(%)	ゲル添加率(%)
40	N	40-N-0	2.4	1.1	0
		40-N-G1-0.05			0.05
		40-N-G1-0.1			0.1
		40-N-G2-0.05			0.05
		40-N-G2-0.1			0.1
	B	40-B-0	2.44	0.9	0
		40-B-G1-0.05			0.05
		40-B-G1-0.1			0.1
25	PM	25-PM-0	1.9	1.2	0
		25-PM-G1-0.05		1.3	0.05
		25-PM-G1-0.1			0.1
		25-PM-G2-0.05			0.05
		25-PM-G2-0.1			0.1

図-1 モルタルの練混ぜ方法

	低速	中速	高速		低速	
C+W ₁ +SP	→	→	S	→	(G+W ₂)	→ 排出
G: 生分解性ゲル	30s	60s	30s		30s	

3. 結果および考察

3.1 ゲルの吸水特性

図-2は各ゲルに吸水させる水を水道水(以下 W_2)の場合と、水酸化カルシウム飽和溶液(以下 W_3)の場合における吸水倍率の測定結果を示したものである。図において、測定値より回転数0における吸水倍率を外挿して求め、この値をゲルの飽和吸水倍率とした。図より、各ゲルにおいて W_2 と W_3 で比較すると、両ゲル共に W_3 を吸水させた場合の倍率が少し高くなった。各ゲルと溶液の倍率は、 $G1+W_2$ は13.0倍、 $G1+W_3$ は15.4倍、 $G2+W_2$ は11.4倍、 $G2+W_3$ は12.0倍となった。一部の吸水ポリマーでは²⁾、 Ca^{2+} イオン等により吸水能が低下することが指摘されているが、本研究のゲルでは、その影響はなかった。

3.2 圧縮強度

図-3は各養生条件下における圧縮強度試験の結果を示したものである。図より $W/C=40\%$ の場合、ゲル無添加に比べて圧縮強度は同等あるいはそれ以下となった。これは、モルタル内のゲルが水の供給後に空隙となり強度低下につながったものと考えられる。一方、 $W/C=25\%$ では、ゲル無添加よりも添加した場合のものが同等あるいはそれ以上となった。これは、ゲルが内部養生材として機能しセメントの水和がより進行したためと考えられる。

3.3 収縮特性

図-4、図-5はそれぞれ $W/C=40\%$ および 25% のモルタル供試体の自己収縮、乾燥収縮を示したものである。両図より、ゲル添加のモルタルは無添加のモルタルに比べて各収縮量が小さくなった。更に、水セメント比が小さい場合、ゲル添加による自己収縮と乾燥収縮の減少がより大きくなった。これは、ゲルの内部養生効果により自己収縮が低減されたものと考えられる。

3. まとめ

- (1) 生分解性吸水高分子ゲルは、水酸化カルシウム飽和溶液であっても水道水と同等の吸水性を示した。
- (2) 水セメント比40%の場合、ゲルを添加したモルタルは無添加と比べて圧縮強度が同等あるいはそれ以下となった。しかし、水セメント比25%の場合、ゲルを添加したモルタルは無添加と比べて同等か若干の強度改善に寄与することができた。
- (3) ゲルを添加したモルタルは無添加のモルタルと比較すると、乾燥収縮および自己収縮は低減し、 W/C が小さい25%の場合はその低減効果がより顕著となった。

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 molcular structure and the efficincy of supcrabsorbent polymers(SAP) as concrete admixture to mitigatc autogenous shrinkage, Cement and Concrete Research, Vol.142, No.6, pp.865-873, 2012.

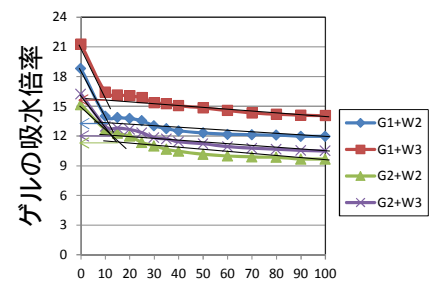


図-2 ゲルの吸水倍率

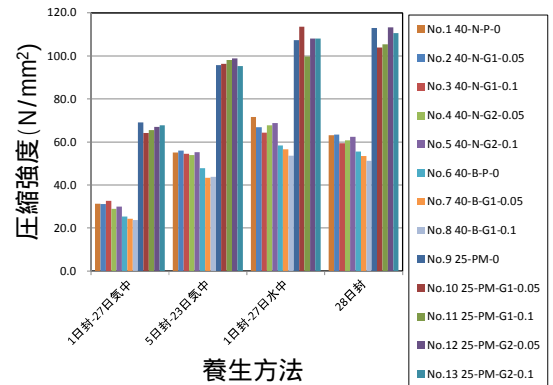


図-3 圧縮強度

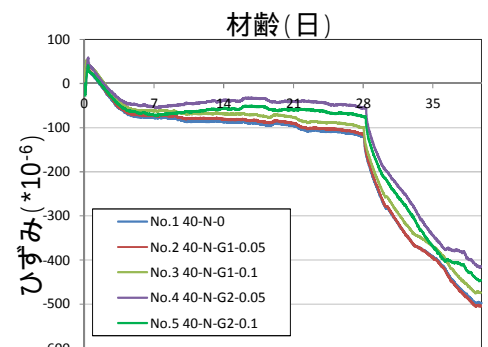


図-4 Nの乾燥収縮および自己収縮

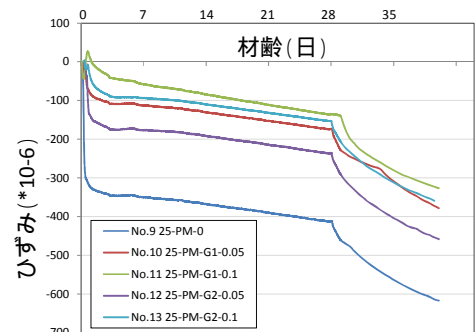


図-5 PMの乾燥収縮および自己収縮