

高強度コンクリートにおける自己収縮低減に関する検討

住友大阪セメント株式会社 正会員 小林隆芳 川上明大 小田部裕一

1. はじめに

近年、構造物の長大・高層化に伴い高強度コンクリートの利用が増加している。しかし、高強度コンクリートは、水結合材比が小さく単位結合材量が多いため、水和に起因する発熱や自己収縮ひずみが大きくなる傾向にある。本研究では、高強度コンクリートの自己収縮ひずみ低減を目的とし、水和熱抑制剤と遅延剤を使用したコンクリートについて実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本実験に用いた使用材料を表1に、コンクリート配合を表2に示す。本実験では、自己収縮ひずみが特に顕著となりやすいシリカフェームを用いた水結合材比の小さい高強度コンクリートを対象とした。この際、シリカフェームは、セメント重量に対し10%置換とし、50wt%濃度のスラリーとして用いた。

2.2 実験項目

本実験における使用セメント、水和熱抑制剤と遅延剤の添加量の組合せ、実験項目を表3に示す。コンクリートの自己収縮ひずみは、10×10×40cm 供試体中に埋め込み型ひずみ計を設置し測定した。また、水和収縮測定では、表2のコンクリート配合より骨材を取り除いた試料を用いた。この際、試料が低水結合材比のため、試料厚さを1cm程度とした。

3. 実験結果

3.1 自己収縮ひずみ測定結果

自己収縮ひずみの測定結果を図1に示す。図1より、低熱セメントを用いた場合の自己収縮ひずみは普通セメントの場合より小さくなっていることが分かる。更に、低熱セメントにタンニン化合物やグルコン酸を使用することによって、自己収縮ひずみが小さくなる。低熱セメントに、タンニン化合物とグルコン酸を併用すると、自己収縮ひずみが最も小さくなるが、普通セメントに関してはこの効果が認められず、むしろ自己収縮ひずみが大きくなる。

3.2 タンニン化合物、グルコン酸ナトリウムが水和に及ぼす影響

タンニン化合物とグルコン酸が水和に及ぼす影響を把握するため、水和による体積減少が評価できる水和収縮率を測定した(図2参照)。遅延剤として用いたグルコン酸は、水和初期において活発な反応を起こす

表1 使用材料

使用材料	摘要(略記名称)	略記
セメント	低熱ポルトランドセメント(低熱セメント) 【C ₃ S=25%、C ₂ S=55% C ₃ A=2%、C ₄ AF=11%、SO ₃ =2.5%】	LC
	普通ポルトランドセメント(普通セメント) 【C ₃ S=52%、C ₂ S=21% C ₃ A=10%、C ₄ AF=9%、SO ₃ =1.9%】	NC
混和材	シリカフェーム	SF
細骨材	君津産山砂 60%・鳥形山産石灰砕砂 40%	S
粗骨材	岩瀬産硬質砂岩砕石	G
混和剤	ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤	S.P.
水和熱抑制剤	加水分解性タンニン化合物(タンニン化合物)	TA
遅延剤	グルコン酸ナトリウム(グルコン酸)	GN

表2 コンクリート配合

WB (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
		W	C	SF	S	G	S.P.
20	48.6	140	630	70	779	837	11.2

表3 使用セメント・混和剤添加量組合せおよび実験項目

セメント種類	TA 添加率 (B×%)	GN 添加率 (B×%)	実験項目		表記
			自己収縮測定	水和収縮測定 ¹⁾	
LC	0	0			LC
	0.5	0		×	LC-TA
	0	0.0625		×	LC-GN
	0.5	0.15			LC-TA-GN
NC	0	0			NC
	1.0	0.2			NC-TA-GN

キーワード： 加水分解性タンニン化合物、グルコン酸ナトリウム、自己収縮、水和収縮

連絡先： 〒274-8601 千葉県船橋市豊富町 585 (TEL.047-457-0185 FAX.047-457-7871)

C₃S や C₃A に吸着し、その反応を遅延せると言われている²⁾。その説の通り、グルコン酸を添加したケース（図2中の LC-TA-GN, NC-TA-GN）では、水和収縮率の増加速度が無添加のもの（図2中 LC, NC）に比べ遅れている。その中でも、低熱セメントに添加した場合には、C₃S や C₃A の絶対量の相違により、普通セメントに添加した場合より更に、水和収縮率の増加速度が遅れている。その後の過程を推察すると、グルコン酸の効果が薄れて行く時期に組織中のアルカリ飽和度が増し、アルカリ環境下で水和抑制物質を生成するタンニン化合物³⁾の効果が現れ、水和収縮率の増加が一旦緩やかになる。しかし、グルコン酸の保護膜が壊れ始めたことで C₃S、C₃A の粒子が反応を開始し再び急激に水和収縮率が増加して行くものと思われる。このような仮説において、水和収縮率の推移は説明でき、水和収縮率と自己収縮ひずみの大小関係も一致することから、水和反応形態の変化が自己収縮に影響を与えていると言える。ただし、普通セメントに関しては、タンニン化合物とグルコン酸の併用が自己収縮ひずみを増加させており、この原因については、C₃S、C₃A の絶対量の相違、もしくは C₃A の反応において反応前後の体積変化が大きいとされる C₃A・Ca(OH)₂・12H₂O の生成状況に着目し今後検討する必要がある。

4. まとめ

- (1)低熱ポルトランドセメントに水和熱抑制剤(加水分解性タンニン化合物)と遅延剤(グルコン酸ナトリウム)を併用することにより、高強度コンクリートの自己収縮低減が認められた。ただし、今回の試験範囲では、普通ポルトランドセメントに用いると自己収縮ひずみが増加する結果となった。
- (2)グルコン酸ナトリウム、加水分解性タンニン化合物の水和収縮に与える作用は、グルコン酸ナトリウムによる初期の水和抑制と、その後の加水分解性タンニン化合物による水和抑制といった二段階作用によるものと思われる。
- (3)水和収縮率と自己収縮ひずみは大小関係が一致しており、加水分解性タンニン化合物とグルコン酸ナトリウム添加による水和反応形態の変化が、自己収縮ひずみ低減に影響を与えている一つの要因だと考えられる。

参考文献

- 1)(社)日本コンクリート工学協会：水和収縮試験方法(案)、自己収縮研究委員会報告集、pp191～194、1996
- 2)伊藤真純、竹内徹：遅延および超遅延のメカニズム、セメント・コンクリート、No.472、pp31～37、1986
- 3)小堀規行、内田清彦、井ノ川尚、稲田和夫：水和熱制御混和剤を添加したフライアッシュコンクリートの基礎物性、コンクリート工学年次論文集、Vol.13、No.1、pp77～82、1991

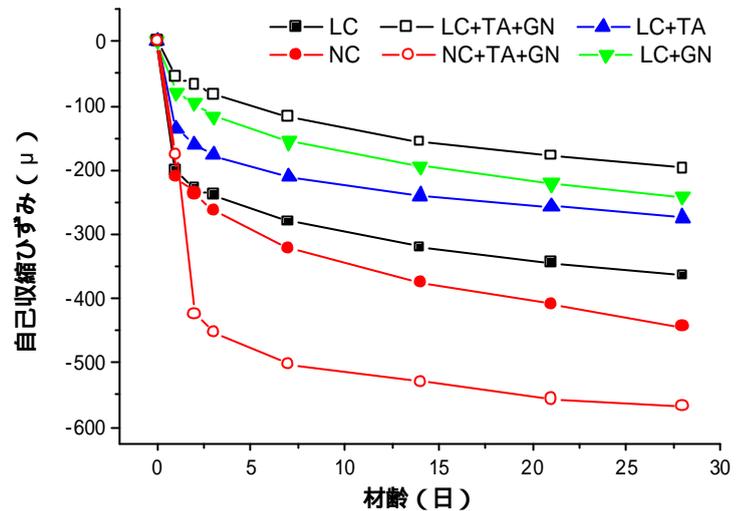


図1 自己収縮ひずみ測定結果

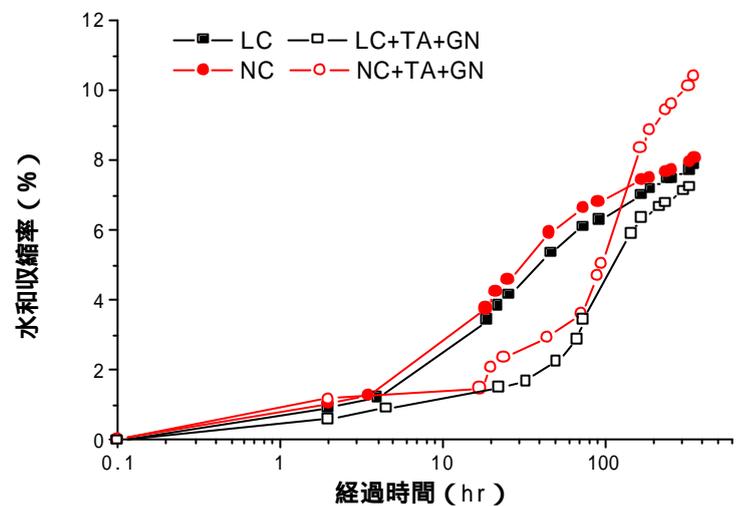


図2 水和収縮率測定結果