

高強度コンクリート用多機能型高性能AE減水剤の開発

竹本油脂(株) 正会員 ○木之下光男

同 齊藤 和秀

同 正会員 玉木 伸二

1. はじめに

近年、コンクリートの高性能化が進む中で高強度コンクリートの需要が増加している。しかしながら、一般に高強度コンクリートは単位結合材量が多いほど、練混ぜ時においてはコンクリートの粘性が上昇して作業性が低下し、硬化時においては自己収縮が大きくなる¹⁾という問題を抱えている。この問題を改善する方法として著者らは、水結合材比が 20%以下の極めて小さい領域で粘性低減性能と収縮低減性能を併せ持つハイブリッド高性能減水剤(本稿では多機能型高性能AE減水剤という)を用いることが有効であることを先に報告²⁾した。

本稿では、設計基準強度 60～80N/mm² 程度の高強度コンクリートを対象として、一液で使用できる多機能型高性能AE減水剤を用いたときの粘性低減性能及び収縮低減性能を調べることを目的として実験した結果について述べる。

2. 実験の概要

2.1 高性能AE減水剤

新規に開発した多機能型高性能AE減水剤(以下 HSP と略す)を用いた。HSP は、ポリマーの分子設計により高強度領域で減水性能、粘性低減性能および収縮低減剤との相溶性等を改良したポリカルボン酸系高性能AE減水剤成分と収縮低減剤成分を一液化したものである。また、従来の高強度用ポリカルボン酸系高性能AE減水剤(以下 SP と略す)を比較試験した。SP は収縮低減剤成分と混合すると液が分離した。各高性能AE減水剤の特徴を表 1 に示す。

表 1 各高性能AE減水剤の特徴

記号	種 別	成分	濃度(%)	液の状態
SP	従来品	減水成分	30	均一
HSP	新規開発品	新減水成分 +収縮低減成分	30	均一溶解
	参考	SP+収縮低減成分	30	2 相に分離

2.2 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm³, ブレーン値 3300cm²/g、以下Nセメントと略す)および低熱ポルトランドセメント(密度 3.24g/cm³, ブレーン値 3400cm²/g、以下Lセメントと略す)、細骨材は大井川水系産陸砂(表乾密度 2.58g/cm³, F.M.=2.67)、粗骨材は岡崎産硬質砂岩碎石(表乾密度 2.68g/cm³, 実積率=60.0%)を用

いた。

2.3 コンクリートの配合

コンクリートの配合を表 2 に示す。設計基準強度 60N/mm² を対象としNセメントを使用した水セメント比 35%、および 80N/mm² を対象としLセメント使用した水セメント比 25%の高強度コンクリートとした。目標スランプフローは 65±5cm、目標空気量は 3±0.5%とした。

表 2 コンクリートの配合

セメント	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
			W	C	S	G	合計
N	35.0	51.3	160	457	880	868	2365
L	25.0	48.1	160	640	761	852	2408

2.4 試験方法

練混ぜは、強制二軸ミキサ(容量 55L)を用いて、細骨材とセメントで空練り 15 秒後、水と混和剤を添加し、W/C=35%では 60 秒、25%では 90 秒練り混ぜた後、粗骨材を投入し 120 秒練り混ぜた。なお、試験温度は 20℃、練り量は 30L とした。流動性の評価はスランプフロー(JIS A 1150)、粘性の評価は、50cm スランプフロー到達時間(以下 50cm フロー時間と略す)および L フロー試験器を用いた L フロー初速度(L フロー試験器の流れの始動面より 3cm から 8cm までの流動速度、以下 Lv と略す)で評価した³⁾。経時変化の測定は、練り舟に静置したコンクリートを練上がり直後、30 分後、60 分後、90 分後に測定直前に切り返してから行った。凝結時間の測定は JIS A 1147 に準拠した。乾燥収縮試験は JIS A 1129 に準拠した。自己収縮試験は、日本コンクリート工学協会自己収縮研究委員会の試験方法¹⁾に準拠した。ひずみの測定は埋め込み型ひずみゲージを用いて測定し、凝結始発以後のひずみ変化を自己収縮ひずみとした。

3. 実験結果および考察

3.1 フレッシュコンクリートの性状

フレッシュコンクリートの試験結果を表 3 に示す。

W/C=35,25%のいずれにおいても HSP は SP の約 1.5 倍の添加量を必要とした。これは HSP が収縮低減成分を含むためである。

また、HSP は Lv が SP の約 1.1～1.2 倍でありポンプ圧送に適した良好な粘性低減効果を有することを示した。

表3 フレッシュコンクリートの試験結果

No.	W/C (%)	混和剤 種別	添加量 (C×%)	スランプフロー (cm)	50cmフロー 時間(秒)	空気 (%)	Lv (cm/s)	凝結時間 始発(hr)
1	35	SP	0.60	57.0	6.8	3.3	11.4	5.2
2	35	HSP	0.90	56.0	6.5	3.2	12.4	6.3
3	25	SP	0.65	69.0	7.8	2.9	8.3	6.9
4	25	HSP	1.00	67.5	6.6	3.0	10.5	8.2

スランプフローとLvの経時変化試験結果を図1に示す。いずれの水セメント比においてもSPが速やかにフロー及びフロー速度が低下したのに対してHSPはフロー及びフロー速度において良好な流動性を保持した。

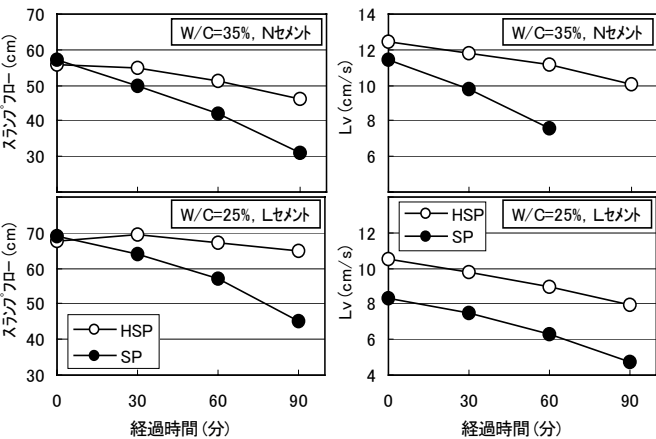


図1 スランプフローとLvの経時変化

3.2 収縮低減作用および圧縮強度

自己収縮、乾燥収縮および圧縮強度試験結果を表4に、自己収縮ひずみを図2に、乾燥収縮ひずみを図3に示す。

表4 自己収縮、乾燥収縮および圧縮強度試験結果

No.	W/C (%)	混和剤 種別	自己収縮 (材齢28日)		乾燥収縮 (材齢13週)		圧縮強度 (N/mm ²)	
			ひずみ (×10 ⁻⁶)	低減率 (%)	ひずみ (×10 ⁻⁶)	低減率 (%)	材齢7日	材齢28日
1	35	SP	215	-	558	-	68.4	84.2
2	35	HSP	165	23	507	9	69.6	84.1
3	25	SP	240	-	455	-	56.4	107
4	25	HSP	144	40	412	9	57.3	108

材齢28日のいずれの水セメント比においても自己収縮ひずみの絶対値は約150~250×10⁻⁶と比較的小さい値であったが、HSPは良好な収縮低減作用を示し、従来品(SP)の自己収縮ひずみを基準とした収縮低減率ではW/C=35%(N)で23%、W/C=25%(L)で40%の収縮低減効果が確認された。

また、材齢13週において、HSPはSPの乾燥収縮ひずみを基準とした収縮低減率がW/C=35%(N)で9%、W/C=25%(L)で9%であり、乾燥収縮についてもHSPの収縮低減効果が確認された。強度発現性については材齢

7,28日ともに高性能AE減水剤の違いによる差は認められなかった。

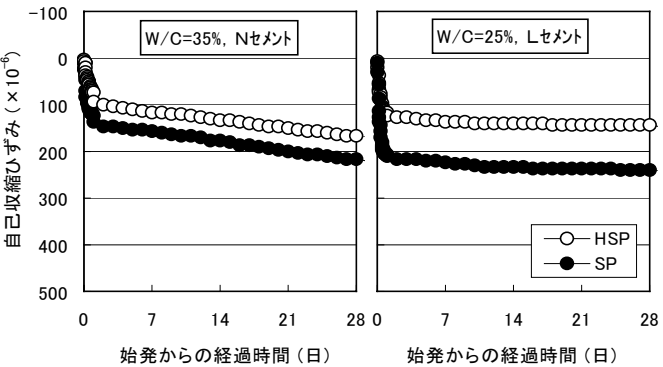


図2 自己収縮試験結果

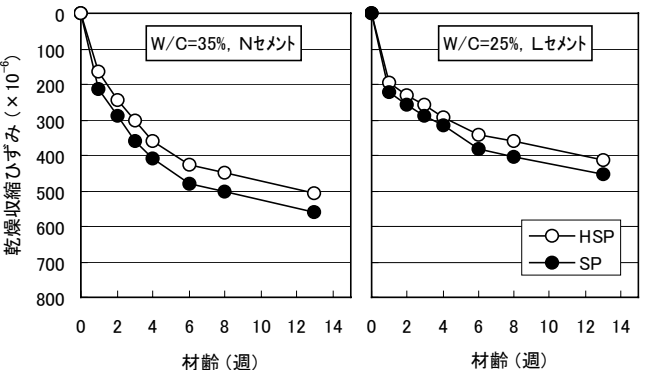


図3 乾燥収縮試験結果

4. まとめ

- ・HSPは従来品よりも1.5倍程度の使用量を必要とするが、高流動性と粘性低減作用の両方の機能を有するとともに、その効果を長時間保持できる。
 - ・HSPは良好な収縮低減作用を有し、従来の高性能AE減水剤に対して、普通セメントを用いたW/C=35%程度の高強度コンクリートでは自己収縮を約20%程度、乾燥収縮を約10%程度、低熱セメントを用いたW/C=25%程度の高強度コンクリートでは自己収縮を約40%程度、乾燥収縮を約10%程度低減できる。
- 以上の結果より、HSPは高強度コンクリートの製造の問題点を改善する目的において簡便で有効な化学混和剤であることが確認された。

【参考文献】

1) (社)日本コンクリート工学協会, 自己収縮研究委員会報告書(2002)
2) 齊藤和秀, 飯田昌宏, 玉木伸二, 木之下光男: 超高強度用ハイブリッド高性能減水剤の開発, 第58回セメント技術大会講演要旨, pp. 54-55 (2004)
3) (社)土木学会編, コンクリートライブラリー93, 高流動コンクリート施工指針, pp. 170 (1998)