

ハイブリッド高性能AE減水剤を用いた耐久性改善コンクリートの性質

(その1:フレッシュコンクリートの性質)

竹本油脂(株) 正会員 ○木之下光男
同 正会員 齊藤 和秀
北海道大学 正会員 名和 豊春

1. はじめに

近年、鉄筋コンクリート構造物の長寿命化に関する関心が高まっている。特に、鉄筋コンクリートに発生する収縮ひび割れはコンクリートの耐久性の低下に大きな影響を与えるため改善が求められている。本報告は収縮ひび割れを低減する目的として化学混和剤の役割の視点から、簡便で実用性の高い、一液タイプの収縮低減性能を有する高性能 AE 減水剤(ハイブリッド高性能 AE 減水剤という)を開発したので報告する。すなわち、普通(一般)強度コンクリートでは乾燥収縮の低減効果、(超)高強度コンクリートでは自己収縮の低減効果に主眼において、フレッシュコンクリートの性質及び硬化コンクリートの性質について検討した結果を報告する。

2. 実験の概要

2.1 ハイブリッド高性能 AE 減水剤

図-1 に高性能 AE 減水剤の減水成分として既に開発^{1, 2)}され、実用化されているポリカルボン酸共重合体の流動性能を示す。高性能 AE 減水剤はその適用領域において減水性能の異なる成分が選択的に用いられている理由から、ハイブリッド高性能 AE 減水剤の減水成分は、普通強度では SP1 を、高強度～超高強度では SP2 を選定して用いた。また、収縮低減剤の化学成分はポリエーテル誘導体から成る化合物を用いた。ハイブリッド高性能 AE 減水剤の減水成分と収縮低減成分の割合を設定するために、普通強度(W/C=45%)では乾燥収縮低減率、高強度(W/C=25%)では自己収縮低減率について、コンクリート中に含有させた収縮低減成分量と収縮低減率の関係を調べた。結果を図-2 に示す。収縮低減率の数値目標として乾燥収縮低減率は15～20%、自己収縮低減率は15～25%を満足することができるよう収縮低減成分の量を減水成分と混合し濃度調整して用いた。表-1 に本実験で用いたハイブリッド高性能 AE 減水剤の成分内容を示す。普通強度用は HSP1 を、(超)高強度用は HSP2 を用いた。

表-1 ハイブリッド高性能 AE 減水剤の成分内容

記号	種別	化学成分	濃度(%)	状態
HSP1	普通(一般)強度用	SP1+収縮低減成分	50	均一水溶液
HSP2	(超)高強度用	SP2+収縮低減成分	45	均一水溶液

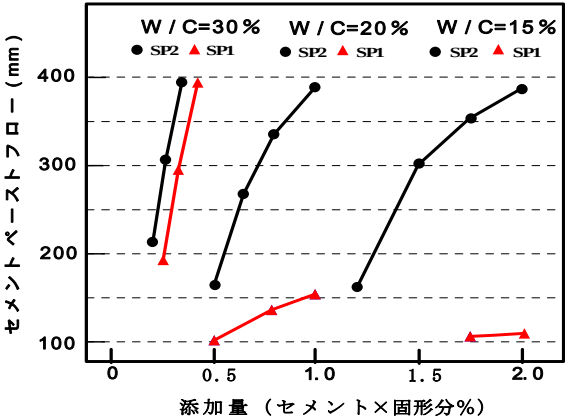


図-1 減水成分の添加量とセメントペーストの流動性能

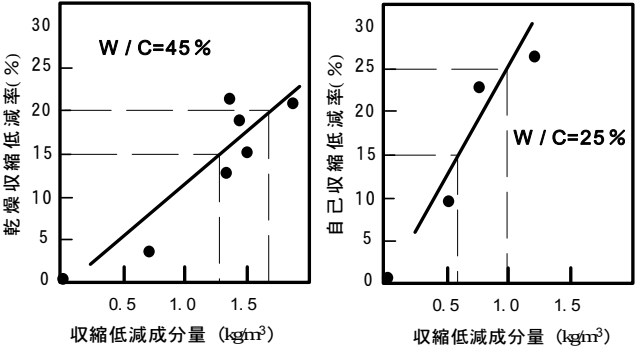


図-2 収縮低減成分量と収縮低減率の関係

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, N と略), 中庸熱ポルトランドセメント(密度 3.21g/cm³, ブレーン値 3750cm²/g, M と略)及びシリカフェームプレミックスセメント(密度 3.08g/cm³, ブレーン値 5600cm²/g, S と略), 細骨材は大井川水系産陸砂 S1 (密度 2.57g/cm³, F.M.=2.70), 岩瀬産砕砂 S2(密度 2.64g/cm³, F.M.=2.67), 粗骨材は岡崎産砕石 G1(密度 2.68g/cm³, 実積率=60.0%), 岩瀬産砕石 G2(密度 2.66g/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。普通強度は N セメントで W/C=45%, 高強度は M セメントで W/C=25%, 超高強度は S セメントで W/C=15%の各水セメント比による配合とし、高性能 AE 減水剤が使用される強度が約 30～150N/mm²の広い範囲を想定して実験を行った。フレッシュコンクリートにおいて、W/C=45%では目標スランプが 18±1cm,

W/C=25%では目標スランプフローが $65 \pm 5\text{cm}$, W/C=15%では目標スランプフローが $70 \pm 5\text{cm}$ とし, 目標空気量は, 凍結融解抵抗性を考慮して, W/C=45%では $4.5 \pm 0.5\%$, W/C=25%では $3.5 \pm 0.5\%$ の AE コンクリートとし, W/C=15%では Non-AE(2%以下) コンクリートとした。

表-2 コンクリートの配合

記号	セメント種類	W/C (%)	s/a (%)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)						
					W	C	S1	S2	G1	G2	
45N	N	45.0	45.2	4.5 ± 0.5	160	356	795	-	1002	-	
25M	M	25.0	48.0	3.5 ± 0.5	160	640	-	774	-	846	
15S	S	15.0	48.1	$2 \geq$	160	1067	-	412	-	846	

2.4 試験方法

練混ぜは, 強制二軸ミキサ(容量 100L)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=45%では 30 秒, W/C=25%では 120 秒, W/C=15%では 300 秒練り混ぜた後, 粗骨材を投入しそれぞれ, 90 秒, 120 秒, 120 秒練り混ぜた。試験温度は 20°C, 練り量は 60L とした。流動性の評価はスランプ(JIS A 1101), スランプフロー(JIS A 1150), 空気量は JIS A 1128 に準拠した。粘性の評価は 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 5cm から 10cm までの流動速度, 以下 Lv と略)で評価した³⁾。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 1129-3 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の変化を自己収縮ひずみとした。凍結融解試験は JIS A 1148 に準拠した。

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。いずれの配合においても使用するハイブリッド高性能 AE 減水剤の使用量の調節によって目標のスランプ及びスランプフローが得られた。普通強度の配合では, HSP1 は従来の SP1 に比べ流動性能において大きな差がなく悪影響を及ぼさないことが確認された。また, (超)高強度の配合では, 水セメント比が小さくなるほど Lv が低下する傾向が確認された。特に, 極低水セメント比 W/C=15%になると粘性が大きく上昇して Lv が顕著に低下し, 併せて凝結時間も遅延した。一方, W/C=25%では凝結時間が短かく, Lv が 10 を超える低い粘性が得られていることから, この強度領域では M セメントと本報告で用いた減水成分の相性が非常に良いことが判る。すなわち, 設計基準強度が 80N/mm^2 級付近のコンクリートの製造においては, この性質を活用して配合設計することが推奨される⁴⁾。

表-3 フレッシュコンクリートの試験結果

記号	混和剤種類	添加量 (Cx%)	スランプ 又は スランプ フロー (cm)	空気量 (%)	Lv (cm/s)	凝結時間(h) 始発 - 終結
45N	SP1	0.80	18.7 (スランプ)	4.4	-	7.1-9.2
	HSP1	1.20	19.0 (スランプ)	4.2	-	7.3-9.5
25M	SP2	0.75	64.0	3.4	11.3	6.8-9.4
	HSP2	0.75	66.5	3.3	11.6	7.0-9.6
15S	SP2	1.67	72.0	1.4	5.9	12.4-16.9
	HSP2	1.60	74.0	0.9	6.2	13.3-17.8

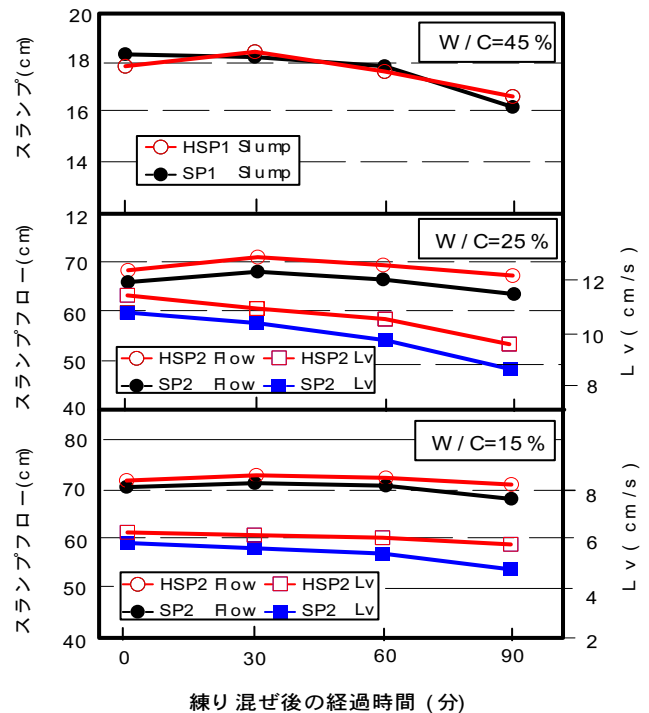


図-3 各水セメント比のコンクリートの流動保持性

4. まとめ

・ハイブリッド高性能 AE 減水剤 (HSP1, HSP2) を用いたフレッシュコンクリートの性質の結果は以下の通りである。

- (1) 普通強度用 HSP1 は従来の高性能 AE 減水剤に比べて約 1.5 倍程度の使用量を必要とし, 流動性, 保持性, 空気量の調整, 凝結時間等に及ぼす悪影響は認められなかった。
- (2) (超)高強度用 HSP2 は従来の(超)高強度用高性能 AE 減水剤に比べてほぼ同程度の使用量を必要とし, フレッシュコンクリートに及ぼす悪影響は認められなかった。一方, コンクリートの粘性低減効果は若干優れた性質を有していた。

【参考文献】

- 1) 木之下光男, コンクリート用化学混和剤の最近の動向, 化学工業, Vol. 49, No. 5, pp. 55-63 (1998)
- 2) 齊藤和秀, 木之下光男, 名和豊春: 高強度コンクリート用ハイブリッド混和剤の性質, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 28, No. 1, pp. 143-148 (2006)
- 3) 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)
- 4) 木之下光男, 齊藤和秀, 小林竜平, 土木学会第 62 回年次学術講演会, 5-230, pp. 459-460 (2007)