

セルロースエーテルを用いた一液型減水剤の開発

竹本油脂(株) 正会員 ○玉木 伸二

竹本油脂(株) 岡田 和寿

信越化学工業(株) 正会員 山川 勉

信越化学工業(株) 正会員 小西 秀和

1. はじめに

施工性や品質改善を目的に中・高流動コンクリートの適用検討が盛んに行われている¹⁾。中・高流動コンクリートには、石灰石微粉末などの混和材を用いる粉体系と、セルロースエーテル（以下 CE と略記）のような増粘剤を用いる増粘剤系とがあるが、近年、混和材サイロなどの特別な設備や、増粘剤を別添加する手間を要しない利点から増粘剤と減水剤を混合した一液型減水剤の開発が進められている²⁾。

一方で、コンクリートの増粘性や保水性に優れる CE は減水剤に対する溶解性の低さから減水剤との一液化が困難である。山川らは、特定の物質を併用することにより CE と減水剤との一液化後の安定性を改善したが、減水剤の固形分濃度の低い条件での使用が必要など、その使用条件が限定されていた³⁾。

筆者らは、CE との一液化に適した新規減水剤を検討し、高濃度な一液型減水剤の安定性改善を目指した。本報告では、開発した新規減水剤を用いた一液型減水剤の安定性試験結果およびそれを使用したコンクリートの性状について報告する。

2. 試験概要

使用材料、安定性試験の概要、液粘性の測定条件を表-1、表-2 および表-3 に示す。

一液型減水剤は、減水剤としてポリカルボン酸系減水剤（以下 PCEs と略記）、増粘剤として CE と、CE の減水剤との一液化後の安定性を改善するため、分散剤（以下 DA と略記）および特殊水溶性高分子（以下 SWS と略記）を併用した特殊増粘剤（以下 VMA と略記）をホモミキサーで混合して調製した。

安定性試験は固形分濃度を調整した PCEs に、VMA を全体の 1.0wt.% となるよう混合して評価サンプルを調製した後、所定温度で静置し、目視にて一液型減水剤の安定性（沈降容積 vol.%）を評価した。また、調製後 7 日の液粘性を回転粘度計により測定した。

表-1 使用材料

材料	記号	種類・物性等
減水剤	PCEs-1	ポリカルボン酸系減水剤(市販品)
	PCEs-2	ポリカルボン酸系減水剤(開発品)
	PCEs-3	PCEs-2 と VMA の一液化品
増粘剤	VMA	CE, DA, SWS の混合物 CE : HPMC (ヒドロキシプロピルメチルセルロース) DA : ポリオキシアルキレンエーテル SWS : 高分子多糖類
水	W	蒲安市上水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度 3.16g/cm ³
細骨材	S	大井川水系産陸砂 密度 2.57g/cm ³
粗骨材	G	岡崎産碎石 密度 2.66g/cm ³

表-2 安定性試験の概要

項目	内容
PCEs 濃度	20, 24 wt. %
VMA 濃度	評価サンプル中に 1.0 wt. %
ホモミキサー	HOMO MIXER MARK II (プライミクス社製)
混合条件	5000 rpm, 2 min
サンプル量	100 ml
容器	共栓付きメスシリンダー
静置温度	20, 40℃
静置期間	3, 7, 28 日
評価方法	目視
沈降容積	PCEs, VMA 混合部の容積割合(vol. %)

表-3 液粘性の測定条件

使用機器	RB-85L 形粘度計(東機産業社製)
ロータ	M3
回転数	60rpm
液温度	20℃

表-4 コンクリートの配合

No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)			
			W	C	S	G
1	54.5	53.1	180	330	915	838
2	48.6	52.1	180	370	882	838

コンクリート試験は表-4 に示す配合で行い、スラン プフロー60±5cm、空気量 4.5±1.0%に調整した。

キーワード 一液型、減水剤、増粘剤、セルロースエーテル、高流動コンクリート、中流動コンクリート
連絡先 〒443-8611 愛知県蒲安市港町 2 番 5 号 竹本油脂(株) 第三事業部 TEL.0533-68-2118

3. 試験結果および考察

3.1 減水剤の合成

CE 溶液は、一般的に電解質濃度が増加すると塩析し、CE が析出することが知られている。減水剤への溶解性には、pH、温度、イオン強度、減水剤濃度などさまざまな因子が影響していると考えられるが、ここでは特にイオン強度に着目し、モノマー、開始剤、アルカリによる中和度などを最適化して開発品 (PCEs-2) を合成した。

市販品である PCEs-1 とイオン強度を比較すると、PCEs-2 のイオン強度は約 1/8 であった。また、PCEs-1 の pH は 8.7、PCEs-2 の pH は 4.4 であった。

3.2 安定性試験

調製した一液型減水剤の安定性を評価した。一液型減水剤の詳細および液粘性測定結果を表-5、沈降容積測定結果を図-1 に示す。ここで、沈降容積は PCEs と VMA 混合部の容積割合を表し、100vol.%は沈降がなく安定であることを示す。

PCEs-1 を減水剤として使用した場合、減水剤濃度、静置温度に関わらず実施したすべての水準で 3 日以内に VMA が沈降した。一液化後の液粘性も低く、CE が塩析したためと考えられる。

一方で、PCEs-2 を減水剤として使用した場合、安定性が大幅に向上した。減水剤濃度 24wt.%を含め、すべての水準で 28 日まで VMA の沈降は確認されなかった。一液化後の液粘性も高く、CE は塩析せず十分に溶解しているためと考えられる。

3.3 コンクリート試験

VMA と一液化後の安定性が確認された PCEs-2 に、VMA 混合量を最適化した比率で一液化した PCEs-3 を用いて、コンクリート試験を実施した。

試験結果を表-6 に示す。なお、PCEs-2 の濃度は 20wt.%に調整して用い、PCEs-3 は 20℃および 40℃で 28 日以上安定であった。

単位セメント量 330, 370kg/m³ともに、過度な添加量の増加は見られなかった。また、コンクリートに骨材の沈降や水浮きは確認されず、良好な性状を示すとともに、高い保持性も確認することができた。

4. まとめ

- 1) 開発した新規減水剤 (PCEs-2) は、市販品 (PCEs-1) と比較し、イオン強度を約 1/8 に低減した。
- 2) 特殊増粘剤 (VMA) と PCEs-2 を混合した一液型減水剤は、減水剤固形分 20%以上の高濃度においても CE の塩析を抑制し、安定性を飛躍的に向上する

表-5 一液型減水剤詳細および液粘性試験結果

略号	PCEs 種類	PCEs 濃度 (wt.%)	VMA 濃度 (wt.%)	液粘性 (mPa・s)
1-20	PCEs-1	20	1.0	28
1-24		24		38
2-20	PCEs-2	20		546
2-24		24		640

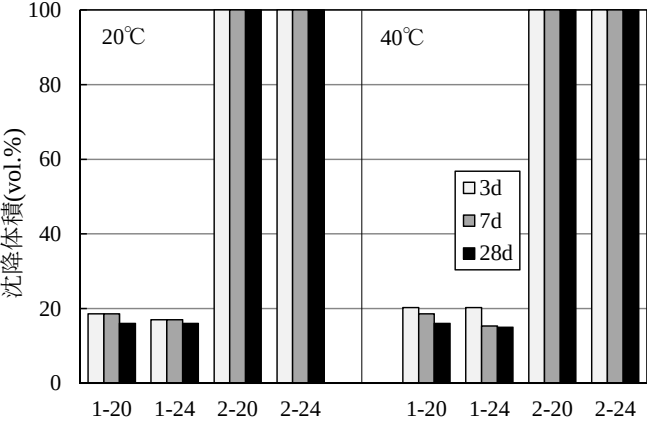


図-1 沈降容積(左-20℃, 右-40℃)

表-6 コンクリート試験結果

配合 No.	減水剤 種類	添加量 (C×%)*	時間 (min)	スランブ フロー (cm)	空気量 (%)	性状
1	PCEs-3	1.10	0	60.0	4.2	良
			30	60.0	4.1	良
			60	56.5	4.1	良
2		1.15	0	64.5	4.3	良
			30	64.0	4.3	良
			60	62.5	4.2	良

*C×%はセメントに対する wt.%を示す

ことができた。

- 3) 一液型減水剤 PCEs-3 は、安定性に優れ、これを用いて調製した中・高流動コンクリートは、骨材の沈降や水浮きがなく、良好な性状を示した。

参考文献

- 1) 手間本康一, 赤間友哉, 桜井邦昭: 覆工コンクリートの品質および耐久性向上に関する取り組み, 土木学会第 71 回年次学術講演会, VI-442, pp. 883-884, 2016
- 2) 土谷正, 齊藤和秀: 最近の高性能 AE 減水剤について(増粘剤一液タイプ・収縮低減タイプ), コンクリート工学, Vol. 51, No. 3, pp. 237-242, 2013
- 3) 山川勉, 小西秀和: セルローズエーテルを用いた一液型減水剤の基礎的研究, 土木学会第 72 回年次学術講演会, V-348, pp. 695-696, 2017