

## セルロースエーテルを用いた一液型減水剤の基礎的研究

信越化学工業(株) 正会員 ○山川 勉・小西 秀和

### 1. はじめに

セルロースエーテル(以下、CE と略す)は、増粘性・保水性・熱ゲル化性・潤滑性・界面活性等の特性から、タイル張付けモルタル、高流動コンクリート、芳香剤、押出成形板、重合用懸濁剤、ボディシャンプー、医薬用錠剤・カプセルなど、各種産業分野で使用されている。水硬性組成物は、比重・粒径・粒形の異なる集合体であり、その流動性を高めると材料分離しやすい材料である。この材料分離抑制のために各種、一液型減水剤が開発されている。<sup>1), 2)</sup> ブリーディング低減、材料分離抑制に、セメント系でも増粘する CE の添加が有効であるが、CE の特性の一つである塩析により、減水剤と一液化できないという欠点があった。本検討では、CE を添加した均一・安定な一液型減水剤の開発を目的とし、その結果を報告する。

### 2. 実験概要

本検討は、CE を添加した一液型減水剤の実験及び得られた一液型減水剤を添加したコンクリート実験からなる。

#### 2.1 使用材料

表 1 に、一液型減水剤に使用した原材料を示す。PCEs については、固形分濃度を変えることによって、カウンターイオンを変化させたものを調製して用いた。

表 1 原材料(一液型減水剤実験)

| 材 料       | 記号   | 種類・物性・主成分              |
|-----------|------|------------------------|
| 減水剤       | PCEs | ポリカルボン酸系減水剤            |
| セルロースエーテル | CE   | HPMC ヒドロキシプロピルメチルセルロース |
| 分散剤       | DA   | ポリオキシアルキレンエーテル系        |
| 特殊水溶性高分子  | SWS  | 高分子多糖類                 |

表 2 にコンクリート実験に使用した原材料を示す。

表 2 原材料(コンクリート実験)

| 材料   | 記号   | 種類・物性・主成分   |
|------|------|---|
| セメント | C    | 普通ポルトランドセメント,<br>密度: 3.16 g/cm <sup>3</sup>                 |
| 細骨材  | S    | 最大粒径 5 mm, 陸砂<br>吸水率: 2.79 %, 表乾密度: 2.57 g/cm <sup>3</sup>  |
| 粗骨材  | G    | 最大粒径 25 mm, 砂利<br>吸水率: 1.45 %, 表乾密度: 2.60 g/cm <sup>3</sup> |
| 水    | W    | 上水道水  |
| 混和剤  | OWRA | 一液型減水剤 (VMA 含有)   |
|      | AE   | AE 剤: 陰イオン界面活性剤系  |

### 2.2 一液型減水剤実験

表 3 に、因子と水準を示す。

表 3 因子と水準

| 因 子               | 水 準   |
|-------------------|---|
| CEの種類             | HPMC<br>ヒドロキシプロピルメチルセルロース                   |
| CE重量平均分子量         | 50 × 10 <sup>4</sup> g/mol                  |
| 減水剤中の<br>カウンターイオン | 1,500 ~ 15,000 ppm<br>(Na <sup>+</sup> として) |
| 減水剤の種類            | ポリカルボン酸系減水剤                                 |
| SWSの添加方法          | 粉末添加、水溶液添加                                  |

一例として、所定のカウンターイオンに調製した減水剤に、CE、分散剤、特殊水溶性高分子を添加して、ホモミキサーにて 5,000 rpm × 2 分間混合し、一液型減水剤を調製した。得られた一液型減水剤について、これを活栓付メスシリンダー (100 ml 容) に採取し、20 ± 3 °C で放置。一定期間ごとに (1, 3, 7 日後)、その体積を目視観察し、沈降体積とした。(沈降体積 100 % は沈降なく、安定を示す)

減水剤中のカウンターイオンは、下記の方法にて、カチオン、アニオンをそれぞれ、定量した。まず、PCEs を 1/10,000 濃度に希釈し、0.2 μm のフィルターにて濾過。この水溶液をイオンクロマトグラフを用いて、カチオン・アニオンを分析した。尚、溶離液として、カチオンの場合は、10 mM-MSA を、アニオンの場合は、40 mM-KOH を用いた。尚、カチオンとしては、Na<sup>+</sup>, NH<sup>4+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> が検出されたが、Na<sup>+</sup> が圧倒的に多いため、これを指標とした。また、アニオンとしては、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> が検出されたが、いずれも微量であった。

### 2.3 コンクリート実験

表 4 に、コンクリート配合を示す。AE 剤及び消泡剤は、フレッシュコンクリートの空気量が 4.5 ± 1.5 % となるように、添加量を調整した。

表 4 コンクリート配合

| No. | W/C (%) | s/a (%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |
|-----|---------|---------|--------------------------|-----|-----|-----|
|     |         |         | W                        | C   | S   | G   |
| 1   | 50.0    | 50.0    | 175                      | 350 | 860 | 870 |
| 2   | 43.8    | 50.0    | 175                      | 400 | 840 | 849 |

コンクリート混練は、容量 60 ℓ の強制二軸練りミキサーを使用し、セメント、細骨材、粗骨材を入れ、空練りを 30 秒間行った。その後、水と一液型減水剤を

加え、90 秒間混練し、コンクリートを得た。  
 尚、練混ぜは、40 ℓ とした。設定空気量は、4.5 ± 1.5 % とし、コンクリートの練り上がり温度は、20 ± 3 °C となるように材料温度を調整した。  
 表 5 に、試験項目と方法を示す。

表 5 試験項目と方法

|         |            |
|---------|------------|
| 試験項目    | 試験方法       |
| スランプフロー | JIS A 1150 |
| 空気量     | JIS A 1128 |
| ブリーディング | JIS A 1123 |

3. 実験結果と考察

3.1 一液型減水剤実験

CE の塩析について、一例として、NaCl 水溶液との関係を考える。図 1 に、NaCl の濃度と塩析の関係を挙げる。Na<sup>+</sup> 濃度の増加と共に、塩析が起こることが分かる。尚、図 2 に示す通り、PCEs 中のカチオンのほとんどは Na<sup>+</sup> である。

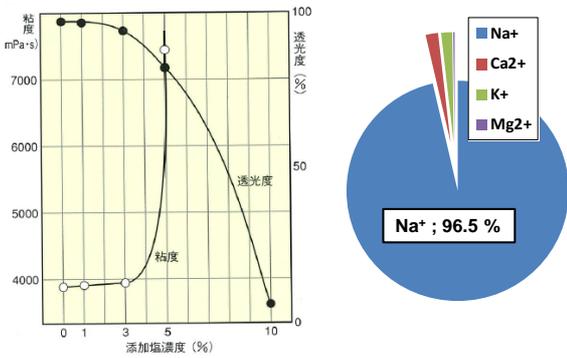


図 1 NaCl による塩析 図 2 PCEs 中のカチオン

このことから PCEs と CE との塩析に関しても同様のことが考えられると推定し、PCEs 中のカウンターイオン、Na<sup>+</sup> に着目し、Na<sup>+</sup> 濃度の異なる PCEs を調製し、一液型減水剤の安定化 (沈降容積) を検討した。(増粘剤 (以下、VMA) は (CE+DA+SWS) を使用) 図 3 に、Na<sup>+</sup> 濃度と沈降容積の関係を示す。

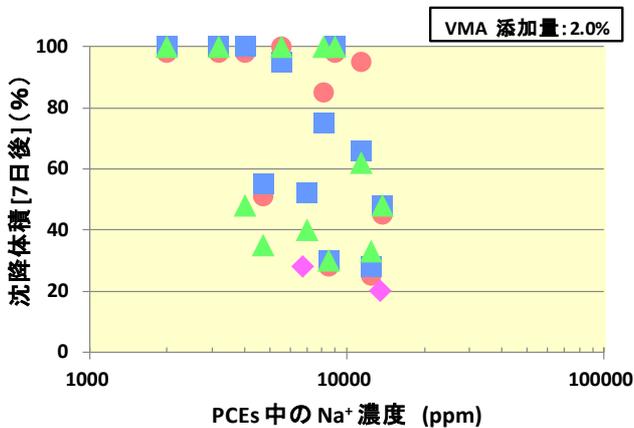


図 3 Na<sup>+</sup> 濃度と沈降体積の関係

NaCl による塩析と同様に、Na<sup>+</sup> 増加と共に、塩析は起こり易くなり、一液型減水剤の安定化は低下する。但し、同じ Na<sup>+</sup> 濃度であっても沈降体積に大きな違いが認められ、一液化後の安定化は Na<sup>+</sup> だけが原因でなく、PCEs の化学構造 (側鎖と主鎖など)、固形分濃度、分子量、添加物などが影響しているものと考えられる。今後、検討を要す。

一液化後の安定性を確保する方法として、添加方法の影響が考えられる。図 4 に、添加方法の違い (粉末添加と水溶液添加) による沈降体積への影響を示す。水溶液添加とすることで、より高い安定性が得られる。

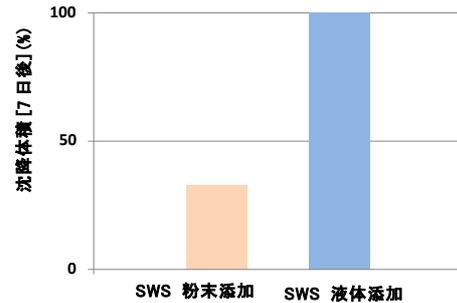


図 4 添加方法 (粉末添加と水溶液添加) による影響

3.2 コンクリート実験

表 6 に、3.1 で得られた一液型減水剤を用いて、高流動コンクリートに適用した結果を示す。

表 6 高流動コンクリートのフレッシュ物性

| No. | PCEs 添加量 (C×%) | VMA 添加量 (g/m <sup>3</sup> ) | スランプフロー (cm) | 空気量 (%) | ブリーディング率 (%) | 材料分離 (目視観察) |
|-----|----------------|-----------------------------|--------------|---------|--------------|-------------|
| 1   | 1.3            | 90                          | 57.0         | 5.1     | 1.3          | ○           |
| 2   | 1.1            | 60                          | 58.5         | 5.0     | 0.5          | ○           |

CE 添加一液型減水剤を用いることにより、高い流動性と材料分離抵抗性が得られ、ブリーディングも低減できることが確認できた。

4. 結論

本検討の範囲内で、下記の結論が見い出された。

- (1) CE と各種混和剤を混合添加することで、PCEs による塩析は抑制でき、一液化することができた。
- (2) CE 添加一液型減水剤の安定化は、PCEs 中の Na<sup>+</sup> と相関があるも他の要因の影響も大きいと考えられる。
- (3) CE 添加一液型減水剤を高流動コンクリートに適用し、高い流動性と材料分離抵抗性が得られた。

5. 参考文献

(1) 建設材料第 76 委員会、第 425 回、高性能 AE 減水剤 (増粘剤一液タイプ)、2015.05.29。  
 (2) 山川勉ほか ; セルローズエーテル添加、一剤型減水剤に関する基礎的研究、日本建築学会大会学術講演梗概 (九州)、2016 年 8 月、pp.253-pp.254