# 界面活性剤系増粘剤によるセメントペーストの状態改良およびブリーディング抑制効果

㈱フローリック　正会員　○ 西　祐宜
㈱フローリック　正会員　松沢　友弘
㈱フローリック　正会員　森本　孝敏

## １．はじめに

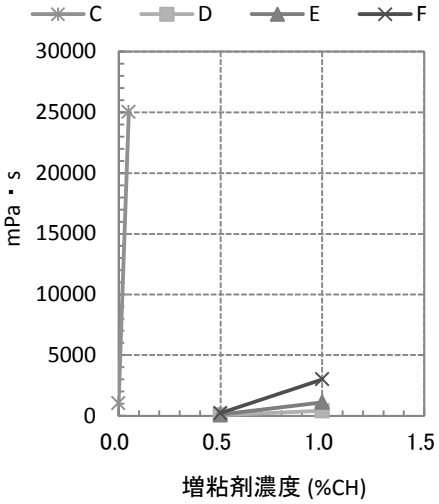
フレッシュコンクリートの「状態」は，施工性に影響を及ぼす重要なファクターである．「状態」に含まれる性能は，スランプやスランプフローといった所定のコンシステンシーのみではなく，ポンプ圧送性，材料分離抵抗性といった指標，更にはハンドリング性や目視での一体感までが「状態」の中に包含される．一般的に使用されるコンクリートの配(調)合は，使用材料の物理的・化学的性質，材料構成比を調整することで，コンシステンシーを満足し，材料分離を起こさないように設計される．一方で，ハンドリング性や目視での一体感の調整は非常に困難な課題といえる．ハンドリング性に着目した場合，骨材やセメント粒子間の接触頻度と摩擦抵抗，セメントサスペンションの粉体濃度が影響を及ぼすと考えられる．比較的，低粉体濃度の水セメント比である場合，単位セメントペースト量が少ない上に，セメントペーストの降伏値も低いため，コンクリートの状態が悪くなるケースもある．このようなコンクリートは一般的に，ブリーディング量が増加する傾向がある．また，低品質な骨材を使用した場合，状態悪化やブリーディング量の増加が顕在化する傾向といえる．本報告は，単位セメントペースト量や粉体濃度を調整せずに，界面活性剤系増粘剤によりセメントペーストに適度な粘性を付与し，ハンドリング性および材料分離抵抗性の向上，ブリーディング抑制を試みた結果である．

## ２．実験概要

セメントサスペンションへの粘性付与のため，表－１に示す増粘剤を使用した．メチルセルロース系特殊増粘剤は，D<E<F の順で分子量は高くなる．増粘剤の目標性能は，セメントペーストに粘性を付与しても所定のコンシステンシーは確保し，変形抵抗性だけが変化することである．増粘剤を含有させても，コンシステンシーが低下すれば，セメント分散剤を多量に使用することとなり，凝結遅延等，不具合が生じてしまう．実験は以下の手順で実施した．水酸化カルシウム飽和塩溶液を用い，0.5 および 1.0%の増粘剤水溶液(%CHsol.)の粘度を B 型粘度計で測定した．その後，W/C=52.5%のセメントペーストで，粘性付与とスランプの低下，ブリーディング抑制を確認した．シリンダーフロー試験(φ50×h50mm)，ポリエチレン袋法のブリーディング試験を実施した．増粘剤を添加したケースは，AE 減水剤をセメント重量に対し 1.5%添加，増粘剤無添加は AE 減水剤を 1.0%添加した．

表－１　使用した増粘剤

| 記号 | 増粘剤分類 | 概要 |
|---|---|---|
| A | 多糖類 | 粘度(20℃,1%aq.)：≒5000mPa・s |
| B | | 粘度(20℃,1%aq.)：≒700mPa・s |
| C | | 粘度(20℃,1%aq.)：≒1300mPa・s |
| D | メチルセルロース系(MC 系)特殊増粘剤 | 粘度(20℃,2%aq.)：4550mPa・s |
| E | | 粘度(20℃,2%aq.)：15000mPa・s |
| F | | 粘度(20℃,2%aq.)：30000mPa・s |

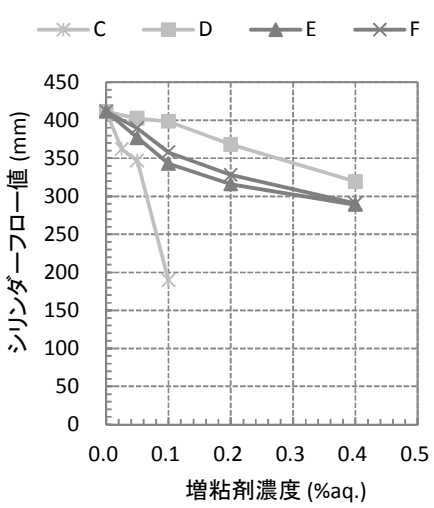



図－１ 増粘剤濃度と粘度の関係

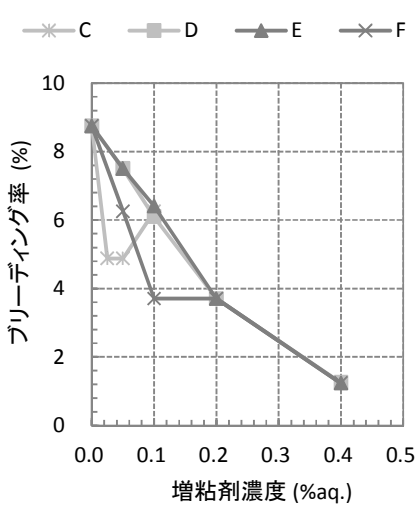
## ３．実験結果および考察

図－１に増粘剤濃度と粘度の関係を示す．水酸化カルシウム飽和溶液で増粘剤水溶液を作製した場合，水に溶解する場合と異なる粘度発

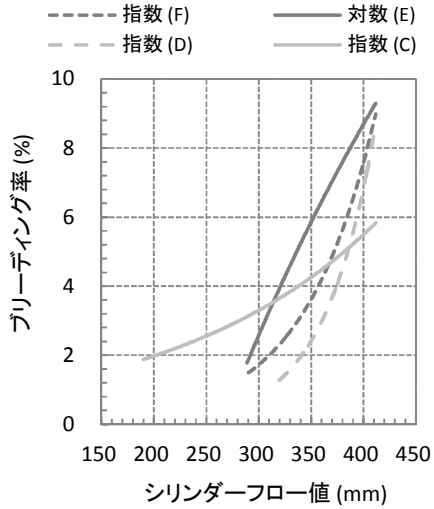
キーワード　界面活性剤系増粘剤，ブリーディング，含水率
連絡先　〒300-2622　茨城県つくば市要 33-1　㈱フローリック 技術部本部　ＴＥＬ029-877-1045




図－2 増粘剤濃度とフローの関係




図－3 増粘剤濃度とﾌﾞﾘｰﾃﾞｨﾝｸﾞ率の関係



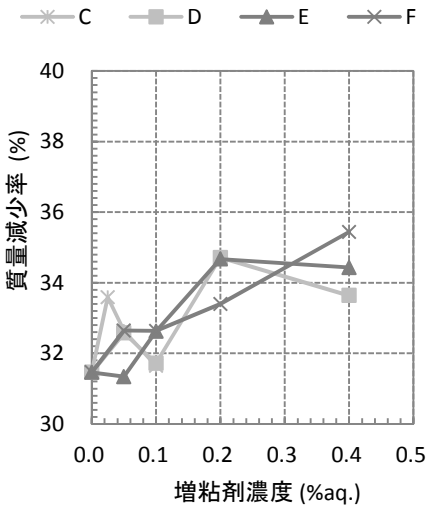

図－4 フローとﾌﾞﾘｰﾃﾞｨﾝｸﾞ率の関係

現性が確認された．高 pH 条件でも粘度低下を起こさないことが条件だが，本実験で使用した化合物は全般的に粘度が増加する傾向であった．また，A は水酸化カルシウム飽和塩溶液に溶解できなかった．図－2 に増粘剤濃度とフローの関係，図－3 に増粘剤濃度とブリーディング率の関係，図－4 にフローとブリーディング率の関係を示す．図－3 に示すように，増粘剤濃度の増加に伴いフロー値は減少する．多糖類が最もフローが低下し，MC 系特殊増粘剤は分子量の増加に伴いフローが低下する傾向であった．ただし，粘度を考慮すれば，MC 系特殊増粘剤のフローの低下傾向は軽微な差といえる．ブリーディング率においては，増粘剤濃度の増加に伴い，ブリーディング率は低下する．ここでは，C<F<D=E の順でブリーディング抑制効果が高かった．フロー値で示されるコンシステンシーの低下が少なく，ブリーディング抑制効果の高い化合物は，図－4 に示すように D であることがわかる．ブリーディングの作用機構を沈降分離現象と捉えれば，式(1)の運動方程式から説明される．ここに，$C_D$:水(流体)の抵抗係数，$D$:粒子直径，$t$:時間，$u$:セメント粒子沈降速度，$\rho$:水(流体)の濃度，$\rho_s$:セメント粒子の密度である．沈降速度が非常に遅い場合は，式(1)の右辺第 3 項(抵抗力)の $C_D$ は式(2)となる．ここに，$u_t$:終末沈降速度，$\mu$:サスペンションの粘度．上記式より式(3)の stokes が得られる．

$$\rho_s \frac{\pi}{6} \mathrm{D}^3 \frac{\mathrm{dt}}{\mathrm{du}} = \frac{\pi}{6} D^3 \rho_s g - \frac{\pi}{6} D^3 \rho g - C_D \frac{\pi}{4} D^2 \frac{\rho u^2}{2} \qquad (1)$$

$$C_D = 24\mu / D u_t \rho \qquad (2) \qquad u_t = (\rho_S - \rho) g D^2 / 18\mu \qquad (3)$$

セメントサスペンションの粘度($\mu$)が無限大のとき，終末沈降速度(dt/du, $u_t$)は 0 となる．増粘剤を用いてセメントサスペンションの液相の粘度を増加させることは,確かにブリーディング抑制には有効である．ただし，図－4 で選択された D が最も液相の粘度を増加させていた訳ではない．増粘剤化合物自体が接する水分子との関係性(保水性や溶解度の高さ)も考慮する必要があると考えられる．図－5 に 105℃乾燥機で 24 時間乾燥させた際の質量減少率を示す．ブリーディング試験後の硬化体を用いており，乾燥前後の水分逸散量を乾燥後質量で除している．増粘剤濃度の増加に伴い，質量減少率は増加する．この原因は，ブリーディング抑制により本来排出される水分が，硬化体内部に留まったためと考えられる．




図－5 増粘剤濃度と質量減少率の関係

## 4．まとめ

多糖類と界面活性剤系特殊増粘剤を用いてセメントペーストの状態改良を試みた．コンシステンシーへの影響が軽微であり，ブリーディング抑制効果を有する化合物を見出すことが出来た．また，必ずしも液相の粘度増加がブリーディング抑制に効果があるわけではなく，好適な増粘剤化合物の構造があると考えられる．