

高性能 AE 減水剤を添加したセメントペーストの
スランブフロー及びフロー速度

正会員 ○新 大軌 1*
同上 鈴木好幸 2**
同上 李 忠燮 3***
同上 崔 聖龍 4****
同上 濱 幸雄 5*****

高性能 AE 減水剤 混合セメント 流動特性
スランブフロー フロー速度 粘性係数

1. はじめに

近年、川砂利等の良質な骨材の枯渇により砕石が多く用いられフレッシュコンクリートの作業性を確保するために単位水量の増加が問題となっており、¹⁾ 単位水量削減、耐久性改善を目的として高性能 AE 減水剤は必須の材料となっている。一方、流動性の向上による単位水量や環境負荷の低減の観点から高炉スラグやフライアッシュなど混和材の利用が増加している。

コンクリートの流動性は、一般的にスランブやスランブフロー試験によって評価されているが、高性能 AE 減水剤を用いた場合でも流動性が悪いケースもあり、これは高性能 AE 減水剤の種類や高性能 AE 減水剤と混和材との相性問題が影響している可能性が報告されている^{2) 3)}。これに関して、スランブ、スランブフロー試験のみでなくフロー速度によってコンクリートの流動性を適切に判定できるとの報告もなされているが、¹⁾ フロー速度と流動性との関係性は明らかにはなっていない部分が多い。

本研究では減水性能の異なる 2 種類の高性能 AE 減水剤を添加したセメントペーストにおいて、スランブフロー及びフロー速度との関係性について検討した。さらにその結果について、セメントペーストのレオロジー特性の点から考察を加えた。

2. 実験概要

2-1 概要

本実験ではセメント種、水セメント比及び高性能 AE 減水剤の種類によるスランブフロー及びフロー時間の変化を検討した。セメントは普通ポルトランドセメント(以下 OPC)・高炉セメント B 種(BB)・フライアッシュセメント B 種(FB)の 3 種類、水セメント比は 25%と 35%、高性能 AE 減水剤はポリカルボン酸系で減水性能が異なる typeA、B の 2 種類を用い、スランブフロー及びフロー時間を測定した。使用材料は表-1 に示す。

2-2 試験方法

セメントと高性能 AE 減水剤を溶解させた練り混ぜ水を 5 分間練り混ぜセメントペーストを作製し、スランブフローおよびフロー時間試験を行った。スランブ試験は JIS

表-1 使用材料

	材料	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)
セメント	普通ポルトランドセメント(OPC)	3.17	3380
	高炉セメントB種(BB) スラグ配合率40%	3.07	3970
	フライアッシュセメント(FB) JIS規格2種	3.02	3890

A 1101 に準じて行い、スランブコーンを引き上げ、セメントペーストの流動が止まった後に、広がり最大である直径と、その直交する位置の直径を測り、両直径の平均値をスランブフローとし、mm 単位で小数点第 2 位まで測定した。フロー時間の計測方法は JIS A 1150 に準じて行った。500mm フロー到達時間及びフロー流動停止時間を求めるに、スランブコーン引き上げ開始時から広がり達した時間をストップウォッチを用い 0.1 秒単位で測った。その結果からフローの広がる速さの指標としてフロー速度を算出した。算出方法は 500mm に達するまでのフロー時間から求めた。

また、セメントペーストのレオロジー特性を把握するために、レオメーターを用いて粘性係数のせん断速度依存性を評価した。調製後のペーストを、せん断速度を 0 s⁻¹ から 150 s⁻¹ まで 2 分間で上昇、150 s⁻¹ から 0 s⁻¹ まで 2 分間で下降させ、流動特性を評価した。なお測定温度は 20℃ とした。

3. 実験結果及び考察

3-1 スランブフローとフロー速度の関係(OPC)

図-1 にスランブフローとフロー速度の関係を示す。セメントとして OPC を用いた場合、W/C=0.35 および 0.25 いずれの場合もスランブフロー及びフロースピード

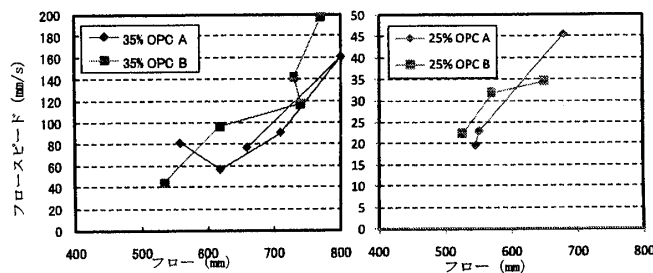


図-1 OPC のスランブフローとフロースピードの相関

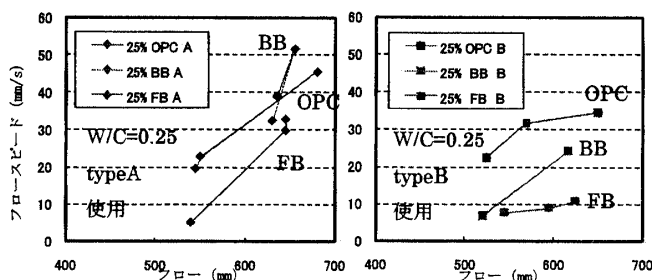


図-2 セメント種によるスランプフローとフロースピード

は高性能AE減水剤の添加率が増加するとフロー値も増大し、それに伴いフロー速度が速くなっており、水セメント比に関わらずスランプフローとフロー速度に相関があることがわかる。

3-2 高性能 AE 減水剤およびセメント種の影響

次に混合セメントを用いた場合のスランプフローとフロー速度の関係を図-2に示す。

typeA を使用した場合にはセメント種によらずスランプフローが増加するとともにフロー速度も向上している。一方、typeB を使用した場合はスランプフローは増加しているがフロー速度の増加が小さく、セメント種による結果の違いがみられる。このように typeA を用いた場合はスランプフローとフロー速度に相関がみられるが typeB を用いた場合にはスランプフローとフロー速度に相関がみられない傾向があり、これは高性能 AE 減水剤の種類や高性能 AE 減水剤と混和材との相性問題が影響していると考えられる。とくに typeB を用いた場合のようにスランプフローは増加しているがフロー速度は伸びない理由としてセメントのレオロジー特性が影響していると思われる。

3-3 セメントペーストの粘性係数のせん断速度依存性

各セメントペーストのレオロジー特性を図-3に示す。OPC を用いたセメントペーストではせん断速度の上昇とともに粘性が低下するチキソトロピックな流動特性を示している。一方、BB や FB はせん断速度が増加するとともに粘性が増加するダイラタンティックな流動特性を示していることがわかる。ダイラタンティックな流動特性を示す場合はフロー速度が増加するにしたがい粘性が増加しフロー速度増加を抑制する効果が生じることになり、このために3-2で示したようにフローが増加するにもかかわらずフロー速度が上昇しない結果となったものと考えられる。このように水セメント比や高性能 AE 減水剤種及びセメント種によってペーストのレオロジー特性が異なるため、スランプフローとフロー速度に相関が表れない場合があることが明らかとなった。

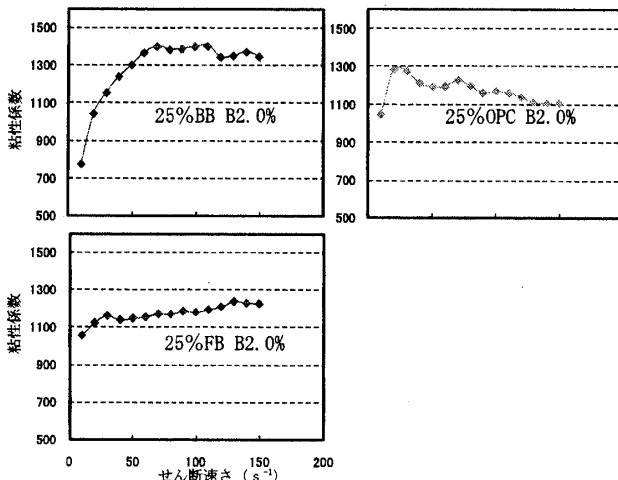


図-3 セメントペーストの粘性係数のせん断速度依存性

4. 結論

本研究では分子構造の異なる2種類の高性能AE減水剤を添加したセメントペーストにおいて、スランプフロー及びフロー速度との関係性について検討した。その結果以下のことが明らかとなった。

- 1) OPC を使用したセメントペーストでは高性能 AE 減水剤の添加率が増加するとフロー及びフロー速度が増加し、両者には相関関係がある。
- 2) 混合セメントの場合、typeA を使用した場合にはフローが増加するとともにフロー速度も向上しているが、typeB を使用した場合はフローは増加しているがフロー速度の向上が小さく、セメント種による結果の違いが現れた。
- 3) 水セメント比や高性能 AE 減水剤種及びセメント種によってペーストのレオロジー特性が異なり、スランプフローとフロー速度に相関が表れない場合があることが明らかとなった。

【謝辞】本実験を行うにあたり、室蘭工業大学卒論生の洙田智宏氏(現(株)トステム住宅研究所)に多大なご協力をいただきましたことを心より感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 吉兼 亨:良いコンクリートの原点 単位水量の管理 2004年3月31日発行
- 2) 蔵重 勲:ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を添加したペーストの流動特性、セメント・コンクリート論文集 No.52 pp230-234、1998
- 3) 加藤弘義:ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を使用したセメントペーストの流動性に与える混和材の影響、The society of Materials Science, Japan, Vol.52, No.3, pp.294-300, Mar 2003

* 室蘭工業大学大学院工学研究科 助教 博士(工学)
 ** 室蘭工業大学大学院工学研究科 修士課程
 *** 韓国 清州大学校 建設工学科 修士課程
 **** 韓国 清州大学校 建設工学科 修士課程
 ***** 室蘭工業大学大学院工学研究科 准教授 博士(工学)

* Assistant Prof., Muroran Institute of Technology, Dr. Eng
 ** Master Course, Muroran Institute of Technology
 *** Master Course, Cheongju University, Korea
 **** Master Course, Cheongju University, Korea
 ***** Associate Prof., Muroran Institute of Technology, Dr. Eng