

九州工業大学大学院 学生員 蔵重 勲

九州工業大学工学部 正会員 出光 隆

同上 正会員 山崎竹博

1. はじめに

施工性の向上やコンクリート品質の信頼性向上などの目的で高流動コンクリートが多用されるようになってきた。コンクリートの流動性は骨材間を充填するペーストに依存することは周知のことである。一方、高性能AE減水剤をはじめとする様々な混和剤がコンクリート(ペースト)の流動性を大きく向上させることも広く知られている。これらのペーストの流動性についてはペーストのフロー値を用いて評価されることが多く、その影響要因として粉体の特性(拘束水比, 変形係数)に関する研究が報告されている¹⁾が、混和剤の性質および使用量がその流動性に及ぼす影響を調査した例は少ない。本研究では流動性を表す指標としてペーストフローを選び、混和剤の使用量とペーストフローとの関係を粉体の置換率を変化させ実験的検討を行った。

2. 実験概要

(A) 使用材料—セメントは普通ポルトランドセメント(比重:3.16, ブレーン値:3250cm²/g)を使用し、これに高炉スラグ微粉末(比重:2.91, ブレーン値:6000cm²/g)を置換混合して4種類の粉体を用意した。また混和剤にはポリカルボン酸エーテル系の高性能AE減水剤を用いた。

(B) 実験方法—ペーストの練混ぜ工程を図-1に示す。練混ぜにはJIS R 5201「セメントの物理試験方法」に定めるミキサーを使用し、練混ぜ容積は1500cm³とした。ここで実験室の室温は15℃一定に管理し、使用材料も同室内で保管した。スランブフロー試験はJIS R 5201に準拠し、スランブフローの最大径とそれに直角方向の径の平均値をフロー値Fpとし、式(1)により相対フロー面積比Γpを求めた。

$$\Gamma p = (Fp/100)^2 - 1 \quad (1)$$

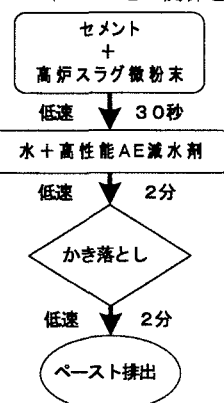


図-1 練混ぜ工程

(C) 配合—水・セメント・高炉スラグ微粉末・高性能AE減水剤から成るペーストの流動性に及ぼす配合要因には水粉体容積比Vw/Vp, セメントへの高炉スラグ微粉末置換率k(=BS/Vp(vol.%), BS:高炉スラグ微粉末)および減水剤添加率SP(vol.%)を選んだ。各要因の値は置換率を0, 30, 50, 70(vol.%)とし、減水剤添加率を0.0, 0.9, 2.4, 3.6, 4.8, 6.0(vol.%)としてそれぞれVw/Vpを0.6~1.8の範囲で変化させた。

3. 水粉体容積比と相対フロー面積比の関係

図-2~5は置換率ごとに水粉体容積比と相対フロー面積比の関係をそれぞれ減水剤添加率別に示したものである。フロー値より得られる相対フロー面積比と水粉体容積比との関係は混和剤無添加の場合、他の報告²⁾にも見られる様に粉体の置換率に関わらず線形になることが分かる。さらに各図を減水剤添加率別に見たところ高性能AE減水剤を添加した場合でも同様な関係が成り立つことが分かった。これらの実験結

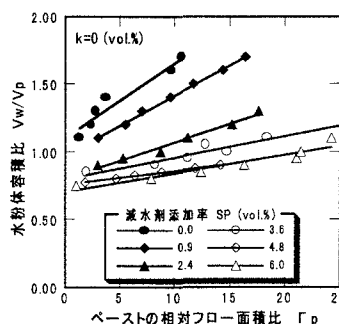


図-2 試験結果(k=0(vol.%))

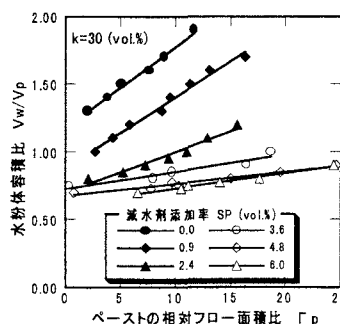


図-3 試験結果(k=30(vol.%))

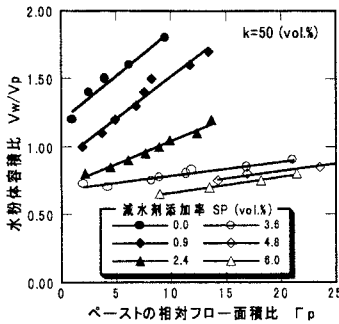


図-4 試験結果(k=50(vol.%))

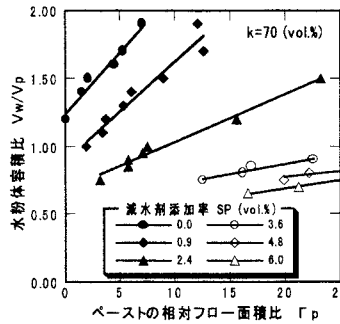


図-5 試験結果(k=70(vol.%))

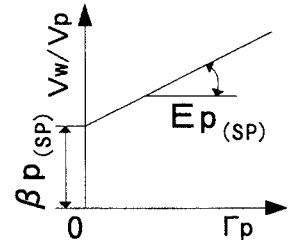


図-6 変形係数と拘束水比

果を基に、高性能AE減水剤を添加した場合のペーストの水粉体容積比と相対フロー面積比の関係を図-6の様にモデル化した。ここに、 $E_{p(SP)}$ は混和剤（高性能AE減水剤）を添加した場合の粉体の変形係数でペーストの変形し易さを表し、 $\beta_{p(SP)}$ は同じく混和剤（高性能AE減水剤）を添加した場合の粉体の拘束水比でペーストが変形し始めるときの水粉体容積比を表す。

4. 減水剤添加率と拘束水比・変形係数の関係

図-7, 8は図-6に従ってSPと $E_{p(SP)}$ 、 $\beta_{p(SP)}$ の関係を置換率別に示したものである。SP=3.0(vol.%)未満では図-7に示すように変形のし易さを示す変形係数が減水剤添加率の上昇に伴い置換率の相違によって異なった形状で低下している。しかしSP=3.0(vol.%)以上では置換率による差がほとんどなく、一定値に収束するものと判断できる。これは高性能AE減水剤が粉体粒子表面に与える界面活性効果による分散作用に起因するものと考えられる。細粒である高炉スラグ微粉末の置換量が多ければその粉体のブレン値は大きく、少なれば小さくなるが、粉体の表面積が大きい方が粉体の分散に必要な減水剤量は多くなると考えられる。ところがSP=3.0(vol.%)以上では粉体同士が十分に分散するための減水剤量は満足され、置換率の違い（粉体のブレン値の違い）が変形係数に及ぼす影響はほとんど無くなることが分かった。また図-8の拘束水比も同様に減水剤増加に伴い低下しており、SP=0(vol.%)とSP=0.9(vol.%)の間で折れ線が交差していることが分かる。これは、減水剤無添加では置換率が大きいほど粉体が拘束する水量が増加し、結果的に流動性に寄与する水が減少してしまうことによるものと考えられる。逆に高性能AE減水剤の添加により粉体同士が分散された状態では粉体粒子間に拘束される水は減少し、比較的粒度の良い高置換率の粉体の拘束水比が小さい値になったものと判断できる。

5. まとめ

以上、本研究の結果をまとめると以下のようなことが明らかになった。

- ①高性能AE減水剤を用いたペーストでも相対フロー面積比と水粉体容積比の関係は線形となる。
- ②変形係数はある減水剤添加率以上では一定値に収束し、変形係数の低下による流動性の向上は期待できない。
- また、拘束水比もある減水剤添加率以上でその低下率が落ちる。
- ③置換率の影響はSP=3.0(vol.%)程度を境にそれ未満では変形係数に、それ以上では拘束水比に大きく現れる。

【参考文献】

- 1) 枝松, 下川, 岡村: 粉体の特性とペーストのフロー値との関係, 土木学会論文集, No.544/V-32, 1996.8
- 2) 大内, 小澤: フレッシュモルタルの変形性に及ぼす粉体特性の影響, 土木学会第46回年次学術講演会講演概要集, 第5部, 1991.9

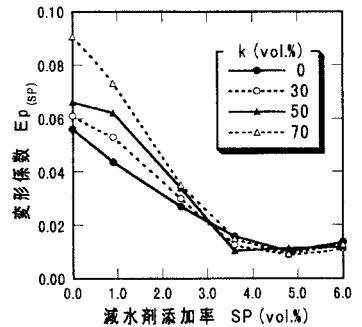


図-7 変形係数の変化

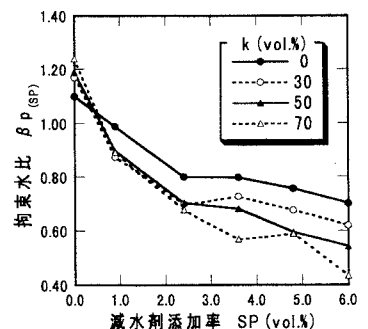


図-8 拘束水比の変化