

両性界面活性剤を用いたフレッシュコンクリートの性質

広島大学 正会員 田澤 栄一
防衛庁技術研究所 笠井 哲郎
備大成建設 津川 恵介
広島大学 学生員 ○大津 一郎

1. まえがき

本研究で用いた流動化剤は、従来の流動化剤が陰イオン系のポリマーであったのに対し、同一分子中に陽イオンになる基と陰イオンになる基が共存している両性界面活性剤の形になっている。この両性界面活性剤に属する流動化剤は従来の流動化剤に比べ、すぐれた性能を発揮した¹⁾との報告もなされ注目されはじめているが、このタイプの流動化剤がセメント系材料に及ぼす影響は未だ明らかにされておらず、例えばどのような化学組成が流動作用を増加させるかなど、解明が急がれるところである。

本研究では、この両性界面活性剤型の流動化剤がフレッシュ時の特性やそれぞれの事象の経時変化に及ぼす影響について検討を行うとともに、流動化剤の分子量、変性率の影響についても検討を行った。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント（比重：3.16）、細骨材は風化花崗岩系山砂（比重：2.61，粗粒率：2.88）、粗骨材は石灰岩碎石（比重：2.71，粗粒率：6.55）、モルタルのフロー試験には豊浦標準砂を使用した。流動化剤としてまず、その分子量、カルボキシル基の変性率の影響の検討を行うために、表1に示すものを使用し、その結果をもとに表2に示す流動化剤を用いて以下の実験を行った。またこのとき比較のために、市販の高強度用高性能A E減水剤（Ad-1）、遅延型高性能A E減水剤（Ad-2）も使用した。

流動特性の評価として、セメントペーストにおいて電位の測定（顕微鏡電気泳動法）、管式粘度計を用いた塑性粘度 η_{pl} 、降伏値 τ_f の測定、モルタルにおいてフロー試験（JIS R 5201）、またコンクリートにおいてスランプ試験（JIS A 1123）をそれぞれ行った。

3. 実験結果および考察

図1～2は、表1に示した流動化剤を用いたときの、 $W/C=50\%$ における塑性粘度 η_{pl} 、降伏値 τ_f をそれぞれ分子量、変性率ごとに示したものである。 η_{pl} は分子量が大きいほど若干低下し、 τ_f は変性率が80~150%で低い値となった。また、練り混ぜ直後の塑性粘度をほぼ一定とする添加量での η_{pl} 、 τ_f の経時変化もまた分子量11000~27000，変性率80~150%の流動化剤を使用した場合に、時間経過に伴う流動性の低下が少なかった。このことより、分子量11000~27000，変性率80~150%の範囲の流動化剤が流動性を高め、またスランブロス低減効果があることが推測される。以上の結果をもとに、以下では表2に示す両性界面活性剤型の流動化剤を使用した。

図3～4は、 $W/C=45\%$ のときの各添加量における η_{pl} 、 τ_f を、また図5～6は η_{pl} 、 τ_f の経時変化を示したものである。

表1. 予備試験で使用する流動化剤

流動化剤	変性前ポリカルボン酸分子量 (GPC)	カルボキシル基変性率 (%)	固相分濃度 (%)
SP A-1	1500	40	23.24
SP A-2	1500	80	25.74
SP A-3	1500	150	29.94
SP B-1	11000	40	19.78
SP B-2	11000	80	22.98
SP B-3	11000	150	27.38
SP C-1	27000	40	19.46
SP C-2	27000	80	22.09

表2. 流動化剤

流動化剤	変性前ポリカルボン酸分子量 (GPC)	カルボキシル基変性率 (%)	固相分濃度 (%)
SP-1	10000	150	27.10
SP-2	21000	150	28.80
SP-3	10000	カチオン変性率 (%)	固相分濃度 (%)
		カチオン変性率の25%	30.20

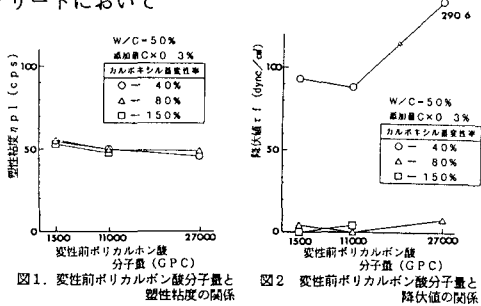


図1. 変性前ポリカルボン酸分子量と塑性粘度の関係

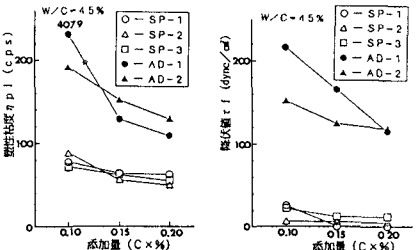


図3. 流動化剤添加量と塑性粘度の関係

図4. 流動化剤添加量と降伏値の関係

これらの結果から、従来の高性能減水剤 (Ad-1, Ad-2) と比較してこの両性界面活性剤型の流動化剤を使用することで、このタイプのどの流動化剤の場合にもペースト時において高い流動性が得られ、また経時変化も高性能減水剤は流動性が低下するのに対し、流動効果が持続しているのが分かる。また、流動化剤種別による差はあまり大きくない。

図7は、添加量一定でのモルタルフロー値の経時変化を示したものである。これを見ると、SP-3の流動性が最も高く、また時間経過に伴いフロー値が増加しており、流動効果の持続性も非常に優れている。しかしSP-1, SP-2は急激に流動性が低下しており、ペースト時とは異なった傾向を示している。

図8は、同一添加量で練り混ぜたコンクリートのスランプ値の経時変化を示したものである。SP-3は90分後まで高スランプ値を維持しており、流動性に優れ、スランプロス低減にも有効であるものと考えられる。SP-1, SP-2は急激にスランプ値が低下しており、モルタル時と同様にペースト時とは異なった傾向を示している。

以上のように、両性界面活性剤型のSP-3は従来の高性能減水剤に比べ流動性が高く、また時間経過に伴う流動効果の低下が少なく優れた流動特性を示した。この流動化剤は分子量が10000であったが、流動化剤中の陽イオンの25%を陰イオンで置換しているところが、SP-1, SP-2よりも高い流動性を示した原因であると考えられる。

つぎにこれら流動化剤を添加したセメントペーストの ζ 電位を測定することで、流動化剤の分散効果について検討した。 ζ 電位はセメント粒子の表面電位と見なすことができ、粒子間の静電的反発力の大きさと考えてよい。したがって、 ζ 電位は流動化剤添加時のセメントペーストの分散の程度を示すものであり、分散効果の指標となるものである。図9～10は、セメントペーストの ζ 電位とモルタルフロー、スランプ値の関係を示したものであるが、 ζ 電位とモルタルフロー、スランプ値には相関関係が見られ、 ζ 電位のマイナスの絶対値が高いものほど高い流動性を示している。特にSP-3の ζ 電位の絶対値が高く、このことはSP-3の流動特性が優れていることの裏付けとなっている。このように ζ 電位とモルタルフロー、スランプ値の挙動がほぼ一致していることから、セメントペーストの ζ 電位によってモルタル、コンクリートの流動性を推定できるものと考えられる。

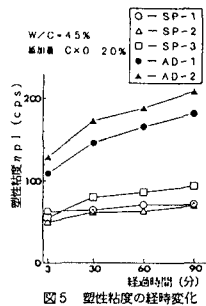


図5 塑性粘度の経時変化

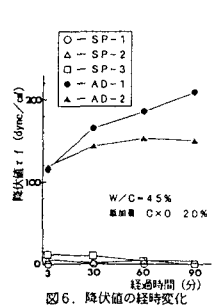


図6 降伏値の経時変化

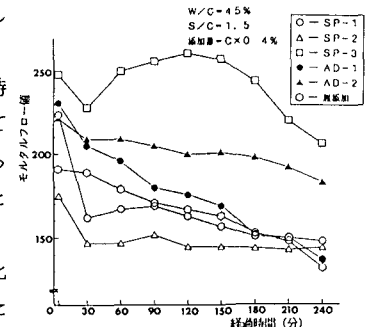


図7 流動化剤別モルタルフローの経時変化

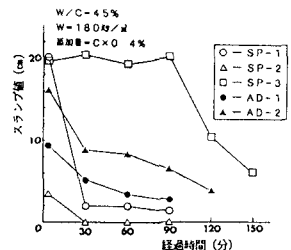
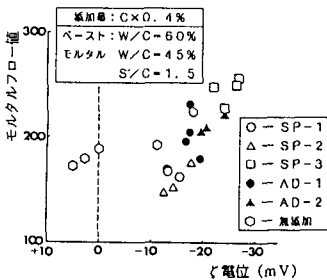
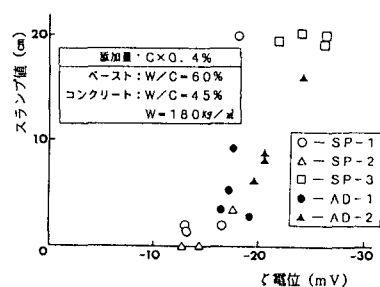


図8 流動化剤別スランプ値の経時変化

図9. ζ 電位とモルタルフローの関係図10. ζ 電位とスランプ値の関係

〈参考文献〉1) 田澤栄一他・流動コンクリートの実用化研究, 昭和59, 60年度文部省科学研究費補助金研究成果報告書, 昭和61年3月