

界面活性剤高次構造体によるコンクリート流動性保持技術の開発

花王(株) 正会員 ○島田 恒平
同 谷所 美明
同 川上 博行

1. はじめに

国内生コンクリート業界では交通事情の悪化や製造拠点の減少に伴う長距離・長時間輸送化により、コンクリート混和剤に一層の流動保持性を求める声が上がりに始めている。流動保持性とは、混練から打設までコンクリートの流動性を維持する性質であり、セメントの水和反応¹⁾や減水剤のセメントへの吸着性を制御²⁾することによって発現する。しかしながら、これら手段ではコンクリートの短期材齢強度との二律背反となることが少なくない。そこで本報では、流動保持性と初期（材齢1日）強度発現性の両立を目的とした、界面活性剤高次構造体によるコンクリート流動保持技術の開発について検討した、その詳細について報告する。

2. 界面活性剤

界面活性剤は、定法により合成した非イオン性界面活性剤を使用した。該非イオン性界面活性剤は、同一分子内に親水基及び疎水基を有する両親媒性の単分子であり、コンクリートバルク水のような高イオン強度下で自己組織化し、高次構造体を形成してセメント粒子に吸着する特性を有する。

3. 実験概要

3. 1 使用材料および配合

実験に使用した材料を表-1に、コンクリート配合を表-2に示す。すべての材料は20℃に調整し、骨材は表面乾燥状態に調整した。

3. 2 フレッシュコンクリートの調整

表-2のコンクリート配合で、強制二軸型ミキサーに、表-1記載の材料を投入し、40rpmの攪拌速度で空練りを10秒間行った。次いで、各混和剤を溶解した練り混ぜ水を添加し、90秒間練り混ぜ調整した。

3. 3 コンクリート試験

- ・流動性：3.2の通り調整したコンクリートを均一となるようにスコップで調整した後、JIS A 1101に準拠してコンクリートスランプ(cm)を測定した。
- ・空気量：JIS A 1128に準拠して測定し、AE剤及び消泡剤により4.5±1.0%となるように調整した。
- ・経時変化：暗所、20℃で30分、60分、90分、120分、150分、180分、210分静置した後、再度スコップにより調整し、流動性および空気量を測定した。
- ・圧縮強度試験：JIS A 1108に準拠し供試体を作成して、材齢1日および材齢7日で強度測定した。

3. 4 セメントペースト上清の調整

表-1記載の界面活性剤(Ad2)4.0g(1.0C×%)を水に溶解し160gの練り混ぜ水とした後、セメント400gに添加しハンドミキサーを用いて620rpmの攪拌速度で1分練り混ぜセメントペーストを調整した。続いて該セメントペーストを遠沈管に充填し、2,000rpmの回転速度で2分遠心分離して得た上澄み液を、メンブレン

表-1 使用材料

材料	記号	概要
水	W	和歌山県上水道水、密度：1.00 g/cm ³
セメント	C	普通ポルトランドセメント、密度：3.16 g/cm ³
細骨材	S1	愛知県産山砂、表乾密度：2.61 g/cm ³
	S2	兵庫県産砕砂、表乾密度：2.58 g/cm ³
粗骨材	G1	高知県産碎石1005、表乾密度：2.70 g/cm ³
	G2	高知県産碎石2010、表乾密度：2.70 g/cm ³
混和剤	Ad1	高性能AE減水剤（ポリカルボン酸系）
	Ad2	界面活性剤（非イオン性）

表-2 コンクリート配合

配合 No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							
			W	C	S1	S2	G1	G2	Ad1	Ad2
1	45	48	170	378	500	326	747	187	3.2	-
2									3.0	2.7
3									2.7	5.4

キーワード 混和剤、長距離・長時間輸送、流動保持性、初期強度、界面活性剤、高次構造体

連絡先 〒640-8580 和歌山県和歌山市湊1334 花王(株)テクノケミカル研究所第一研究室 TEL：073-426-8555

フィルターによりろ過してペースト上清を得た。経時変化に関しては、暗所、20℃で30分、60分、120分、180分静置したセメントペーストを用いて同様にペースト上清を調整した。

3. 5 界面活性剤高次構造体吸着率の算出

3. 4の通り調整したセメントペースト上清を、1%塩酸で適宜希釈しTOC（全有機体炭素計）測定に供した。続いて測定で得られたTOC(mg/L)から、下記式に基づいて界面活性剤構造体吸着率(%)を算出した。

界面活性剤構造体吸着率(%)=TOC×希釈倍率×練り混ぜ水量×構造体形成率*/界面活性剤添加量

*構造体形成率(%)は、セメントペースト上清と界面活性剤(Ad2)を用いて実施した別途試験により求めた。

4. 結果と考察

4. 1 コンクリート試験

横軸に混練からの経過時間(分)を、縦軸にコンクリートスランプ(cm)を取った結果を図-1に示す。結果、界面活性剤(Ad2)を添加した配合2および配合3は、界面活性剤無添加の配合1に比べ流動保持性に優れることが分かり、配合1~3の傾向から、界面活性剤(Ad2)は、およそ0.7(C×%)の添加で、安定した挙動で60分保持時間を延長できることが示唆された。

また、図-2に強度試験結果を示す通り、界面活性剤(Ad2)を添加した配合2および配合3の材齢1日強度は、界面活性剤無添加の配合1と同等程度であり、該界面活性剤の添加により流動保持性と強度発現性を両立しうることが示された。

4. 2 界面活性剤構造体のセメント粒子に対する吸着挙動

続いて、該界面活性剤の吸着挙動を解析し作用機作について考察した。横軸に混練からの経過時間(分)を、縦第一軸に界面活性剤構造体吸着率(%; 青色実線)を取った結果を図-3に示す。結果、混練から時間経過に伴って吸着率が上昇するが、ある時点を境に吸着率が低下することが分かった。これは、縦第二軸に示した構造体形成率(%; 灰色破線)の低下を反映したものであり、該界面活性剤構造体は何らかの影響で時間経過とともに変性したために起こったと考えられる。一般に減水剤の吸着はセメントの水和反応を阻害するため、この界面活性剤構造体の変性・吸着率の経時的な低下こそ、流動保持性と強度発現性の二律背反から脱却した原因の一つであると考察している。

5. まとめ

自己組織化能を有する界面活性剤の適用により流動保持性と強度発現性を両立できる可能性が示された。

参考文献

- 1) 竹下治之 超遅延剤を添加したコンクリートの基礎的特性に関する研究：土木学会論文集，第378号/V-6, pp. 221-229, 1987
- 2) 飯場栄二，木之下光男，稲垣順司，名和豊春 ポリカルボン酸系分散剤の化学構造が流動性に及ぼす影響：コンクリート工学年次論文集，Vol.22, No.2, pp.151-156, 2000

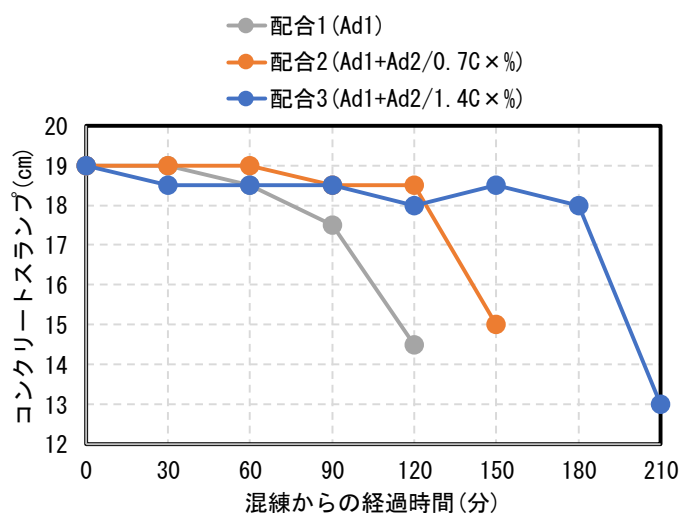


図-1 混練からの経過時間とスランプの関係

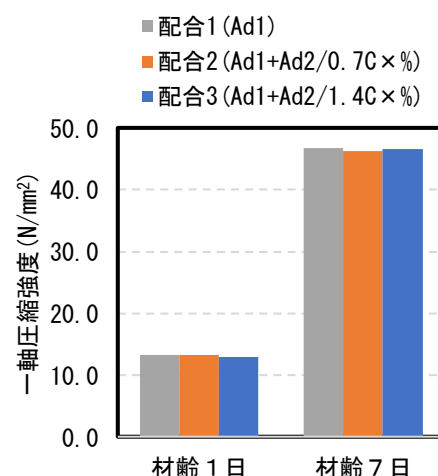


図-2 強度試験結果

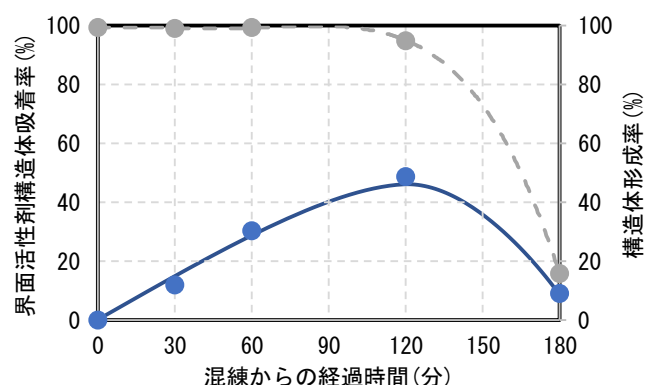


図-3 経過時間と構造体吸着/形成率(%)の関係