

高性能コンクリートの流動性と水和発熱に及ぼす高性能 AE 減水剤の影響

○ 北海道大学大学院 正会員 名和豊春
北海道大学大学院 フェロー 大沼博志
北海道大学大学院 フェロー 三上 隆

1. はじめに

高強度コンクリートや高流動コンクリートは、ともに高い流動性を必要とするため、高い分散性を有する高性能 AE 減水剤を使用する。また、両コンクリートともに、配合において多量の結合材を必要とするため、水和発熱量が増大し温度ひび割れを生じる危険性が高まる。ところで、高性能 AE 減水剤は、流動性を向上させると共に、セメントの水和も遅延するため、コンクリート部材の発熱特性にも影響を与える。なお、ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤は、その分子量、分子量分布、グラフト鎖長および構成成分の組成比率などの分子骨格のバランスを変化させることにより、様々な性能を有する減水剤を合成することができる。したがって、各用途に最適な高性能 AE 減水剤を提供するためには、これらの減水剤の化学構造と分散作用および水和遅延作用との関係を明らかにする必要がある。

本研究は、ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤の化学構造が、高性能コンクリートの流動性と断熱温度上昇に及ぼす影響について検討したものである。

2. 実験の概要

2. 1 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 、比表面積 $3310\text{cm}^2/\text{g}$ ）を用いた。骨材は、大井川産川砂（表乾密度 2.62g/cm^3 ）、大井川産川砂利（表乾密度 2.66g/cm^3 ）を用いた。実験に用いたポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤は、図 1 に示すように末端スルホン基を有するグラフト共重合体であり、グラフト鎖のエチレンオキサイド付加モル数が 9 モルおよび 45

モルから成る 2 種類の共重合体(それぞれ P1、P2 と略記)を用いた。なお、各グラフト共重合体は、重量平均分子量がほぼ一定の範囲内($43000\sim 47000$)に入るように合成した。

2. 2 配合および実験方法

コンクリートの配合は、練上り直後のスランプフロー値が $650\pm 50\text{mm}$ となるように決定した。表 1 にコンクリートの配合を示す。

高性能 AE 減水剤の吸着量は、セメントペーストで行い、全有機炭素測定装置（TOC）を用いて測定した吸着の前後での液相中の全有機炭素量の差から求めた。また、断熱型熱量計（東京理工社製）を用いてコンクリートの断熱温度上量を測定した。

3. 実験結果および考察

図 2 に共重合体の添加量とセメントペーストの流動性の関係を示す。これによるとグラフト鎖が長いものほど、所定の流動性を得るのに必要な混和剤添加量が少なくなる傾向が認められた。吉岡¹⁾らは立体障害効果による全ポテンシャルエネルギーの理論

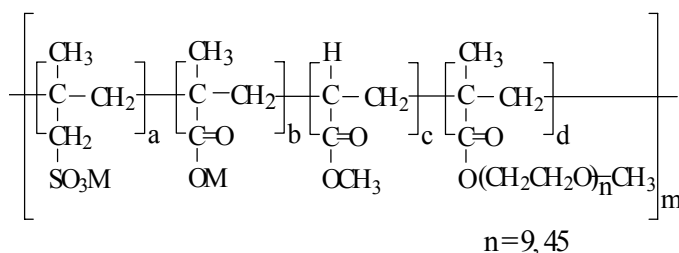


図 1 グラフト共重合体の化学構造

表 1 コンクリートの配合とフレッシュ性状

混和剤の種類	水セメント比	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤添加量 (C×wt%)	スランプフロー (mm)	空気量 (%)	温度 (℃)
			W	C	S	G				
P1	0.3	52.7	175	583	857	781	2.0	626	1.6	22.0
P2	0.3	52.7	175	583	857	781	0.9	671	1.8	22.0

キーワード：高性能コンクリート、高性能 AE 減水剤、グラフト鎖、流動性、断熱温度上昇

連絡先：札幌市北区北 1 3 条西 8 丁目 Tel：011-706-7274 Fax：011-706-7275

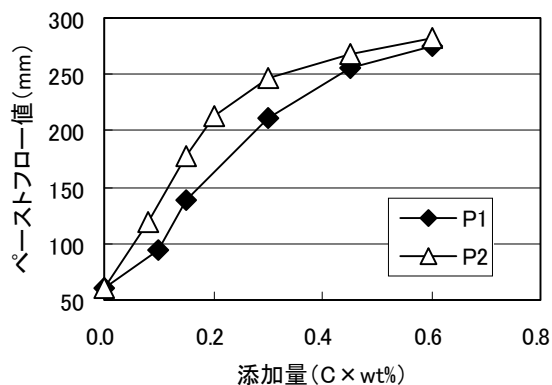


図2 混和剤添加量とペーストフローの関係

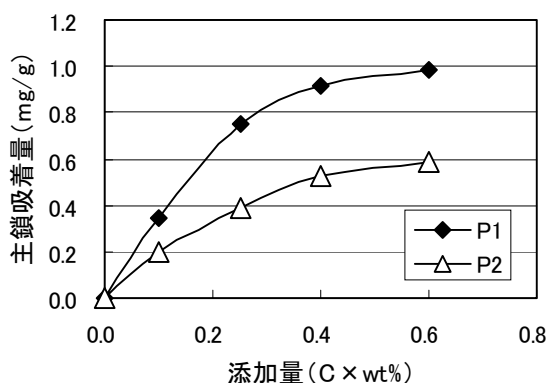


図3 混和剤の吸着量

的な計算を行っており、それによるとグラフト鎖が長くなるにしたがい、反発力が発生する粒子間距離が長くなり、分散性能が向上する。コンクリートにおいても、表1に示すように、練上り直後のスランプフロー値が $650 \pm 50 \text{ mm}$ となる混和剤添加量は、グラフト鎖が短いP1に比べ、長いP2の方が少なくなる傾向が確認された。

グラフト共重合体は、 SO_3 や COOH などの官能基を有する主鎖がセメント粒子表面に吸着する形態を取る。図3は添加量とグラフト共重合体の主鎖の吸着量との関係を示したものであり、グラフト鎖が長いP2の方が、同じ添加量で流動性が良好であるにも拘わらず、セメント粒子表面への主鎖吸着量は低減する傾向を示した。混和剤によるセメントの水和遅延は、基本的には混和剤分子がセメント粒子表面に吸着することに起因すると考えられている。したがって図3の結果より、グラフト鎖が長い減水剤の方が、水和遅延が少なくなることが予想される。

図4は、表1に示した練上り直後のスランプフロー値が $650 \pm 50 \text{ mm}$ のコンクリートの断熱温度上昇曲線を示したものであり、グラフト鎖が長いP2では温度上昇の開始が早く、セメントの水和遅延が少ない

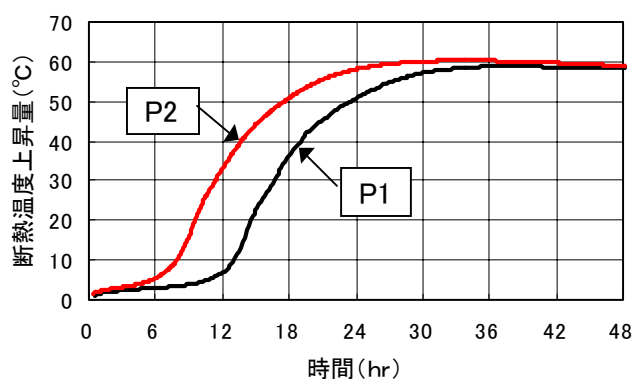


図4 コンクリートの断熱温度上昇曲線

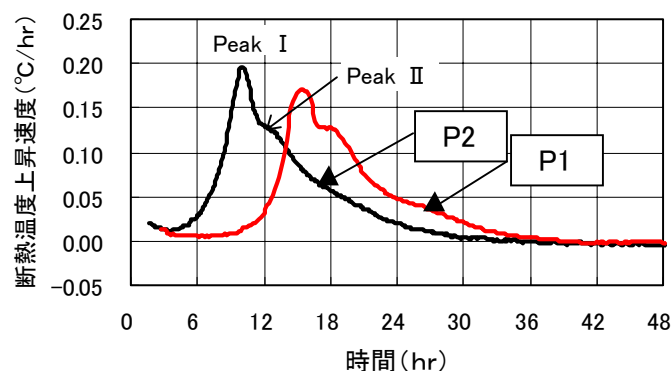


図5 断熱温度上昇速度曲線

いことが分かる。図4の断熱温度上昇曲線を微分した断熱温度上昇速度曲線を図5に示す。図中のピークIIはセメント中の C_3S の発熱ピークと考えられる。他方、シャープな形態のピークIはピークIIに付属した形であり、エトリンサイト(Aft)からモノサルフェート(AFm)への転移生成反応によるピークと考えられる。図5より、グラフト鎖が長い共重合体では、 C_3S の水和反応およびAftからAFmへの転移生成反応ともに遅延の程度が少ないことが認められる。

4. まとめ

ポリオキシエチレン鎖長の異なるグラフト共重合体を用いてその化学構造がセメントの流動性や水和発熱に及ぼす影響について調べ、グラフト鎖の長い共重合体ほど練混ぜ直後に優れた流動性を示し、さらにセメントに対する主鎖の吸着量が少ないため、水和遅延性が小さいことを明らかにした。

【参考文献】

- 1) 吉岡一弘, 坂井悦郎, 大門正機, 北原文雄: セメント粒子の分散に及ぼす高性能減水剤の立体障害効果の役割, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.16, No.1, pp.335-340, 1994