

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	分子構造の異なるポリカルボン酸系分散剤を添加したセメントペーストの流動性に及ぼす硫酸イオンとフッ化物イオンの影響
Title(English)	INFLUENCE OF SULFATE ION AND FLUORIDE ION ON THE FLUIDITY OF CEMENT PASTE WITH POLYCARBOXYLATE BASED SUPERPLASTICIZER HAVING DIFFERENT MOLECULAR STRUCTURE
著者(和文)	松澤一輝, 新大軌, 宮内雅浩, 坂井悦郎
Authors(English)	Kazuki Matsuzawa, Daiki Atarashi, Masahiro Miyauchi, ETSUO SAKAI
出典(和文)	セメント・コンクリート論文集, Vol. 67, No. 1, pp. 59-64
Citation(English)	Cement Sci. and Concrete Tech., Vol. 67, No. 1, pp. 59-64
発行日 / Pub. date	2014, 2

分子構造の異なるポリカルボン酸系分散剤を添加したセメントペーストの流動性に及ぼす硫酸イオンとフッ化物イオンの影響

松澤一輝^{*1} 新大軌^{*1} 宮内雅浩^{*1} 坂井悦郎^{*1}

^{*1} 東京工業大学 大学院理工学研究科(〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1)

要旨：分子構造が異なるポリカルボン酸系分散剤を添加したセメントペーストの流動性に及ぼす硫酸イオンとフッ化物イオンの影響について検討を加えた。K₂SO₄ または KF を添加すると、ペーストの見かけ粘度と分散剤吸着量は増大した。K₂SO₄ を添加した際は、グラフト鎖長が長い分散剤より短い分散剤で見かけ粘度が小さい値を示した。一方、KF を添加した際は、グラフト鎖長が短い分散剤より長い分散剤で見かけ粘度が小さく、著者らがこれまでに明らかにしている CaCO₃ ペーストでの挙動とは異なる傾向を示した。K₂SO₄ または KF を添加した際は、いずれもグラフト鎖が長い分散剤より短い分散剤で吸着量が大きい値を示した。

キーワード：ポリカルボン酸系分散剤、セメントペースト、流動性、低温焼成、無機電解質、フラックス、ミネライザー、吸着阻害

1. 背景

コンクリートの施工では、コンクリートの流動性を高めて、施工にかかる労力や時間を削減する事が望まれる。また、コンクリートの耐久性向上の為に単位水量の減少が図られ、同時に施工性の確保が要求される。その為、高性能 AE 減水剤であるポリカルボン酸系分散剤が使用されている。ポリカルボン酸系分散剤は楕形高分子を主成分としており、分子中にあるカルボキシル基でセメント粒子表面に吸着する。ポリカルボン酸系分散剤は側鎖の立体反発により分散を安定にし、少ない添加量でも高流動性を生み出せる特徴がある。また原料モノマーを変更する事で容易に分子構造を変化させることが出来る。

一方、セメントの製造では、エーライト生成の為に 1,450℃ 以上の高温で原料を焼成する必要がある、多大なエネルギーを消費している。この焼成時にセメント製造で消費されるエネルギーの 80% が消費され、焼成エネルギーの削減が求められている。また、高温焼成では炉の劣化や窒素酸化物の発生も問題となる。それ故、硫酸塩やフッ化物塩等を原料に添加し、焼成温度を低下して、エネルギー消費量を削減する研究が進んでいる¹⁾。セメントの焼成温度を低下させる物質は、その作用機構により主に 2 種類に分類され、フラックスとミネライザーに分けられる。フラックスは融剤とも呼ばれ、液相の生成温度や表面張力に影響を与えて低温焼成を可能にする物質であり、硫酸塩などが挙げられる。一方、ミネライザーは鉱化剤とも呼ばれ、固相平衡に影響を与

えてエーライトが存在する温度範囲を低温側に広げる物質であり、フッ化物塩などが挙げられる。Raina らは、セメント原料に CaSO₄ と CaF₂ を添加し、添加量と焼成後のフリーライム量の関係を研究している²⁾。これによると、1~2mass% の CaSO₄ または CaF₂ もしくは両方を添加することで、焼成温度を約 200℃ 低下させてもフリーライム量を維持出来る事が明らかにされている。焼成温度低下による製造プロセス全体でのエネルギー削減量は 100℃ 当たりおよそ 2.2% であり、最大約 4.5% の削減が見込まれる³⁾。しかし、硫酸塩やフッ化物を原料に添加すると、焼成後に陰イオンがペースト中に溶出する可能性がある。

著者らはこれまでに、水和反応を伴わない CaCO₃ をモデル粉体として、ポリカルボン酸系分散剤の作用機構を説明してきており、硫酸塩やフッ化物塩が混入するとポリカルボン酸系分散剤を添加した CaCO₃ ペーストの流動性が著しく低下する事を報告している⁴⁾。硫酸イオンやフッ化物イオンなどのカルシウムイオンと難溶性の塩を生成する陰イオンはペースト中で CaCO₃ 粒子表面のカルシウムイオンと結合し、ポリカルボン酸系分散剤が粒子に吸着するためのサイトを消費して、分散剤の吸着量を減少させることが明らかとなっている。この様に、ポリカルボン酸系分散剤を添加した CaCO₃ ペーストの流動性に与える硫酸イオンとフッ化物イオンの影響については詳しい既往の研究がある。しかし、ポリカルボン酸系分散剤を添加したセメントペーストの流動性に与えるフッ化物イオンの影響に対しては未だ研究がほと

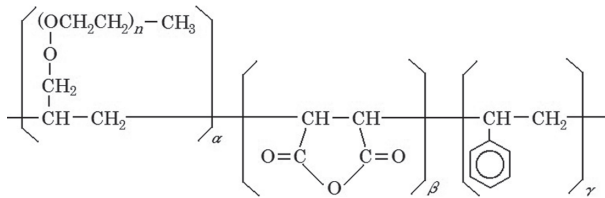


Fig. 1 Molecule structure of superplasticizer

Table 1 Polymerization ratio and average molecular weight of superplasticizer

	α	β	γ	M_w [g/mol]
P-70	1	1.0	0.029	49,600
P-34	1	1.0	0.014	23,100
P-10	1	1.0	0.005	29,100

Table 2 Composition of OPC [mass%]

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO
65.63	21.56	4.68	2.98	1.3	1.9	0.39	0.33	0.23	0.27	0.14

んど為されていない。また、多くの研究が為されている硫酸イオンの影響についても、低温焼成技術の観点から見ると少ない無機塩添加量の系しか研究されていない。無機塩による焼成温度低下を工業的に行う為には、水和反応を伴うセメントペーストの流動性と水和反応に対する硫酸塩とフッ化物塩の影響を定量的に明らかとする事が必要であり、特に既往の研究よりも無機塩添加量が多い系での流動性に対する研究が必要である。本研究では、様々な分子構造を持つポリカルボン酸系分散剤を添加したセメントペーストの流動性と分散剤吸着量及び水和反応に対する K₂SO₄ と KF の影響について検討を加えた。

2. 実験方法

2.1 使用した分散剤の分子構造

分散剤には、前報⁵⁾でも報告しているポリオキシエチレンモノアシルモノメチルエーテル(α -アシル- ω -メトキシポリオキシエチレン)、無水マレイン酸及びスチレンをモノマーとして共重合させたポリカルボン酸系樹形高分子を用いた。使用した分散剤は P-70、P-34、P-10 の 3 種類で、それぞれグラフト鎖の長さが異なる。分散剤名の数字はグラフト鎖の平均重合度 n を表し、P-70 が最も長いグラフト鎖を持ち、P-10 が最も短いグラフト鎖を持つ。P-34 は中間的なグラフト鎖長を持つ。これらの分散剤は、吸着官能基としてカルボキシル基のみを持ち、グラフト鎖が短い分散剤ほど単位質量当たりで多い官能基を持つ。Fig. 1 に分散剤の分子構造を示す。また、Table 1 にポリオキシエチレンモノアシルモノメチルエーテル(α -アシル- ω -メトキシポリオキシエチレン)の量を 1 としたモノマー重合比 $\alpha : \beta : \gamma$ 及び GPC 法により求めた分散剤の平均分子量 M_w を示す。

2.2 使用した試薬

使用した普通ポルトランドセメント(OPC)の化学成分を Table 2 に示す。また、ボーグ式を用いて求めた OPC 中の鉱物量を Table 3 に示す。硫酸イオンとフッ化物イオンの添加には、陽イオンの影響が少ない K₂SO₄ と KF(関東化学株式会社製、特級試薬)を用いた。

Table 3 Mineral composition of OPC [mass%]

3CaO·SiO ₂	2CaO·SiO ₂	3CaO·Al ₂ O ₃	4CaO·Al ₂ O ₃ ·Fe ₂ O ₃
62	15	7	9

Annotation : These values are calculated by Bogue's equation

2.3 実験手順

水粉体比 W/P は質量比 0.32 とし、所定の分散剤水溶液と K₂SO₄ 水溶液と KF 水溶液を OPC に添加し、5 分間練り混ぜてペーストを作製した。ペーストの流動性の測定では、応力制御型回転二重円筒粘度計(Haake 社製、RT20 Z41TI)を用いて、ずり応力を 240s かけて 0.54Pa → 200Pa → 0.54Pa と変化させた。前報⁴⁾と同様にずり応力が 200Pa である時の見かけ粘度を流動性の指標として評価した。吸着量の測定では、20 °C で吸着時間を 5 分とし、遠心分離機を用いて 10 分間、8,200m/s² でペーストから上澄み液を抽出した。全有機炭素量測定装置(TOC5050A)で上澄み液中の有機物濃度を測定し、吸着前後の濃度差から粉体に対する分散剤の吸着量を求めた。また、20 °C で水和時間を 5 分とし、ペーストにアセトンを加えて水和反応を停止して、遠心分離機を用いて 10 分間、8,200m/s² でペースト中の固形分を沈降させた。その後、固形分を減圧乾燥し、Gemini V2380 (Shimadzu Corporation 製)を用いて BET 法により比表面積を測定した。ペーストの反応熱については、コンダクションカロリメーター(東京理工社製 MODEL MPC-11)を用いて注水 0 分後から 90 分後までの発熱速度を測定した。

K₂SO₄ と KF の添加量を固定した実験については、焼成温度を約 150 °C 低下させた場合を想定して添加量を設定した。添加量を固定した際の K₂SO₄ 添加量は OPC に対して 2.18mass% で、セメント原料に SO₃ 換算で 1mass% の CaSO₄ を添加して全ての硫酸イオンが焼成後に溶出した系に相当する。尚、焼成後のフリーライム量が 2mass% となる温度で評価すると、SO₃ 換算で 1mass% の CaSO₄ を添加した時の焼成温度低下値は約 160 °C である。また、添加量を固定した際の KF 添加量は OPC に対して 1.49mass% で、セメント原料に

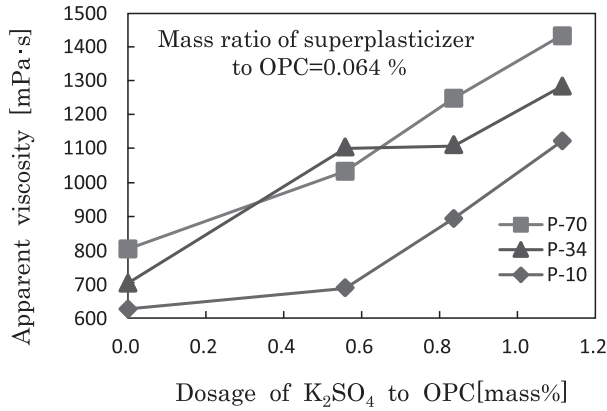


Fig. 2 Influence of K_2SO_4 on the fluidity of cement paste

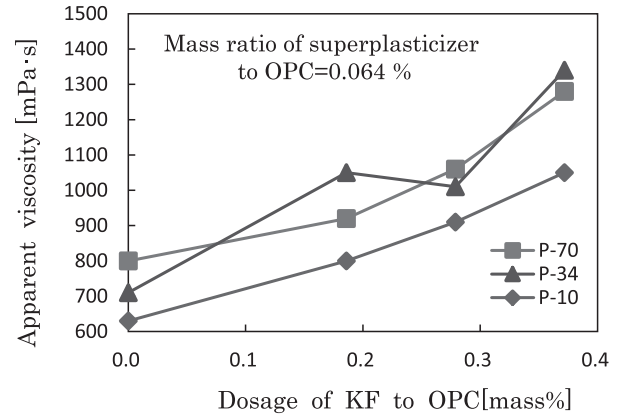


Fig. 3 Influence of KF on the fluidity of cement paste

1mass%の CaF_2 を添加して全てのフッ化物イオンが焼成後に溶出した系に相当する。尚、焼成後のフリーライム量が 2mass%となる温度で評価すると、1mass%の CaF_2 を添加した時の焼成温度低下値は約 150℃である。

3. 実験結果と考察

3.1 流動性に及ぼす無機電解質の影響

Fig. 2 に分散剤添加量を OPC に対して 0.064mass% としたセメントペーストの流動性に及ぼす K_2SO_4 の影響を示す。 K_2SO_4 無添加の時は、見かけ粘度は $P-70 > P-34 > P-10$ の順であった。グラフト鎖長が短く、官能基量が多い分散剤ほど見かけ粘度が小さい結果となった。官能基の多い分散剤はセメント粒子への吸着性が高いために同一添加量において高流動性を得ることができると考えられる。 K_2SO_4 添加量の増加とともに見かけ粘度は増大した。P-34、P-70 を添加した場合と比べ、P-10 の方が K_2SO_4 添加により見かけ粘度が増大していない。Fig. 3 に分散剤添加量を OPC に対して 0.064mass% としたセメントペーストの流動性に与える KF の影響を示す。KF を添加すると、添加量の増加とともに見かけ粘度は増大した。 K_2SO_4 と KF を比較すると、KF の方が K_2SO_4 より少ない添加量から見かけ粘度が増大しており、KF は流動性を著しく低下させた。

3.2 比表面積

Table 4 に BET 法により求めた水和 5 分後の比表面積を示す。無機塩無添加の際は、注水前の未水和 OPC ($0.685m^2/g$) と比較して水和により比表面積が増大した。また、 K_2SO_4 や KF など無機電解質を添加した場合でも、未水和 OPC と比較して比表面積が増大した。特に KF を添加した際には、 K_2SO_4 を添加した際と比較して比表面積が著しく増大した。このことから、未水和 OPC と比較して比表面積の大きな物質が生じる反応が注水直後に起きたと推察され、KF を添加した際にはその反応が最も激しかったと考えられる。また、P-34 より P-10 を添加した時の方が、比表面積の増加量は大きかった。P-34 より官能基量が多い P-10 を添加した際

Table 4 Specific surface area

Mass ratio : To OPC	P-34 0.192mass% [m^2/g]	P-10 0.192mass% [m^2/g]
no addition	1.41	0.900
K_2SO_4 2.18mass%	1.46	1.10
KF 1.49mass%	2.13	1.85

ではより多くの分散剤がセメント粒子に吸着し、水和反応が抑えられて、表面積増大が少なくなると推察される。

3.3 分散剤吸着量

Fig. 4 に P-10 を添加した際の粉体 1g 当たりの分散剤吸着量を示す。分散剤添加量を増やすと、分散剤吸着量は増大した。無添加と比較して、 K_2SO_4 や KF など添加した場合は吸着量が増大し、特に KF を添加した際は無添加の 1.8 倍程度を示しており、添加量の 70% 以上の分散剤が粉体に吸着した。また、Table 5 に P-10 と P-34 を添加した際の粉体に対する単位面積当たりの分散剤吸着量を示す。P-34 より P-10 を添加した際の方が、分散剤の吸着量は大きな値を示した。グラフト鎖が短く官能基量が多い分散剤ほど吸着量が多く、 $CaCO_3$ 系と同様の結果である。一方、無機電解質の添加により単位面積当たりの分散剤吸着量は増加し、これは既往の研究で扱われた $CaCO_3$ 系とは異なる傾向を示した。 $CaCO_3$ 系では、無機塩添加により吸着阻害が起き、吸着量は減少する事が指摘されていた。しかしセメントペーストの場合では、無機塩添加により分散剤吸着量が増大したにも拘わらず、見かけ粘度は増大した。このことから、無機電解質を添加した場合に見かけ粘度が大きくなった要因は、これまでに報告されている吸着阻害⁶⁾の影響のみでは説明できないと考えられる。

3.4 注水直後の発熱速度

Table 6 に注水直後から注水 90 分後までの最大発熱速度の値を示す。尚、分散剤無添加では $W/C=0.32$ で、

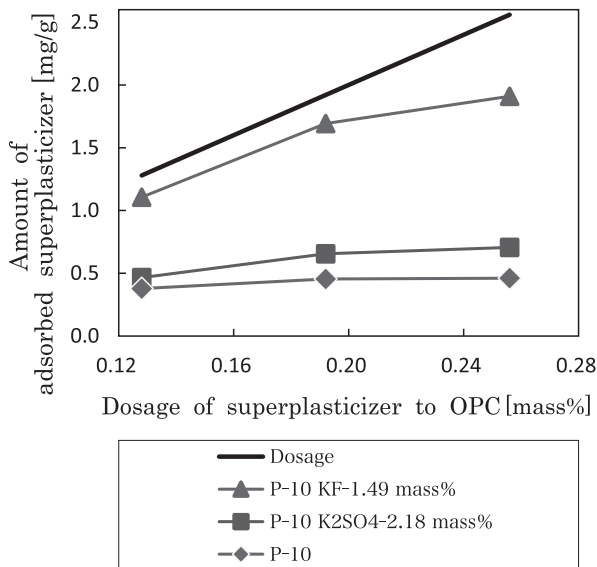


Fig. 4 Amount of adsorbed superplasticizer per unit mass

流動性が低くて測定が不可能であったので、分散剤無添加で $W/C=0.48, 0.64, 0.80$ として測定した発熱速度から外挿して $W/C=0.32$ での値を求め、分散剤無添加での値とした。無機塩無添加の場合では、分散剤の添加により最大発熱速度は半分以下に著しく減少した。これは、OPC に分散剤が吸着し、水和反応が抑制されたことによると推察される。また、 K_2SO_4 を添加した場合も、分散剤の添加により最大発熱速度が半分以下に著しく低下した。このことから、 K_2SO_4 を添加した場合も同様に、水和反応を抑える量の分散剤が OPC に吸着したと推察される。 K_2SO_4 を添加した際には、無機塩無添加の際と比較して発熱速度が増大しており、これは硫酸イオンの供給によるエトリンガイト生成が原因と推測される。一方、KF を添加した場合には、分散剤の添加により最大発熱速度は約 3 分の 2 に低下し、無機塩無添加と K_2SO_4 を添加した際と比べて最大発熱速度の低下が小さかった。 K_2SO_4 を添加した場合と異なり、KF を添加した場合には、粉体全体に対する分散剤吸着量は増大したが、分散剤の OPC に対する吸着量は少なく、分散剤は OPC 以外の粉体に吸着したと推察される。表面積が著しく増大した事と分散剤吸着量が著しく増大した事から、KF を添加した際には溶液中の F^- と Ca^{2+} が反応して CaF_2 微粒子が生じ、 CaF_2 微粒子に対して多量の分散剤が特異吸着したと推察した。KF を添加した際には、無機塩無添加の際と比較して著しく発熱速度が増大しており、これはフッ化物イオンの供給による CaF_2 微粒子生成の反応熱が原因と推測される。

3.5 流動性に与える K_2SO_4 と KF による影響の差異

Fig. 5 に K_2SO_4 を添加した際の見かけ粘度を示す。また、Fig. 6 に KF を添加した際の見かけ粘度を示す。セメントに対し 2.18mass% の K_2SO_4 を添加した系では、同一の分散剤添加量で見かけ粘度は $P-70 > P-34 > P-10$

Table 5 Amount of adsorbed superplasticizer per unit area

Mass ratio : To OPC	P-34 0.192 mass% [mg/m ²]	P-10 0.192mass% [mg/m ²]
no addition	0.310	0.505
K_2SO_4 2.18mass%	0.328	0.597
KF 1.49mass%	0.583	0.916

Table 6 Maximum rate of heat liberation

Mass ratio : To OPC	no superplasticizer [J/g·h]	P-10 0.192mass% [J/g·h]
no addition	41.60	17.68
K_2SO_4 2.18mass%	62.65	19.52
KF 1.49mass%	98.02	66.16

の順であった。グラフト鎖長が短く官能基の量比が多い分散剤ほど粘度が小さい事より、 K_2SO_4 を添加した際の見掛け粘度には分散剤の吸着力が大きな影響を及ぼすと考えられる。また、分散剤添加量が増加すると、見かけ粘度は低下した。

一方セメントに対し 1.49mass% の KF を添加すると、同一の分散剤添加量で見かけ粘度は $P-10 > P-70 > P-34$ の順であり、 K_2SO_4 を添加した際と傾向が異なり、KF を添加した時ではグラフト鎖長が短く官能基量が多い P-10 で見かけ粘度が大きい傾向があった。 K_2SO_4 を添加した際と同様に、KF を添加した際も分散剤添加量が増加すると、見かけ粘度は低下した。吸着時間を同じにして、グラフト鎖の長い分散剤より短い分散剤を添加した際に見かけ粘度が大きいという傾向は、著者らが扱った $CaCO_3$ 系や無機塩添加量が少ない系では現れず、無機塩添加量が多い系では分散剤分子構造の差異が大きな影響を及ぼしている。P-10 は単位質量当たりの官能基量が多い為に吸着力が強く、 CaF_2 微粒子に対して多量に特異吸着し、ペーストの見かけ粘度が大きくなったと考えられる。一方、P-70 を添加した際は、P-34 を添加した際より見かけ粘度が大きく、これは P-70 の単位質量当たりの官能基量が P-34 と比較して少ない為に P-34 よりセメント粒子に対する吸着が少なかったからだと推察される。また P-70 を添加した際は、P-10 を添加した際より見かけ粘度が小さく、これは P-70 の単位質量当たりの官能基量が最も少ない為に P-10 より CaF_2 微粒子に対する吸着が少なかったからだと推察されるが、吸着量や比表面積及び水和発熱量の解析を含め、詳細なメカニズムの解明は今後の課題とする。

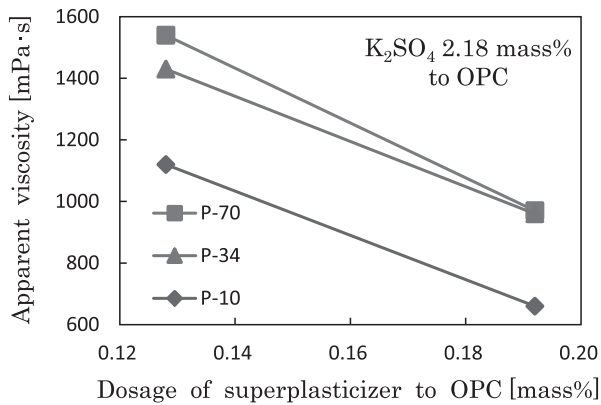


Fig. 5 Influence of molecular structure on the fluidity of cement paste with K_2SO_4

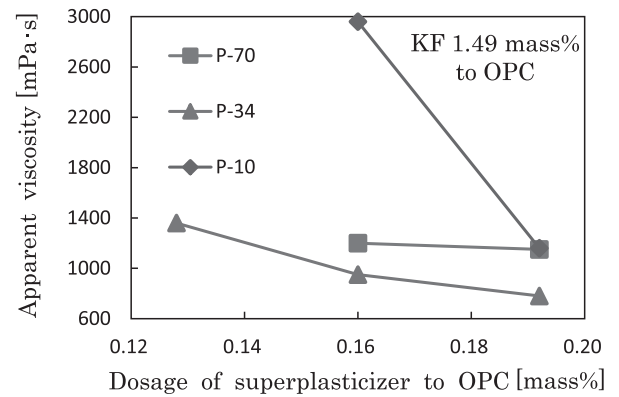


Fig. 6 Influence of molecular structure on the fluidity of cement paste with KF

4. 総括

- (1) 側鎖長と官能基量が異なる3種のポリカルボン酸系分散剤を添加した OPC ペーストに対して K_2SO_4 と KF を添加し、流動性、分散剤吸着量、比表面積と発熱速度の変化を調べた。水粉体比は 0.32、20℃で吸着時間は5分とした。本研究では、硫酸塩とフッ化物塩によりセメント焼成温度を低下させる技術を考慮に入れて、焼成温度を低下させる為に添加される無機塩量を参考に、既往の研究よりも無機塩添加量が多い系を中心に評価を行った。
- (2) 無機塩の添加により単位面積当たりの分散剤吸着量は増加したが、見かけ粘度は増大した。無機塩を添加した場合に見かけ粘度が大きくなった要因は、吸着阻害のみでは説明できないと考えられる。
- (3) 注水後の粉体の表面積は、P-34よりP-10を添加した方が小さい値を示した。また、無機塩の添加により、粉体の比表面積は増大し、特にKFを添加した時では顕著に増大した。
- (4) セメントに対し2.18mass%の K_2SO_4 を有する系では、同一の分散剤添加量で見かけ粘度はP-70>P-34>P-10の順であった。一方、セメントに対し1.49mass%のKFを有する系では、同一の分散剤添加量で見かけ粘度はP-10>P-70>P-34の順であった。
- (5) 無機塩無添加の時と K_2SO_4 を添加した時は、分散剤無添加の系と比べて分散剤の添加により注水直後の発熱速度が顕著に低下した。一方、KFを添加した時は、分散剤を添加しても発熱速度が低下しなかった。
- (6) KFを添加した場合は、 CaF_2 微粒子の沈析が生じて、 CaF_2 微粒子に対する多量の分散剤の吸着が起きたと考えられ、流動性に著しい影響を及ぼした

と推察される。

- (7) 吸着量で議論できた $CaCO_3$ 系とは異なり、本件の様な無機塩添加量が多い系のセメント系の流動性に関しては、難溶性塩微粒子の沈析と分散剤の特異吸着を考慮に入れる必要があると推察される。

謝辞：

本研究に用いた分散剤を提供いただきました日油株式会社様に感謝の意を表します。

参考文献：

- 1) 吉川知久：鉍化剤・融剤を用いたセメントクリンカの低温焼成技術、太平洋セメント研究報告、第161号、pp. 66-73 (2011)
- 2) K. Raina, L. K. Janakiraman : Use of mineralizer in black meal process for improved clinkerization and conservation of energy, Cement and Concrete Research, 28, pp. 1093-1099 (1998)
- 3) H. O. Gardeik : Effect of the clinkering temperature on the specific energy consumption in cement clinker burning, Zement Kalk Gips, 34, pp. 169-174 (1981)
- 4) 坂井悦郎ほか：日本セラミックス協会学術論文誌、108[10]、pp. 904-908 (2000)
- 5) 坂井悦郎ほか：日本セラミックス協会学術論文誌、111[2]、pp. 117-121 (2003)
- 6) D. ATARASHI et al. : Adsorption and Dispersion Mechanisms of Comb-type Superplasticizer Containing Grafted Polyethylene Oxide Chains, Journal of the Ceramic Society of Japan, Supplement 112-1, PacRim5 Special Issue, 112[5] , pp. 1304-1307 (2004)

INFLUENCE OF SULFATE ION AND FLUORIDE ION ON THE FLUIDITY OF CEMENT PASTE WITH POLYCARBOXYLATE BASED SUPERPLASTICIZER HAVING DIFFERENT MOLECULAR STRUCTURE

Kazuki MATSUZAWA^{*1}, Daiki ATARASHI^{*1}, Masahiro MIYAUCHI^{*1} and Etsuo SAKAI^{*1}

^{*1} TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY (2-12-1, Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8552, Japan)

ABSTRACT : Reducing emission of CO₂ is the most important mission in cement industry. And cement industry must contribute to recycling by utilization of industrial waste and by-products as raw materials or fuel. Sulfate and fluoride is prospective ingredient to lower calcinations temperature of cement manufacturing for environmental reduction. This paper discusses the influence of sulfate ion and fluoride ion on the fluidity of cement paste and the adsorption of polycarboxylate based superplasticizer having different molecular structure. Using a control stress type rheometer (rotational cylinder viscometer), the viscosity of the suspension was measured to estimate the apparent viscosity at a shear stress of 200 Pa. The adsorbed amount of superplasticizer calculated from the concentrations of the superplasticizer in the initial solution and the liquid phase. The unadsorbed superplasticizer concentration was measured by carbon analysis using a total organic carbon analyzer (TOC). Three types polycarboxylate based superplasticizer P-70, P-34 and P-10 were used in this study. The number expresses the degree of polymerization of grafted chain. When the concentration of inorganic ion rose, the apparent viscosity and the amount of adsorbed superplasticizer increased. In the case of K₂SO₄ addition, the apparent viscosity of cement paste with P-10 was smaller than that with P-34. On the contrary, in the case of KF addition, P-34 indicated the smaller apparent viscosity than P-10. The amount of adsorbed P-10 was larger than that of P-34.

KEY WORDS : Polycarboxylate based superplasticizer, Cement paste, Fluidity, Low temperature calcination, Inorganic electrolyte, Flux, Mineralizer, Adsorption hindrance