

太平洋セメント(株) ○塚田和久 林浩志 中西博 羽原俊祐

1 緒 言

従来、プレミックス型セメント製品には、ナフタレン系やメラミン系などの粉末型高性能減水剤が広く利用されている。しかしながら、これらの粉末型高性能減水剤は、低温時のスランプロスが大きい問題や原料に用いられているホルムアルデヒド(FA)の有害性¹⁾²⁾が指摘されている。これらの問題を解決するため、筆者らは、分散性能とスランプ保持性に優れ、しかも凝結遅延性の少ないポリカルボン酸系ベースの粉末型高性能減水剤(PPC)³⁾を開発した。本研究では、PPCの安全性、各種セメントに対する分散性能、PPCの特徴を活かした新製品開発の可能性について検討したので報告する。

2 実験概要

2.1 材料

本研究において使用した材料をTable1に示す。

Table1 Materials

Water	City water
Cement	Normal portland cement (NPC)
	Belite portland cement(BC)
	Calcium alminate cement (AC)
Sand	JIS standard sand
	Silica sand:FM1.7~2.2
Powder material	Silica fume (SF)
Admixture	Liquid naphthalene-based superplasticizer (LNS)
	Liquid lignin-based superplasticizer (LLS)
	Liquid melamine-based superplasticizer(LMS)
	Liquid polycarboxylic acid superplasticizer(LPC)
	Powder naphthalene-based superplasticizer(PNS)
	Powder melamine-based superplasticizer(PMS)
	Powder polycarboxylic acid superplasticizer(PPC)
	Grout admixture:PMS included (GA)

2.2 セメントペーストから放出するFAの定量

温度20℃、湿度80%の恒温室で、液体型減水剤30g、水1200g、NPC3000gからセメントペーストを調整し、このペーストから放出するFAをJIS A 1460に準じて測定した。

2.3 モルタルフロー試験

W/C=20~35%、S/C=1.0~1.5 (JIS 標準砂使用) のモルタルについて、JIS R 5201 に規定されるフロー試験 (ただし、0打とした) を行った。粉末高性能減水剤は PPC、PNS、PMS の3種類をセメントに予め混合してから使用し、試験温度は5、20、30℃の3水準で行った。

2.4 PCグラウトの品質評価試験

流動性を PC グラウトの流動性試験方法 (JSCE-F 531-1999) により評価した。

3 試験結果及び考察

3-1 セメント硬化体からのホルムアルデヒド放出の可能性

減水剤を使用したセメントペーストから放出する FA の測定結果をTable2に示す。LMSは、LNS、LLS、LPCよりも、FAの放出量が多い。その放出量は、初期材齢0~4日で多く、4日以降は減少する。この傾向から、材齢4日以降のセメント硬化体から、FAが放出する可能性は低いと言える。しかし、材齢0~1日のFAの発散速度は、0.281mg/m²hである。この値を仮に、建築基準法の基準 (Table3) に当てはめてみると、第1種FA発散建築材料に相当することになる (内装仕上げ材としては使用禁止になる)。このように、初期材齢で、FAの放出量が高くなる可能性があることから、トンネル内、室内等の密閉された空間に、コンクリート、モルタルを打設する場合には、作業者に対する安全性を考慮する必要がある。

一方、LPCを使用したセメントペーストからのFAの放出は認められない。LPCとPPCは、メタリルスルホン酸ナトリウム、メタクリル酸ナトリウム、アクリル酸メチル、メトキシポリエチレングリコールを重合した水溶性ポリマーである。原料成分にホルマリンは一切使用していない。FAを含まない減水剤を使用すれば、セメント硬化体から、FAが放出する可能性は低いと言える。

Table2 Formaldehyde emission rate

Superplasticizer	Formaldehyde emission rate (mg/m ² h)			
	0~1day	2~3day	4~5day	6~7day
LNS	0.0182	0.0008	0.0008	0.0008
LLS	0.0091	0.0025	0.0008	0.0008
LMS	0.2810	0.1070	0.0457	0.0262
LPC	0.0023	0.0003	0.0002	0.0002
Blank	0.0009	0.0002	0.0012	0.0001

Table3 Classification of building materials

Formaldehyde emission rate (mg/m ² h)	Class of Building Standard Law	Sich-house regulation
0.12over	Class I	Prohibited in use
0.02over~0.12under	Class II	Tighter area restriction
0.005over~0.02under	Class III	Area restriction
0.005under	Up-grade	No restriction

3-2 PPCのNPCに対する分散性能

Fig.1に20℃でのモルタルフロー試験結果を示す。各温度により差はあるが、PPCはPNSやPMSの1/6~1/10の使用量で同等の流動性を発揮し、さらに流動保持性に優れていることが確認された。また、温度変化試験ではPNSやPMSの流動

性は温度が低くなるにつれて顕著に低くなる傾向があるのに対し、PPC は温度が高くなると流動性がやや低下する傾向が認められた。

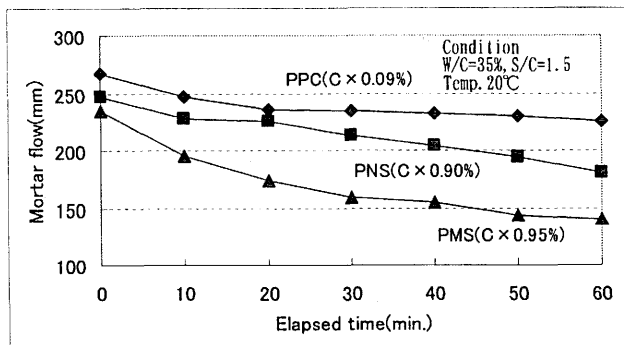


Fig.1 Relationship between elapsed time and mortar flow

3-3 PPC の NPC、BC、AC に対する分散性能

Fig. 2 に 20°C での試験結果を示す。PPC は、NPC と比べ、BC、AC への適用性が高く、低添加量で所定の流動性を得ることが出来る。その量は NPC>BC>AC の順となり、約 80%、33%と低減する。これに対し、PNS、PMS では、BC で所定の流動性を得るための添加量は、ほぼ同等であり、AC では、PMS で添加量が増大する傾向が見られた。また、PNS では混練不可であった。より高強度領域での使用を踏まえ、W/C を 20%まで低減すると、PPC では練り混ぜ可能であるのに対し、PNS、PMS ではすべてのセメントにおいて混練不可となり、高強度用途やキャストブル用途への適用性の低さが確認された。所定の流動性 (200mm とする) を得るための添加量を比較すると、PPC は、PNS、PMS に比べ、NPC で 1/7~1/8、BC で 1/8~1/9 と少なく、AC においては特に顕著で、1/40 程度となった。

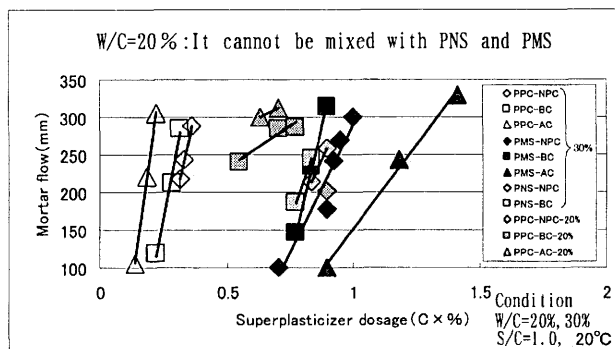


Fig.2 Relationship between SP dosage and mortar flow

3.4 PPC を用いた新規開発製品 (超低粘性 PC グラウト)

超低粘性 PC グラウトは、高ピーライトセメントに対する PPC の高い分散性能を利用して開発した製品である。水以外の粉体原料をプレミックスして一材化してあるため、現場では所定の水量で練混ぜるだけで、安定した品質のグラウトが製造できるというメリットがある。

Fig. 3 に PPC を配合した超低粘性 PC グラウトの温度ごとの JP コート流下時間を従来型ノンブリーディングタイプグラウト

(PMS 配合) と比較して示す。超低粘性 PC グラウトは従来型グラウトに比べ、著しく少ない水量で、粘性が水のように低く、非常に高い流動性を長時間保持することができる。また、超低粘性 PC グラウトは温度条件によらず一定の水量で安定した流動性が得られる。この結果より、超低粘性 PC グラウトでは、注入距離が長く注入圧の増加が予想される場合や温度条件などにかかわらず、高い充填性が確保できると考えられる。

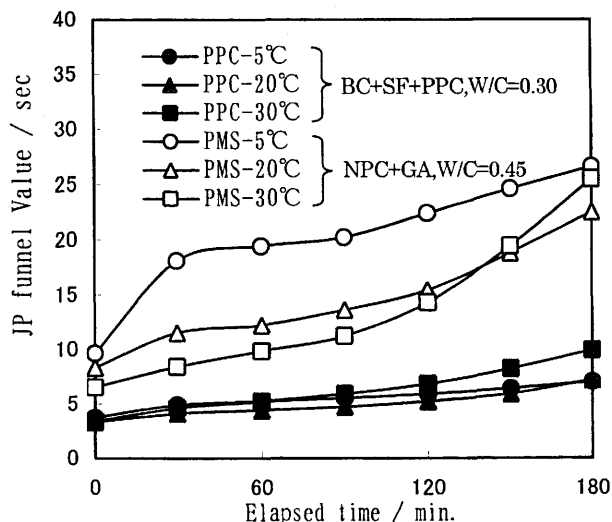


Fig.3 Consistency change PC grout for elapsed time at each temperature

結論

- (1) FA を含む減水剤をコンクリート、モルタルに用いた場合、特に初期材齢で、FA が放出する可能性がある。
- (2) PPC は PNS や PMS よりも少ない添加量で同等の流動性を得ることができる。NPC では 1/7~1/9、BC では 1/8~1/9、AC では 1/40 となった。
- (3) ビーライトセメントに対する PPC の高い分散性能を利用して新規に開発した超低粘性 PC グラウトは、従来品に比べて著しく少ない水量で、非常に高い流動性を長時間保持することができる。
- (4) PPC は、安全性や作業性、耐久性の向上など、プレミックスタイプセメント製品の性能改善に極めて有用な粉末型減水剤であり、その活用が今後期待される。

参考文献

- 1) Spanka, G. and Thielen, G. Freisetzung Fluchtiger Substanzen aus zementgebundenen Bauprodukten, Beton, vol. 49, 1999, pp.111-114 and pp.173-177
- 2) 雨谷俊彦, コンクリートとシックハウス, コンクリートテクノ, Vol. 22, No. 9, Sep, 2003
- 3) 塚田和久ほか, 新規ポリカルボン酸系粉末高性能減水剤を用いたモルタルの物性, 第 53 回セメント技術大会講演要旨, pp. 106-107, (1999)