

高 C₃S セメントを用いた FA セメントにおよぼす SO₃ 量の影響

太平洋セメント（株）正会員 ○中川 裕太

太平洋セメント（株）正会員 久我 龍一郎

太平洋セメント（株）平尾 宙

東京工業大学坂井 悦郎

1. 目的

近年、社会の低炭素化が求められており、セメント産業においても CO₂ 排出量の削減は重要な課題となっている。フライアッシュ（FA）セメントの使用拡大は CO₂ を削減するとともに、廃棄物や副産物の利用増大も可能とするが、普通ポルトランドセメント（OPC）と比較して初期強さが低い等の課題がある。著者らはこれまでに、OPC と比較して高エーライト（C₃S）、高ブレン比表面積（Bl'）、高遊離石灰（f.CaO）としたセメントを基材とすることで、B 種相当の FA セメントの初期強さが OPC と同等になることを明らかにした¹⁾。さらに、同様の系においてはセメントの SO₃ 量を増加させることで収縮ひび割れ抵抗性が向上する可能性があることが確認されている²⁾。本報では、高 C₃S セメントを用いた FA セメントの SO₃ 量が基礎特性におよぼす影響について評価した。

2. 試験方法

2. 1 使用材料および水準

本試験で使用した高 C₃S セメントの諸物性を表 1 に示す。混合材には JIS A6201 の FA II 種に適合する Bl'3450 cm²/g の FA と、Bl'4990 cm²/g の石灰石微粉末（LSP）を使用した。

表 1 高 C₃S セメントの諸物性

	鉱物量 Bogue [%]				f.CaO [%]	Bl' [cm ² /g]
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF		
高C ₃ S セメント	69.5	3.6	10.0	7.7	1.8	4190

試験の水準および試製 FA セメントの配合比率を表 2 に示す。FA の混合比率は 18%とし、LSP は FA セメントに対し 3.7%（基材セメントに対して 4.5%）とした。石膏を添加しない水準（ブランク）の FA セメントの SO₃ 量が 2.4%であるのに対し、SO₃ 量が 3.0%および 3.5%となるように、無水石膏または二水石膏を添加した。

表 2 試験水準および配合比率

水準	FA セメント SO ₃ [%]	配合 [wt%]				
		A	LSP	FA	無水石膏	二水石膏
ブランク	2.4	78.3	3.7	18.0	0.0	0.0
無水_3.0	3.0	77.3	3.7	18.0	1.0	0.0
無水_3.5	3.5	76.4	3.7	18.0	1.9	0.0
二水_3.0	3.0	77.0	3.7	18.0	0.0	1.3
二水_3.5	3.5	75.8	3.7	18.0	0.0	2.5

2. 2 評価方法

JIS R5201 に準拠し、モルタルでの圧縮強さ、凝結時間およびフロー値を測定した。

3. 結果・考察

図 1 にセメントの SO₃ 量と圧縮強さの関係を示す。いずれの石膏を用いた場合においても SO₃ 量が 3.0%までなら、ブランクと比較して圧縮強さに大きな変化は見られなかった。一方、SO₃ 量を 3.5%まで増加させると、3d、7d において圧縮強さが低下する傾向が確認され、二水石膏を添加した場合で顕著であった。91d では SO₃ 量の影響はほとんど見られなかった。セメントの SO₃ 量と圧縮強さの関係について、SO₃ 量が増加すると

キーワード 高 C₃S セメント、FA セメント、石膏、圧縮強さ、凝結

連絡先

〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント株式会社 中央研究所 第 1 研究部 セメント技術チーム TEL 043-498-3841

硬化後に生成するエトリンガイト量が増え、膨張圧による空隙の増加が発生し、圧縮強さが低下するという報告がある。また、長期においてはエトリンガイトの生成により発生した空隙が、カルシウムシリケート系水和物等により充填されることで強度が発現されると報告されている³⁾。今回の試験においても、 SO_3 量を 3.5%まで増加させた水準では同様の現象により初期の圧縮強さが低下し、長期では強さが低下しなかったものと考えられる。材齢 28 日以降の強さに関しては FA の影響もあると考えられるが、FA の反応におよぼす SO_3 量の影響については別途評価が必要である。

次に凝結試験の結果を図 2 に示す。凝結に関しても SO_3 量が 3.0%では大きな影響は見られなかった。一方、無水石膏を添加し、 SO_3 量を 3.5%まで増加させた水準では、始発、終結ともに凝結が遅延する傾向が見られた。

フロー値の測定結果を図 3 に示す。圧縮強さや凝結と同様に SO_3 量が 3.0%では、フロー値に大きな変化は見られなかったが、無水石膏でセメントの SO_3 量を 3.5%まで増加させるとフロー値が低下した。

SO_3 量や石膏の種類により諸特性が変化したメカニズムについては今後調査が必要である。

4. まとめ

本検討では、 C_3S 、 Bl' 、 f.CaO を増大させたセメントを基材とした FA セメントにおける SO_3 量の影響について検討を行った。 SO_3 量が 3.0%までなら、圧縮強さ、凝結ならびにフロー値に大きな影響を及ぼさなかった。なお、 SO_3 量の最適値はクリンカーの化学・鉱物組成や少量混合成分等の影響を受け、さらに材齢等によっても異なるため、諸条件を考慮して材料設計を検討する必要がある。

謝辞

本研究は、次世代 FA セメント研究会の一環として行われたものであり、ご協力いただいた関係各所に感謝の意を示します。

参考文献

- 1) 安藝ほか：基材セメントの特性がフライアッシュセメントの強度発現に及ぼす影響、セメント・コンクリート論文集、2016
- 2) 趙ほか：クリンカー鉱物組成を調整したフライアッシュセメントの強度発現及び耐久性、セメント・コンクリート論文集、2016
- 3) 山下ほか： Al_2O_3 量が異なるポルトランドセメントの最適なセッコウ量に及ぼす石灰石微粉末の影響、コンクリート工学論文集、2007

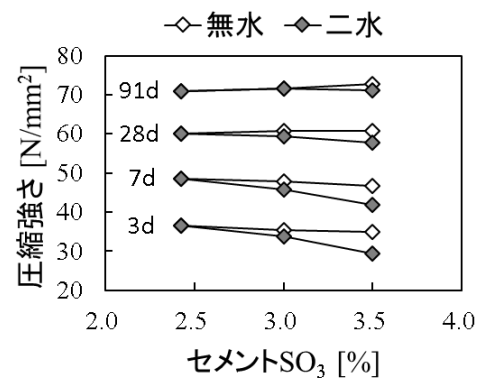


図 1 圧縮強さ

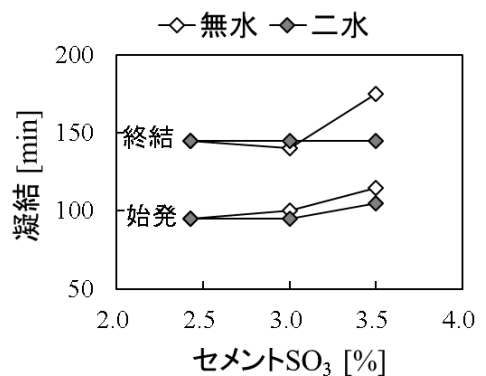


図 2 凝結時間

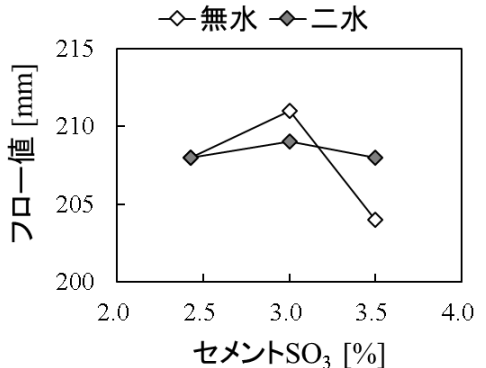


図 3 フロー値