

環境負荷低減を目指した硬化体の強度発現特性と強度発現に対する微量セメントの影響

電源開発(株) 正会員 石川 嘉崇
電源開発(株) 正会員 鷲尾 朝昭
電源開発(株) 正会員 今岡 知武
(株)開発設計コンサルタント 安田 幸弘

1. はじめに

フライアッシュ (以下, FA), 高炉スラグ微粉末 (以下, BFS), 石膏 (以下, GP) などの産業副産物を主材として, 環境負荷を大幅に低減できる硬化体を開発するという取組がなされている^{1), 2)}。既往の試験結果からは, 材齢 3-7 日の強度発現には微量のセメント等の添加が影響を与えることが報告されている³⁾。本報告では, FA, BFS, GP を主材とした硬化体の基本特性として, フロー値と圧縮強度発現特性を検討するとともに, セメントの添加影響を評価した。

2. 使用材料および配合

FA は JIS II 種品を, BFS は 4000 ブレーン JIS 品を, GP は FA と同一の火力発電所の排煙脱硫工程より得られた GP を, セメントは普通ポルトランドセメント (以下, C) を使用した。**表-1** の配合でペースト試料を作製した。三成分 (FA, BFS, GP) の配合は, **図-1** に示す通りであり, 図中の番号は, **表-1** の配合 No. を示したものである。W/ (FA+BFS+GP) =30%一定とし, 供試体寸法はφ5×10cm とした。

硬化体の強度発現に C が与える影響を評価するため, C 無添加の配合と, C を (FA+BFS+GP) の質量×3%, 外割添加した配合を作製した。

3. 試験項目

圧縮強度を, JIS A 1108 に準拠して測定した。測定材齢は 7 日, 28 日を標準とした。材齢 7 日で脱型が不可能であった場合は, 脱型が可能となった材齢 14 日, 21 日で強度試験を行った。また, 流動性の評価を目的として, JIS R 5201 に準拠してフロー試験を行った。

4. 試験結果

C 無添加の場合のフロー値の測定結果を**図-2**に示す。GP 比率が高くなるほど, フロー値が上昇する傾向にあった。これは, FA, BFS と比較して GP の比

表-1 配合(質量%)

No.	FA	BFS	GP	C
1	48	48	4	0
2	50	50	0	0
3	63	31	6	0
4	67	33	0	0
5	77	15	8	0
6	83	17	0	0
7	48	48	4	3
8	63	31	6	3
9	77	15	8	3
10	10	80	10	3
11	10	20	70	3
12	10	50	40	3
13	30	10	60	3
14	30	61	9	3
15	30	50	20	3
16	50	30	20	3
17	70	10	20	3
18	50	10	40	3
19	30	30	40	3
20	10	80	10	0
21	10	20	70	0
22	10	50	40	0
23	30	10	60	0
24	30	61	9	0
25	30	50	20	0
26	50	30	20	0
27	70	10	20	0
28	50	10	40	0
29	30	30	40	0

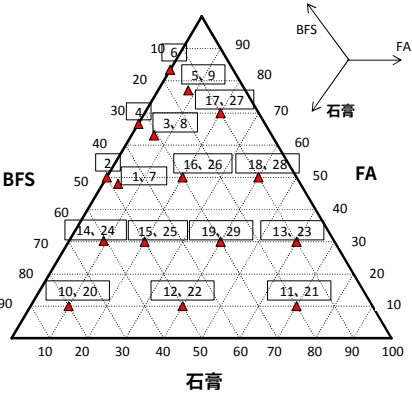


図-1 配合の概要

表面積が小さいことに起因するものであると考えられる。GP 比率が同程度である場合, FA 比率が増加するほどフロー値が低下する傾向が確認された。これは, FA の比率が増加するに伴い, 総粉体体積が増加することによるものと考えられる。

図-3 に C 無添加の材齢 28 日圧縮強度を示す。GP 比率が 40%以上となると, 28 日時点においても脱型が難しい状況であった。これは, 適量の GP は BFS, FA の反応を促進させるが, GP 比率を増加させると, 自硬性のある BFS および FA の比率が相対的に低下することが要因であると考えられる。また, BFS 比率が約 50%以上, FA 比率が約 50%以上, GP 比率が

約 20%以下の限られた領域であれば、材齢 28 日圧縮強度が 40N/mm^2 程度以上となることが確認された。

図-4 に C 添加の材齢 28 日圧縮強度を示す。C 無添加の結果と比較して、材齢 28 日圧縮強度が 40N/mm^2 程度以上となる領域はほぼ同様であるが、全体的に強度発現する配合の領域は広がっている。

図-3、図-4 の圧縮強度の観点からは、「FA : BFS : GP」= 「50 : 30 : 20」、「30 : 50 : 20」、「30 : 60 : 10」、「10 : 80 : 10」等の配合が圧縮強度発現性に優れていることが確認された。

図-5 に C 添加の有無による圧縮強度発現性の差を示す。C 無添加の配合は、材齢 7 日で脱型が難しかったため、材齢 28 日圧縮強度で比較をした。全ての配合条件ではないが、C 無添加の配合でも、材齢 28 日においては、C 添加の配合と同程度の圧縮強度となることが確認された。これらのことから、微量の C 添加は、初期強度の発現に顕著な影響を与え、早期の脱型を可能とする。また、C 添加により、C 無添加であり強度発現しない領域においても、圧縮強度が発現することが確認できた。

5. まとめ

本試験から得られた結果は、以下の通りである。

- 1) C 無添加の場合でも、材齢 28 日の圧縮強度が 40N/mm^2 以上となる配合領域が確認された。
- 2) C 添加は、初期強度の発現に顕著な影響を与え、早期の脱型を可能とする。また、C 添加により、C 無添加であり強度発現しない領域においても圧縮強度が発現することが確認できた。

参考文献

- 1) 石井光裕, 岩原廣彦, 加地貴, 村尾肇: セメントを使わない高強度石炭灰固化体の開発-全材料が産業副産物からなるコンクリートと同等強度の固化体, 電力土木, No.297, pp.11-18, 2002
- 2) 今本啓一, 成田瞬, 加藤栄, 磯文夫: 廃石膏ボード微粉末を刺激剤とした高炉スラグ-フライアッシュ混合セメントコンクリートの基礎的性質, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.2, pp.349-354, 2008
- 3) 今本啓一, 成田瞬, 吉葉光雄, 磯文夫: 廃石膏ボードを起源とした環境共生型建材に関する基礎的研究, 日本建築仕上学会論文報告集, Vol.14, No.1, pp.1-5, 2007

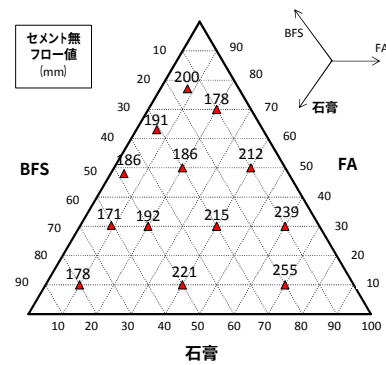


図-2 C 無添加のフロー値

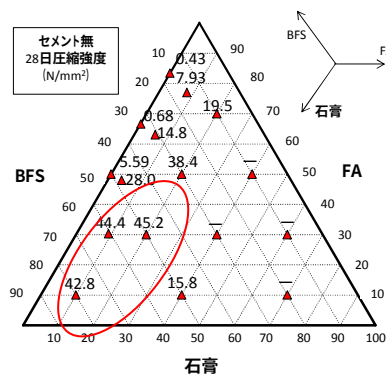


図-3 C 無添加の 28 日圧縮強度

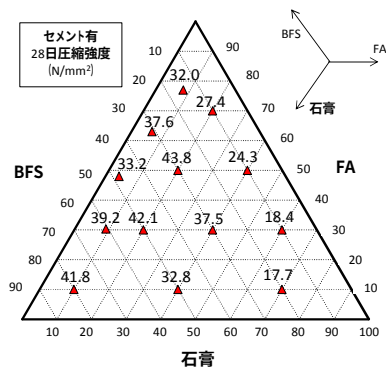


図-4 C 添加の 28 日圧縮強度

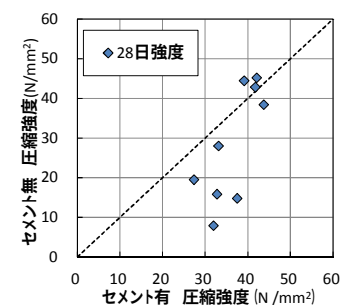


図-5 C が圧縮強度に与える影響