

石炭灰・セメントペーストの強度発現改善に関する実験

グレースケミカルズ (株) 正会員 ○岩城 圭介
 グレースケミカルズ (株) 宮川 美穂
 グレースケミカルズ (株) 会場 琢
 グレースケミカルズ (株) 正会員 西村 正

1. はじめに

平成 21 年度の石炭灰有効利用量の比率は、セメント原料が 63.7%、土木分野が 14.8%となっている。土木分野では、地盤改良材が 5.1%、土木工事用で約 4.6%、道路路盤材や炭坑充填材は約 2.5%にとどまっている¹⁾。セメントの生産量が下がっている昨今、セメント分野以外の有効利用量の増加が望まれており、様々な分野への応用が考え実施されている²⁾。なかでも、石炭灰を大量に使用し活用する技術の一つとして、石炭灰、比較的少量のセメントおよび水を混合したペースト（以後、石炭灰ペースト）があり、道路用路盤材や地盤改良材等の用途がある³⁾。本研究では、このような石炭灰ペーストに着目し、一般的なコンクリート用化学混和剤による、ハンドリングならびに強度発現性に関する基礎的な研究を行った。

2. 実験概要

2. 1 使用材料および配合

使用材料を表-1に、配合を表-2に示す。セメントは、普通ポルトランドセメントを、石炭灰は、2種類の強熱減量が異なるものを使用した。配合は、石炭灰の有効利用の観点から、質量でセメント：石炭灰=2：8とした。また、単位水量は、混和剤無添加のフロー値が、取り扱いやすさの観点から 130～160mm となるように決定した。混和剤は、一般に使用されている5種類を、総粉体質量に対して添加し、添加率は、一般に使用されている標準的な量とした。

表-1 使用材料

材料	記号	種類	密度 (g/cm ³)
水	W	水道水	—
セメント	C	普通ポルトランドセメント	3.15
石炭灰	FA1	強熱減量：3.47 %	2.20
	FA2	強熱減量：2.23 %	2.20
混和剤	Ad1	ポリカルボン酸系化合物	
	Ad2	アニオン系界面活性剤	
	Ad3	スルホン化メラミン縮合物	
	Ad4	アミン類	
	Ad5	ノニオン系界面活性剤	

2. 2 試験方法

ホバートミキサで、表-2に示す配合を使用し練混ぜを行った。石炭灰ペーストのフローは、JHS 313（エアモルタル及びエアミルクの試験方法）のシリ

表-2 石炭灰ペーストの配合

配合 No.	W/C (%)	W/P (%)	総粉体量に対する FA 比	質量 (kg/m ³)		
				W	C	FA
1	147.3	29.4	0.80	408	277	1110
2	132.5	26.5	0.80	383	289	1156

JIS R 5201（セメントの物理試験方法）に規定されているフローテーブルの上で 20 秒間に 20 回落下運動を与え、石炭灰ペーストの広がり測定した。また、フロー試験時には、扱いやすさ（ハンドリング）を評価した。フロー試験終了後に、φ5×10cm の圧縮試験用供試体を作製し、材齢 7 日まで気中養生を行った。なお、試験室ならびに養生室温度は 20℃である。

3. 試験結果

3. 1 試験 1 混和剤種類の選定

表-3 および図-1 に、配合 No.1 における FA1 を使用した石炭灰ペーストのフロー値、各種混和剤添加率および圧縮強度試験結果を示す。混和剤添加率は、一般に使用されている標準量で、混和剤無添加のフロー値±10mm 以下をキーワード 石炭灰、有効利用、混和剤、圧縮強度、ハンドリング

連絡先 〒243-0807 神奈川県厚木市金田 100 グレースケミカルズ 技術部 Tel.046-225-8877

内であった。材齢 7 日強度は、Ad4 で混和剤無添加を上回る強度を示したのに対し、Ad4 以外は、混和剤無添加と同等か低下する傾向にあった。ハンドリングに関しては、フロー値が同等であるにもかかわらず、Ad5 が最もよく、それ以外は同等であり、大きな差異は認められなかった。ここでいうハンドリングとは、振動成形性や可塑性などにかかわるものであり、その改善により石炭灰ペーストの製造・運搬・打込み・締固めにおける改善が期待される。

3. 2 試験 2 混和剤添加率ならびに効果の検討

表-4 に、FA2 を使用し、試験 1 で強度およびハンドリングでそれぞれ良好な結果を示した Ad4 および Ad5 の添加率を変化させた場合の石炭灰ペーストの性状を示す。

Ad4 は、添加率が増加するとともに圧縮強度は低下する傾向にあったが、混和剤無添加よりも全て高い傾向にあった。本研究の範囲では、より高い強度増進効果を得るための Ad4 添加率は、粉体に対して 0.30% 以下が望ましいと考えられる。

Ad5 は Ad4 と同様に、添加率が増加すると圧縮強度は低下する傾向にあった。しかし、添加率の低下にともない、ハンドリング改善効果がみられなかった。よって Ad5 は、一定量以上添加することが必要であると考えられる。

次に、Ad4 および Ad5 を併用した場合では、材齢 7 日圧縮強度の増加がみられ、良好なハンドリングが得られることがわかった。よって、2 種類の混和剤を併用することで、石炭灰ペーストの強度発現性ならびにハンドリングを改善する効果があると考えられる。

4. まとめ

5 種類の混和剤を使用し、石炭灰・セメントペーストを練混ぜ、初期のフロー値ならびに圧縮強度試験を行った結果、得られた知見を以下に示す。

(1) Ad4 (アミン類) を添加したものは、混和剤無添加と比較して強度増進効果がみられた。

(2) Ad5 (ノニオン系界面活性剤) を使用したものは、ハンドリングの改善効果が認められた。

(3) Ad4 および Ad5 を併用することで、材齢 7 日の強度発現性ならびにハンドリングを改善する効果が認められた。

(4) 今後、さらに大量に石炭灰を使用するために、単位セメント量を減らし合理的な配合を検討する。

【参考文献】

- 1) 財団法人石炭エネルギーセンター：石炭灰全国実態調査報告書（平成 21 年度実績）
- 2) フライアッシュを主原料とした粒状材料の開発とその特性：地盤工学ジャーナル，vol.3，No.1，pp.25-35.
- 3) 土木学会エネルギー土木委員会：石炭灰有効利用技術について一循環型社会を目指して一報告書，要旨 03.

表-3 石炭灰ペーストの性状

(配合 No.1 FA1 使用)

混和剤 種類	添加率 (P×%)	フロー (mm)	圧縮強度 (N/mm ²)	ハンドリ ング評価
無添加	—	153	8.8	△
Ad1	0.30	155	8.6	△
Ad2	0.30	157	8.5	△
Ad3	0.30	159	8.4	△
Ad4	0.30	150	9.2	△
Ad5	0.30	153	8.4	◎

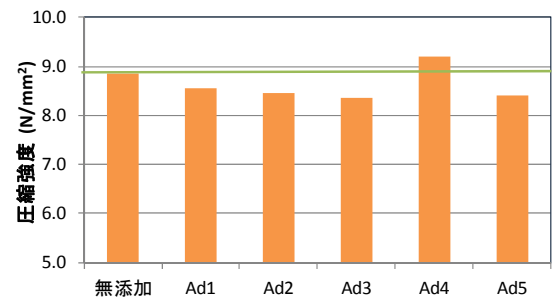


図-1 圧縮強度 (材齢 7 日)

表-4 石炭灰ペーストの性状

(配合 No.2 FA2 使用)

混和剤 種類	添加率 (P×%)	フロー (mm)	圧縮強度 (N/mm ²)	ハンド リング 評価
無添加	—	138	15.0	△
Ad4	0.15	135	17.6	△
	0.30	137	17.3	△
	0.60	134	16.6	△
Ad5	0.15	135	15.5	○
	0.30	135	14.6	◎
Ad4+Ad5	0.30+0.30	132	16.2	◎

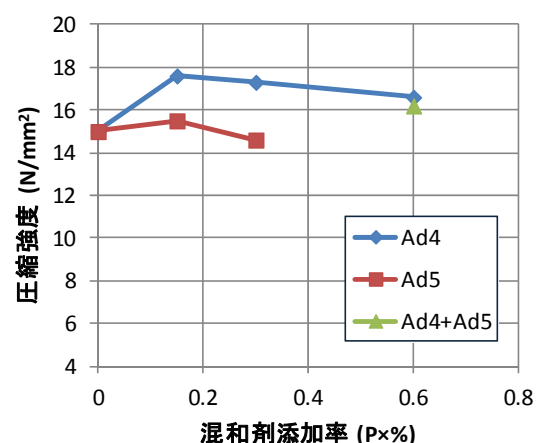


図-2 混和剤添加率と圧縮強度