

産業廃棄物溶融スラグを細骨材として使用したコンクリートへの フライアッシュの利用

四国総合研究所 正会員 加地 貴
 四国総合研究所 正会員 藤枝 正夫
 四国電力 正会員 石井 光裕
 香川大学 フェロー会員 堺 孝司

1. はじめに

瀬戸内海に浮かぶ豊島に大量の産業廃棄物が不法投棄された問題で、当該自治体では近隣の直島において廃棄物を焼却・溶融処理するとともに、副産する溶融スラグをコンクリート用骨材等として利用することとしている。この溶融スラグをコンクリート細骨材として使用する場合、配合によっては材料分離や強度低下等の品質低下が懸念される。そこで本研究では、フライアッシュを利用することにより、産業廃棄物溶融スラグを細骨材として使用したコンクリートの品質を改善することを目的として実験を行い、フライアッシュの使用によるコンクリートの配合、ブリーディングおよび強度発現への影響を明らかにした。

2. 実験概要

表 - 1 使用材料

2.1 使用材料

本研究で使用した材料を表 - 1 に示す。溶融スラグは、産業廃棄物を表面溶融炉で溶融した後、水冷破碎したものを使用した。フライアッシュ(以下「FA」と称す)は JIS A 6201 の種に適合するものを使用した。

材 料		仕 様
セメント	普通ポルトランドセメント	密度 :3.16g/cm ³ 、比表面積 :3270cm ² /g
細骨材	産業廃棄物溶融スラグ	表乾密度 2.73g/cm ³ 、吸水率 :0.33%、F.M. :2.67
	花崗岩砕砂	表乾密度 2.56g/cm ³ 、吸水率 :1.70%、F.M. :2.68
細骨材補充混和材 ¹⁾	フライアッシュ	JIS A 6201 種適合、密度 2.32g/cm ³ 、比表面積 3910cm ² /g 強熱減量 :20%
粗骨材	砂岩砕石	Gmax20mm、表乾密度 :2.59g/cm ³ 、吸水率 :1.63%、F.M. :6.80
混和剤	高性能AE減水剤	ホリカルボン酸エーテル系化合物と配向ポリマーの複合体
	AE剤	変性アルキルカルボン酸化合物系陰イオン界面活性剤

細骨材の一部と置換使用する混和材

2.2 コンクリート配合

配合種別として、細骨材を砕砂単独(100%)使用したケースをベースとして、溶融スラグを細骨材の容積に対して0~60%置換使用し、さらにFAを砕砂と置換(細骨材容積の10%)するケースを設定した。なお、混合した細骨材の粒度は JIS A 5005 の粒度範囲内にある。配合条件は、水セメント比を50%、細骨材率を42%(溶融スラグおよびFAを使用しない場合の最適細骨材率)、高性能AE減水剤添加率をセメント質量の1.0%の一定とし、目標スランプ8cm、目標空気量4.5%として単位水量とAE剤添加量を調整して選定した。選定したコンクリート配合とスランプおよび空気量試験結果を表 - 2 に示す。

表 - 2 コンクリートの配合とスランプおよび空気量

粗骨材 最大寸法 (mm)	水セメント 比 W/C (%)	細骨材混合割合 [容積置換率 ¹⁾ 、 ¹⁾ (vol.%)			細骨材率 S ₁ /a ¹⁾ 、 ²⁾ (%)	単位量(kg/m ³)						スランプ (cm)	空気量 (%)		
		砕砂	溶融スラグ	フライ アッシュ		水	セメント	砕砂	溶融スラグ	フライ アッシュ	粗骨材			高性能AE 減水剤 (C × %)	AE剤 (C × %)
20	50	100	0	0	42	165	330	737	0	0	1030	1.0	0.0021	8.0	4.0
		90	0	10		163	326	667	0	67	1035		0.0150	8.3	4.0
		80	20	0		165	330	590	157	0	1030		0.0013	7.8	4.6
		70	20	10		159	318	523	159	68	1045		0.0141	7.9	4.1
		60	40	0		165	330	442	314	0	1030		0.0008	8.2	4.7
		50	40	10		157	314	376	320	68	1049		0.0120	8.0	4.5
		40	60	0		165	330	295	472	0	1030		0.0003	8.1	4.7
		30	60	10		154	308	227	484	69	1057		0.0105	8.2	4.8

1:容積置換率は、細骨材の容積(ただしフライアッシュも含める)に対する内割置換率

2:細骨材率S₁/aの算定には、フライアッシュの容積を含める。

キーワード フライアッシュ、産業廃棄物溶融スラグ、配合、ブリーディング、圧縮強度

連絡先 〒761-0192 香川県高松市丸の内2番5号 四国電力(株)土木建築部 TEL087-821-5061

2.3 試験方法

コンクリートの練混ぜは二軸強制練りミキサを使用して 90 秒間混練した。試験は、スランプ試験(JIS A 1101), 空気量試験(JIS A 1128), プリーディング試験(JIS A 1123), 10×20cm 供試体による圧縮強度試験(JIS A 1108)を実施した。

3. 実験結果と考察

3.1 単位水量およびA E 剤添加率

選定配合の溶融スラグ使用割合と単位水量の関係を図 - 1 に示す。この図より、溶融スラグ使用割合の増加に対して、「FA なし」は単位水量が一定であったが、FA 使用配合は単位水量が減少し、溶融スラグ 60% 配合では 11kg/m^3 少ない。これは FA のボールベアリング効果により流動性が改善されたためと考えられる。また、図 - 2 に示す AE 剤添加率に関しては、FA 使用配合が「FA なし」に比べて約 0.01(C× %) 高くなっており、これは FA 中の未燃炭素分が AE 剤を吸着するためであると考えられる。溶融スラグの増加に対しては、AE 剤添加率が減少する傾向が認められた。

3.2 プリーディング量

プリーディング試験結果を図 - 3 に示す。この図より、「FA なし」は溶融スラグが 20% を超えるとプリーディング量の増加が顕著である。これは、溶融スラグは密度が比較的高く、ガラス質で表面が滑らかであることから、使用量が増加すると材料分離が助長されることが考えられる。一方、FA 使用配合は、プリーディングの増加が抑制されており、微粉末である FA を使用することによるプリーディング水の捕捉効果が発揮されたものと考えられる。

3.3 圧縮強度

標準養生供試体による圧縮強度試験結果を図 - 4 に示す。この図より、溶融スラグ使用量の増加とともに圧縮強度が低下する傾向が認められ、材齢 28 日までは FA の有無による差は小さい。しかし、材齢 91 日になると FA 使用配合の強度増進が顕著であり、ポゾラン反応の効果と考えられる。

4. まとめ

本研究により、産業廃棄物溶融スラグを細骨材の一部に置換使用したコンクリートは、プリーディングの増加や圧縮強度の低下が認められるが、フライアッシュを細骨材の一部と置換して使用することによってそれらを改善できることが明らかになった。この結果から、溶融スラグ使用可能範囲の拡大や使用量の増加が期待できることから、今後もフライアッシュの適正使用量や、耐久性等について研究を継続実施する予定である。

参考文献

1)フライアッシュを細骨材補充混和材として用いたコンクリートの施工指針(案):土木学会四国支部 2003年3月

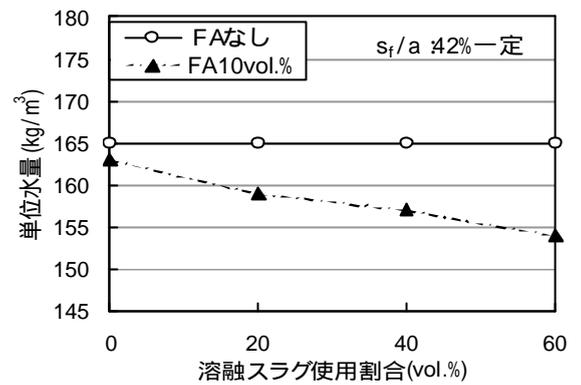


図 - 1 単位水量の変化

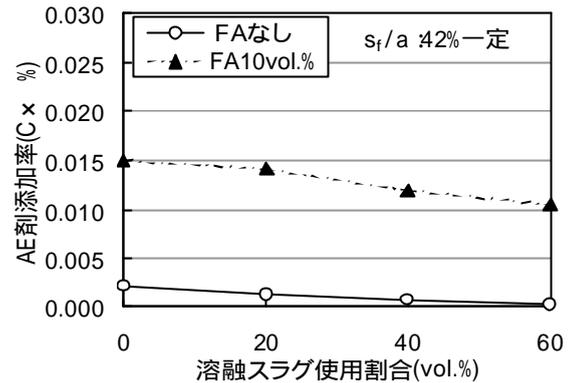


図 - 2 A E 剤添加率の変化

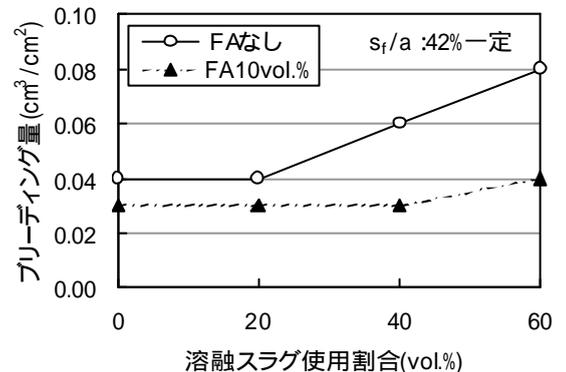


図 - 3 プリーディング量の比較

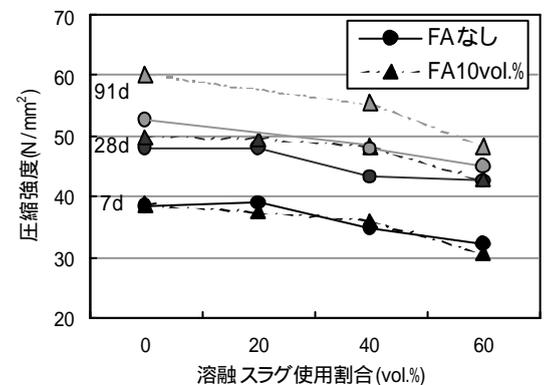


図 - 4 圧縮強度の比較