

V-7 フライアッシュによる産業廃棄物溶融スラグ使用コンクリートの品質改善

四国電力(株)土木建築部 入会手続き中 ○佐々木勝教
四電エンジニアリング(株) 正会員 藤枝 正夫
(株)四国総合研究所土木技術部 正会員 加地 貴
四国電力(株)土木建築部 正会員 石井 光裕

1. はじめに

近年、社会的な環境保全意識の高まりの中、瀬戸内海での海砂採取規制強化が行われるなど良質な天然材料の安定供給が困難な状況となりつつある。一方、香川県では豊島に不法投棄された産業廃棄物等の処理によって発生する年間約3万トンの溶融スラグのコンクリート細骨材としての利用を開始している。

このような背景のもと、石炭火力発電所から副産する石炭灰の有効利用を目的にフライアッシュを細骨材補充混和材として利用する技術¹⁾を応用し、溶融スラグ使用コンクリートの更なる品質向上と、溶融スラグ使用割合の増加を図ることを目的とした研究を実施している²⁾。

今回、溶融スラグとフライアッシュを併用したコンクリートの性能を実機レベルで確認するため、当コンクリートをレディーミクストコンクリート工場で製造し、フレッシュ性状ならびに圧縮強度について試験を行った。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

使用した材料を表-1に示す。

細骨材のベースには、四国における海砂代替材の一つとして位置付けられている砕砂³⁾を使用した。

フライアッシュは、JIS A 6201 コンクリート用フライアッシュのⅡ種適合品を使用した。

2. 2 配合

コンクリートの配合は、水セメント比を63.8%、現場における荷卸し時のスランプを15±2.5cm、空気量を4.5±1.5%に設定して、単位水量およびAE剤、AE減水剤添加量を調整して配合を選定した。

配合種別として、細骨材を砕砂単独で使ったケースをベース配合として、溶融スラグを細骨材の容積に対して30%置換使用(当該自治体の使用実績値)するケース、溶融スラグ使用量を細骨材容積に対して50%置換し、さらに残りの砕砂の部分をフライアッシュで細骨材容積10%置換使用する3ケースを設定した。

2. 3 試験項目と方法

試験は、フレッシュコンクリート性状に関して、スランプ試験(JIS A 1101)、空気量試験(JIS A 1128)、ブリーディング試験(JIS A 1123)を実施した。また、圧縮強度試験はJIS A 1108に準拠してφ10×20cm円柱供試体により実施した。

コンクリートはレディーミクストコンクリート工場の二軸強制練りミキサ(容量2,500l)を使用し、45秒間の練混ぜを実施した。なお、製造したコンクリートは約15分間トラックアジテータで運搬した。

3. 試験結果および考察

3. 1 単位水量

所定のスランプと空気量が得られるコンクリート配合の選定結果を表-2に示す。ここで、コンクリートの単位水量は、溶融スラグを使用したコンクリートにフライアッシュを細骨材補充することにより、フライアッシュ未使用時と比べて顕著に低減した。これは、粒形が角張った細骨材を球形微粒子であるフライアッ

表-1 使用材料

材 料	性 状 など
セメント(C)	普通ポルトランドセメント 密度: 3.16g/cm ³ , フレン値: 3,310cm ² /g
細骨材(S)	砕岩砕砂 表乾密度: 2.57g/cm ³ , 粗粒率: 2.78 産業廃棄物溶融スラグ 表乾密度: 2.786~2.804g/cm ³ , 粗粒率: 2.50
細骨材補充混和材 フライアッシュ (FA)	JIS A 6201 コンクリート用フライアッシュⅡ種適合品 密度: 2.25g/cm ³ , フレン値: 3,280cm ² /g, 強熱減量: 2.2%, SiO ₂ : 58.2%
粗骨材(G)	砕岩砕石 Gmax: 20mm, 表乾密度: 2.58g/cm ³ , 粗粒率: 6.67
混和剤(A d)	AE減水剤 リグニンスルホン酸化合物およびポリオール複合体 AE剤 変成ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤

表－２ コンクリート配合

水セメント比 W/C (%)	細骨材混合割合 [容積置換率※ ¹] (vol. %)			細骨材率 s _f /a※ 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 (W)	セメント (C)	細骨材 (S)		フライアッシュ (FA)	粗骨材 (G)		混和剤 (Ad)			
							砕砂	溶融スラグ		2015	1505	AE減水剤	AE剤		
63.8	100	—	—	43.6	185	290	761	—	—	493	493	4.634	1.740	16.0	4.0
	70	30	—	43.6	185	290	533	246	—	493	493	3.090	3.480	15.8	4.7
	40	50	10	46.6	177	277	331	446	72	475	475	2.950	3.324	13.5	4.0

※¹：細骨材容積（ただしフライアッシュも含める）に対する置換率※²：細骨材率 sf/a の算定には、フライアッシュの容積を含める

シュに置換したことによるボールベアリング効果により、コンクリートの流動性が改善されたことによるものとする。

3. 2 ブリーディング

ブリーディング試験結果を図－１に示す。この図より、フライアッシュを細骨材補充したコンクリートはフライアッシュ未使用時に比べて、大幅にブリーディングが減少した。これは、単位水量の低減ならびに溶融スラグの表面が滑らかであるため水の捕捉効果が小さいが、フライアッシュを併用することで適度な粘性が得られ、ブリーディングが抑制されたことが考えられる。

3. 3 圧縮強度

コンクリートの圧縮強度試験結果を図－２に示す。この図より、フライアッシュを細骨材補充したコンクリートはフライアッシュ未使用時に比べて、材齢 28 日では若干強度は高くなり、材齢 91 日ではその傾向はさらに大きくなっている。これは、フライアッシュのポゾラン反応によるものと考えられる。

このように、フライアッシュを細骨材補充することによって長期強度が増進することから、溶融スラグ使用量を増加した場合でもフライアッシュを併用することで良好な強度発現が得られることが明らかとなった。

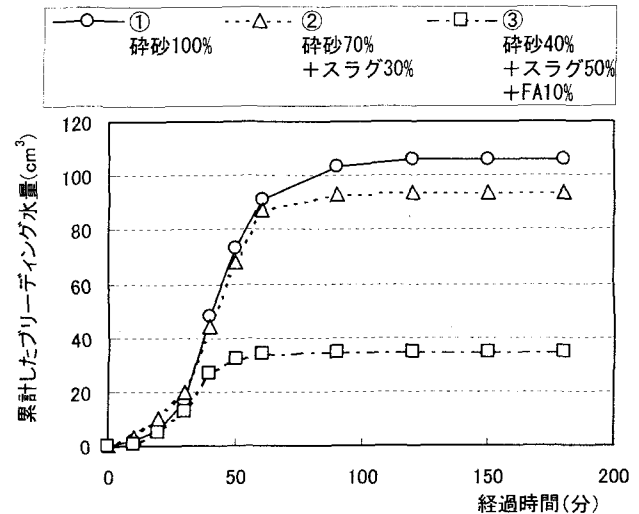
4. 結論

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に、さらにフライアッシュを細骨材補充混和材として使用することによって、溶融スラグ使用量を増加した場合でも良好なフレッシュ性状及び強度発現が得られることが実機レベルで明らかとなった。さらに、リサイクル材料を積極的に利用する当技術は、天然骨材資源の延命化にも貢献できるものと考えられる。

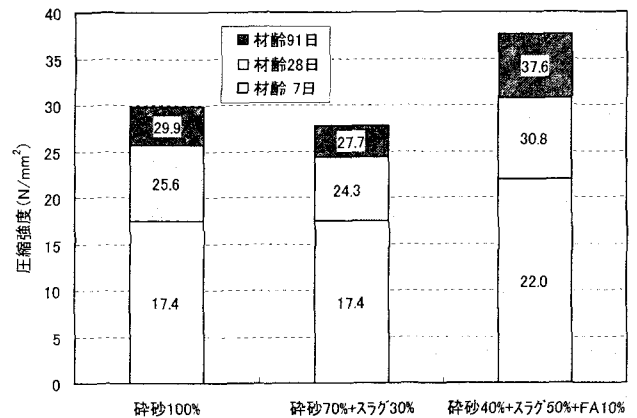
[謝辞] 本研究に対して、日頃よりご指導を頂いている香川大学工学部堺孝司教授に深く感謝致します。

【参考文献】

- 1) 土木学会四国支部：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)，2003.3
- 2) 加地貴，藤枝正夫，石井光裕，堺孝司：産業副産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，土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要集，5-193，pp.383-384，2004.9
- 3) 四国地区骨材資源対策検討会：四国地区骨材資源対策の基本方針（概要），2003.3



図－１ ブリーディング試験結果



図－２ 圧縮強度試験結果