

石炭ガス化溶融スラグのコンクリート用骨材としての有効利用に関する研究

(株)間 組 正会員 福留和人
(株)クリーンコールパワー研究所 坂口隆彦
(株)間 組 正会員 ○斉藤栄一, 坂本守

1. はじめに

新しいタイプ石炭火力発電プラントである石炭ガス化複合発電プラント（以下、IGCC）からは、フライアッシュやクリンカアッシュではなく、石炭ガス化溶融スラグ（以下、IGCC スラグ）が副産する。IGCC プラントは、従来のプラントに比べて発電効率に優れるため、温室効果ガス削減の観点からも、今後広まっていくものと予測され、副産する IGCC スラグの有効利用方法の確立が望まれる。一方、著者らは、砕砂等に事前にフライアッシュを混合した混合砂「FA サンド」を提案し、実用化を進めている¹⁾。本研究では、著者らが提案しているフライアッシュと細骨材を事前混合する技術への IGCC スラグの適用性を検討した。

2. 試験概要

表-1 に使用材料の一覧を、表-2 にコンクリートの基本配合を示す。表-3 に IGCC スラグの細骨材に対する置換率および IGCC スラグへのフライアッシュの混合率を示す。IGCC スラグとフライアッシュの混合およびコンクリートの練混ぜは、容量 55 リットルのパン型強制練りミキサで行い、混合時間は、いずれも 3 分間とした。目標スランプは、8cm（フライアッシュ無混合）および 15cm（フライアッシュ混合）、目標空気量は、 $3.0 \pm 1.0\%$ とし、高性能 AE 減水剤添加量および空気量調整用混和剤（AE 剤および消泡剤）の添加率により調整した。

試験は、スランプおよび空気量確認後、ブリーディング試験（JISA1123）および圧縮強度試験（JISA1108,材齢 28 および 91 日）を実施した。

3. 試験結果および考察

(1) フレッシュコンクリート

写真-1 にスランプ試験の状況を示す。スラグ置換率増大とともに材料分離抵抗性の低下が見られ、スラグ置換率 100%では、ワーカビリティの低いコンクリートとなった。使用した IGCC スラグは、溶融状のスラグを水槽で急冷した水砕スラグであり、加工・改質は行っていない。そのため、ガラス質で角張った形状の粒子が多く、置換率の増加とともにワーカビリティは低下する傾向を示す。それに対し、フライアッシュを混合したスラグを用いたコンクリートでは、ワーカビリティの改善が見られ、スラグ置換率 100%においても良好なワーカビリティとなった。

図-1 に IGCC スラグ置換率と最終ブリーディング率の関係を示す。IGCC スラグは、表面がガラス状で保水

表-1 使用材料

材料	種 類	仕 様
セメント C	普通ポルトランドセメント	密度:3.16g/cm ³
フライアッシュ FA	JIS II 種	密度 2.30g/cm ³
スラグ Sg	IGCC スラグ クリーンコールパワー研究所	密度 2.68g/cm ³ 粗粒率 2.92
細骨材 S	川砂（大井川産）	密度 2.62g/cm ³
粗骨材 G	砕石(Gmax20mm)	秩父産密度:2.73g/cm ³
混和剤 Ad	高性能 A E 減水剤	ポリカルボン酸系

表-2 コンクリートの基本配合

水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
		水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤
50.0	47.0	150	300	905	1064	3.00

表-3 試験要因および水準

試験要因	水 準
スラグ置換率 (%) Sg / (S+Sg)	0, 50, 75, 100%
フライアッシュ混合率 (%) FA / (Sg+FA)	0% (FA0) , 10% (FS10) , 20% (FS20)

(2) ブリーディング

図-1 に IGCC スラグ置換率と最終ブリーディング率の関係を示す。IGCC スラグは、表面がガラス状で保水

キーワード：石炭ガス化複合発電，石炭ガス化溶融スラグ，事前混合，フレッシュコンクリート，圧縮強度

連絡先：ハザマ技術研究所, 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 Tel: 029-858-8813, Fax:029-858-8819

性が低いことから、置換の増加とともに材料分離抵抗性は低下し、ブリーディング率は増大する傾向が見られる。フライアッシュを混合することで保水性が改善され、ブリーディング率を大幅に低減することが可能である。ブリーディング率は、フライアッシュ混合率10%で基準コンクリートと同程度以下となり、実用上問題のない程度にまでブリーディング率を低減できた。

(3) 圧縮強度

図-2 および図-3 にスラグ置換率と圧縮強度の関係を示す。IGCC スラグ置換率の増加とともに圧縮強度の低下が見られるが、フライアッシュを混合することによって改善されている。混合率10%の場合には、スラグ置換率50%程度まで、混合率20%の場合には、スラグ置換率100%まで、材齢91日において基準コンクリートとほぼ同等の圧縮強度が得られている。また、フライアッシュ混合による圧縮強度の改善効果は、長期材齢ほど大きく、フライアッシュの長期にわたるポゾラン反応の効果がみられる。

4. まとめ

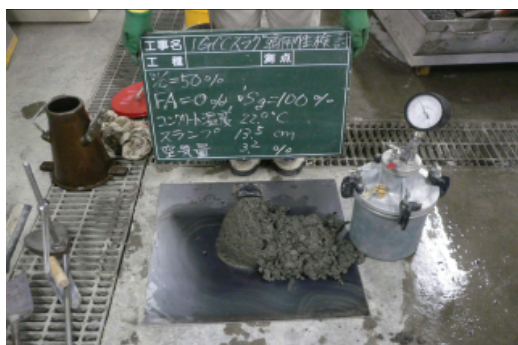
①フライアッシュをIGCCスラグに事前混合することで、ワーカビリティの改善、ブリーディングの低減が可能である。

②圧縮強度は、IGCCスラグの置換率の増加とともに低下するが、フライアッシュを事前混合することで改善され、置換率50および100%でそれぞれフライアッシュ混合率を10および20%とすれば、材齢91日において基準コンクリートと同等の圧縮強度を得ることができる。

今後、基本特性の評価および実規模の実証実験等を行い、IGCCスラグの有効利用の推進に繋げていきたい。

謝辞：「FA サンド」は、(株)関電パワーテックとの共同開発によるものであり、本研究の実施に当たりご助言を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 1) 福留, 小門, 守口, 大前: フライアッシュを事前混合した砕砂の実用化に関する研究, コンクリート工学 Vol. 46, No. 10, pp. 19-26, 2008. 10



(スラグ 100%, フライアッシュ 0%)



(スラグ 100%, フライアッシュ 20%)

写真-1 スランプ試験状況

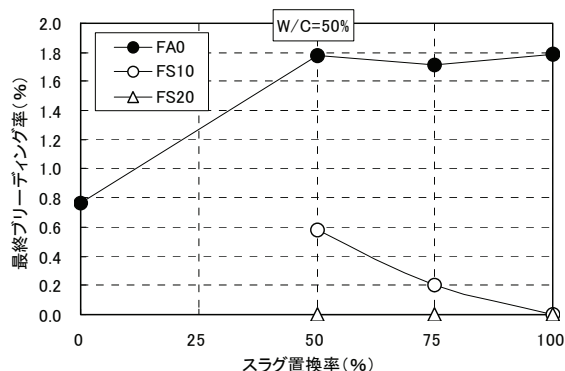


図-1 スラグ置換率とブリーディング率数の関係

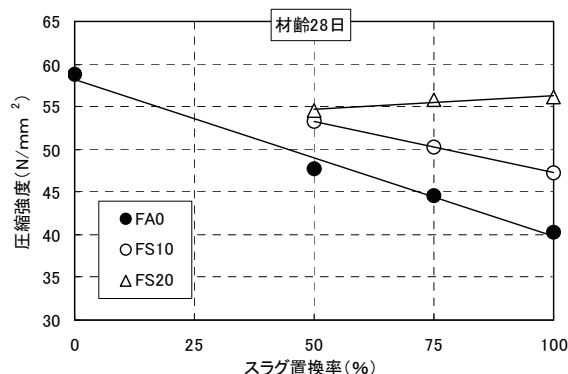


図-2 スラグ置換率と圧縮強度の関係係

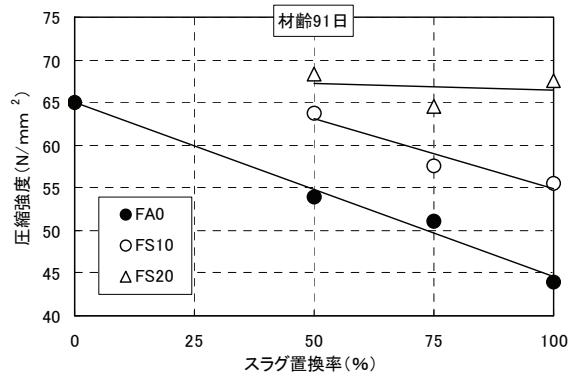


図-3 スラグ置換率と圧縮強度の関係係