

IGCC スラグを細骨材として用いたコンクリートの配合と性質に関する検討

(株) 大林組	フェロー	○竹田 宣典
(株) 大林組	正会員	片野啓三郎・石田 知子
常磐共同火力(株)	非会員	赤津 英一
三菱日立パワーシステムズ(株)	非会員	坂本 康一

1. はじめに

石炭ガス化複合発電(IGCC: Integrated coal Gasification Combined Cycle)は、従来の石炭火力発電に比べて発電効率が高く、発電によるCO₂排出量が少ない新しい発電システムとして注目を集めている¹⁾。また、IGCCによる副産物として排出される石炭灰溶融スラグ(以下、IGCC スラグと記述)の有効利用が期待されている。そこで、IGCC スラグをコンクリート用細骨材として使用した場合のコンクリートの配合および性質に関して検討を行った。

2. 使用材料および試験概要

細骨材として使用したIGCC スラグおよび陸砂の物性を表1に示す。実験に使用したIGCC スラグ(写真1)は、細粒分が少なくコンクリート標準示方書に示される粒度の標準に外れるものであった。また、一般的な細骨材に比べて、吸水率は小さいが、粗粒率が大きく、実積率が小さいものであった。コンクリートに使用した材料を表2に示す。

表1 細骨材の物性

種類	摘要
IGCC スラグ	表乾密度 2.72g/cm ³ , 吸水率 0.37%, 粗粒率 3.63, 実積率 58.3%
陸砂	表乾密度 2.61g/cm ³ , 吸水率 1.97%, 粗粒率 2.64, 実積率 68.8%



写真1 IGCC スラグ

実施した試験ケースを表3に示す。まず、陸砂を細骨材として100%使用したコンクリートをベースとし、細骨材を任意の割合でIGCC スラグに置き換えた場合のフレッシュコンクリートの性状を比較した。ベースとしたコンクリートは水セメント比(W/C) 0.55, 単位水量(W) 158kg/m³とした。目標スランプ 8±2.5cm, 目標空気量 4.5±1.5%とし、目標スランプを満足するようにs/aおよび単位水量を調整した。また、材料分離およびブリーディングの抑制対策を目的として、増粘剤一液タイプの高性能AE減水剤(V)または石灰石微粉末(LS)の使用を検討した。試験項目は、スランプ、空気量およびブリーディング率とした。

表2 コンクリートのその他の主な材料

項目	記号	種類
水	W	水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント
粗骨材	G	砕石 05-20mm
混和材料	WR	AE 減水剤
	V	増粘剤一液タイプ高性能 AE 減水剤
	LS	石灰石微粉末

表3 試験ケース

配合 No.	細骨材の使用比率 (%)		混和材料	W/C	s/a(%)	W (kg/m ³)
	IGCC スラグ	陸砂				
1	0	100	WR	0.55	44.0	158
2	100	0	WR		49.0	168
3	50	50	WR		46.5	165
4	70	30	V		47.5	158
5	50	50	V		46.5	165
6	50	50	WR+LS*1		45.2	165

*1 LS: セメント重量の15% (45kg/m³)とし、陸砂に置換する

次に、フレッシュ性状を満足した配合について、コンクリートの硬化性状を確認した。試験項目は、圧縮強度、自己収縮および乾燥収縮による長さ変化とした。

3. フレッシュ性状

フレッシュコンクリートの試験結果とスランプ試験の外観を表4に示す。IGCC スラグを100%使用した配合(No.2)ではベース配合(No.1)に対して単位水量を10kg/m³増加したにも関わらず、コンシステンシーが失われた。

キーワード 石炭ガス化複合発電, IGCC スラグ, コンシステンシー, 圧縮強度, 自己収縮, 乾燥収縮

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株) 大林組 技術研究所生産技術研究部 TEL 042-495-0937

表4 フレッシュコンクリートの試験結果

配合	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
細骨材種類	陸砂	IGCC スラグ	IGCC スラグ : 陸砂 =50 : 50	IGCC スラグ : 陸砂 =70 : 30	IGCC スラグ : 陸砂 =50 : 50	IGCC スラグ : 陸砂 =50 : 50
混和材料	WR	WR	WR	V	V	WR+LS
スランブ (cm)	9.0	—	9.0	10.5	7.0	6.0
空気量 (%)	4.6	3.2	4.9	6.4	4.3	4.0
ブリーディング (%)	4.1	—	7.5	3.4	3.8	3.2
スランブ試験後の 外観						

一方、IGCC スラグと陸砂を 50 : 50 で混合した No.3 では、スランブは同等で良好なコンシステンシーが得られた。IGCC スラグと陸砂を 70 : 30 で混合した No.4 では、材料分離抵抗性を付与するために増粘剤一液タイプの高性能 AE 減水剤を添加したが、十分なコンシステンシーが得られなかった。以上より、陸砂使用と遜色ないコンシステンシーを得るためには、IGCC スラグの使用量を細骨材全体の 50%程度とする必要があることが明らかになった。

また、IGCC スラグを 50%使用した No.3 では、ブリーディング率が 7.5%と大きくなった。この対策として増粘剤一液タイプの高性能 AE 減水剤 (No.5) および石灰石微粉末 (No.6) を使用した結果、無対策 (No.3) と比較してスランブが若干低下したものの、ブリーディング率はベース (No.1) と同等以下となった。IGCC スラグを細骨材として使用する場合、ブリーディングを抑制するために、増粘剤一液タイプ高性能 AE 減水剤あるいは石灰石微粉末を使用し、コンクリートの粘性を増加させることが有効である。

4. 硬化性状

圧縮強度を図 1 に、自己収縮および乾燥収縮の経時変化を図 2、図 3 に示す。陸砂を用いた場合と比較して、IGCC スラグを使用した場合は、いずれのケースにおいても圧縮強度は同等以上となった。自己収縮および乾燥収縮は同等以下となった。以上より、IGCC スラグを使用したコンクリートは、強度および収縮特性において、陸砂を使用した場合に比べて遜色ないことが示された。

5. まとめ

IGCC スラグを細骨材として使用したコンクリートの配合および性質に関して検討した結果、以下のことが明らかになった。

- (1) IGCC スラグを細骨材として使用する場合、50%程度の陸砂と混合することで、良好なコンシステンシーが得られる。
- (2) ブリーディング量は、増粘剤一液タイプの高性能 AE 減水剤または石灰石微粉末を使用することにより、陸砂を使用したコンクリートと同等以下となる。
- (3) 圧縮強度は陸砂を使用したコンクリートと同等以上となり、自己収縮、乾燥収縮は小さくなる。

参考文献

- 1) 常磐共同火力株式会社 : http://www.joban-power.co.jp/nakoso_power_plant/igcc/

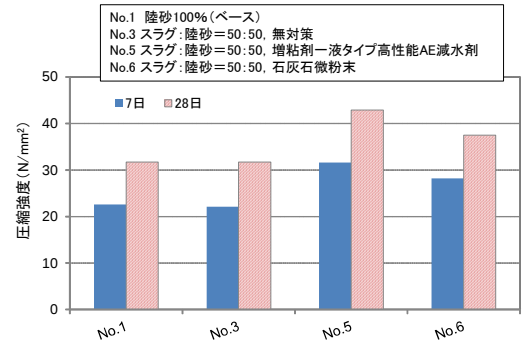


図1 圧縮強度試験結果

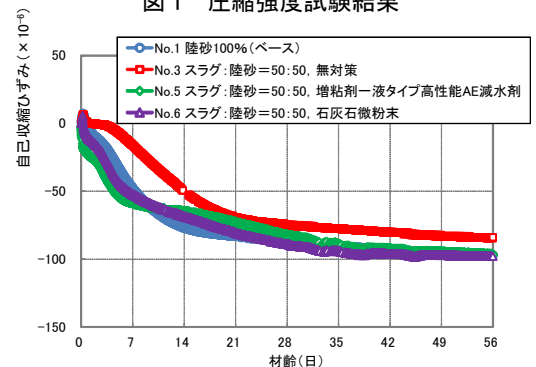


図2 自己収縮試験結果

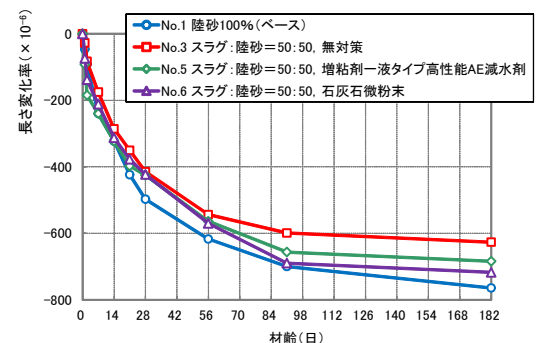


図3 乾燥収縮試験結果