

コンクリートの圧縮強度および物質移動抵抗性に与える石炭ガス化溶融スラグの影響

広島大学 学生会員 OEI MYAT THU
 広島大学 正会員 小川由布子
 広島大学 フェロー会員 河合 研至

1. はじめに

石炭ガス化溶融スラグ (IGCC スラグ) は発電効率がよく、CO₂の排出量が少ないと言われている石炭ガス化複合発電の副産物であり、コンクリート用細骨材への適用可能性が示唆されている。IGCC スラグのコンクリート用細骨材への適用性に関する研究は多数あるが、IGCC スラグの持つ反応性についてのデータが十分ではなく、細骨材として使用したコンクリートの物性に与える影響もまだ明らかとなっていない。本研究ではIGCC スラグを細骨材として用いたコンクリートの圧縮強度および物質移動抵抗性を評価するとともに、IGCC スラグ自体の反応性について検討することを目的とした。

2. 実験概要

セメント (表中 C) には普通ポルトランドセメント (密度: 3.16g/cm³)、細骨材 (表中 S) には砕砂 (表乾密度: 2.61g/cm³, 吸水率: 1.04%)、大崎発電所産の IGCC スラグ (表乾密度: 3.06g/cm³, 吸水率: 0.34%)、勿来発電所産の IGCC スラグ (表乾密度: 2.80g/cm³, 吸水率: 0.22%)、粗骨材 (表中 G) には石英斑岩碎石 (表乾密度: 2.61g/cm³, 吸水率: 0.67%)、混和剤には AE 剤 (表中 AE)、AE 減水剤 (表中 WRAE) を使用した。

本研究で用いた配合は、表 1 に示すとおり、水セメント比 (W/C) を 55% とし、細骨材に砕砂を用いた N、大崎発電所の IGCC スラグを用いた IGCC1、勿来発電所の IGCC スラグを用いた IGCC2 の 3 配合とした。まず、N 配合について、AE 減水剤を標準使用範囲の下限値 (Cx0.7%) で用い、目標スランプ 12.0±1.5cm・目標空気量 4.5±0.5% を満たす単位水量および s/a、AE 剤量を決定した。この N 配合を基準に、IGCC スラグを用いた配合は単位水量および s/a を低下させ、目標スランプおよび空気量を満たす最適値を選定した。養生条件は 7 日間封かん養生 (20±2°C) 後、気中暴露 (20±2°C, 60±5%R.H.) する場合 (7d-sealed) と 28 日間水中養生 (20±2°C) 後、気中暴露 (20±2°C, 60±5%R.H.) する場合 (28d-water) の 2 条件とした。材齢 28, 56, 182 日において JIS A 1108 に準拠して圧縮強度試験を実施した。なお、圧縮強度試験供試体については、材齢 28 日以降も試験材齢まで水中養生 (20±2°C) を行なった。

また物質移動抵抗性試験として、材齢 56 日より JIS A 1153 に準拠して促進中性化試験を実施した。打込み面に対する 1 側面を暴露面とし、そのほかの面はアルミ粘着テープで被覆した。表層透気試験は 7d-sealed のみ行うこととし、トレント法を用いて材齢 126, 161, 182 日に実施した。100×100×400mm の角柱供試体 2 体を対象とし、試験面は、打込み面に対する 100×400mm の 1 側面とした。

表 1 配合

配合名	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤	
		W	C	S	G	WRAE (Cx%)	AE (Cx%)
N	45.6	172	313	816	974	0.7	0.002
IGCC1	44.4	172	313	924	987	0.8	0.004
IGCC2	43.7	162	295	862	1036	0.7	0.01

3. 実験結果および考察

圧縮強度試験の結果を図 1 に示す。7d-sealed の場合、IGCC1 および IGCC2 とも N と同程度の圧縮強度であった。一方、28d-water の場合、IGCC1 および IGCC2 の圧縮強度は長期にわたって増進し、材齢 182 日におい

キーワード 石炭ガス化溶融スラグ、細骨材、養生方法、中性化、表層透気係数

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院先進理工系科学研究科 構造材料工学研究室

TEL 082-424-7786

てNより14%程度の強度増進が見られた。これは、IGCCスラグの反応の影響により、IGCCスラグの骨材界面が緻密となり、強度が増進したと考えられる。また、養生方法に着目すると、水中養生のIGCC配合の圧縮強度は、材齢やスラグの種類にかかわらず、7d-sealedより高い。IGCCコンクリートは水中養生をすることで、N配合より強度増進が期待できることが示唆された。

促進中性化速度係数を図2に示す。中性化速度係数は養生条件にかかわらず、IGCC1およびIGCC2ともNより小さく、IGCCスラグを使用することにより中性化抵抗性が向上した。これは、IGCCスラグの吸水率が砕砂より小さく、骨材内部への炭酸ガスの侵入が抑制されたことが一因と考えられる²⁾。また、異なる2種類のIGCCスラグに着目すると、IGCC2の方はIGCC1より中性化が抑制され、その差は28d-waterの場合に大きかった。

表層透気係数と表面含水率の関係を図3に示す。表層透気係数は、配合に関係なく含水率の多い気中養生初期では表層透気係数が小さく、乾燥が進むとともに表面含水率が小さくなり、これに伴って表層透気係数も大きくなっており従来どおりの結果となった。同程度の表面含水率において、IGCC1およびIGCC2の表層透気係数がNより若干小さいことから、IGCCスラグを用いたコンクリートはN配合とほぼ同等の表層透気抵抗性を有しているといえる。これは圧縮強度の結果と整合しているが、供試体の表面含水率の低下が安定する長期材齢での検討が必要であると考えられる。

4. 結論

IGCCスラグを細骨材として用いたコンクリートは、通常の細骨材を用いたコンクリートと同等以上の圧縮強度を有することが明らかとなった。また、IGCCスラグを細骨材として利用することで中性化抵抗性および表層透気抵抗性が向上することが明らかとなった。

謝辞

本研究に使用した石炭ガス化スラグ細骨材は、勿来IGCCパワーおよび中国電力より提供いただきました。関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 宮村優希ほか：石炭ガス化スラグを用いたコンクリートの強度特性および海洋環境下における耐久性に関する検討；セメント・コンクリート論文集, Vol.74, pp.207-214, 2021
- 2) 古賀裕久ほか：使用材料の異なるコンクリートの耐久性能と吸水性状の関係；セメント・コンクリート論文集, Vol.67, pp.456-463, 2014

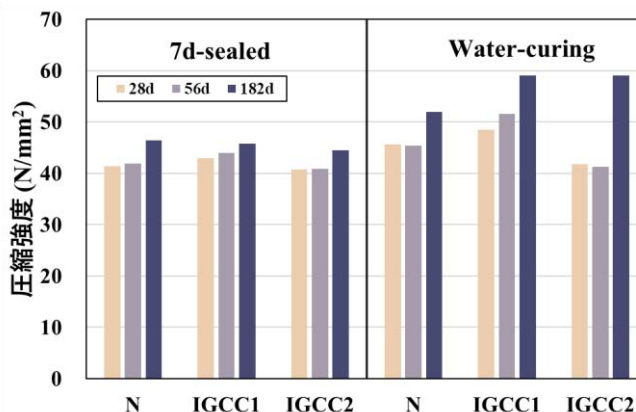


図1 圧縮強度試験結果

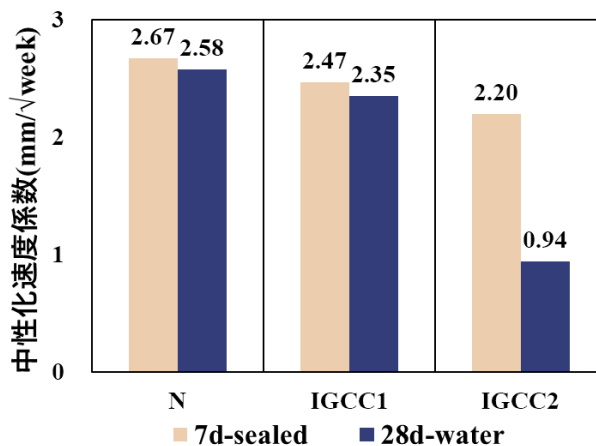


図2 促進中性化速度係数

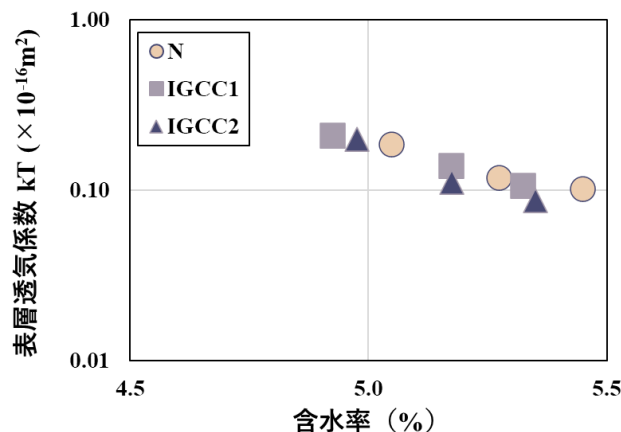


図3 表層透気係数と表面含水率の関係