

石炭ガス化スラグを細骨材として用いたコンクリートの諸物性に関する検討

日本大学 学生会員 ○相内 豪太 正会員 前島 拓 フェロー会員 岩城 一郎
 広野 IGCC パワー合同会社 正会員 松浦 忠孝

1. はじめに

近年,発電効率と環境性能を向上させた新たな発電方式である石炭ガス化複合プラント(IGCC)が注目されている.IGCCは温室効果ガス削減の観点からも普及が期待され,現在では福

島県に2基(勿来,広野)の建設と,広島県大崎で1基の実証事業が進められている.IGCCからは副産物として石炭ガス化スラグ(以下,CGS)が発生する.他方,CGSはコンクリート用の細骨材としての利用実績がなく,コンクリートのフレッシュ性状や耐久性に及ぼす影響は未解明な現状である.本研究では,CGSの有効利用を目的とし,勿来IGCC発電所から発生したCGSを細骨材として用いたコンクリートを作製し,フレッシュ性状,強度発現性および耐久性について実験的に検討した.

2. 実験概要

表-1にコンクリートの配合を示す.表より,単位水量 170kg/m^3 ,水セメント比50%,細骨材率46%に固定し,CGSを細骨材に対して0%,30%,50%,100%で容積置換した計4配合とした.本実験では目標スランブを $12\pm 2.5\text{cm}$,目標空気量を5.0~6.0%として,AE減水剤およびAE助剤により調整した.試験項目は,スランブ試験,空気量試験,ブリーディング試験,凝結時間試験,圧縮強度試験,およびJIS A 1148,ASTM C 672にそれぞれ準拠し,凍結防止剤散布下を想定した凍結融解試験,アルカリシリカ反応(ASR)試験,塩分浸透試験である.

3. 実験結果および考察

表-1に各配合のスランブ値,空気量を示す.表より,CGSの置換率に伴う混和剤添加量に大幅な変動はなく,CGSを使用したコンクリートは普通コンクリートと同様の配合設計が可能であ

った.図-1にブリーディング試験結果を示す.図より,CGS0%に対して,CGS30%はブリーディング率が若干低い結果であったが,CGS50%とCGS100%については,CGSの置換率が高くなるに従ってブリーディング率が増加した.CGSはガラス質であるため保水性が低く,これがブリーディング率に影響を及ぼしたと考えられ,CGSを一定の割合以上置換することでブリーディングが大幅に増加する可能性が示唆された.図-2に凝結時間試験結果を示す.図中の赤線はそれぞれ始発時間および終結時間を示す.始発時間についてはCGSを用いた配合はいずれもCGS0%より若干遅れる程度であった.CGS100%の終結時間が遅い結果であったが,CGS30%,50%では

表-1 コンクリートの配合

配合	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)					混和剤(C×%)		スランブ (cm)	空気量 (%)
			W	C	S	CGS	G	AE減水剤	AE助剤		
CGS 0%	50	46	170	340	823	0	988	1.0	0.002	11.0	5.6
CGS 30%					576	259		0.8	0.004	12.0	5.9
CGS 50%					411	431		0.6	0.005	12.5	6.0
CGS 100%					0	863		0.6	0.008	9.5	5.8

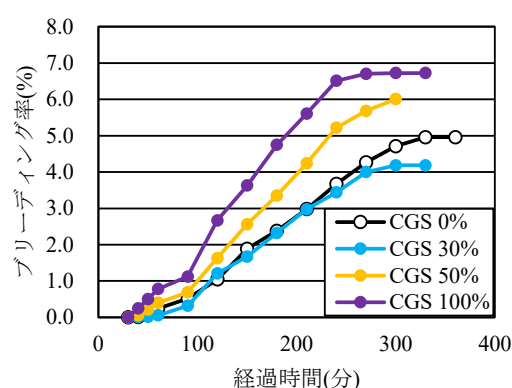


図-1 ブリーディング試験結果

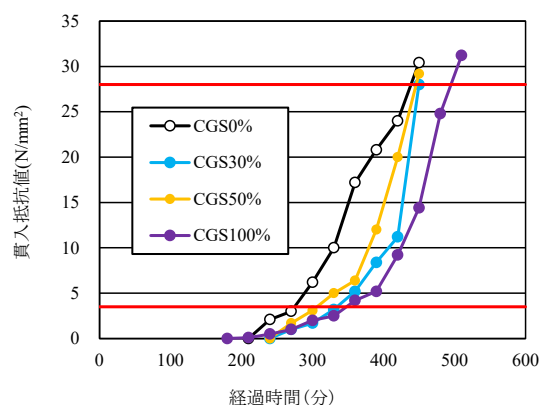


図-2 凝結時間試験結果

キーワード 石炭ガス化スラグ, CGS

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学工学部土木工学科 TEL 024-956-8729

0%と同程度であり,CGS 置換率が 50%程度であれば,普通コンクリート同様の凝結時間を得られるものと考えられる.図-3 に圧縮強度試験結果を示す.図より,材齢 7 日,28 日時点では CGS の置換率に伴い圧縮強度が低い傾向であるが,材齢 91 日では逆に置換率の増加に伴い強度が増進する傾向を示しており,CGS にはフライアッシュや高炉スラグのような長期強度増進効果が示唆される結果となり,特に CGS100%の強度増進が顕著であった.図-4 に ASTM C 672 法による凍結融解試験結果を示す.図より,CGS を用いた配合はいずれもスケーリング量の増加が顕著であり,CGS の使用によりスケーリング抵抗性が低下する結果であった.しかし,いずれも 50 サイクル終了時点のスケーリング量が 0.8kg/m^2 程度と,スケーリングが全面に進行するほどではないことから,凍結融解抵抗性を著しく阻害するほどではないと考えられる.図-5,6 に JIS A 1148 法 (ただし,溶液は 3%NaCl 溶液を使用) による凍結融解試験結果として,質量減少率,相対動弾性係数の推移を示す.図より,CGS を用いた配合で凍結融解抵抗性が向上するという ASTM 法の試験結果とは真逆の結果であった.また,300 サイクル終了時の相対動弾性係数の値はいずれも 80%程度以上であり,優れた凍結融解抵抗性を示す結果となった.上述の通り,CGS を用いた供試体では長期的な強度増進が認められており,JIS 法のように水中養生に近い状態にあったことで試験中に強度が増進し,これに伴い凍結融解抵抗性が向上した可能性が示唆された.

4. まとめ

本研究では,CGS がコンクリートのフレッシュ性状や耐久性に及ぼす影響について検討した.その結果,CGS は普通コンクリートと同様の配合設計が可能であり,特に置換率を 30%程度とすることで,普通コンクリートと同等のフレッシュ性状を得ることが示された.また,CGS はコンクリートの長期強度増進に寄与することを明らかとし,物質透過抵抗性を向上し得ることが示唆された.一方,耐久性試験からは,CGS のスケーリング抵抗性がやや低いものの,長期の強度発現が期待できることから,実環境では,所要の凍結融解抵抗性を得られるものと考えられた.今後は,各種試験を継続するとともに促進中の塩分浸透試験による塩分浸透抵抗性の検討を進める予定である.

【参考文献】

1)北辻政文：石炭ガス化溶融スラグのコンクリート用細骨材としての利用に関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文集、vol.28、No.1、2006

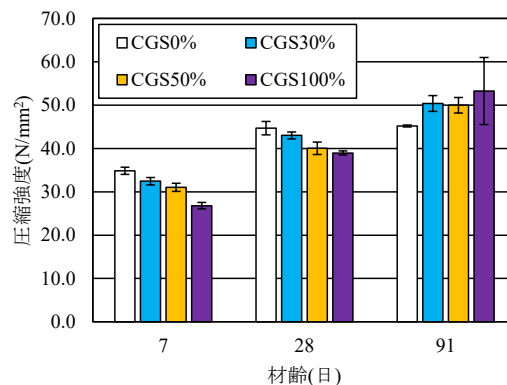


図-3 圧縮強度試験結果

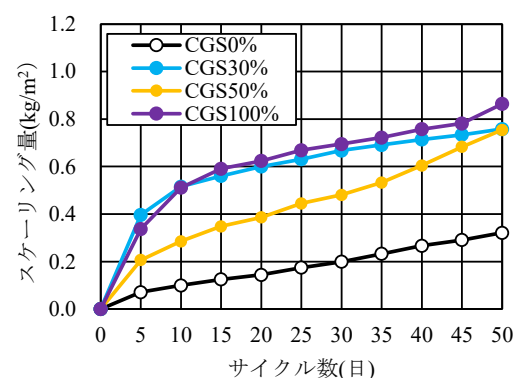


図-4 スケーリング量 (ASTM C 672)

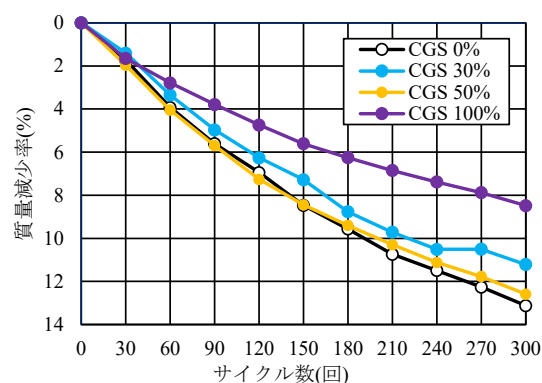


図-5 質量減少率 (JIS A 1148)

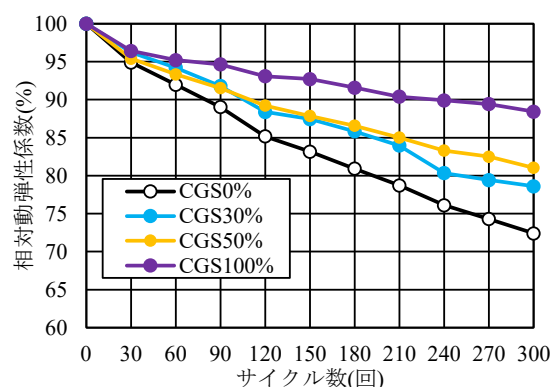


図-6 相対動弾性係数 (JIS A 1148)