

石炭ガス化スラグ微粉末を用いたプレキャストコンクリートの諸物性に関する検討

日本大学 非会員 ○渋谷歩夢 東瀬一馬 学生会員 相内豪太
 正会員 前島拓 フェロー 岩城一郎
 昭和コンクリート工業株式会社 正会員 宮澤 聡

1. はじめに

石炭ガス化スラグ(CGS)は2020年にコンクリート用スラグ骨材としてJIS制定された比較的新しい材料であり、実構造物への適用に向けた研究が進められている。このうち、相内ら¹⁾は、CGSの利用用途拡大のため、CGSを微粉末化し混和材として用いることでコンクリートの長期強度増進効果や塩分浸透抵抗性、アルカリシリカ反応(ASR)抑制効果の向上に寄与することを明らかとしている。しかし、CGS微粉末を用いたコンクリートは未だ実構造物に用いた実績がなく、適切な養生条件や部材レベルでの耐久性については検討されていない。そこで本研究では、CGS微粉末の実構造物への適用を目指し、実機プラントにてCGS微粉末を混和したプレキャスト

表-1 コンクリートの配合

ID	W/C (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)								Slump (cm)	Air (%)	CT (°C)
				W	C	CGS	FA	S	G	AD	AE剤			
H	36.0	36.0	41.0	163	453	-	-	705	1016	2.04	6.5A	14.5	5.3	11.0
CGS		30.0	44.0	158	439	88	-	729	931	3.95	12A	20.0	4.8	11.0
FA		-	88	723	923	4.22	20A	21.0	5.1	12.0				
CGS+FA		44	44	726	928	3.95	18A	21.0	5.0	12.0				

トコンクリート(PCa)を製造し、諸物性に及ぼす影響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、早強ポルトランドセメントを使用した基準配合(H)の単位水量 163 kg/m³ に対し、混和材を用いた配合はスランプの増加を考慮して 158 kg/m³ とした。水セメント比は36%を基準とし、CGS微粉末(CGS)はHのセメントの質量に対し外割で20%置換した。また、比較として同量でフライアッシュ(1種)を混和した条件(FA)とCGSとFAをそれぞれセメントに対し外割10%ずつ置換した条件(CGS+FA)の計4条件とした。供試体は1,000×1,000×200mmのRC床版とし、縦打ちで3層に分けて作製した。表-2に養生条件を示す。表より、コンクリートの養生は、脱型後7日間20°Cで水中養生した(W)、蒸気養生後に屋外水中養生(13°C程度)を7日間実施した条件(SW')、従来の養生である蒸気養生後に気中養生とした条件(SA)の計3水準とした。試験項目は、圧縮強度試験、トレント法

表-2 養生条件

ID	養生方法
W	脱型後水中養生
SW'	蒸気養生後、脱型し屋外水中養生
SA	蒸気養生後、気中養生

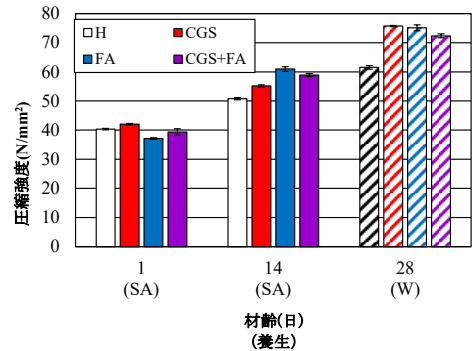


図-1 圧縮試験

による透気試験、ASTM C672法に準拠した凍結融解試験、SSW法によるASR試験、3%NaCl水溶液を供試体上面に湛水させる塩分浸透試験である。なお、凍結融解試験、塩分浸透試験は材齢91日に供試体より採取したコアを用い材齢112日より試験を開始した。

3. 実験結果および考察

図-1に圧縮試験結果を示す。なお、材齢1、14日は蒸気養生後に気中養生を施した供試体、材齢28

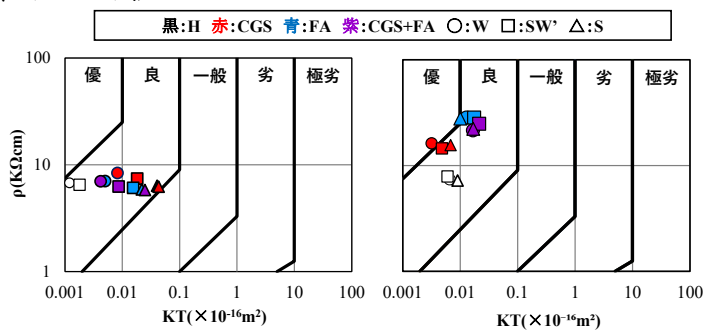


図-2 透気試験

キーワード 石炭ガス化スラグ、石炭ガス化スラグ微粉末、プレキャストコンクリート、表層品質、耐久性

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 024-956-8721

日は標準養生を行った供試体である。図より、CGS を混和した条件は養生、材齢を問わず H よりも強度が大きい結果であり、CGS を外割置換することで普通コンクリートよりも高い強度発現性が得られることが示された。図-2 に透気試験結果を示す。図より、材齢 14 日ではいずれも良にプロットされる結果であり、材齢 91 日では透気係数に大きな変動はなかったが、CGS および FA を混和した条件でいずれも電気抵抗値の向上が見られた。これは、CGS や FA の反応の進行に伴いコンクリート中の自由水が消費されたためと推察される。図-3 に凍結融解試験結果を示す。図より、最終スケールン量ではいずれも 0.3kg/m^2 前後と、配合、養生条件によらず優れたスケールン抵抗性が示された。これは本検討で用いた供試体の水セメント比はいずれも 36%と低水セメント比であることに加え、試験開始材齢が材齢 112 日であるため十分な強度が得られていたことや、空気量が 4.5~5.5%の範囲内にあり、さらに気泡間隔係数がいずれも $250\mu\text{m}$ 以下であったことで十分な耐凍害性が得られたものと推察される。図-4 に ASR 試験結果を示す。図より、材齢 236 日現在において CGS を用いた条件は明らかに膨張が抑制される結果であり、CGS の混和により ASR を抑制することが示された。図-5 に塩分浸透試験結果を示す。図より、H に対して CGS、FA を混和した配合は塩分浸透抵抗性が向上する結果であり、特に FA を混和した配合では優れた遮塩効果を示した。また、図-5 の塩分浸透試験結果から fick の拡散方程式により算出した見かけの拡散係数(図-6)より、CGS、FA を用いた配合は H に対して明らかに見かけの拡散係数が低下しており、養生条件によらず遮塩性が向上することが示された。これは FA や CGS のポズラン反応に伴って遷移体を含む組織が緻密化したことでコンクリートの遮塩性が向上したものと推察される。また、見かけの拡散係数は CGS に比べ FA の方が低下する傾向であり、本検討範囲内においては CGS よりも FA で塩分浸透抵抗性の向上が顕著であった。

4. まとめ

本研究では、CGS 微粉末を混和した PCa を製造し、その表層品質および耐久性を評価した。その結果、CGS 微粉末を用いたコンクリートは、若材齢においても普通コンクリートよりも高い強度発現性を有することを示した。また、養生条件によらず長期材齢では表層品質が向上すること、普通コンクリートと同等の凍結融解抵抗性が得られることを明らかとした。さらに、CGS 微粉末を混和したコンクリートは塩分浸透と ASR の抑制に寄与することを明らかとし、PCa で一般に用いられる養生方法においても十分な耐久性を有することを明らかとした。今後は実物大の PCa 製品を用いた耐久性評価を実施し、適切な配合条件や施工方法について検討を進める予定である。

【参考文献】 相内豪太ほか(2022)：石炭ガス化スラグ微粉末を混和材として用いたコンクリートの諸物性に関する検討，土木学会第 77 回年次学術講演会，V-530

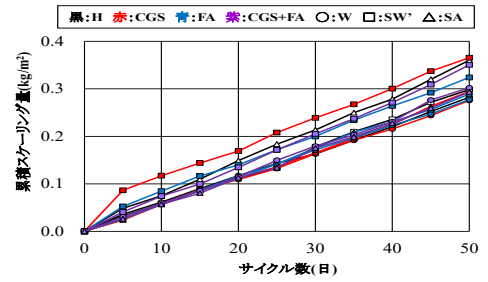


図-3 凍結融解試験

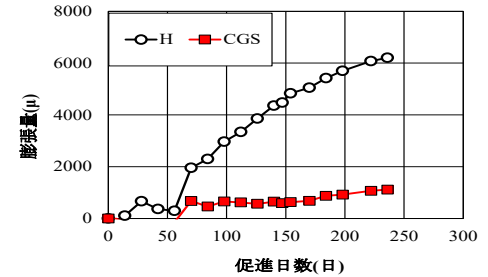


図-4 ASR 試験

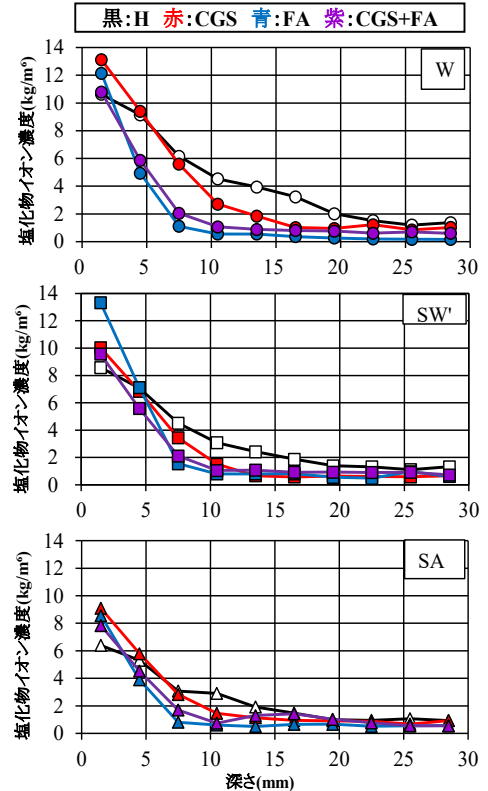


図-5 塩分浸透試験

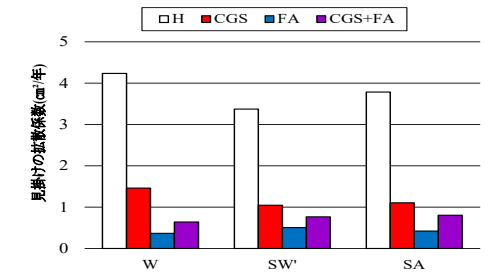


図-6 見かけの拡散係数