

石炭ガス化スラグ細骨材を用いたプレキャストコンクリートの硬化特性に関する検討

東海大学大学院 学生会員 ○佐藤 空翔
東海大学大学院 学生会員 瀧川 瑞季
東京電力ホールディングス株式会社 正会員 松浦 忠孝
東海大学 正会員 伊達 重之

1. はじめに

近年、発電効率と環境性能に優れた石炭ガス化複合発電システム（Integrated Coal Gasification Combined Cycle、以下、IGCC とする）が注目されている。IGCC から副産物として排出される石炭ガス化スラグ（Coal Gasification Slag、以下、CGS とする）はガラス質の溶融スラグであり、近年はコンクリート用細骨材としての活用が検討されている。しかし、これらの多くは現場打ちコンクリートの細骨材として使用した場合の報告であり、プレキャストコンクリート（以下、PCa とする）への CGS 活用についての報告は未だ少ない。そこで、本研究では CGS を PCa 用細骨材として使用した際の影響について評価することを目的にモルタルで検討を行った。

さらに、CGS は IGCC で使用される炭種やプラントによって密度や吸水率、炭素含有率などの品質が異なる。そのため、CGS の品質によっては、ブリーディング水量の増加や強度低下も懸念される。しかし、それらの影響を考慮し、異なる品質の CGS を同時に PCa 用細骨材として使用することが可能であれば CGS の更なる有効活用が可能となり、環境負荷低減に貢献できるのではないかと考えた。よって、本研究では異なる品質の CGS を同時に PCa 用細骨材として使用した際の、課題等についてモルタルレベルで検討を行った。

2. 実験概要

2. 1 使用材料および配合条件

表-1、2 及び図-1 に使用材料、配合条件、蒸気養生条件を示す。これらの条件は、PCa 工場で一般的に使用される条件を模擬し、設定した。また、本研究では CGS-A、B、C の 3 種類を使用した。なお、CGS-C は表-1 に示すように CGS-A と CGS-B を容積比 1 : 1 で混ぜ合わせたものである。

2. 2 試験項目

全ての試験においてモルタルが同一性状であることを

確認する目的で JIS A 1128 及び JIS R 5201 に準拠し、空気量試験、15 打フロー試験を行った。また、CGS を細骨材として使用した際に懸念されるブリーディング水量を確認する目的で、JIS A 1123 を参考にブリーディング水量試験を行った。その際のブリーディング水量は【1】の式を用いて算出した。

$$B_q = \frac{V}{A} \quad \text{【1】}$$

B_q : ブリーディング水量(cm^3/cm^2)
 A : モルタル上面の面積(cm^2)
 V : 累計ブリーディング水量(cm^3)

表-1 使用材料

材料	種類	備考
セメント	普通ポルトランドセメント	密度 : 3.16 g/cm ³
細骨材	川砂	密度 : 2.69 g/cm ³ 吸水率 : 1.41%
	CGS-A	密度 : 2.99 g/cm ³ 吸水率 : 0.63% 炭素含有率 : 0.25%
	CGS-B	密度 : 2.78 g/cm ³ 吸水率 : 0.29% 炭素含有率 : 0.08%
	CGS-C (CGS-A : B = 1 : 1)	密度 : 2.84 g/cm ³ 吸水率 : 0.43% 炭素含有率 : 0.17%

表-2 配合条件

W/C (%)	S/C	CGS 置換率 (%)	0 打フロー (mm)	空気量 (%)
40	2.0	0, 25, 50, 100	105+10	6.0±1.0

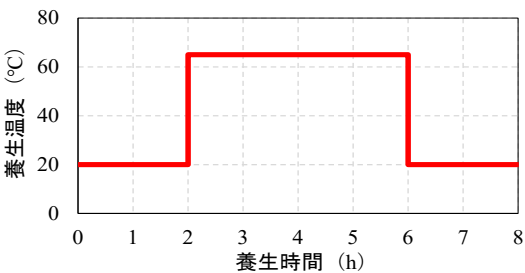


図-1 蒸気養生条件

キーワード 石炭ガス化スラグ細骨材、プレキャストコンクリート、蒸気養生、硬化特性

連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 東海大学大学院 Tel:0463-58-1211

また、圧縮強度は材齢 3, 7, 14 日で試験を行った。本研究では、 $40 \times 40 \times 160$ (mm) の角柱供試体を用いた。

3. 結果および考察

図-2 に CGS 置換率 100%における細骨材の種類とブリーディング水量の関係を示し、図-3 に CGS-B における CGS 置換率とブリーディング水量の関係を示す。図-2 より、細骨材別で比較を行った場合、CGS-B のブリーディング水量が最も多いことを確認した。これは、CGS の特徴である吸水率が低いことが影響したためであると考えられる。また、図-3 に示すように吸水率が低い CGS-B を細骨材として使用する場合は、CGS 置換率を 50%以下にすることで川砂と同程度のブリーディング水量に抑制可能であることが確認された。

図-4 に材齢 14 日における CGS の種類と養生方法が圧縮強度に及ぼす影響を示す。図-4 より、気中養生の圧縮強度は、CGS の種類によって違いはあるものの川砂のみと同程度または、10%程度高い圧縮強度になることを確認した。さらに、蒸気養生を施すことで、CGS を使用した配合は川砂のみと比較して圧縮強度が 20%程度増加することを確認した。既往の研究では、潜在水硬性を持つ高炉スラグ微粉末を外割添加したコンクリートを蒸気養生した場合、強度が増加することが確認されている¹⁾。本研究の結果から、反応性を有する CGS も高炉スラグ微粉末と同様に蒸気養生を施すことで水和反応が促進され強度の増加に影響を及ぼしたのではないかと考えられる。一方で、ブリーディング水量が最も多かった CGS-B は蒸気養生を施した場合であっても他の CGS を使用した配合と比較して初期の強度発現が最も低いことが確認された。また、性質が異なる CGS-A と 1:1 で混ぜ合わせた CGS-C を使用することで CGS-A のみの場合よりも、圧縮強度が 10%程度増加することを確認した。これらは、CGS に含有される微量ミネラルによる影響であると考えられるが、詳しいメカニズムの解明には更なる検討が必要である。

4. まとめ

- 1) CGS を PCa 用細骨材として使用することを想定した場合、CGS を細骨材として使用したモルタルに蒸気養生を施すことで川砂のみの配合と比較して 10%程度、初期強度が高くなる可能性が示唆された。
- 2) 吸水率が低い CGS-B を PCa 用細骨材として使用することで、他の種類の CGS と比較して強度発現が低くなることを確認された。しかし、CGS-A と容積比 1:1 で混ぜ合わせて使用することで CGS-A のみを使用した場合よりも圧縮強度が 10%程度上回ることを確認した。

参考文献

- 1) 篠原知行, 長谷川聖史, 伊達重之: 蒸気養生コンクリートの強度発現に関する研究, 土木学会第 58 回年次学術講演会, V-295, 2003

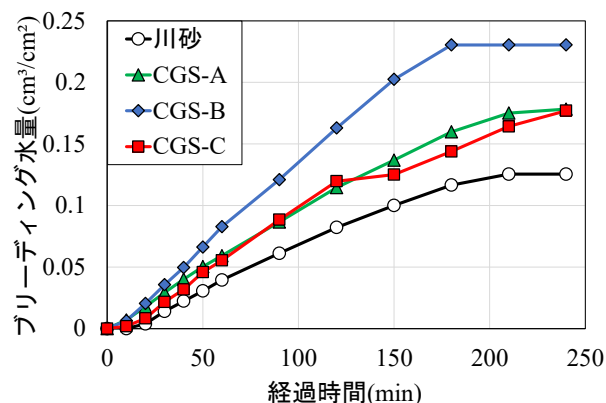


図-2 細骨材の種類とブリーディング水量の関係 (置換率 100%)

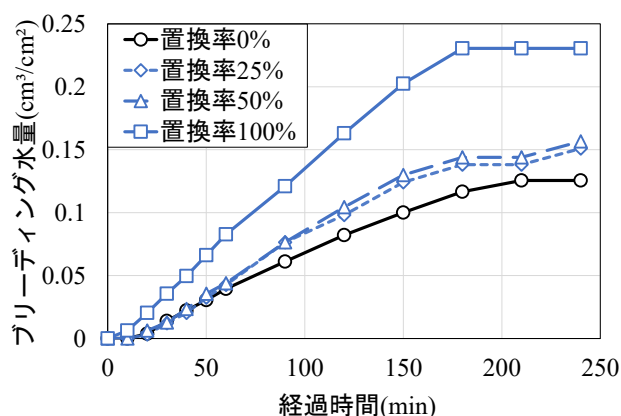


図-3 CGS-B の置換率とブリーディング水量の関係

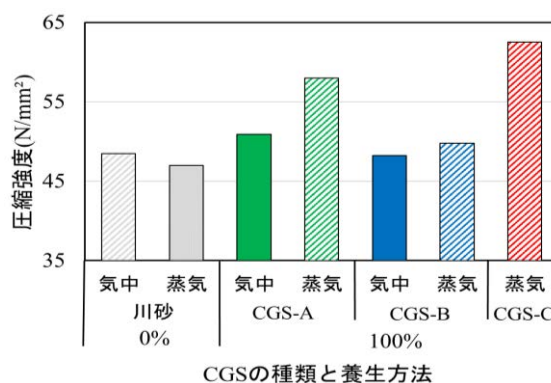


図-4 CGS の種類と養生方法が圧縮強度に及ぼす影響