

石炭ガス化スラグの有効利用技術の開発 —コンクリート用軽量細骨材への高付加価値化と適用性評価—

背景

次世代の発電方式として石炭ガス化複合発電（IGCC：Integrated coal Gasification Combined Cycle）の開発・実証が進められている（図1）。IGCCでは、石炭中の灰分を熔融スラグとして排出し（図2）、これを水冷固化した石炭ガス化スラグ（CGS：Coal Gasification Slag）が副産される（図3）。資源の有効利用および環境保全対策のみならず、IGCCの普及にとっても、CGSの有効利用方策を確立することが重要な課題となっている。これに対し当所では、高付加価値化利用方策の一つとして、CGSの加熱発泡性に着目した軽量化技術の開発を行っている。大量ニーズの見込める骨材市場で利用されるためには、本技術により製造されるCGS軽量細骨材の性能を把握し、石炭ガス化スラグのコンクリート用人工軽量細骨材への適用性を評価することが求められている。

目的

石炭ガス化スラグを加熱発泡加工し、コンクリート用人工軽量細骨材への適用性を評価する。

主な成果

CGS軽量細骨材、普通細骨材および市販人工軽量細骨材をそれぞれ用いたコンクリートについて以下の代表的性能を比較することで、石炭ガス化スラグのコンクリート用人工軽量細骨材への適用性を評価した。

- (1) 軽量性：市販人工軽量細骨材と同程度の吸水率（約10%）ながらも、より低い密度（表乾密度1.46g/cm³）のCGS軽量細骨材を製造することが可能である（図4、5）。
- (2) フレッシュ性状：CGS軽量細骨材を用いた場合、目標スランプ*1を満足する単位水量や細骨材率は、普通細骨材および市販人工軽量細骨材を用いたコンクリートと同等であり、良好なスランプ性状を示すコンクリートを作製可能である。
- (3) 強度特性：CGS軽量細骨材を使用したコンクリートでも細骨材の分散状態は良好であり（図6）、普通細骨材使用コンクリートと同程度の圧縮強度を、約10%低い密度のコンクリートで得ることができる。また、CGS軽量細骨材を用いたコンクリートの圧縮強度、静弾性係数、引張強度は、市販人工軽量細骨材と比較して同等以上である（図7）。
- (4) 耐久性：CGS軽量細骨材を使用したコンクリートの中性化*2抵抗性は、市販人工軽量細骨材を用いたコンクリートと同等以上である（図8）。また、CGS軽量細骨材のアルカリ骨材反応*3性は無害と判定された（図9）。

以上より、CGS軽量細骨材を用いたコンクリートは、市販人工軽量細骨材と比較して同等以上の性能を発揮できることを確認した。また、自然環境より原材料を採取する必要のある市販人工軽量細骨材と比較してコスト競争力が見込めることから、コンクリート用人工軽量細骨材としての適用性を見出した。

今後の展開

より広範な炭種の石炭ガス化スラグから製造されたCGS軽量細骨材の適用性を評価し、骨材市場におけるコスト・競争力評価を目指す。

主担当者 地球工学研究所 バックエンド研究センター 主任研究員 蔵重 勲

関連報告書 「石炭ガス化スラグの高付加価値化有効利用技術の開発—コンクリート用軽量細骨材への適用性評価—」 電力中央研究所研究報告：N05040

*1：フレッシュコンクリートの軟らかさの程度を示す指標の一つ（JIS A 1101参照）

*2：硬化したコンクリートが空気中の炭酸ガスを受けて次第にアルカリ性を失う現象

*3：アルカリとの反応性をもつ骨材が、セメント、その他のアルカリ分と長期にわたって反応し、コンクリートにひび割れ等を生じさせる現象

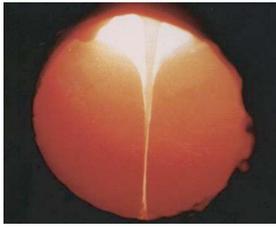


図2 電中研試験炉における熔融スラグ排出状況
1700℃程度の石炭ガス化炉内から熔融状態のスラグが排出される

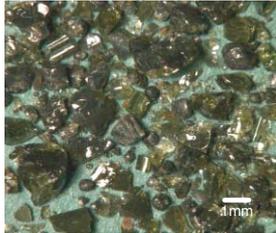
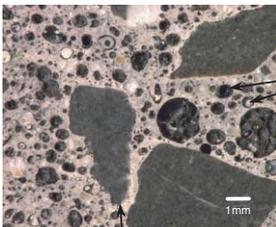


図3 水冷・粉碎後の石炭ガス化スラグの例
石炭中の灰分が石炭ガス化スラグとして排出される



図4 石炭ガス化スラグ軽量細骨材の例
石炭ガス化スラグを1000℃前後で加熱発泡加工することにより丸みを帯びた軽量細骨材の製造が可能である



←図6 CGS軽量細骨材使用
コンクリートの断面
CGS軽量細骨材がほぼ均一に分散している

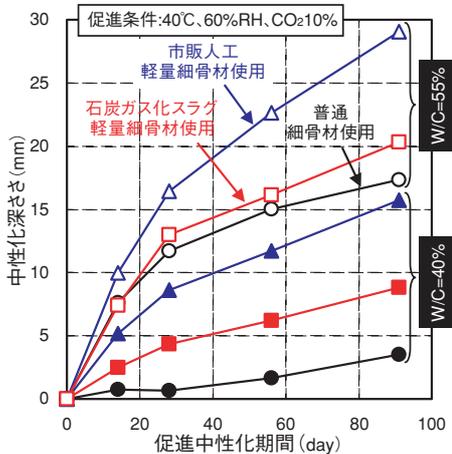


図8 CGS軽量細骨材使用コンクリートの中性化抵抗性
市販人工軽量細骨材使用コンクリートと同等以上の中性化抵抗性を有する

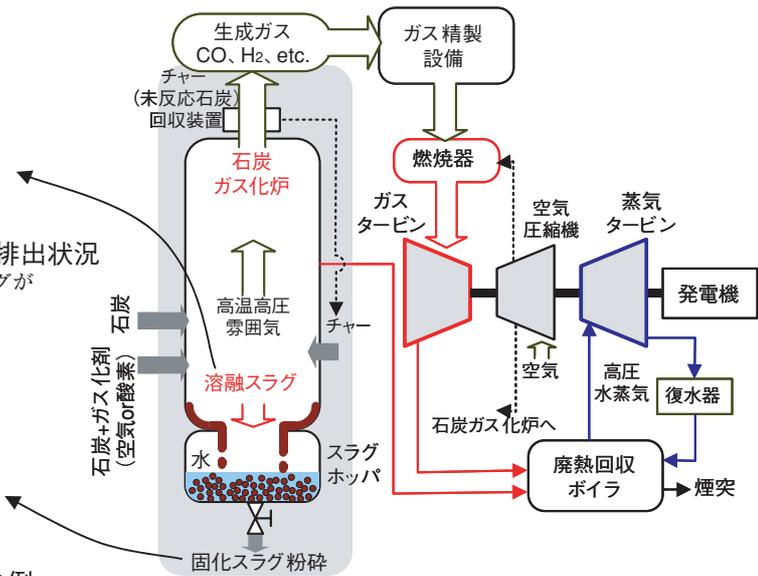
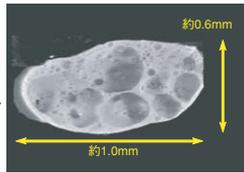


図1 IGCCプラント系統および石炭ガス化炉の一例
石炭中の灰分が石炭ガス化スラグとして排出される

←図5 CGS軽量細骨材の内部組織の可視化
多数の球形発泡空隙により軽量化されている



細骨材内部には多数の球形空隙が存在する

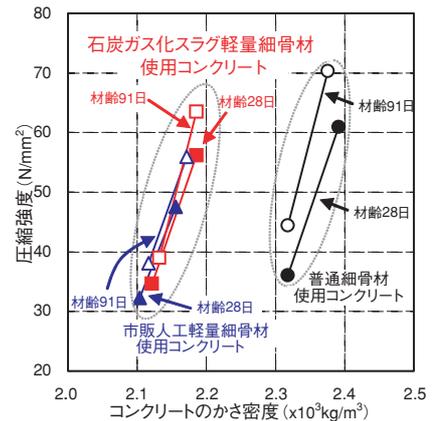


図7 CGS軽量細骨材使用
コンクリートの圧縮強度

市販人工軽量細骨材使用コンクリートと同程度の低い密度で、普通細骨材使用コンクリートと同等の強度を得ることができる

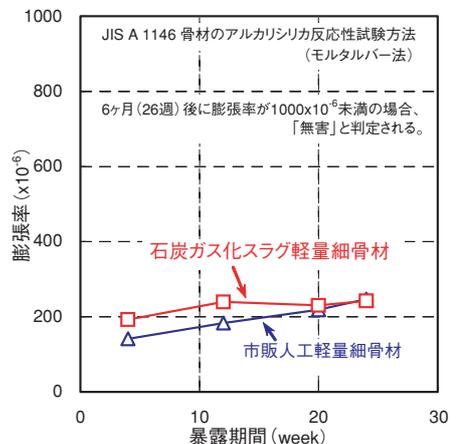


図9 CGS軽量細骨材のアルカリ骨材反応性
JIS規格試験の結果、無害であると判定された