

フライアッシュ添加によるIGCCスラグの高付加価値化 (発泡性改善)

背景

石炭ガス化複合発電 (IGCC) では石炭中の灰分がスラグとして排出される。このIGCCスラグを高付加価値化すれば、副産物収入の増加により運用コストが低減され、IGCCの商用化支援につながるものと考えられる。当所は、スラグの加熱発泡特性に着目して軽量骨材への利用を検討し、前報でSi、Alの含有量に注目して推奨スラグ組成を示した*¹。しかし、推奨スラグ組成から大きく外れ、スラグ発泡性の低い (発泡体密度の大きい) 炭種もみられるため、スラグ発泡性の改善技術が不可欠である。また、様々な炭種、幅広い組成のスラグに対応するには、Fe含有量が発泡性に及ぼす影響の評価も必要であり、Fe分を多く含むスラグ (Fe₂O₃>10%) のデータ拡充が求められている。

目的

これまでに発泡性を評価した炭種の中で、発泡性の低いDL炭を対象として、スラグ発泡性改善法を検討する。また、発泡性をまだ評価していない炭種のうち、Fe分を多く含む高Feスラグ (DD炭、IL炭、TH炭、Fe₂O₃>10%) に注目し、その発泡性を評価する。(DL炭、DD炭は中国炭、IL炭は米国炭、TH炭はインドネシア炭である。)

主な成果

- 既検討炭種のうち発泡性の低いスラグを用いた、スラグ発泡性改善法の検討
 - パーライト等で発泡性改善に有効とされる予備加熱*²を試みたが、DL炭スラグに対しては効果が認められなかった。
 - 当所石炭ガス化研究炉*³において、フライアッシュ等をDL炭 (微粉炭) に添加し*⁴、灰中のSi・Al成分を推奨スラグ組成*¹に近づけた上でガス化したところ (図1)、排出スラグの発泡性が改善され、軽量骨材の絶乾密度目標値 (1.6g/cm³以下) を満たす発泡体を得られた (図2)。スラグ発泡体の軽量骨材への適用性については検証済み*⁵であり、本発泡性改善技術の開発によりスラグ発泡体の軽量骨材への適用性については基本的に目途がたったといえる。また、IGCC商用機においてフライアッシュの添加によるスラグ発泡体製造が実現できるなら、既設微粉炭火力から排出されるフライアッシュの有効利用拡大につながると期待される。
- 未検討炭種のうちFe分を多く含む高Feスラグの発泡性評価
 - 供試した高Feスラグは3種とも発泡性が高く、フライアッシュ添加などの処理なしでも、加熱温度1050℃で絶乾密度1.6g/cm³ (前報目標*¹) 以下まで軽量化した (図3)。
 - DD炭スラグは発泡性が高く、1100℃の加熱で低密度 (0.7g/cm³)、低吸水率 (9.7%) の超軽量発泡体を得られた (図4)。この超軽量発泡体は、高粘度の生コンクリートでなければ混合し難いため、現場でポンプ圧送施工するコンクリート用骨材には適さないが、黒曜石パーライト*⁶に準じた用途へ利用できる可能性がある。
 - これまでに得られているデータとあわせてスラグ組成と発泡性の相関を検討した結果、スラグ中のSiO₂濃度が高いほど発泡性が高いこと、SiO₂濃度40~60%の範囲ではFe₂O₃濃度の増加により発泡性が向上することを明らかとした (図5)。

今後の展開

発泡体に求められる密度は用途により異なるため、密度制御技術の開発が必要である。組成調整により発泡性が改善できることは本報で確認されたので、スラグ組成と発泡体密度のデータを拡充し、密度制御技術の確立を目指す。

また、超軽量発泡体のパーライト用途などへの適用性を評価する。

主担当者 エネルギー技術研究所 燃料改質工学領域 上席研究員 沖 裕壮

関連報告書 「石炭ガス化スラグ有効利用に向けた発泡化技術の開発—フライアッシュ添加によるスラグ発泡性の改善—」 電力中央研究所報告: M06006 (2007年4月)

-
- *1: スラグ中SiO₂ 50~60%、Al₂O₃ 10~30%であれば、絶乾密度1.6g/cm³以下で、吸水率が市販軽量骨材の1/2 (6%) 以下の高品質な軽量骨材が得られることを示した。(電中研報告W03040)
- *2: 土木・建設用途に利用されるパーライトは、黒曜石などの天然鉱石を加熱して得られる発泡体であるが、焼成前に500~700℃で5~6分予備加熱すれば、未処理時より10~40%軽量化される。
- *3: 原三郎ほか、「石炭ガス化技術実用化にむけた3トン/日石炭ガス化研究炉の開発」、電力中央研究所報告、M05009、(2006)
- *4: 微粉炭コンベアの点検口から微粉炭500kg (灰量30kg) に対しフライアッシュ20kg、珪砂15kgを添加した。
- *5: 黒曜石パーライト (吸水率10~30%) は、排水性改善用の土壌改良材などに用いられる。
- *6: 蔵重勲ほか、「石炭ガス化スラグの高付加価値化有効利用技術の開発」、電力中央研究所、N05040、(2006)

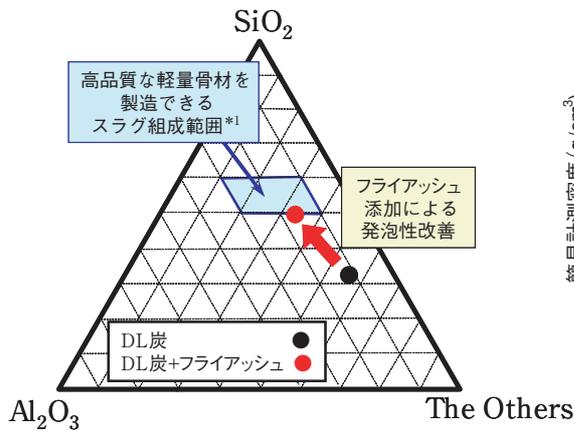


図1 フライアッシュ添加による組成調整

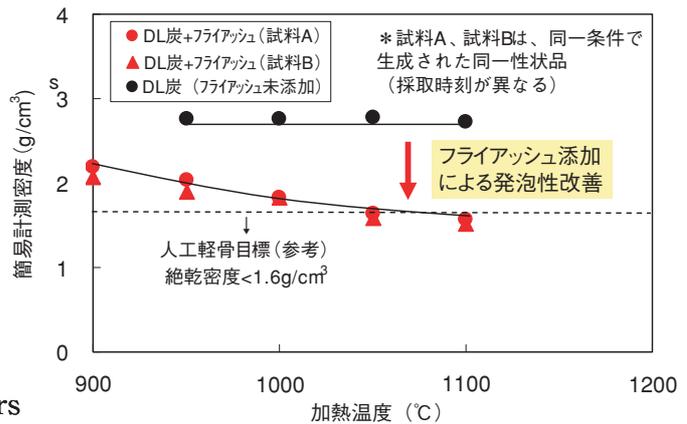


図2 フライアッシュ添加による発泡特性の変化
(簡易計測密度は、24時間吸水後乾燥して計測する絶対密度より大となる)

もともとDL炭スラグは発泡性が低い、フライアッシュなどを混合してガス化すると発泡性が向上する。

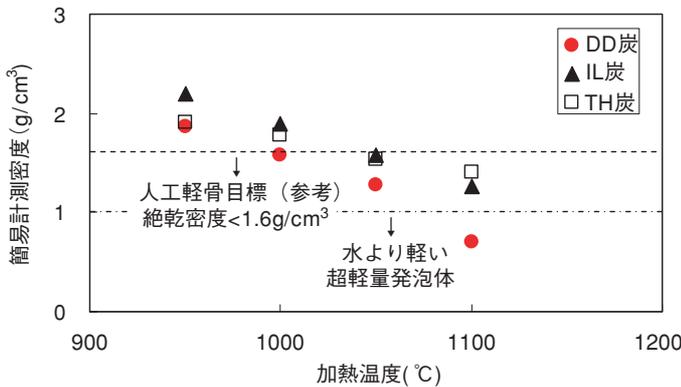


図3 高Feスラグの発泡特性

DD炭スラグは発泡性に優れ、水に浮くまで軽量化できる。人工軽量骨材以外への用途拡大が期待される。

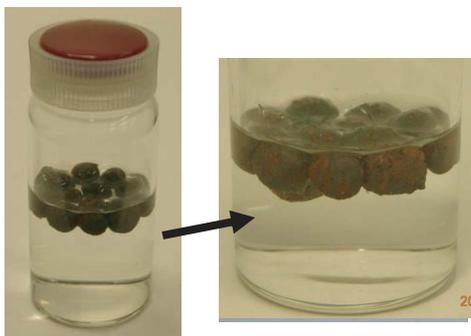
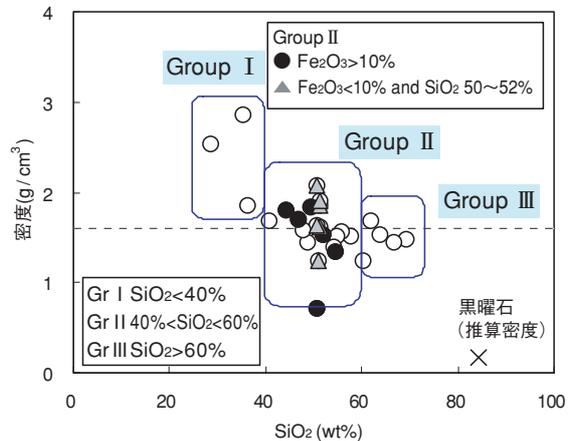
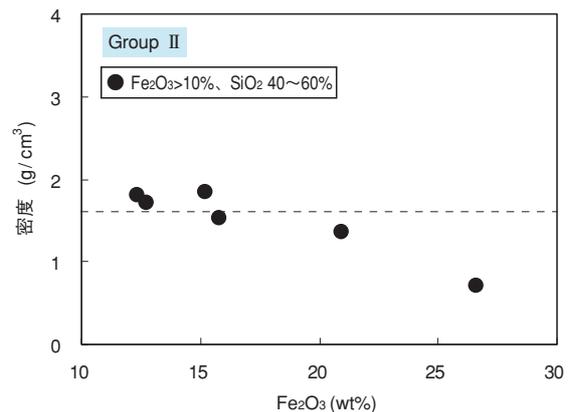


図4 超軽量発泡体
(DD炭1100°C加熱試料)



(1) スラグ中SiO₂濃度との相関



(2) スラグ中Fe₂O₃濃度との相関

図5 スラグ化学組成と発泡性の相関

前報で注目したSi分、Al分だけでなく、Fe分もスラグ発泡性に影響を及ぼすことが明らかとなった。