

酸素富化空気吹き石炭ガス化炉の最適化に向けた検討 —ガス化性能に及ぼすガス化剤酸素濃度の影響—

背景

電気事業は250MW級空気吹き石炭ガス化複合発電実証機（IGCC実証機）計画を推進中であり、現在、実施主体である（株）クリーンコールパワー研究所により、試験運転が進められている。IGCC実証機では、小規模の空気分離装置を設置し、窒素を石炭やチャー*¹の搬送用等に用いるとともに、酸素をガス化剤空気に混合する酸素富化運転を行っている。将来のIGCCにおけるガス化炉の高効率化及び安定運転の観点から、酸素富化の最適化を図る必要があり、ガス化剤酸素濃度がガス化性能へ及ぼす影響を解明しなければならない。

目的

当所の「3トン/日石炭ガス化研究炉（3トン/日研究炉）」によるガス化試験から、ガス化剤酸素濃度が炉内炭素転換率、チャー生成率、コンバスタ温度等のガス化性能に及ぼす影響を明らかにする。

主な成果

3トン/日研究炉でのCV炭（米国）、MN炭（インドネシア）のガス化試験結果から、チャー回収系変動の影響を除くため、ガス化炉ワンスルーの性能*²を評価し、更に、その結果に基づき、チャー回収系安定時（炭素転換率一定時）のガス化性能を試算することにより、以下の結果を得た。

1. ガス化炉ワンスルーの性能に及ぼすガス化剤酸素濃度の影響

図1に示すよう、ガス化剤酸素濃度の上昇により炉内炭素転換率（炉内での反応性評価指標）は高くなり、CV炭で1.5～3ポイント（酸素濃度22.5%と25%との比較）、MN炭で3～4.5ポイント（酸素濃度21%と25%との比較）向上することがわかった。また、ガス化炉からの溶融スラグ排出に影響するコンバスタ温度を予測するために必要不可欠な、コンバスタ壁面への吸熱率等を明らかにした。

2. チャー回収系安定時のガス化性能に及ぼすガス化剤酸素濃度の影響

ガス化炉ワンスルーの性能に基づき、炭素転換率90%、空気比0.52でのガス化性能を試算し（図2）、ガス化剤酸素濃度上昇の影響（CV炭：22.5%から25%、MN炭：21%から25%）を明らかにした。

- (1) 冷ガス効率、CV炭、MN炭ともにほぼ一定であり、ガス化剤酸素濃度の影響は小さい。
- (2) チャー生成率は、CV炭で約10ポイント、MN炭で約16ポイント低減することから、ガス化剤酸素濃度を高めることにより、チャー回収系のコンパクト化が可能と考えられる。
- (3) コンバスタ温度は、CV炭、MN炭ともに100℃以上の上昇が認められ、ガス化剤酸素濃度の増加は、良好なスラグ排出性を得るための有効な方策となる。

今後の展開

商用IGCCにおける燃料種拡大に向けて、亜瀝青炭や混炭、石炭/バイオマス混合時のガス化特性の検討を行う。

主担当者 エネルギー技術研究所 高効率発電領域 上席研究員 原 三郎

関連報告書 「加圧二段噴流床石炭ガス化炉のガス化特性に関する検討—ガス化剤酸素濃度の影響—」
電力中央研究所報告：M08019（2009年6月）

*1：未燃炭素と灰分から成る生成ガス中の微粒子で、ガス化炉高効率化のため、チャーは回収され、ガス化炉にリサイクルされる。

*2：投入石炭及びチャーに対するガス化炉出口の性能で、チャー回収系変動の影響を受けない。これに対し、投入石炭に対する性能（全体性能：炭素転換率、冷ガス効率等）は、チャー回収系変動の影響を受ける。本試験結果では、チャー回収系変動により、炭素転換率はCV炭で86.4～96.4%、MN炭で81.9～90.1%であった。

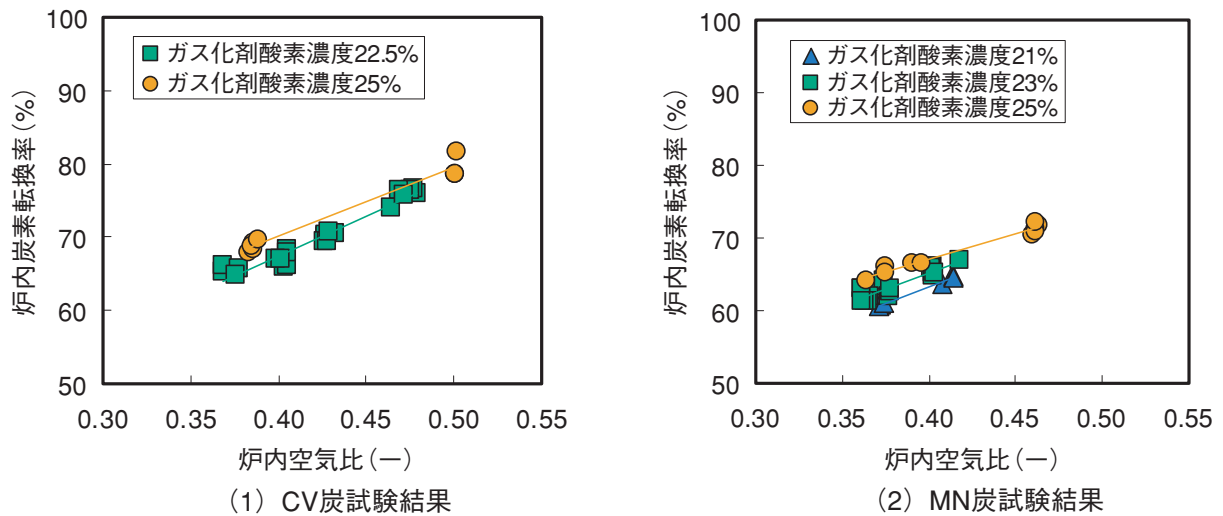


図1 炉内炭素転換率に及ぼすガス化剤酸素濃度の影響

ガス化剤酸素濃度の上昇により、ガス化炉ワンスルーの炭素転換率が向上すること等、ガス化炉ワンスルーの性能に及ぼすガス化剤酸素濃度の影響を定量的に明らかにした。

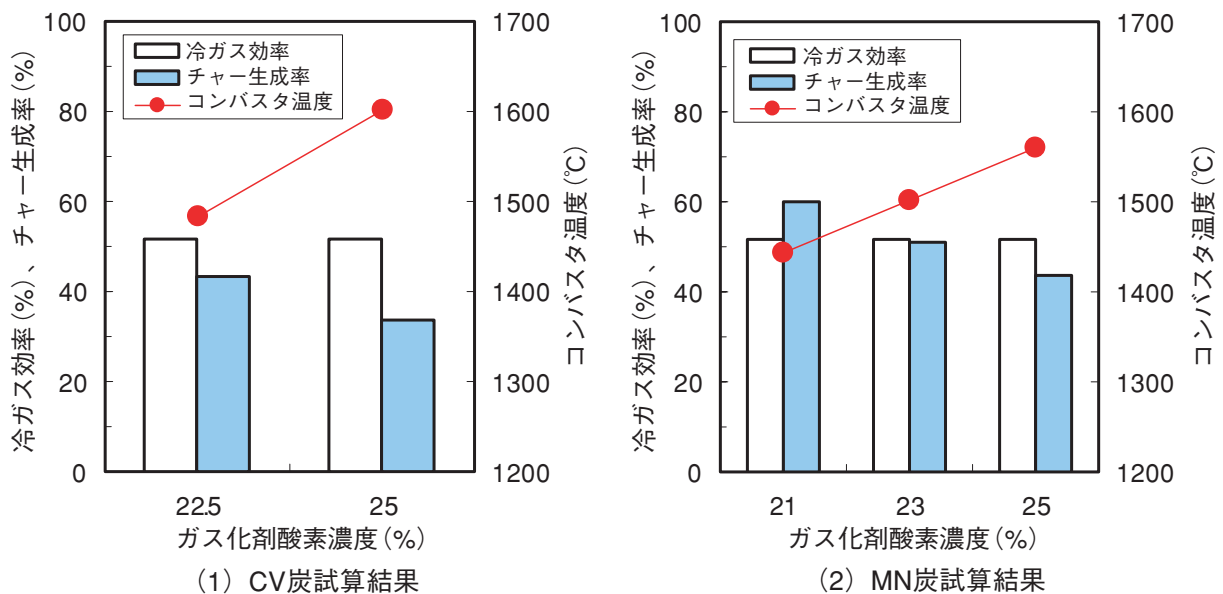


図2 炭素転換率90%、空気比0.52時のガス化性能

ガス化剤酸素濃度を高めることによりチャー生成率が低減することから、チャー回収系のコンパクト化が可能と考えられる。さらに、ガス化剤酸素濃度増加によるコンバスタ温度上昇効果が認められ、ガス化剤酸素濃度の増加は、良好なスラグ排出性を得るための有効な方策となる。

各種指標の定義

空気比 (-) = ガス化剤空気量 / 投入石炭の完全燃焼に必要な理論空気量
 炉内空気比 (-) = ガス化剤空気量 / 投入石炭及びチャーの完全燃焼に必要な理論空気量
 炭素転換率 (%) = 生成ガス中炭素量 / 投入石炭中炭素量 × 100
 炉内炭素転換率 (%) = 生成ガス中炭素量 / 投入石炭及びチャー中炭素量 × 100
 冷ガス効率 (%) = 生成ガス化学熱 / 投入石炭化学熱 × 100
 チャー生成率 (%) = 生成チャー中炭素量 / 投入石炭中炭素量 × 100

* ガス化剤酸素濃度変化時は、ガス化剤中酸素量から、同量の酸素を含む空気量を算出