

次世代石炭火力発電向けガスタービンクリーン燃焼技術の研究について

二酸化炭素回収型石炭ガス化複合発電(CCS-IGCC)の試作燃焼器で低 NO_x 燃焼に見通し

株式会社日立製作所(執行役社長:中西 宏明/以下、日立)では、二酸化炭素回収機能付石炭ガス化複合発電(以下、CCS*1-IGCC*2)の窒素酸化物(以下、NO_x)排出量を低減し、かつ高濃度の水素を含む燃料を安定して燃焼する要素技術を研究しています。本技術は、燃料および燃焼用空気を噴出する同軸噴流バーナー*3の燃料ノズルの形状と位置を工夫し、多数組み合わせることにより、燃料と空気を急速に混合して反応させるとともに、一定の位置に浮上火炎*4を形成させて火炎温度を均一化することで、窒素などの希釈剤を用いずに NO_x の発生を抑制するものです。このたび、本技術を用いた試作燃焼器で NO_x の発生量を環境規制値*5以下に抑えられる見通しが得られました。さらに、この試作燃焼器では、一つの燃焼器で90%のCO₂を回収した場合に相当する高濃度(80%超)から、CO₂回収を行わない場合に相当する低濃度(30%弱)までの水素含有燃料を低 NO_x で希釈剤なしに燃焼できるため、燃料の水素濃度に応じた複数の燃焼器が不要となり、設備投資を抑制することが期待できます。

CCS-IGCC システムは石炭をそのまま燃焼させるのではなく、石炭をガス化し、さらにガス中に含まれる一酸化炭素(CO)を水蒸気と反応させて水素と CO₂ に転換し、CO₂ を分離・回収することで、水素を主成分とする燃料に転換します。これにより、石炭からエネルギーを取り出す際に発生する CO₂ の大部分を大気に放散することなく、石炭から転換した水素を主成分とする燃料で運転するガスタービンと、ガスタービンからの排熱とガス化炉内で発生する熱を利用して運転する蒸気タービンによって、CO₂ 排出を大幅に抑制しながら高効率な発電が可能です。

CCS-IGCC の燃料の主成分である水素は反応性が高いため、燃料と空気の混合が不十分な場合、火炎内に局所的な高温部が発生しやすい特性があります。NO_x は、高温部で発生しやすい性質があるため、従来の IGCC ではこの部分を冷却するため、燃料および空気と同時に、窒素などの希釈剤を噴射し、局所的な高温部の発生を抑制することで、NO_x の排出量を低減しています。また、従来の燃焼器は、燃料の主成分である水素の濃度に応じた燃焼器が必要でした。このような背景から、希釈剤を用いず、多様な水素濃度の燃料に対応可能な燃焼技術の開発に着手しました。研究を始めるにあたっては、空気と燃料が混合して燃焼する原理に立ち戻って解決策を模索し、従来にない革新的な燃焼方式を考案しました。現在、研究を進めている技術の特長は以下の通りです。

1. 高水素濃度燃料と空気を安全に混合させる技術(急速混合)

本技術は、バーナーの壁状部材に形成した空気孔と同軸に配置した燃料ノズルの形状と位置を工夫することで、空気と燃料が混在する空間を限定するとともに、同軸噴流が燃焼室に噴出した際に、小さな渦が急速に大きく変形することを利用して急速に混合するものです。本技術により、水素濃度が変化しても燃料と空気を安全に混合することができます。

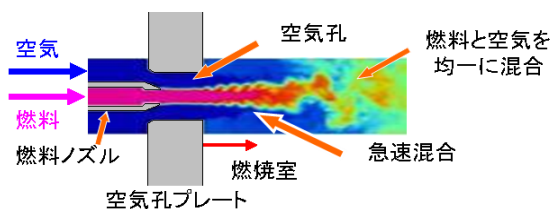
2. バーナーから浮上した火炎を安定に保持する技術(浮上火炎)

前述の同軸噴流バーナーを多数組み合わせることでその噴出方向を調整することで、バーナーから離れた一定の空間に、浮上火炎を安定に保持する技術を研究しています。本技術により、燃料と空気が十分に混ざり合うバーナーから離れた位置で火炎を発生させることができます。また、構造物から火炎が離れているため、構造物の温度上昇を防ぐことができ、信頼性を確保する上でも有効です。

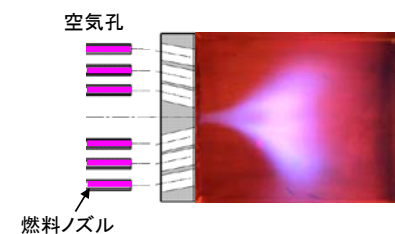
この急速混合技術と浮上火炎技術により、局所的な高温部の発生を抑制することで、希釈剤を使用せず火炎温度を均一化させて NOx 排出量を低減することができます。浮上火炎技術は、水素濃度が変化しても燃料組成に影響されず、ほぼ同じ位置に火炎を安定に保持することができ、同一構造の燃焼器で火炎温度を均一化できることを、試作燃焼器で確認しました。

本技術は、日立が 2008 年から参画している新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の「ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト」において開発を行っているもので、2012 年度までに広範囲な水素濃度の燃料に対して同一構造のバーナーで低 NOx 燃焼させる技術の確立をめざしています。

日立は、今後、CCS-IGCC の他、鉄鋼業や化学工業分野で副生ガスとして発生する水素含有燃料を燃焼する技術へ展開し、資源を有効活用した環境負荷の低く高効率な発電技術を普及することで、地球環境の保全に貢献していきます。



【急速混合イメージ】
単一同軸噴流ノズルの混合流動解析
(LES[®]による混合解析結果)



【浮上火炎イメージ】
大気圧要素バーナーによる火炎直接写真

- *1 CCS: Carbon Dioxide Capture and Storage の略。二酸化炭素を回収して貯留し、大気中に温室効果ガスである二酸化炭素が排出されることを防止する技術。
- *2 IGCC: Integrated Coal Gasification Combined Cycle の略。石炭を水蒸気などと反応させて一酸化炭素と水素を含むガス燃料を生産し、ガスタービンとガスタービン排熱を回収して発生する水蒸気によって駆動される蒸気タービンで発電する複合発電設備。
- *3 同軸噴流バーナー:燃料の流路と、空気などの酸化剤の流路を、同じ方向に噴出するように同心円状に配置したバーナー
- *4 浮上火炎:物体から離れた空間上の位置に保持された火炎。
- *5 環境規制値:大気汚染防止法におけるガスタービンのNOx 排出濃度規制値は、70ppm(基準となる排ガス中のO₂濃度16%)。但し、都道府県により条例を制定し、規制を強化している場合がある。
- *6 LES: Large Eddy Simulation の略。ある程度以上の大きさに達した渦による乱流の効果を、仮定を置かず支配方程式(ナビエ・ストークス方程式)を直接数値的に解くことで、より精確に乱流の効果を見積もる数値流体工学の計算手法の一つ。

■照会先

株式会社日立製作所 日立研究所 企画室 [担当:櫻庭]

〒319-1292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号

電話 0294-52-9127

以上

このニュースリリース記載の情報(製品価格、製品仕様、サービスの内容、発売日、お問い合わせ先、URL 等)は、発表日現在の情報です。予告なしに変更され、検索日と情報が異なる可能性もありますので、あらかじめご了承ください。
