

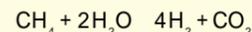
ガスタービンの効率向上とNO<sub>x</sub>低減を実現する化学再生

ここ数年の電力自由化の流れのなかで、中小容量の分散電源やコージェネレーションシステムへの関心が高まっています。これらシステムに求められるのは、高発電効率と電気・熱需要パターンへの追従性の良さによる燃料費削減です。また、クリーン排ガスによる環境負荷低減も、最近特に重視されます。このようなニーズに応えるのが化学再生型コージェネレーションシステムです。

化学再生型コージェネレーションシステムとは

“化学再生”は、ガスタービン排ガスから回収する熱エネルギーを、化学反応で燃料エネルギーに転換し、ガスタービン燃焼器に再投入するシステムです。比較的低温の排ガスエネルギーが、はるかに高温の燃焼ガスエネルギーに変換されるため、効率を大幅に高めることが期待できます。

具体的には「燃料の天然ガスに水蒸気を添加し、触媒存在下で加熱して水素に転換する」という次のような水蒸気改質反応を用います。



これは、通常の燃料電池発電システムにおいて水素を製造する方法で、当社が得意とするものです。また、ガスタービンから排出される500～600℃の排ガスを加熱源として利用します。ここでも、ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせるコンバインドサイクル発電システムにおける熱回収技術が生かされます。

従来のガスタービンコージェネレーションシステムは図1のように、ガスタービン排ガス熱を排熱回収ボイラで回収し、蒸気を発生させて熱利用側に供給します。一方、化学再生型コージェネレーションシステムでは図2のように、排熱回収ボイラ内に設置した改質器において、回収したエネルギーで燃料ガスを水素リッチガスに転換し、燃焼器に供給します。

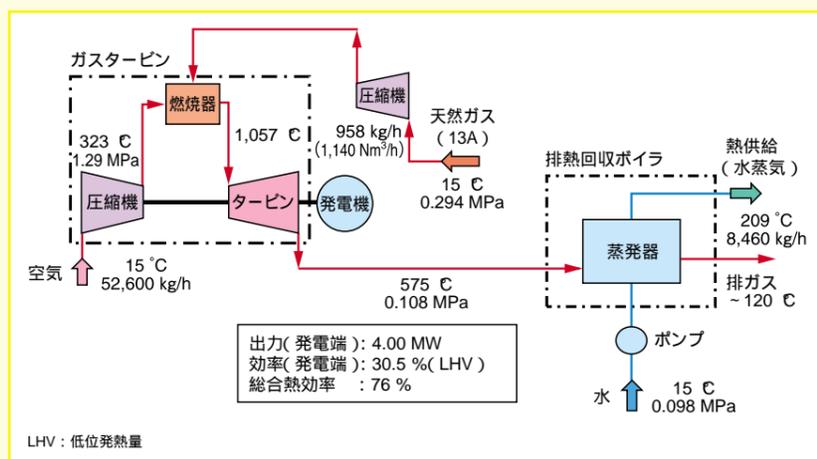


図1 . シンプルコージェネレーションシステム ガスタービン排ガス熱で蒸気を発生させ熱供給する通常のシステムです。

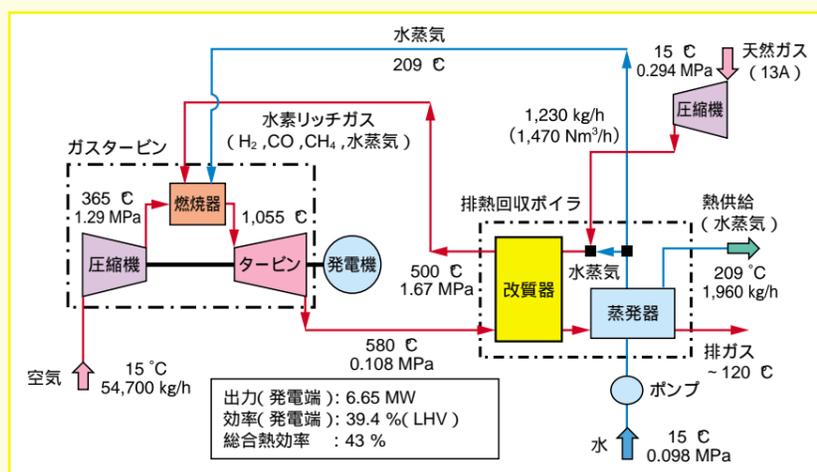


図2 . 化学再生型コージェネレーションシステム 蒸気を発生させるボイラ内部に改質器を設け、排ガス熱エネルギーを燃焼ガスエネルギーに転換します。

その結果、発電効率が30%程度であったものが40%近くまで上がります。また、燃料中に燃焼性の良い水素と、燃焼器内の温度分布を均一化する水蒸気を含むため、排ガス中の窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)

濃度を低減することができます。更に、燃料の水素への転換率を制御することによって、電気出力と熱出力の割合を大きく変えられるため、需要家の電気・熱使用パターンに合わせやすくなります。

当社における開発状況  
当社では、燃料電池発電システムとこれに用いる水素製造装置(改質器)を開発

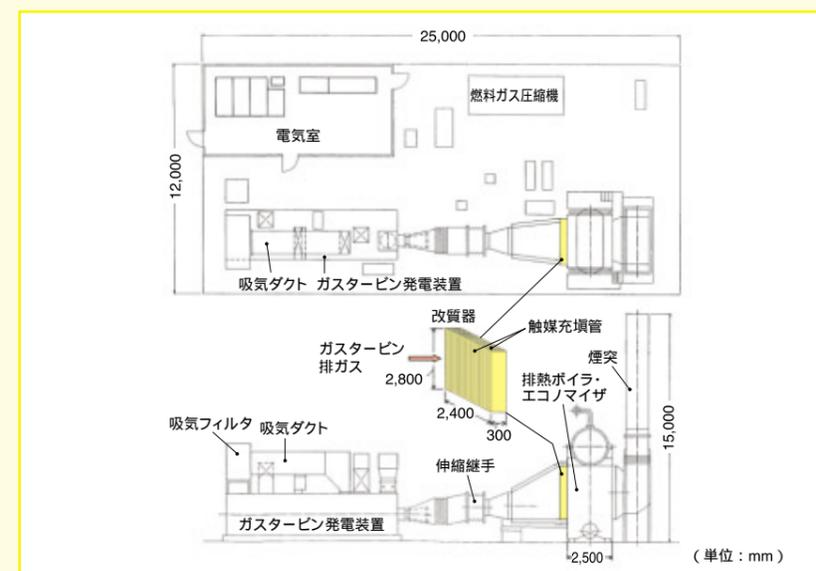


図3 . 4 MWクラス化学再生型コージェネレーションシステムのレイアウト 化学再生システムをコージェネレーションシステムの排熱ボイラ内に無理なく組み込めます。

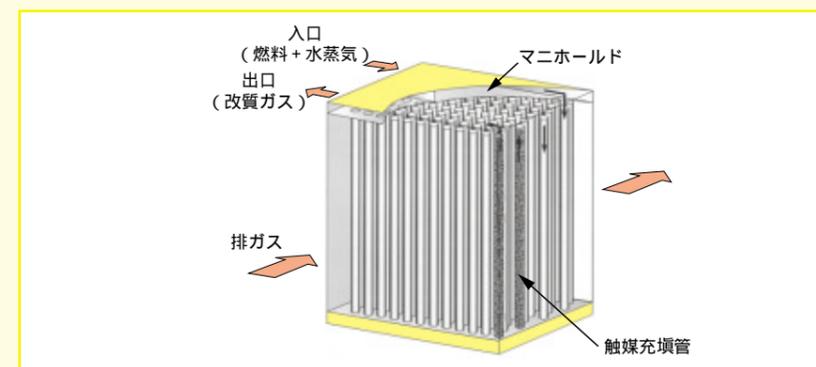


図4 . 排熱回収型改質器 触媒が充填(じゅうてん)されたパイプ内側を燃料ガス+水蒸気が流れ、外側をガスタービン排ガスが流れ、内部を加熱します。

しています。この経験を生かして、改質触媒の選定と性能評価を行いました。また、コンバインドサイクル発電システムの排熱回収技術も生かして、排熱回収型改質器の概念設計・開発を行いました。

燃料電池では、高純度の水素が必要のため、800～900℃の熱源が別に必要です。一方、化学再生型コージェネレーションシステムでは、ガスタービン排ガス(500～600℃)を熱源とします。し

たがって、このなかでいかにして水素への転換率を高めるかが効率向上のポイントとなり、水素純度をあまり問いません。システム最適化検討の結果、図2に示すような高発電効率のシステムを構築できました。これを、実際の4MWクラス

のガスタービンコージェネレーションシステムに適用したときのレイアウトが図3です。排熱回収ボイラ内に改質器を設置した場合、図4のようなイメージになり、

排ガスの流れ方向に30 cmほど厚みを増すだけで収納されます。したがって、設備コストの増加は軽微で済みます。

機器構成としては上記のようになりますが、システムとしては、起動/停止時のシーケンス、特に燃料ガスの組成が天然ガスから水素リッチガスに変わることに対応する制御系開発が重要となります。

そのため当社では、小型のガスタービンに化学再生システムを組み込み、全体システムとしてうまく稼働するかどうかの実証試験を行いました。

その結果、制御系を調整しながら起動時の燃料切換えがスムーズいき、化学再生モードでの実機運転に成功し、効率向上のめどがつかしました。また、排ガス中のNO<sub>x</sub>濃度低減についても、実機運転の化学再生モードで確認できました。

将来への展望

この技術は原理的に、どのガスタービンにも適用できます。更に、発電効率向上、低NO<sub>x</sub>化、電気・熱出力比可変という特長が生かせ、都市型の分散電源として、ランニングコストが低くかつ環境に調和した、魅力あるシステムを実現することができます。実機検証を基に、今後も更に実用化に向けた開発を進め、製品化を目指していきます。

電力システム社 電力・産業システム技術開発センター 回転機器開発部 参事

大橋 幸夫

社会インフラシステム社 社会・産業システム事業部 施設システム技術第1部グループ長

田中 耕太郎

社会インフラシステム社 社会・産業システム事業部 エネルギーソリューション推進部 参事

中田 裕二