



高温乾式ガス精製設備の外観

高温乾式ガス精製技術の開発に取り組む

石炭やバイオマスを環境にやさしく使うために

期待される燃料ガス化・精製技術

不純物を確実に取り去る

高効率発電技術への適用を目指して

ひとこと エネルギー技術研究所 エネルギー変換工学領域 上席研究員 小林 誠

期待される燃料ガス化・精製技術

CO₂などによる地球温暖化や化石資源の枯渇等の問題がクローズアップされる中、電気事業においても在来の火力発電よりも一層高効率な発電技術の導入や、新エネルギーの利用が急務になっています。その中でも、石油・天然ガス等よりもエネルギーセキュリティが高く安定供給が可能と見込まれる石炭を利用した高効率発電や、これまではあまり利用されてこなかったバイオマスなどの再生可能エネルギーを利用する発電技術は、有望な方策と考えられています。

電力中央研究所では、石炭やバイオマスを「ガス化」した燃料ガスを用いる発電技術の開発研究に取り組んでいます。しかし、石炭やバイオマスといった燃料には、環境や発電機器に悪影響を与える不純物が含まれているため、あらかじめ燃料ガスの中からそれら不純物を取り除かなくてはなりません。

そこで当研究所では、石炭やバイオマスをガス化する研究と並行して、製造された燃料ガスに含まれるさまざまな不純物を確実に除去できる高性能ガス精製システムの開発を行ない、エネルギー変換効率が高く環境性に優れた発電技術の実現を目指しています。

開発が進むガス化発電技術

電気事業では、わが国での石炭火力発電の高度化を目指し、石炭をガス化した後ガスタービンと蒸気タービンで発電する、石炭ガス化複合発電（IGCC）を研究し、その実用化を目指しています。電力中央研究所では、これまでIGCCの研究開発に貢献し、今も継続してサポート研究を続けています。

さらに当研究所では、IGCCから得られた知見を生かし、今後活用が望まれるバイオマスや廃棄物を石炭と同じようにガス化して用いる、小規模ながら高効率な発電システムの開発に取り組んでいます。開発した研究用ガス化炉（図1）では、これまでに木質系バイオマス等を用いて、燃料ガスを安定的に製造できることを確認しました。



図1 バイオマス/廃棄物ガス化炉

ガス中の不純物除去が課題

石炭やバイオマスなどをガス化し燃料ガスにできれば、ガスタービンやガスエンジンで発電に使えます。しかし、それが十分に「環境にやさしい方法」になるとは言えません。元の燃料の種類によっては、ガス中に腐食性のある硫黄化合物やハロゲン化物など、環境や発電機器に悪影響を与えるさまざまな不純物が含まれていることがあるからです。そこであらかじめ、それら不純物を燃料ガスから取り除き、きれいにする（精製する）必要があります。

さらに、将来的に燃料ガスを高温形燃料電池などに使えるようにするためには、ガス中のダスト、水銀（Hg）、ハロゲン化物（HCl、HF）、硫黄化合物（H₂S、COS）などを極めて低レベルにする必要があり、一層高性能なガス精製技術を確立する必要があります。

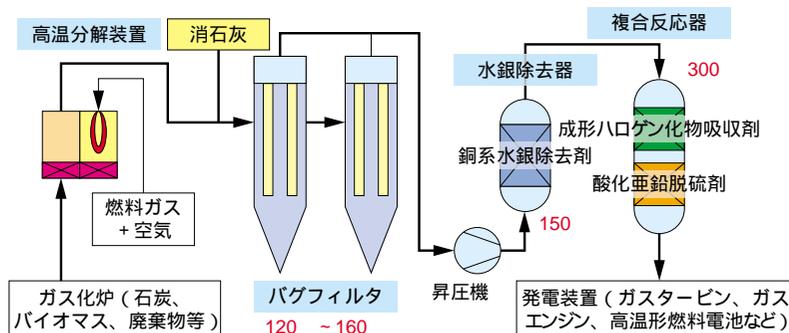


図2 高温乾式ガス精製設備のプロセス構成

不純物を確実に取り去る

新たな不純物除去剤を開発

ガス精製には、不純物を取り除くために液体の吸収液を用いる湿式法と、固形の吸収剤を利用する乾式法があります。当研究所では、液体を用いないことから、ガス温度を高くできるため、プラントの高効率化に有利で、かつ設備構成や運転操作が簡便なため運用コストも低くなると考えられる「乾式ガス精製システム」の開発を進めています（図2）。しかし、乾式法では水銀とハロゲン化物の除去において、既存の除去剤・吸収剤では目標性能を達成できないことが各種評価試験から分かりました。そのため、当研究所では新たな不純物の除去剤や吸収剤を独自に開発しました。

まず、水銀については、市販の活性炭に代わるものとして、新たに銅系の水銀除去剤を開発しました。活性炭では、 H_2S がガス中に共存すると著しくその吸収量が低下することが問題となりますが、当研究所で開発した除去剤では、500ppmの H_2S がガス中に共存しても、10倍を上回る長時間にわたり水銀を目標濃度以下にできるなど、大幅に性能が向上しました（図3）。さらに、本除去剤は再生して繰り返し使用できるため、使い捨てとなってしまう活性炭に比べ、廃棄される除去剤の重量を約1/40に減量できる見通しも得られました。

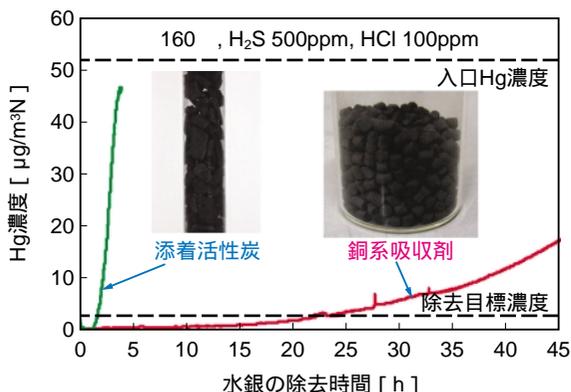


図3 活性炭と銅系水銀除去剤の性能比較

実用性能にも目処

ハロゲン化物には、アルミン酸ナトリウムという物質を用いた吸収剤の開発を進めてきましたが、これまで反応器に充填できる強度と吸収性能を両立できる製造方法が確立されていませんでした。そこで、あらためて多数の試作吸収剤を評価し、添加剤の種類と添加量の最適化により、強度と吸収性能とを両立できる製造方法を見出しました。

さらにガラス繊維を添加した試作吸収剤について、工業規模の押出成形機で製造を試み、強度や吸収容量の優れた吸収剤を量産することに成功しました（図4）。

脱硫剤に関しては、市販の酸化亜鉛脱硫剤3種類のうち基礎評価の結果から低温型脱硫剤を選定し、実機相当の運転条件における長時間の性能比較試験を行ないました。その結果、選定した脱硫剤は、通常併用することが必要とされていたCOS変換触媒を設置しなくても十分な脱硫性能が得られることが分かりました。実機では、触媒併用時よりも脱硫剤の層の厚さを1割程度増やすだけで、交換期間を3ヶ月以上にできる、実用的な脱硫塔設計が可能であることがわかりました。これにより触媒費の削減に加え、触媒前処理などの予備操作も不要となり、運転コストの軽減が期待できます。



図4 量産され設備に充填したハロゲン化物吸収剤

システムの実用性を検証

当研究所では、これらの除去剤をシステムとして組み合わせた高温乾式ガス精製設備を横須賀地区・エネルギー技術研究所内に設置し(表紙図)、多種の不純物(Hg、HCl、H₂S、COS)を添加した模擬燃料ガスを用いて、その性能を検証しました。その結果、出口の不純物濃度としては水銀<0.1μg/m³N、硫黄酸化物<0.02ppmと極めて清浄な燃料ガスが得られました(図5)。また、運転中に水分の凝縮などのトラブルもなく、運転操作性も含めて本ガス精製設備の実用性を検証することができました。

さらに、バイオマス/廃棄物ガス化炉で生成した実際のガス化ガスを、本ガス精製設備にて精製し、実験室規模の熔融炭酸塩燃料電池(MCFC)単セル評価装置に供することにより、安定した電池出力での運転に成功しました。この結果、本ガス精製システムの低濃度除去性能を活かせば、MCFCでも発電が可能であることを実証できました。

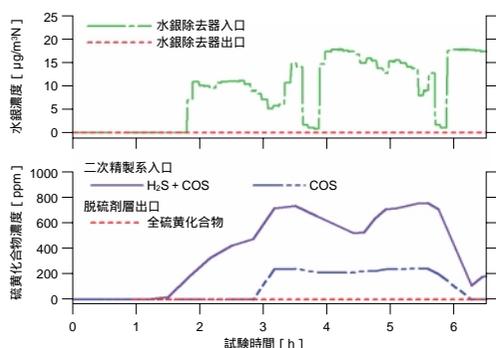


図5 模擬燃料ガスによるガス精製試験結果

地球温暖化対策に資するために

これからの地球環境問題を考えると、将来的にはエネルギーを無駄にしない循環型社会を形成していくことが重要であり、バイオマスや廃棄物等を利用した高効率発電システムが求められています。

燃料をガス化して利用するシステムは、その中でも有力な候補であり、さらにIGCCやMCFCでも利用できる高性能な乾式ガス精製システムができれば、より広い分野で効率のよいプラントができる可能性があります。

地球温暖化対策に役立ち、社会に貢献していくためにも、これからも高い清浄度の燃料ガスが得られ、副生する廃棄物や廃液が少なく、かつ運転操作性の高い乾式ガス精製システムの開発を続けていきます。

ひとこと



エネルギー技術研究所
エネルギー変換工学領域
上席研究員

小林 誠

電中研では不純物除去剤の開発から、それらを適用した大型の乾式ガス精製設備による実証試験まで、乾式ガス精製技術の確立に向けて一貫した研究開発を推進しています。昨今では、バイオマス等から液体燃料を合成する用途においても乾式ガス精製技術の高い性能を活かせることから注目が高まっています。ご紹介したさまざまな用途に向けた乾式ガス精製システムを実現するために、今後またゆめ研究開発を進めていきたいと思っております。

既刊「電中研ニュース」ご案内

- No.445 液化ジメチルエーテル(DME)を用いた脱水技術を開発
- No.444 カドミウム簡易検出キットを商品化

- No.443 排出権取引制度は温暖化防止につながるか?
- No.442 環境税は温暖化防止につながるか?