

燃料多様化及び各種用途に対応するPEFCシステム

Multi-fuel Technologies of PEFC System for Various Applications



八木 克記^{*1}
Katsuki Yagi

野島 繁^{*2}
Shigeru Nojima

大本 節男^{*3}
Setsuo Omoto

堀 惠一^{*4}
Keiichi Hori

1. はじめに

地球温暖化防止だけでなく、非常電源機能による対災害性向上という観点からも、低公害・高効率な次世代分散電源として燃料電池の早期実用化が望まれている。特に、1日の電力需要差が大きい民生用分散電源としては、作動温度が100℃以下と低いため短時間起動停止が可能な固体高分子形燃料電池（Polymer Electrolyte Fuel Cell：PEFC）が有力視されており、早期の導入及び普及が期待されている。

また、不安定な中東情勢や中国の急成長を背景に、少資源国である我が国は石油依存から脱却しエネルギーセキュリティを確保する必要に迫られている。燃料電池は、水素を軸として様々なエネルギー資源を共通の発電技術によって利用できるため、燃料多様化を促進できる。

当社はこれまで燃料多様化の観点から、都市ガス、LPG、ナフサ、灯油、メタノール、ジメチルエーテル等の燃料を対象とした触媒及び改質システムの開発を手がけてきており⁽¹⁾、本報では、燃料多様化のためのキーとなる要素技術と、各種用途に対応したPEFCシステムの概要を紹介する。

2. 燃料多様化のためのキー要素技術

2.1 燃料改質装置の熱流体設計技術

燃料改質装置は、3種の触媒を用いて水蒸気改質反応、CO変成反応、CO選択酸化反応を連続的に進行させ、燃料から水素を含む改質ガスを生成する装置である。各触媒の最適温度が運転負荷によらず維持できる装置設計が要求される。燃料種に応じて触媒種と必要な温度条件が変わるため、燃料種ごとに装置設計を行っている。異なる温度域の触媒層が隣接すると、層間で各種の熱移動が生じる。中でも、熱伝導と放射による伝熱は負荷によらず温度のみで決まるため、全負荷に対して同じ温度分布を維持する上で設計上の配慮

が必要となる。したがって、幾何学的な構造設計技術による熱伝導伝熱抑制と、火炎位置の最適化及び放射遮蔽技術による放射伝熱抑制によって、広い負荷範囲で高効率を維持できる改質装置の開発を行った。技術の概念を図1に示す。

当社は、熱交換器を配置しない円筒状多管式構造で、1本のバーナによって原料水の蒸発と触媒の温度制御を行う都市ガス燃料及びLPG燃料の1kW級改質装置を開発し、30～100%の広い負荷域にて72%（LHV）以上の高い改質効率を実現している。

炭素数の多い石油系燃料の改質においては、分子中の炭素数、オレフィン、芳香族や硫黄化合物等の含有量等によって決まる改質技術の難易度に加え、燃料改質装置の設計において燃料特有の技術課題が存在する。当社では、多様な燃料に対応すべく、後段触媒の劣化要因となる未転化燃料スリップを防止するための触媒温度設計と起動停止技術、炭素析出防止のための熱流束設計技術、水素生成量安定化のための燃料と水からなる原料の均一混合、及び振動を抑

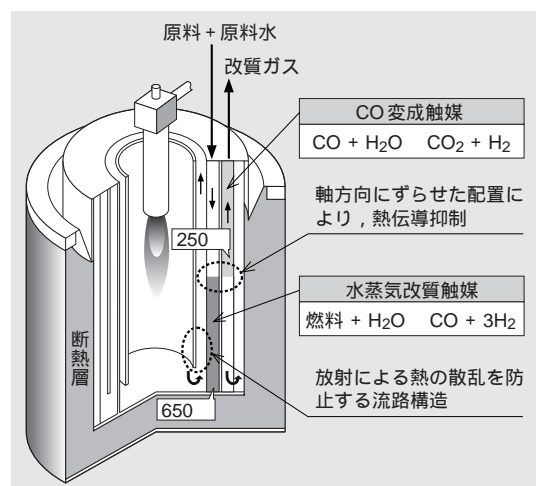


図1 改質装置の温度分布設計 放射や熱伝導の影響は負荷比例ではないため、冷却量及び加熱量が負荷比例とならず、効率の低下や触媒寿命低下につながる。

^{*1} 技術本部広島研究所PEFC開発センター

^{*2} 技術本部広島研究所PEFC開発センター長 工博

^{*3} 技術本部広島研究所PEFC開発センター主席

^{*4} 広島製作所機械プラント技術部主席

制した蒸発技術などの要素技術を蓄積してきており、現在もさらなる効率及び耐久性向上を目指して開発を継続中である。

2.2 触媒長寿命化のためのパージ技術

系統電力に対する経済メリットを最大にするには、電力消費のほとんど無い深夜は停止して早朝に起動するDSS (Daily Start and Stop) 運用が望ましい。安全性の観点から従来義務付けられていた改質器内部の不活性ガスパージは規制緩和によって不要になったが、Cu系CO変成触媒の劣化防止の観点から、当社ではパーナ燃焼排ガスを利用したパージ方法を確立し、採用している。本技術は燃料種によらず共通して適用できることから、燃料多様化に対応するための重要な要素技術である。

3. 各種用途に対応したPEFCシステム

3.1 1 kW級家庭用システム

当社は、都市ガス燃料とLPG燃料の1 kW級PEFCシステムとして、世界最小サイズ(180 L)のコンパクトパッケージ機の開発に成功しており、現在、一般家庭に設置して実証試験を行っている⁽²⁾。PEFCからの発電量と給湯量が極力余剰とならないためには負荷追従運転を行う必要があり、広い負荷範囲で高い効率が要求される。当社では、低負荷域で効率低下の要因であった燃料改質装置の改良などによって、30～100%の広い負荷域にて発電効率32% LHV以上(定格時36% LHV)を達成している。

3.2 10 kW級業務用システム

民生業務用途においてPEFCシステムの普及が期待されている。当社は、新日本石油(株)と共同で、灯油燃料の10 kW級PEFCシステムを開発し(財)新エネルギー財団“定置用燃料電池実証研究(国庫補助事業)”の一環として、今年から東京都内のコンビニエンスストアに設置し実証試験を開始した。システム外観を図2に示す。



図2 10 kW級業務用PEFCシステム外観
安価な灯油を用いたPEFCシステム。

灯油は都市ガスやLPGと比較して改質条件の制御や脱硫が困難であるが、燃料コストが安いこと、家庭用に要求されるDSSや負荷追従という運用形態をとらなくともメリットが出る特徴を有する。現在、新日本石油(株)と共同で、基本特性や耐久性など実用化に向けた各種運転データを取得している。

3.3 集合住宅用システム

PEFCシステムは、低コスト化が大きな課題である。また、超高層化が進む集合住宅は、空間的な制約から本システムの導入が進みにくいことが予想される。当社は、燃料改質装置を集中化することによってシステムを大幅に簡素化及びコンパクト化し、イニシャルコストを約1/2に低減、メンテナンスコストを大幅に低減できる低コスト型のシステムを提案している。改質装置を交換すれば多種の燃料に対応できる上、災害時の非常電源としても期待できる。本研究は、中国経済産業局が管轄する平成15～16年度の地域新生コンソーシアム研究開発事業の助成により、広島ガス(株)など中国地方の産学官と共同で実施している。

4. ま と め

本報では、燃料多様化のための要素技術と各種用途に対応したシステムの概要を紹介した。今後は、近年中の市場導入を目指し、フィールド検証と低コスト化を引き続き実施していく。また、家電の省エネ化、発電所の高効率化が急速に進む現在の技術動向を踏まえ、市場導入時期における事業成立性を予測しながら最終的な商品仕様を決定していく。さらに、本報で述べた用途以外にも、純水素利用システムや移動体用システム(船、飛行機)について検討している。

参 考 文 献

- (1) 吉田博久ほか、高利便性分散電源用PEFCを支える先進技術、三菱重工技報 Vol.40 No.6 (2003) p.344
- (2) 吉田博久ほか、定置用PEFC実用化への取り組み、三菱重工技報 Vol.40 No.4 (2003) p.254



八木克記



野島繁



大本節男



堀恵一