

愛知万博電力館でのSOFC実証試験

平板形SOFCコジェネレーションシステムの実用化を目指して

The Results of the SOFC Demonstration in the Electric Power Pavilion of EXPO 2005 in Aichi, Japan

Aiming at Practical Application of an SOFC Cogeneration System

(電力技術研究所 エネルギーエンジニアリングG 燃料電池T)

小容量で高い発電効率が期待できる固体酸化物燃料電池(SOFC [Solid Oxide Fuel Cell])について、当社は、三菱重工業(株)と共同で独自構造の一体積層形(MOLB形 [Mono-block Layer Built])SOFCの開発を行っている。

今回、MOLB形SOFCを自立した発電システムとする30kW級コジェネレーションシステム開発に着手し、昨年開催された愛知万博ワンダーサーカス電力館で実証試験を行ったので、その概要について報告する。

(Fuel Cell Team, Energy Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) is expected to have high power generation efficiency. Chubu Electric Power Co., Inc. is engaging in the development of a MOLB (Mono-block Layer Built) type SOFC with a unique structure, in cooperation with Mitsubishi Heavy Industry, Ltd.

We have begun the development of a 30 kW class cogeneration system having a MOLB type SOFC as a power generation system, and conducted a demonstration in the "Wonder circus - Electric Power Pavilion" at EXPO 2005 in Aichi, Japan. In this paper, an overview of the demonstration will be given.

1 研究(開発)の目的

SOFCは、他の発電機器では到達できない高い発電効率が期待でき、また、高い作動温度(1,000℃)から得られる高温排熱を有効活用したコジェネレーションシステムが可能である。さらに、低温形燃料電池(PAFC、PEFC)では利用が困難な廃棄物ガス等多様な燃料に対応できる。

当社はこのような特長を持つSOFCについて、材料開発からシステム開発まで一貫した研究開発を進めており、この度、自立した発電システム開発の目処が得られたため、30kW級コジェネレーションシステムの開発に着手し、愛知万博電力館での実証試験を行うこととした。

開発したSOFCコジェネレーションシステムの仕様を第1表に、外観を第1図に示す。

第1表 SOFCコジェネレーションシステム仕様

| 項目 | 目標仕様 |
|-------|--------------------|
| 発電出力 | 30kW |
| 熱出力 | 30kW |
| 蒸気発生量 | 0.78MPa 95kg/h |
| 機器サイズ | 6.4m × 3.3m × 3.2m |
| 燃料 | 都市ガス |



第1図 電力館前庭に設置したSOFC実証設備

2 研究開発の概要

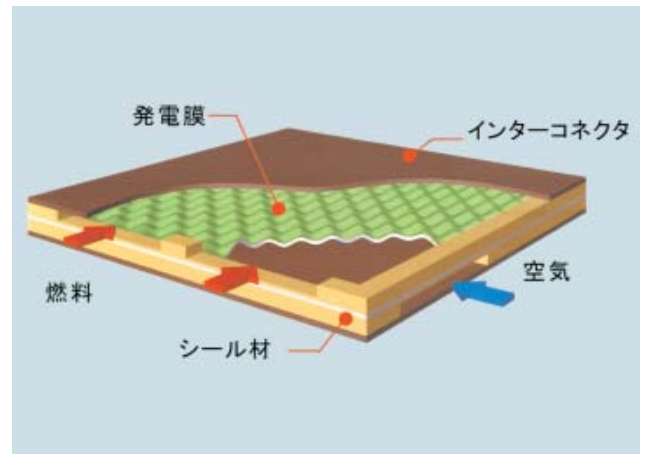
(1) 電池スタックの開発

SOFCについては、電池材料開発などの要素開発から研究を積み重ねており、低コスト化、高性能化が期待できる平板形SOFCの中でも、独自構造のMOLB形SOFCを開発している。

開発したシステムに使用しているMOLB形電池の構造を第2図に示す。MOLB形電池は、電池材料を全てセラミックスとしており、以下のような特長を持つ。

- ア．発電膜をディンプル構造とすることにより従来の約2倍の高強度化、高出力化を達成
- イ．部品点数の低減による低コスト化、および内部接触抵抗低減による高出力化を達成
- ウ．電池構成材料の熱膨張率を整合させ、起動停止時に発生する応力を緩和
- エ．連続湿式製法の確立による低コスト化を実現

特に熱膨張率および焼成時の収縮率を整合化したことによる積層電池の一体焼成技術開発、焼成済みスタック検査技術の確立により、電池スタックが原因となるトラブルを飛躍的に低減することができた。



第2図 MOLB形電池の構造

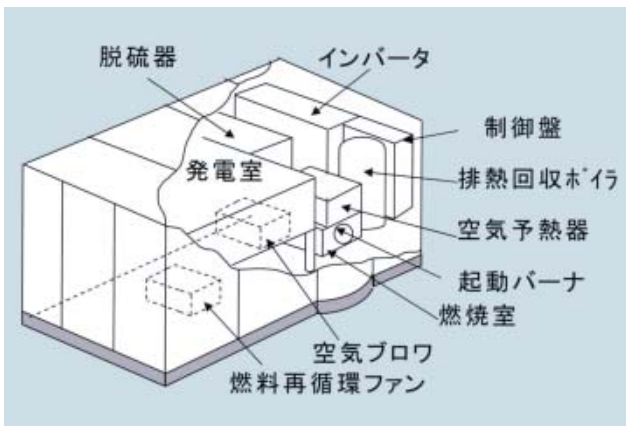
(2) コージェネレーションシステムの開発

MOLB形電池スタックは、発電する温度条件、ガス条件を制御するために発電室に組み込む。その他、発電室内部は、ガスを供給する配管、電池スタックを接続する電流リード、供給ガスの熱交換機器、断熱材などにより構築されている。

また、コージェネレーションシステムは、発電室の他、空気ブロワなどのファン類、排熱回収ボイラ、脱硫器、制御盤、インバータなどの周辺補機から構成される。

さらにシステムは電力館にて実証試験を行うため屋外仕様パッケージとし、外部からの遠隔制御監視としている。

コージェネレーションシステムの構成機器概略を第3図に示す。



第3図 コージェネレーションシステムの構成機器概略

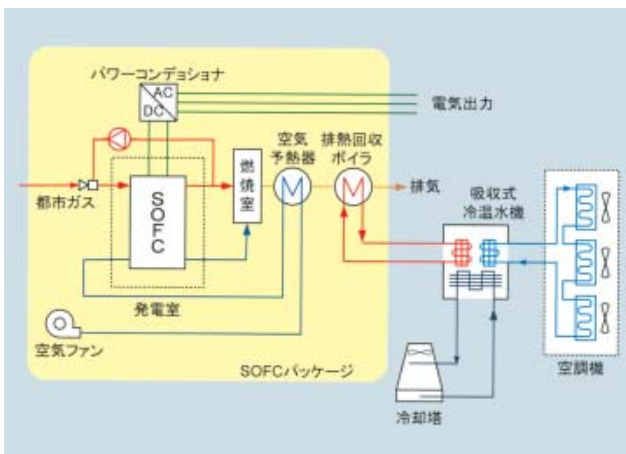
3 愛知万博電力館での実証試験

(1) 実証設備の概要

開発した30kW級コージェネレーションシステムは、電力館前庭の一角に設置した。

発生した電力は、電力館の消費電力の一部として、発生した蒸気は、電力館バックヤードに設置した吸収式冷水温機を介して冷水とし電力館の空調に使用した。

実証試験のシステム系統概略を第4図に示す。



第4図 実証試験のシステムの系統概略

(2) 実証試験結果

愛知万博会場での実証試験は、2月11日に開始し、実証試験開始当初に定格出力30kWを確認した。

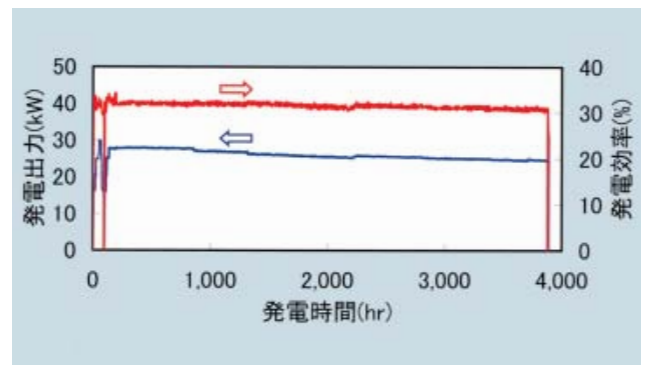
愛知万博開幕後も順調に運転を継続していた。しかしながら、温度監視を行っている電池スタック内の燃料出入口温度差が少しずつ大きくなり、定めている運転管理値に近づいた。出入口温度差が大きくなる原因として、電池内部抵抗の増加、集電ユニットとの接触状態の変化などが考えられるが、愛知万博での実証試験継続を優先するため、発電出力を絞って運転を継続した。

8月12日愛知万博会場への送電線落雷に伴う瞬時電圧降下により停止した。しかし、その後の再起動においても性能低下がないことを確認している。

愛知万博電力館における実証試験結果を第2表、第5図に示す。

第2表 愛知万博電力館実証試験結果

| 項目 | 目標仕様 | 実績 |
|---------|------|---------|
| 発電出力 | 30kW | 30kW |
| 熱出力 | 30kW | 26kW |
| 初発電 | | 2月16日 |
| 累積発電電力量 | | 100MWh |
| 累積発電時間 | | 3,887時間 |
| 連続発電時間 | | 3,787時間 |



第5図 愛知万博電力館実証試験結果

今回開発したSOFCコージェネレーションシステムは、平板形SOFCとして最大級であり、愛知万博会場のような特殊な環境にもかかわらず、4,000時間近い安定した連続運転を実施でき、実用規模の性能評価、長時間データの取得、実用化に対する課題抽出が出来た。

4 今後の計画

抽出した課題の早期解決を目指すと共に、今回の実証試験より得られた成果を反映し、NEDO(新エネルギー産業技術総合開発機構)との共同研究による200kW級機開発を通じてSOFCの早期実用化に向けた研究開発を推進していく。



執筆者 / 榊 嘉範
Sakaki.Yoshinori@chuden.co.jp



執筆者 / 木邨勝彦
Kimura.Katsuhiko2@chuden.co.jp