

平板固体酸化物形燃料電池の発電環境変化に対する耐性試験

日大生産工(院) ○清水 涼矢 日大生産工 野村 浩司 日大生産工 菅沼 祐介
JAXA 岡井 敬一 JAXA 田頭 剛

1 緒言

現在問題となっている環境問題のひとつに地球温暖化がある。地球温暖化は化石燃料の使用による温室効果ガスの排出が大きな原因と考えられており、化石燃料の使用を削減していくことが地球温暖化の抑制へ繋がると考えられている。化石燃料の使用を低減する方法として、既存燃焼機関の効率向上、太陽光・風力・水力などの自然エネルギーの利用が挙げられる。また、近年注目されている技術として水素を利用する燃料電池がある。この燃料電池をジェットエンジンと組み合わせたハイブリッド推進システム¹⁾がJAXAで研究されている。ハイブリッド推進システムでの利用を検討されている燃料電池は、電解質膜にイットリア安定化ジルコニア(YSZ: Yttria Stabilized Zirconia)を用いる固体酸化物形燃料電池(SOFC: Solid Oxide Fuel Cell)で、長所として燃料電池の中で最も発電効率が高い、作動温度が高温であるため触媒が不要、排熱を用いた複合システムに利用できるといった点が挙げられる。本研究では、SOFCをジェットエンジンと組み合わせた際に考えられる発電環境変化を模擬し、発電性能にどのような影響を及ぼすのか、またSOFCの破損や劣化について研究を行う。

SOFCの欠点として、電解質がセラミック材料であるため始動、停止に時間がかかることが挙げられる。ハイブリッド推進システムとして利用するには、なるべく短い始動時間である方が良いと考えられる。本報告では、昇温速度がSOFCに及ぼす影響を調べるため、始動中のOCV (Open

Circuit Voltage)を計測し、昇温速度がSOFCに及ぼす影響調べる昇温速度変化試験を行った。

2 SOFC 製作

NexTech Materials 社から販売されているアノード支持型単極セル AEB-2.0 を使用した。燃料極は酸化ニッケル(NiO)とYSZで製作されており、厚さは500から600 μm と公表されている。電解質膜はYSZを用いて製作した7から10 μm の層、GDCを用いて製作した3から5 μm の層の二層で構成されている。

AEB-2.0の電解質膜表面に静電噴霧堆積法(ESD: Electrostatic Spray Deposition)を用いて、ランタンストロンチウムマンガナイト(LSM: Lanthanum Strontium Manganite)とYSZのコンポジット材を堆積させ、1200 $^{\circ}\text{C}$ で1時間焼結させる。静電噴霧堆積法とは、液体に電圧を印加させ、静電気力により微細な液滴を噴霧する方法である。

3 実験方法

昇温速度変化試験は、本研究室で設計、製作した発電試験装置²⁾で行う。発電試験装置は、高压容器、円筒型セラミックス、燃料・空気供給管、セラミックファイバーヒータ、温調器、断熱材、MFC、リード線、K種熱電対、背圧レギュレータ、精密デジタル圧力計、シーケンサなどから構成されており、試験圧力は大気圧から5 MPa、試験温度は室温から900 $^{\circ}\text{C}$ の範囲で試験できる。

製作したSOFCにカーレントコレクタを装着した後、筒型セラミックスに設置し、性能試験装置の高压容器内に設置する。真空ポンプを用いて

Durability Test to Power Generation Environmental Change of
Planar Solid Oxide Fuel Cell

Ryoya SHIMIZU, Hiroshi NOMURA, Yusuke SUGANUMA, Keiichi OKAI and Takeshi TAGASHIRA

容器内の空気を排出し、窒素を充填する。セラミックファイバーヒータで SOFC 周辺温度を 800°C まで上昇させる。今回はこの昇温速度を 8, 12, 16, および 20 °C/min とするよう温度調節装置のプログラムにパラメータを設定した。K 種熱電対で計測された SOFC 周辺温度が 500°C 付近に達した後、空気極側に空気、燃料極側に水素を供給し、600°C に達してから OCV の測定を開始する。800°C に達し OCV が安定するまで測定を行う。

4 実験結果

図 1 に昇温速度変化試験の結果を示す。横軸が時間、左縦軸が OCV、右縦軸が SOFC 周辺温度である。図 1C の試験では、セラミックファイバーヒータの出力が足りず、実質 15°C/min となった。図 1D の試験では 20°C/min の昇温速度を実現するために、燃料流量を下げて昇温速度を上げようと試みた。しかしながら、実質昇温速度は 17°C/min となった。それぞれの結果を見ると、どの昇温速度でも OCV は理論 OCV の約 1V 付近³⁾まで上昇しており、SOFC の破損は観察されなかった。これ以上の昇温速度は今の性能試験装置では実現できず、新しく急速昇温が可能な試験装置を設計し、試験する必要がある。

5 結言

SOFC の始動性を調べるため、始動時の昇温速度を増大させて SOFC の破損・劣化の有無を確認した。その結果、17 °C/min 以下の昇温速度では、SOFC は破損・劣化しないことがわかった。

「参考文献」

- 1) 岡井敬一, 渡辺紀徳, 航空機エンジン電動化の最新研究状況, 日本ガスタービン学会誌 Vol.43 No.3(2015.5), pp.50-55.
- 2) 青木貴志, 固体酸化物形燃料電池の加圧雰囲気発電試験, 修士論文(2015).
- 3) 田川博章, 固体酸化物燃料電池と地球環境, アグネ承風社(1998), pp.116-118.

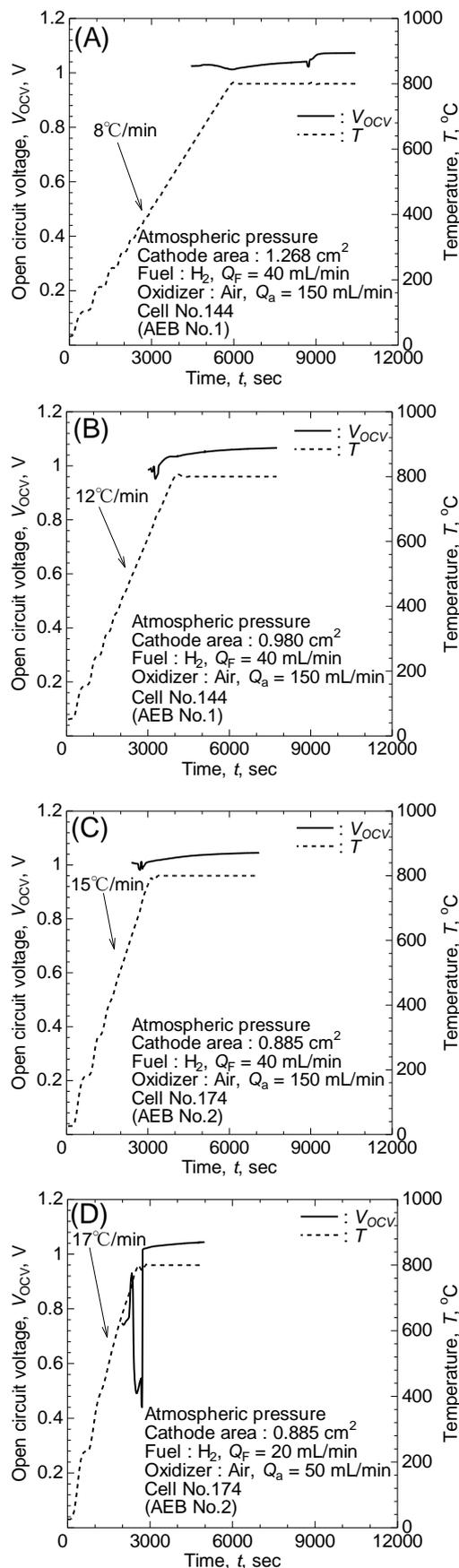


Fig.1 Result of temperature rise rate change test.