

固体酸化物形燃料電池高圧作動性能試験装置の製作

日大生産工(院) ○青木 貴志 日大生産工 野村 浩司

1 まえがき

近年、化石燃料の枯渇や地球温暖化等の環境問題改善の動きに対応して、航空機にも高効率・低エミッションに関する新技術が検討されている。対策として、従来からのジェットエンジン連結発電機および小型ガスタービンによる補助動力装置 (Auxiliary Power Unit: APU) を、新電源システムに代替することが考えられている。その候補の一つに燃料電池があり、本研究では電解質に固体のセラミックスを用いる固体酸化物形燃料電池 (Solid Oxide Fuel Cell: SOFC) に着目した。SOFC は燃料電池の中で発電効率が最も高いこと、作動温度が $800 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ と高温であるため、高価な触媒が不要であることが特徴である。本来、作動温度が高いことは、起動停止に時間がかかることや、電池周辺の構造部品が高価になる等のデメリットになる。しかしながら、SOFC をジェットエンジンの燃焼器に組み込むことで、既存機関やその環境を利用し、これらのデメリットを考慮せずに使用することができると考えられる。また、燃焼器内は約 1 MPa の高圧環境下になる。SOFC に供給される反応物質の密度が増大することで、燃料電池単位体積あたりの発電量を増大させることができると考えられる。

本研究では、圧力が SOFC の発電性能に及ぼす影響、および、雰囲気圧力・供給気体の流量を急激に変動させる動的な発電試験を行い、その応答性について調べる。そのため、ジェットエンジン燃焼容器内の環境を模擬し、高温・高圧環境で SOFC の発電を行うための高圧発電性能試験装置を製作したことについて報告を行う。

2 試験装置および方法

2.1 試験装置

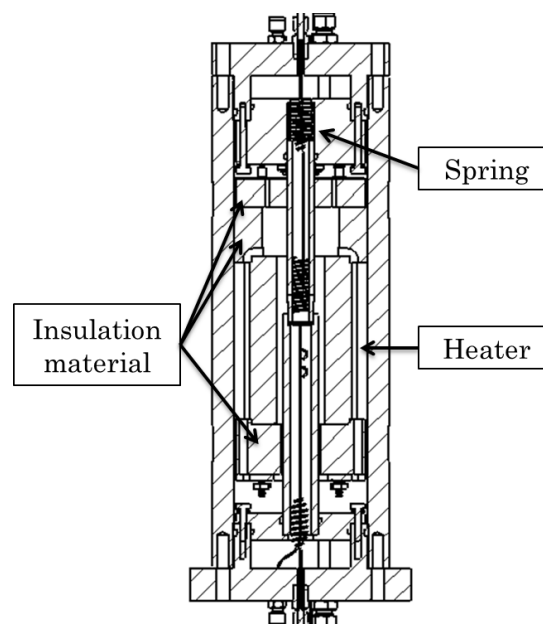


Fig.1 Section of high pressure performance test apparatus.

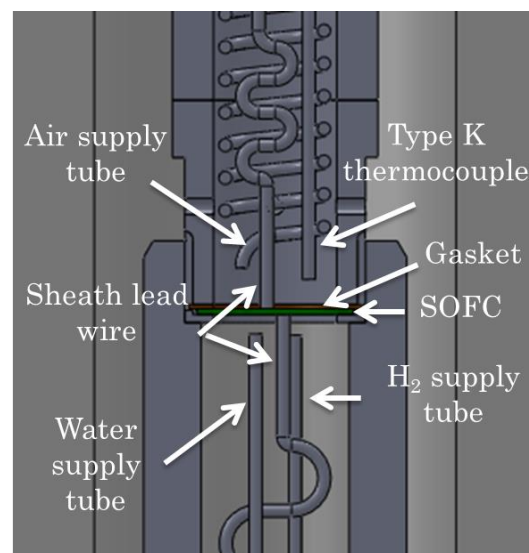


Fig.2 Detail of around the fuel cell.

Fabrication of high-pressure performance test stand of Solid Oxide Fuel Cell

Takashi AOKI and Hiroshi NOMURA

図1に高压発電性能試験装置の断面図、図2に燃料電池設置部概略図を示す。SOFCは上下から円筒のセラミックス(フェローテックセラミックス社製 ホトベール)で挟み、固定を行った。セラミックスの周辺には円筒型のセラミックファイバーヒータ(坂口電熱社製 VC401N06A)を設置し、その上下を断熱材(ニチアス社製 ロスリムボード GH)で破産だ。平板燃料電池上部にシール用のガスケット(フレキシタリック社製 サーミキュライト#866)を設置し、装置上部に設置したばねの力を利用して燃料電池に荷重を加え、シールの強化を図った。燃料電池上部の供給管から空気を、下部の供給管から水素・水蒸気をそれぞれ供給する。流量の調整には質量流量計(Bronkhorst 社製 F-211CV, L01V12)を用いた。燃料電池下側にはガスケットがないため、燃料電池上部円筒セラミックスの側面部にある切欠きから発電に使用されなかった余剰水素が流出する。切欠きの上部にある穴から流出する空気と混合させ、希薄燃焼を行うことで装置内に水素を残留させないような機構となっている。

従来の性能試験装置では、SOFCの正極側と負極側に直径 100 μm の白金線を導線として設置しており、少しの接触で白金線が切れるなど強度の低さが問題だった。この対策として、リード線に先端の温接点が露出している先端露出型 R 種熱電対を用いた。R 種熱電対を上下フランジに固定し、温接点を直接 SOFC のカーレントコレクタに当てることで、導線の代わりに使用する。SOFC の製作工程において白金線を両極側に取り付ける必要がなくなることから、製作時間の短縮を行うことができる。

2.2 実験方法

SOFCの上部にガスケットを設置した。高压容器内を真空ポンプ(ULVAC社製 DISL-100)で真空にし、その後窒素を供給して背圧レギュレータ(swagelok社製 KPBシリーズ)を用いて高压容器の内部を絶対圧で約0.5 MPaまで昇圧した。圧力の測定には精密デジタル圧力計(長野計器社製 GC16)を用いた。電気ヒータを起動させて、燃料電池設置部を600 °Cまで昇温し、燃料極側にアルゴン/水素混合ガス、空気極側に空気を供給し、燃料極の還元を行った。温度の測定にはK種熱電対を使用した。燃料電

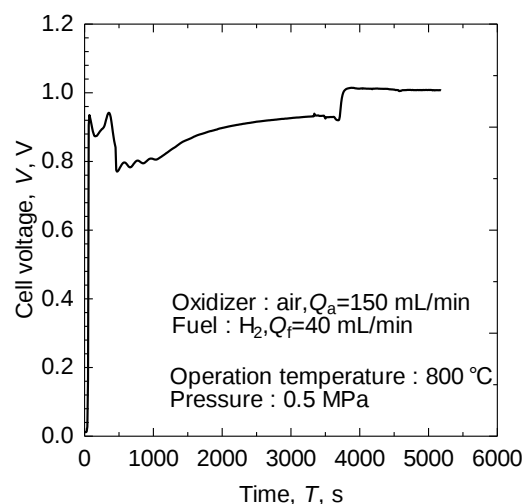


Fig.3 Result of high pressure performance test.

池の理論起電力は、回路が開いている際に端子間に現れる電圧であり、開回路電圧(Open Circuit Voltage: OCV)と呼ばれる。800 °Cまで昇温させながらOCVを測定し、電圧が安定した後にアルゴン/水素混合ガスを水素に切替える。

3 実験結果

高压性能試験結果を図3に示す。試験始めに電圧の値が安定していないのは質量流量調節機から供給される流量および容器内圧力が安定していないためである。約4000秒のときにOCVが安定したため、アルゴン/水素混合ガスを水素に切替えた。OCVは1.014 Vと理論OCVの約92%という高い値を示した。OCVは燃料極側の水素が空気極側の酸素と直接反応することによって減少するので、高压作動性能試験装置および使用した燃料電池がともに燃料と酸化剤の分離を健全に行っていることがこの結果から確認できた。今後は圧力が燃料電池の発電性能に及ぼす影響を調べる。

4 まとめ

SOFCの高温・高压環境発電試験を行うための高压発電性能試験装置を製作し、温度800 °C、圧力0.5 MPaの条件でSOFCの発電試験を行った。試験は正常に行うことができ、装置の健全性が確認された。

「参考文献」

- 1) 田川博章, 固体酸化物形燃料電池と地球環境 (1998) p.57