

1. 課題番号：

2006A0220

2. 課題名：

固体酸化物形燃料電池における内部応力分布測定を基にした熱疲労耐久性の評価

3. 実験責任者所属機関及び氏名：

東邦ガス株式会社 基盤技術研究部 材料基盤技術 次長 水谷安伸

4. 使用ビームライン：

BL02B1

5. 実験結果：

(1) はじめに

固体酸化物形燃料電池 (Solid-Oxide Fuel Cells : SOFC) は燃料電池の中でも最も高い発電効率が期待でき、かつ作動温度が高いため排熱の利用価値が高いなどの利点を有しており、次世代のコージェネレーションシステムとして期待されている。従来から開発されている SOFC の作動温度は約 1000°C レベルであるが、近年、作動温度を 800°C 以下に下げ、周辺部材に安価なステンレス材料を使用してコストダウンを図る試みがなされている。低温作動化のためには、電解質層を 20 μ m 程度に薄膜化し、燃料極で強度を保持する支持膜平板型の電池形式が有効であるが、焼成時の収縮率と構成材料の熱膨張のミスマッチに由来するセルの反りや、セルが酸化・還元サイクルに曝された際に、燃料極中のニッケル触媒が膨張・収縮することにより電解質に割れが生じるなどの問題が指摘されている。

これらの問題を解決するためには、電解質および燃料極の界面近傍の内部応力分布を把握することが重要である。実験室の X 線回折装置では電解質、燃料極界面での応力を測定することは不可能であり、これまでに SPring-8 のシンクロトロン光を用い、酸化状態のセルを温度サイクルにかけた場合の応力変化及び、酸化状態のセルを還元雰囲気中で温度サイクルにかけ、還元過程における応力変化を測定した^{1,2)}。今回、還元状態のセルを酸化雰囲気下で温度サイクルにかけた際の内部応力測定を行った。

(2) 利用方法及び結果

図 1 に示すガス循環経路を備えた加熱炉と SUS ドームを用い、還元された状態の単セルに酸素ガスを通じた状態で、室温から 700°C までの温度サイクルにかけ、セルが酸化される過程での応力変化を調べた。

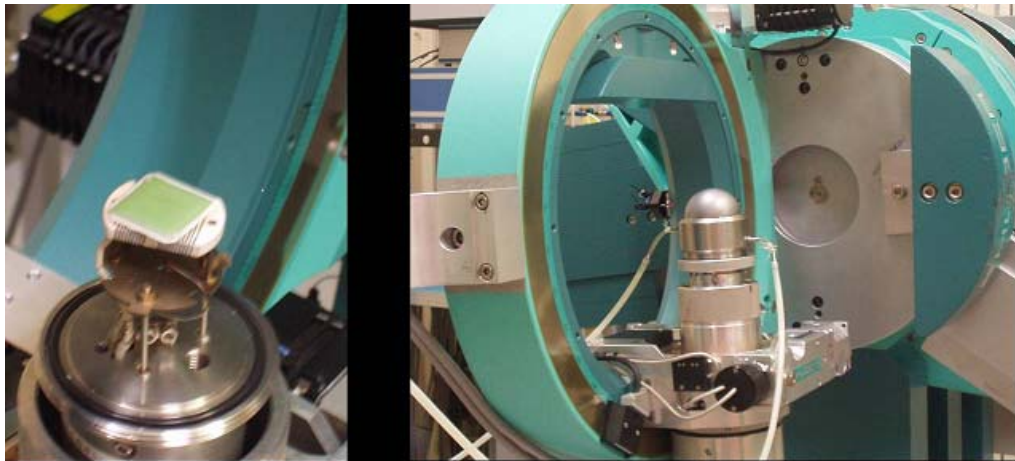


図1 ヒーター上に設置した単セル(左)と SUS ドームの外観(右)

70keV のエネルギーレベルの単色光を使用し、入射側には 0.5mm スリット、受光側にはソーラー slit を搭載し、侵入深さ一定法により応力測定を行った。図 2 に室温から 700°C まで昇温し、その後室温まで下げた熱サイクルでの応力変化を示す。開始時点では電解質に約 140MPa の圧縮応力が掛かっている。500°C で酸化ニッケルのピークが現れ始めることから、この時点で燃料極中のニッケル触媒の酸化が始まっていることが確認できる。このニッケル触媒の酸化に伴い、電解質に生ずる応力が圧縮から約 60MPa の引張り応力に変化することが確認された。更に 500°C から 700°C まで昇温する過程で、応力緩和が起こり、実際の運転温度である 700°C ではほぼ応力が 0 になることを確認した。その後、室温まで下げる段階で、徐々に圧縮応力が増加し、室温では約 210MPa と出発時よりも高い応力となることを確認した。

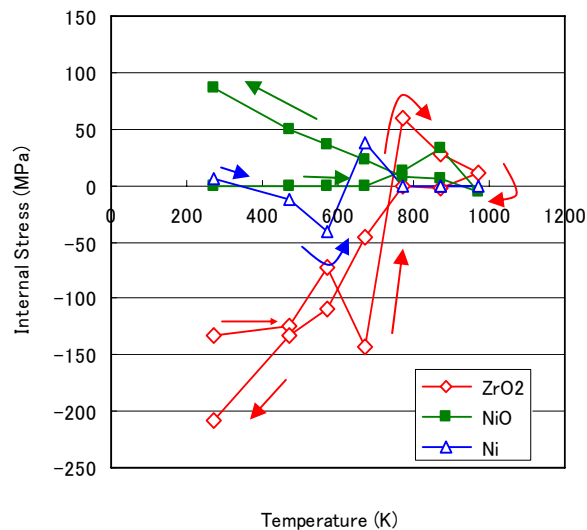


図2 温度サイクルにおける応力変化

(3) おわりに

今回の測定により、燃料極支持型セルへ還元から酸化のサイクルをかけ、内部応力の
その場測定を行ったところ、電解質に生じる応力が、電極のニッケル触媒が酸化される
過程において、圧縮から引っ張りへ変化することを明らかにした。これが、酸化・還元
サイクル時のセル破損の要因の一つであると考えた。

(4) 参考文献

- 1) 鷺見裕史、水谷安伸、土肥宜悠、秋庭義明、田中啓介、材料、第 54 巻 第 4 号、
440-446 (2005)
- 2) Hirofumi Sumi, Kenji Ukai, Misuzu Yokoyama, Yasunobu Mizutani, Yoshihisa
Doi, Shutaro Machiya, Yoshiaki Akiniwa and Keisuke Tanaka, J. of Fuel Cell
Science and Technology, **68** vol.3 68-74 (2006)

以上