

オージェ電子分光分析装置等を用いた 軽水炉構造材料の寿命評価研究

▶ 背景

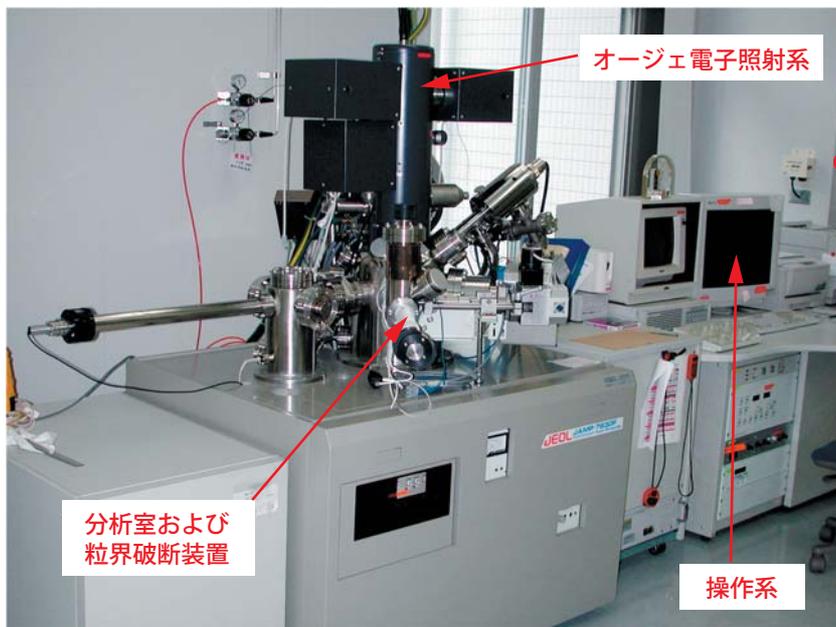
当研究所では、電力供給コストの低減を目指して、既設軽水炉の運用管理の向上や構造材料の寿命評価等の研究を行っております。このうち軽水炉の運用管理法については、材料健全性維持、経年化に伴う腐食損傷の防止、および放射線被ばく低減を目的とした水化学予防保全技術の適用研究を実施しております。

▶ これまでの研究と主な成果

本設備は放射線管理区域内に設置されており、照射材を含めたプラント構造材料の表面ならびに材料深さ方向の化学組成および化学形態の分析が可能です。また、粒界応力腐食割れ（SCC）の原因のひとつとして粒界部での不純物元素の偏析挙動が考えられております。本装置は、超高真空下において金属材料の粒界破面を得る破断装置を装備しており、粒界破面の元素を半定量的に分析・評価できます。

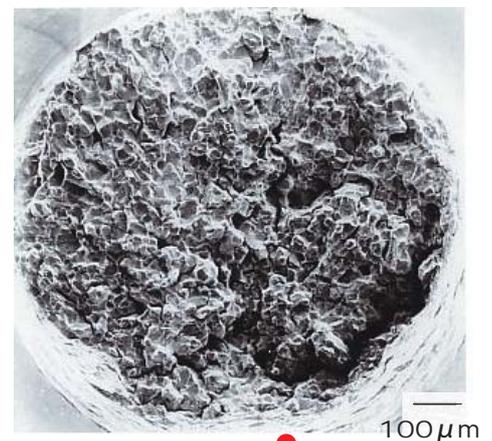
▶ 今後

引き続き、材料健全性維持、経年化に伴う腐食損傷の防止、および放射線被ばく低減対策の確立を目的とした研究を進めていきます。



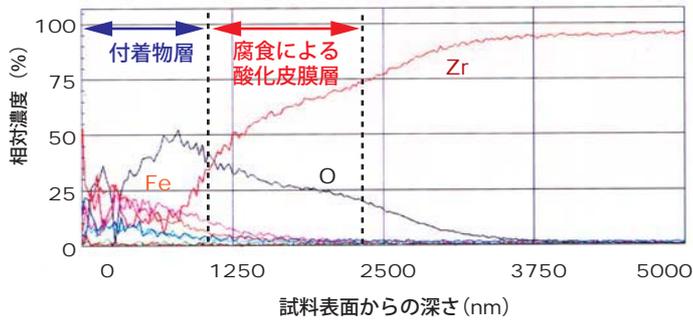
日本電子(株) 製JAMP-7830F

オージェ電子分光分析装置（写真1）
分析装置本体は日本電子(株) 製、粒界破断装置駆動部は電中研オリジナル

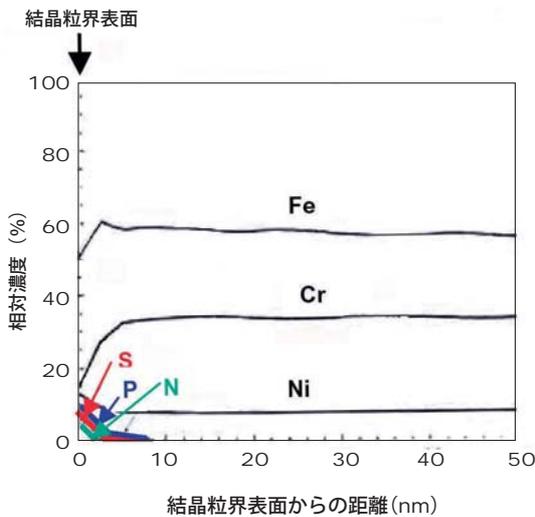
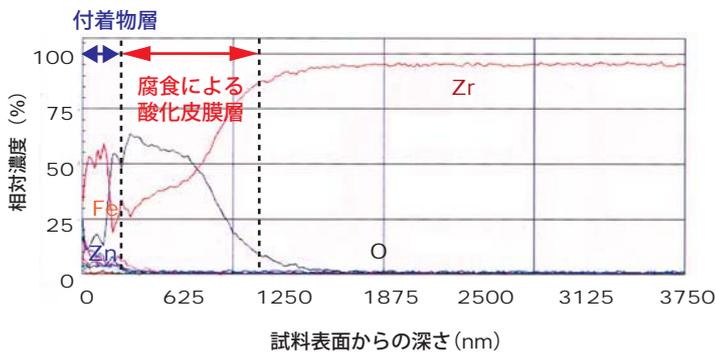


ステンレス鋼の粒界破面（写真2）
粒界破断装置を用いて、オージェ電子分光分析装置内で得られたステンレス鋼粒界破面のSEM像

模擬燃料被覆表面に形成された酸化皮膜の分析例
(288°C、 $6.4 \times 10^5 \text{W/m}^2$ 、8.2MPa、2m/s)



↓
10ppbのZnを注入すると



金属表面に形成された酸化皮膜の解析例

ジルカロイ-2燃料被覆管の表面に実験室内で形成させた酸化皮膜の分析例。本例では、実機BWRプラントと同様、被覆管表面に実機相当の熱を付加させ、放射線以外の炉心条件を忠実に模擬した環境下で被覆管の腐食試験を行いました。その結果、外層に鉄酸化物が形成され、その内層に被覆管の腐食により生じた酸化ジルコニウム (ZrO_2) が形成されていることが判りました。

また、被曝低減対策として実機への本格運用が検討されている炉水中への亜鉛 (Zn) 注入技術に関して、燃料被覆管の耐食性に及ぼす影響を実験室内で評価した結果、Znは外層内にもみ取込まれ、外層および ZrO_2 層は薄化し、被覆管の耐食性は改善される傾向にあることが判りました。

ステンレス鋼の粒界分析の一例

軽水炉構造材料のひとつであるステンレス鋼は、炉内で照射されると、鋼中の不純物元素が結晶粒界に偏析する現象が生じます。このときの偏析量は微量であるため、分析の際、活性な粒界破面上へのコンタミ等の付着に充分留意する必要があります。

そこで、当所では分析装置内の超高真空下 (10^{-9} torr以下) でステンレス鋼等の粒界破面を得ることができる粒界破断駆動部を作製し、本分析装置に取り付けました。

本設備を用いて実際に照射模擬ステンレス鋼の粒界破面を得、粒界分析を行った結果、リン (P)、硫黄 (S)、窒素 (N) 等の不純物元素が結晶粒界に偏析する現象を捕らえることに成功しました。

オージェ電子分光分析装置は、放射線管理区域内に設置しており、放射化された金属材料等の分析にも活用できます。

お問い合わせ先

財団法人 電力中央研究所

材料科学研究所 機能・機構発現領域 主任研究員 河村 浩孝

電話：(046)856-2121(代表) FAX：(046)856-5571