

## 使用済み燃料プールの事故時の安全性向上に関する研究

### (13) 被覆管酸化モデルに関する検討

Study on Improvement of Safety for Accident Conditions in Spent Fuel Pool

(13) Investigation of cladding oxidation model

根本 義之<sup>1</sup>, \*加治 芳行<sup>1</sup>, 小川 千尋<sup>1</sup>, 中島 一雄<sup>2</sup>, 金沢徹<sup>2</sup>, 東條 匡志<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JAEA, <sup>2</sup>GNF-J

使用済み燃料プール(SFP)の事故解析には、被覆管の当該事故条件での酸化モデルの構築が必要である。本研究では、長尺被覆管の温度が空気中で徐々に上昇する事故条件での酸化試験結果と、これまでに構築した空气中酸化モデルによる解析結果について比較を行い、酸化モデルの妥当性及び改良について検討した。

**キーワード**：使用済み燃料プール、事故、安全性、燃料被覆管、酸化

**1. 結言** SFP 冷却水の損失または水位低下による事故解析を目的とした重大事故解析コードの高度化のため、本研究ではこれまでに被覆管の空気中での酸化挙動のモデル化を行った。さらに、長尺の被覆管試料に温度勾配を付けた高温条件で一定時間、一定流量の空気中で保持する酸化試験を行い、酸化層成長の測定結果と酸化モデルによる解析結果の比較を行い、両者がよく一致することを報告した。しかし実際の事故条件では被覆管の温度は徐々に上昇していくことが予測される。そのため本研究では、SFP 冷却水損失後に被覆管の温度が空気中で上昇していく状況を模擬した長尺被覆管の酸化試験を行い、酸化層成長の測定結果と酸化モデルによる解析結果の比較を行い、酸化モデルの妥当性及び改良について検討した。

**2. 試験方法** 供試材は上端を閉塞した 500mm 長のジルカロイ 2 被覆管とした。三連管状炉を適用した装置によって軸方向に約 150°C/m 程度の温度勾配を付け、一定流量の空気中で徐々に加熱し、最高 1050°C まで加熱する酸化試験を行った。図 1(a)に上端からの各距離の被覆管表面位置で測定した温度履歴を示す。同じ温度履歴で途中の温度までの加熱を行う条件で、複数の酸化試験を行い、それぞれの試料の断面観察を行うことにより、酸化層成長の経時変化について評価した。またこれまでに構築した空气中酸化モデルを用いた酸化層成長の数値解析を行い、試験結果との比較を行った。

**3. 結果と考察** 図 1(a)に矢印で示した、最高温度部で 1000°C までの加熱を行った酸化試験後の、試料周方向断面の外表面近傍での写真を図 1(b)に示す。外表面は全体として緻密な酸化層に様に覆われていたが、一部で割れが入り、その下部には多孔質な酸化層の成長が見られた。図 1(c)には酸化試験終了直前での被覆管軸方向の温度分布と、断面観察で評価した緻密な酸化層厚さの平均値、及び多孔質な酸化層厚さの最大値の分布、また酸化モデルによる酸化層厚さの解析値の分布を示す。酸化層厚さの解析値は、多孔質な酸化層厚さの最大値に近い値となった。最高温度部を 1000°C 以下の温度まで加熱する酸化試験では、いずれの場合も解析値は測定値の最大値をよく再現した。講演では酸化モデルの SFP 事故解析適用に関連した課題等について議論する。

本研究は、経済産業省の「平成 28 年度発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業（重大事故解析手法の高度化）」にて得られた成果の一部である。

Yoshiyuki Nemoto<sup>1</sup>, \*Yoshiyuki Kaji<sup>1</sup>, Chihiro Ogawa<sup>1</sup>, Kazuo Nakashima<sup>2</sup>, Toru Kanazawa<sup>2</sup>, Masayuki Tojo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JAEA, <sup>2</sup>GNF-J

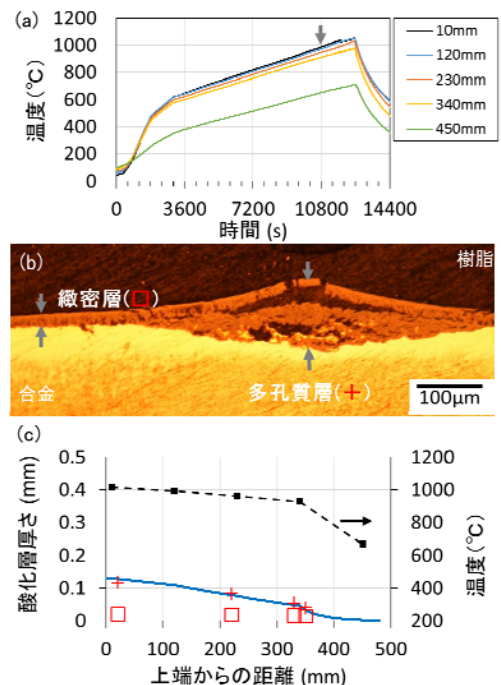


図 1 (a) 温度履歴 (b) 最高 1000°C まで加熱した酸化試験後の酸化層断面（上端より 20mm 位置） (c) 同酸化試験終了直前の温度分布 (■)、酸化層厚さ分布 (□: 緻密層平均値、+: 多孔質層最大値、—: 解析値)