

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

(7) 被覆管の空气中酸化のモデル化検討

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

(7) Investigation for a modeling of the cladding air oxidation

*根本 義之¹, 加治 芳行¹, 小川 千尋¹, 中島 一雄², 東條 匡志²

¹原子力機構, ²GNF-J

使用済み燃料プール(SFP)の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、被覆管材料の空气中での酸化試験を行い、酸化モデルの構築を行った。また長尺被覆管の空气中での酸化試験と、構築した酸化モデルを用いた数値流体力学(CFD)解析の結果の比較により、酸化モデルの検討を行った。

キーワード：使用済み燃料プール、重大事故、燃料被覆管、空气中酸化

1. 緒言 SFP 水位低下時の事象解析を目的とした重大事故解析コードの高度化においては、被覆管の空气中での酸化挙動のモデル化及びコードへの取り込みが必要であるが、既存の酸化モデルの多くは炉内水蒸気環境中での酸化に関するものであり、特に国内の被覆管材料に関する空气中酸化モデルはまだ無い。そのため著者らはこれらの材料の空气中酸化モデルの構築及びその検討を行った。

2. 試験方法 ジルカロイ 2 被覆管を切断した 20mm 長の短尺試料を用いて熱天秤による約 600℃～1200℃の温度範囲における均熱条件での空气中酸化試験を行い、酸化速度定数等を求め、酸化モデルの構築を行った。また 500mm 長の長尺試料を用いて、赤外線イメージ炉を適用した装置による約 400℃～900℃の範囲での軸方向の温度勾配を与えての空气中酸化試験を行った。また長尺試料の酸化試験を軸対称でモデル化し、試験中の温度分布、空気流量等を再現しての CFD 解析を行った。その際、構築した酸化モデルを適用した酸化層成長の解析等を実施した。

3. 結果と考察 図 1 に長尺試料に温度勾配を与えて行った 60 分間の空气中酸化試験の結果を示す。(a)には試験後の典型的な被覆管周方向の断面写真を示す。外表面は全体として緻密な酸化膜に覆われていたが、一部で酸化膜に割れが入り、その下部には多孔質な酸化層の成長が見られた。(b)には酸化試験中の被覆管軸方向の温度分布、CFD 解析での温度分布、試験後の軸方向の各位置での断面観察で測定された、酸化膜の平均厚さ、酸化層の最大深さ、また酸化膜厚さの解析値の分布を示す。特に高温部において、酸化膜厚さの解析値は測定された酸化膜平均厚さよりも大きく、酸化層の最大深さに近い値となった。酸化モデルは熱天秤で得られた短尺試料全体の重量変化データから構築したため、酸化層成長については試料全体での平均値の評価となり、多孔質層の成長についても全体の平均に含まれることになる。また短尺試料と長尺試料の酸化挙動には温度勾配の影響等によると考えられる違いが見られた。これらの結果に関する検討の詳細について講演で報告する。

本研究は、経済産業省の「平成 27 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。

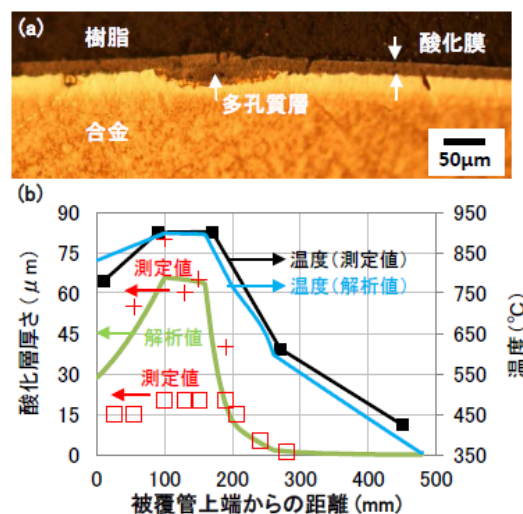


図 1 (a)酸化試験後の長尺試料の断面写真(試験中温度 850℃、上端から 55mm の位置) (b)酸化試験中の温度分布、酸化試験後の酸化層厚さ分布(□:酸化膜平均厚さの測定値、+ :酸化層最大深さの測定値、—: 酸化膜厚さの解析値)

*Yoshiyuki Nemoto¹, Yoshiyuki Kaji¹, Chihiro Ogawa¹, Kazuo Nakashima², Masayuki Tojo²

¹JAEA, ²GNF-J