

シビアアクシデント時の炉心燃料損傷に関する研究

(5) SFD1-4 試験の温度及び空隙率の評価

Reactor Core Degradation and Relocation at Severe Accident

(5) Temperature and Porosity Evaluation on SFD 1-4 test

*西田 浩二, 佐野 直樹, 楠木 貴世志, 村瀬 道雄

原子力安全システム研究所

SFD1-4 試験での燃料体温度及び空隙率を MAAP5 で評価した。最新の燃料材料熱力学データベースに基づく燃料体の溶融、リロケーションを Hofmann らの状態図に基づく結果と比較し、軸方向の空隙率の計算に大きな差がないことを確認した。

キーワード: シビアアクシデント, 燃料損傷, リロケーション, 空隙率

1. 緒言 本報告では、Severe Fuel Damage 1-4(SFD1-4)試験[1]を対象に水蒸気酸化反応モデルを検討すると共に、最新の核燃料・原子力材料熱力学データベース（燃料材料 DB）[2]を用いて燃料体の温度及び空隙率を評価した。

2. 評価対象と結果 解析対象の SFD1-4 試験は圧力 7MPa の蒸気枯渇条件で実施された。試験体の横断面を図 1 に示す。試験体の中央部に燃料体を配置している。燃料体の発熱長は 1m である。燃料体は ZrO_2 断熱材等で囲み放熱を抑制している。2本の未照射燃料棒、断熱材等の温度が測定されると共に、損傷状況の観察、軸方向の流路面積が測定された。

解析には MAAP5 を用いた。本研究では、断熱材等の熱抵抗を適正化することで断熱材外面の温度を、更に水蒸気酸化反応モデルを検討して前報[3]で十分に再現出来なかった燃料体上部での燃料棒の温度を再現した。燃料体の温度を再現した上で、最新の燃料材料 DB [2]に基づく燃料棒の溶融、リロケーションによる燃料材料の移動を Hofmann らの状態図[4]に基づく結果と比較して図 2 に示す。両計算による軸方向の燃料材料の質量に大きな差はない。

燃料体の軸方向の空隙率の測定値を計算値と比較した結果を図 3 に示す。試験後の空隙率の測定値、計算値は下方で小さくなっている。燃料材料 DB と Hofmann らの状態図に基づく空隙率の計算値に大きな差がないことを確認した。

参考文献 [1] D.A. Petti, et al., NUREG/ CR-5163 (1989). [2] JAEA 核燃料・原子力材料熱力学 DB, <https://thermodb.jaea.go.jp/index.html>. [3] 佐野他, 原子力学会 2020 年秋の大会, 2G01. [4] P. Hofmann, et al., J. Nucl. Technol. 87 (1989).

* Koji Nishida, Naoki Sano, Takayoshi Kusunoki, Michio Murase

Institute of Nuclear Safety System, Inc.

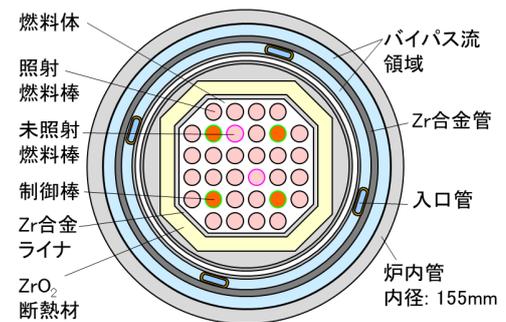


図 1 試験体の横断面

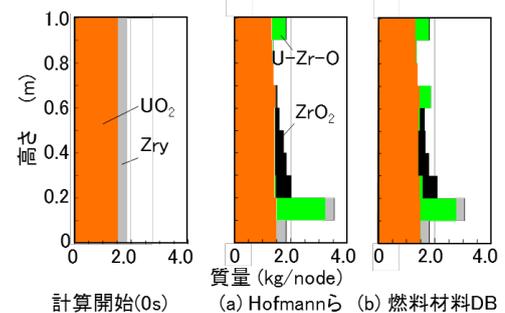


図 2 軸方向の燃料棒材料の質量

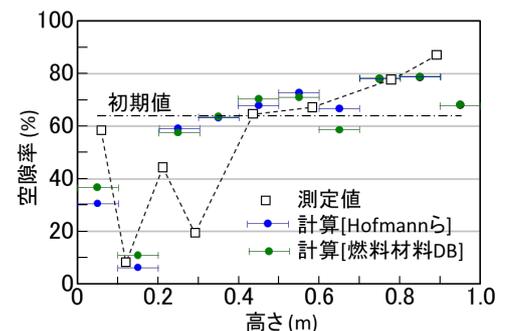


図 3 軸方向の空隙率