

軽水炉シビアアクシデント挙動模擬のためのプラズマ加熱試験技術の開発 (2)H27年度の成果とまとめ

Development of plasma heating technology for simulation of LWR severe accident behavior

(2) Outcomes of JFY2015

*阿部 雄太¹, 佐藤 一憲¹, 中桐 俊男¹, 永江 勇二¹, 石見 明洋¹

¹国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

原子力機構では、模擬燃料集合体のプラズマ加熱試験で使用を予定している非移行型プラズマトーチ加熱の適用性を確認するため、BWR 炉心の基本構成要素（燃料ロッド、チャンネルボックス、制御棒ブレード、下部支持構造）からなる中規模試験体を製作し、加熱時の試験体内温度分布等を確認する試験(Phase II)を実施した。また、小規模試験体加熱試験(Phase I)で用いた試験体の X 線 CT による撮像及び熔融物の元素分析を実施した。これらにより試験・分析技術の適用性を確認した。

キーワード:シビアアクシデント、非移行型プラズマ加熱、炉心物質移行挙動(CMR)、福島第一原子力発電事故

1. 緒言 原子力機構では、BWR シビアアクシデント事故時に制御棒及び燃料ロッドが熔融・流下し、炉心支持板を含む下部支持構造部が破損する挙動を調査するため、模擬燃料集合体のプラズマ加熱試験を計画している。本研究では、非移行型プラズマトーチによる加熱技術及び加熱後試験体の分析技術の適用性を確認するため、小規模試験体加熱試験(Phase I)[1]及び中規模試験体加熱試験(Phase II)を実施した。本報では、Phase II 試験で得られた軸方向温度分布、Phase I 試験体の X 線 CT 撮像及び元素分析の結果について報告する。

2. 中規模試験体加熱試験(Phase II)での試験体内温度分布

BWR 炉心の基本的な構成要素（燃料ロッド、チャンネルボックス、制御棒ブレード、下部支持構造）からなる中規模試験体を、酸素濃度数%以下の雰囲気下で上部から非移行型プラズマで加熱する試験を実施し、実機事故時に想定される 2,000K/m 以上の非常に大きな軸方向温度分布を得られることを確認した(図 1)。一方で低酸素濃度下では電極の劣化のために加熱状態が不安定となったが、電極材料の変更により解決可能であることを別途確認した。H28 年度中に同規模の試験体を用いた低酸素環境下試験(Phase III)を実施し、熔融物の移行挙動等の調査を実施する予定である。

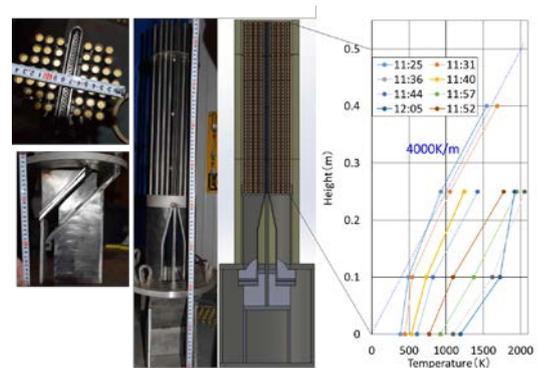


図 1 中規模試験体及び加熱時軸方向温度分布

3. 小規模試験体(Phase I)の X 線 CT 撮像及び元素分析

加熱後の試験体内部の状態を非破壊で観察するため X 線 CT による撮像を実施した。また、試験体上部に形成されたプール状固化物や流下した金属状固化物の EPMA や EDX による元素分析を実施した。図 2 に X 線 CT による縦断面像(左図)及び EPMA による酸素濃度分布(右図)を示す。これらから、低温であった未熔融ジルコニアペレット間の熔融物は酸素濃度が非常に少なく、ほぼ金属成分から構成されていることがわかる。これは低融点の金属系熔融物が凝固せずに低温部まで到達したためと考えられる。一方、プール状固化物の上部に残るジルコニアペレットの表面は浸食されており、EDX の結果によるとプール状固化物の上部は比較的酸素濃度が高く、ジルコニアペレットの一部は熔融していることが確認できた。

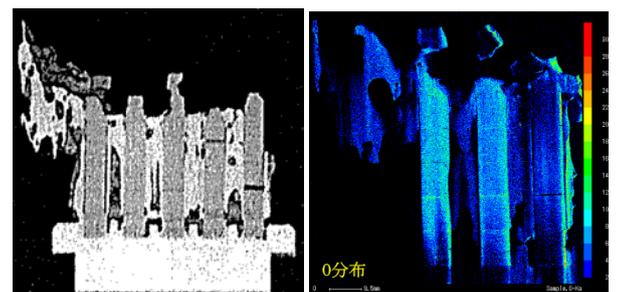


図 2 Phase I 試験体の X 線 CT 像 (左図) 及び EPMA による酸素濃度分布 (右図)

4. 結言 原子力機構で計画している模擬燃料集合体加熱試験で使用を予定している非移行型プラズマによる加熱技術、X 線 CT による撮像技術及び EPMA による元素分析技術等の試験・分析技術の適用性を確認し、試験実施の見通しを得た。

参考文献 [1] Abe, Y. et al., ICONE24-60249, (2015)

*Yuta Abe¹, Ikken Sato¹, Toshio Nakagiri¹, Yuji Nagae¹ and Akihiro Ishimi¹

¹Japan Atomic Energy Agency(JAEA).