

## プラズマ加熱試験の材料分析を用いた評価手法の確立 (1) プラズマ加熱試験の材料分析を用いた評価手法の概要

Evaluation method using material analysis of specimen in plasma heating experiment

### (1) Outline of evaluation method using material analysis of specimen in plasma heating experiment

\*阿部 雄太<sup>1</sup>, 中桐 俊男<sup>1</sup>, 佐藤 一憲<sup>1</sup>, 中野 菜都子<sup>2</sup>, 山口 英信<sup>3</sup>, 丸山 信一郎<sup>4</sup>

<sup>1</sup>原子力機構, <sup>2</sup>㈱化研, <sup>3</sup>㈱日産アーク, <sup>4</sup>三井住友建設㈱

原子力機構では福島第一事故時の事象推移解明に向けた非移行型プラズマ加熱を用いた BWR シビアアクシデント時に起こる炉心物質の下部プレナムへの移行挙動(CMR)に着目した試験を実施している。本報告では模擬試験体を用いて開発した加工技術と WDX による B 及び O の濃度分布について報告する。

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、福島第一 (1F) 事故時の事象推移解明に向け、BWR シビアアクシデント(SA)時の炉心物質の下部プレナムへの移行挙動 (CMR) に着目し、非移行型プラズマ加熱を用いた試験を実施している<sup>1)</sup>。1F では制御材に炭化ホウ素 (B<sub>4</sub>C) が用いられており、制御ブレードが溶融落下した際に生成されるホウ化物の硬度が約 13GPa~20GPa と高いことが分かっている<sup>2)</sup>。したがって、デブリ取り出し方法の検討や再臨界特性の評価を行うために、制御材であるホウ素(B)の分布が重要である。しかし、既存の SA 研究<sup>3)</sup>及びセラミックに用いられる誘導結合プラズマ質量分析装置による B の定量分析では測定箇所が限られ、必ずしも事象推移を特徴付ける代表点を測定できない。また、試験体サイズが大きく (1m×300mmφ)、ホウ化物を含むため硬度も高いため、その加工技術も課題となる。

**2. 試料の加工:** 分析した試料は、BWR 炉心の基本構成要素からなる模擬試験体 (H27 年度加熱試験体) を用いた。本試料は、試験体を大洗研究開発センターにある高出力 X 線 CT(9MeV)で撮像した後、分析のため 9cm×9cm にアブレイシブウォータージェット(AWJ)で切断し、片面ポリッシュ機で表面凹凸を 10μm 以下に加工したものである。切断手

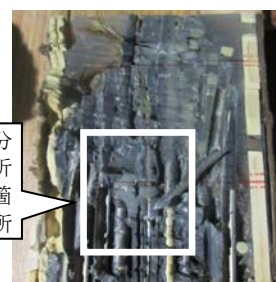


図 1 模擬試験体切断面

法は、国内外の原子炉廃止措置において水中及びセラミックス(アルミナ等)による厚板切断の実績を有する AWJ 切断を用いた。なおホウ化物の溶融部分のような切断が困難な場合は、①往復運動及び②従来工法方式より数倍切断能力が高いアブレイシブ・サスペンション ジェット方式を用いて、材料分析用に切断及び研磨加工が実施できる大きさまで切断した (図 1)。

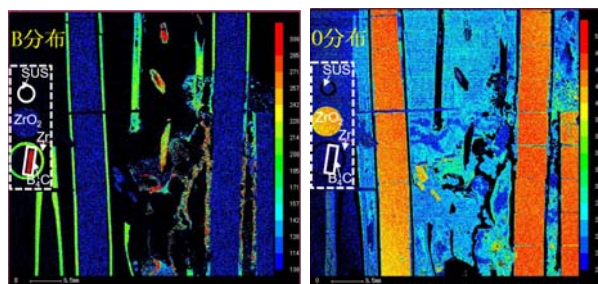


図 2 模擬試験体の EPMA によるホウ素 (左図) 及び酸素 (右図) 濃度分布

**3. 試料の分析方法:** レーザー光を固体表面に照射し ICP-MS

で測定する LA-ICP-MS と WDX を組み合わせて試料の B/M を算出した。Zr の存在比が多い場合、WDX による B の測定では、Zr の MZ 線の裾の影響が出る。そこで、Zr の元素マッピングを用いて MZ 線の裾による影響を、画像解析ソフトウェアの Image J を用いて取り除く処理を B の元素マッピングに施した。

**4. 測定結果:** WDX の元素マッピングを図 2 に示す。B 及び O の濃度分布から制御材の溶融移行挙動等が確認できた。これらの結果は、WDX 及び LA-ICP-MS による B/M でも裏付けられている。今後はプラズマ加熱試験における炉心物質の下部プレナムへの移行挙動の評価に本手法を適用していく。

参考文献[1] Abe, Y. et al., ICAPP-17646, (2017), [2] Takano, M. et al., J. Nucl. Sci. Technol, 51, (2014), [3] T. Haste et al., Nucl. Eng. Des. 239 (2009)

\*Yuta Abe<sup>1</sup>, Toshio Nakagiri<sup>1</sup>, Ikken Sato<sup>1</sup>, Natsuko Nakano<sup>2</sup>, Hidenobu Yamaguchi<sup>3</sup> and Shinichiro Maruyama<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency (JAEA), <sup>2</sup> Kaken, <sup>3</sup> Nissan ARC, <sup>4</sup> SUMITOMO MITSUI CONSTRUCTION