

## 静的デブリ冷却システムの開発 (6) 耐熱材の溶融デブリ耐浸食性評価

### Development of Passive Debris Cooling System

#### (6) Erosion Resistance of Heat Resistant Materials by Molten Debris

\*窪谷 悟<sup>1</sup>, 高橋 優也<sup>1</sup>, 西岡 佳朗<sup>1</sup>, 榊 勲<sup>2</sup>, 藤井 正<sup>3</sup>, 辻 隆文<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東芝, <sup>2</sup>元東芝, <sup>3</sup>日立 GE, <sup>4</sup>中部電力

静的デブリ冷却システムは、圧力容器から落下した溶融炉心（デブリ）を格納容器底部に敷設した耐熱材により安定的に保持・冷却することを目的としており、高融点の耐熱材の敷設が必要である。2000℃超の溶融デブリと耐熱材との反応性の差異を明らかにするとともに、有力な候補材である ZrO<sub>2</sub> 耐火材の耐浸食性を評価した。

**キーワード**：溶融炉心，耐熱材料，耐浸食性，二酸化ジルコニウム

#### 1. 概要

溶融炉心の保持・冷却のため敷設する耐熱材については、融点や溶融炉心成分との反応性等から、MgO、BN、ZrO<sub>2</sub> 等の候補材を選定している<sup>[1]</sup>。還元性の高い UO<sub>2</sub> 並びに Zr を含む溶融デブリと各候補材の反応性の差異を明らかとし、有力な候補材である ZrO<sub>2</sub> 耐火材の耐浸食性を評価した。

#### 2. 実験方法

本試験ではカザフスタン国立原子力センターの VCG-135 を使用し<sup>[1]</sup>、図 1 に示す、るつぼの底部に耐熱材候補材の試験片を設置し、その上部に UO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub> と Zr からなるデブリ粒子を充填した。誘導加熱によりデブリを 2000~2200℃程度まで加熱溶融し、加熱中の状態をるつぼ上部の孔より観察した。

#### 3. 反応性、耐浸食性評価結果

MgO 耐熱材や BN においては、試験後のるつぼ外にデブリが漏洩している状況が確認され、デブリとの反応性が高いことが確認された。一方で ZrO<sub>2</sub> 耐熱材においては、デブリの漏洩や、加熱中の明瞭なガス発生は確認されず、デブリとの反応性が低い事が明らかとなった。2000~2150℃程度で約 15 分保持した後の ZrO<sub>2</sub> 耐火材の試験結果を図 2 に示す。試験片の厚さに変化は見られず、分析評価によっても試験片が浸食されていないことを確認した。解析手法<sup>[2]</sup>による平衡状態図に依れば、デブリ中には Zr を多く含む、酸化度が低い液相が形成される温度条件であるが、浸食が確認されなかったことから、ZrO<sub>2</sub> 耐火材が溶融デブリに対して、高い耐浸食性を有する事が明らかとなった。

なお、本件は中部電力(株)、東北電力(株)、東京電力ホールディングス(株)、北陸電力(株)、中国電力(株)、日本原子力発電(株)、電源開発(株)、(一財)エネルギー総合工学研究所、(株)東芝、日立 GE ニュークリア・エナジー(株)が実施した共同研究の成果の一部である。

#### 参考文献

[1] KURITA, T., et al., "Test and Evaluation Plan for Passive Debris Cooling System", ICNRP2013, 2013

[2] TAKAHASHI, Y., et al., "Development on Applying Phase Diagram to Evaluation Method of Refractory Layer Erosion for Passive Debris Cooling System", ICAPP2016, 2016

\*Satoru Kuboya<sup>1</sup>, Yuya Takahashi<sup>1</sup>, Yoshiro Nishioka<sup>1</sup>, Isao Sakaki<sup>2</sup>, Tadashi Fujii<sup>3</sup> and Takafumi Tsuji<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Toshiba Corporation, <sup>2</sup>Retired Toshiba Corporation, <sup>3</sup>Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd., <sup>4</sup>Chubu Electric Power co., Inc.,

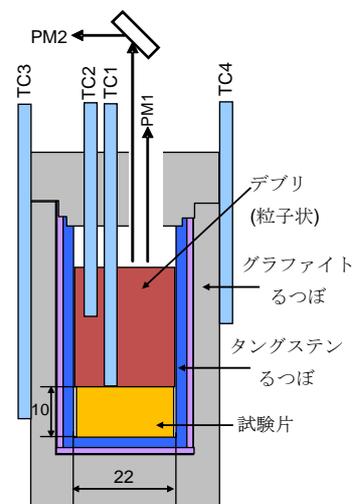


図 1 試験系模式図



図 2 ZrO<sub>2</sub> 耐火材の試験結果