

# 福島第一原子力発電所の燃料デブリ分析・廃炉技術に関わる研究・人材育成

## (25) X線CTによる模擬燃料デブリの空隙率評価

Research and human resource development for analysis of fuel debris and decommissioning technology of Fukushima Daiichi nuclear power plants

(25) Porosity evaluation of simulated fuel debris using X-ray computed tomography

\*蔡 典修<sup>1</sup>, 石見 明洋<sup>1</sup>, 勝山 幸三<sup>1</sup>, 宇埜 正美<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 日本原子力研究開発機構, <sup>2</sup> 福井大学

模擬燃料デブリ (UO<sub>2</sub>溶融固化体) の X 線 CT による空隙率評価結果について報告する。模擬燃料デブリの空隙形成は、溶融固化体の内容物及び形成条件 (冷却速度) によって異なることを明らかにした。

**キーワード:** 模擬燃料デブリ, X 線 CT, 空隙率

### 1. 緒言

燃料デブリの空隙率と物性の相関研究の一環として、本研究では、平成 27 年度より模擬燃料デブリ等の X 線コンピュータ断層撮像 (X 線 CT) [1]を実施し、空隙の形成状況を確認すると共に空隙率を評価してきた。本報告では最終年度 (平成 31 年度) の評価結果を中心に、模擬燃料デブリの X 線 CT による空隙率評価結果について 5 年間の成果を報告する。

### 2. 試験内容

本研究では、冷却速度の異なる UO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、UO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZrO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、UO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZrO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SUS、UO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZrO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZrB<sub>2</sub>等の数種類の模擬デブリ試料 (UO<sub>2</sub>溶融固化体) [2]を X 線 CT で撮像した。CT 撮像結果を用いて、試料内部の空隙の形成状況等を観察し、その空隙率を評価した。

### 3. 試験結果

構造材を添加した UO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZrO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SUS 試料 (冷却速度 10 °C/min) では、横断面 CT 画像及び側面透過像から、るつぼ内で試料部が上下に分離している現象が見られた (図 1(a))。このような上下分離現象は平成 30 年度と同種類試料 (冷却速度 120 °C/min) でも確認された。

一方、UO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZrO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZrB<sub>2</sub>試料 (冷却速度 60 °C/min) では、横断面 CT 画像から試料部で多数の空隙の発生 (図 1(b)) が確認された。同種類試料の空隙率評価結果は約 19% (冷却速度 10 °C/min) から約 38% (冷却速度 120 °C/min) であり、空隙率と冷却速度の間に相関関係が見られた。

このほか、各年度の試料の X 線 CT 撮像結果により、模擬燃料デブリの内容物及び形成条件 (冷却速度) によって、空隙の形成状況が異なることが分かった。[3,4]

本研究は文部科学省の英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業による委託事業である平成 27-31 年度「福島第一原子力発電所の燃料デブリ分析・廃炉技術に関わる研究・人材育成」の成果である。

**参考文献** [1] Ishimi A, et al., J. Nucl. Sci. Technol. 2012;49(12):1144-1155. [2] 鬼塚 貴志 他、日本原子力学会 2018 年秋の大会 1D02。[3]石見 明洋 他、日本原子力学会 2017 年秋の大会 3J07。[4] 石見 明洋 他、日本原子力学会 2019 年秋の大会 3E07。

\*Tien-Hsiu Tsai<sup>1</sup>, Akihiro Ishimi<sup>1</sup>, Kozo Katsuyama<sup>1</sup> and Masayoshi Uno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency, <sup>2</sup>Univ. of Fukui

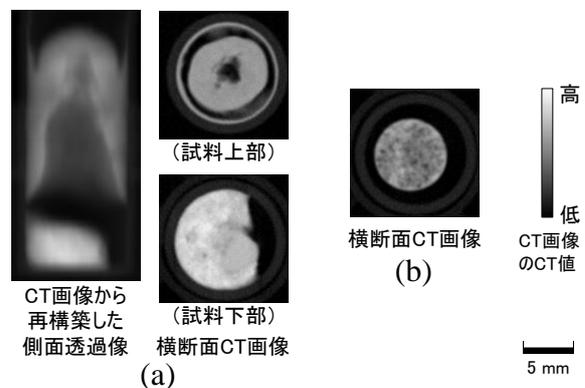


図 1 試料の撮像結果 (平成 31 年度撮像)

(a) UO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZrO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SUS  
(b) UO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZrO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZrB<sub>2</sub>