

## 燃料デブリの性状把握(28'A)

### (7) 燃料デブリとステンレス鋼の高温挙動

Characterization of Fuel Debris (28'A)

(7) High-temperature behavior of fuel debris and stainless steel

\*高橋 優也<sup>1</sup>, 川野 昌平<sup>1</sup>, 林 貴広<sup>1</sup>, 浅野 真毅<sup>1</sup>, 豊原 尚実<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IRID (東芝)

金属セラミックス不均一固化体の境界部における高温時の材料挙動を評価するため、カザフスタン国立原子力センターと共同で実施した模擬デブリ試験について報告する。

**キーワード:** 福島第一原子力発電所、燃料デブリ、 $UO_2$ 、金属、ステンレス鋼、セラミックス、材料特性

**1. 緒言** スリーマイル島原子力発電所 2 号炉の燃料デブリ取り出しにおいて、金属セラミックス不均一固化体の加工が困難を極めたとの報告がある<sup>[1]</sup>。また、福島第一原子力発電所燃料デブリの性状予測のために実施したカザフスタン国立原子力センター (NNC) での大型模擬デブリ試験においても、金属板が熱により熔融し、燃料デブリの隙間に浸透し、金属とセラミックスが一体化した構造になることが確認されている<sup>[2]</sup>。これらの金属セラミックス不均一固化体の性状を把握するため、金属 (ステンレス鋼) とセラミックス (燃料デブリ) との境界部における材料挙動を評価する試験を実施した。

**2. 目的と方法** 小型模擬デブリ試験により、加熱温度、高温保持時間、化学成分が燃料デブリとステンレス鋼との境界部での反応挙動に及ぼす影響を把握した。図 1 に試験体系および試験後の断面図の一例を示す。予め熔融固化して作製した燃料デブリサンプルから円柱状サンプル(直径 11 mm, 高さ 12 mm)を採取し、その周囲にステンレス鋼である SUS304 小片を充填した後、所定温度に加熱し、熔融金属と燃料デブリとの境界部の反応生成物を評価した。試験温度は加熱温度 1300~1600°C、高温保持時間 5~120 分、化学成分として熔融燃料の組成を炉心の平均重量比 ( $UO_2$ :71.5%, Zr:27.8%,  $B_4C$ :0.7%)あるいは Zr の原子数が 1/2 酸化を想定した重量比 ( $UO_2$ :68.2%, Zr:13.2%,  $ZrO_2$ :17.9%,  $B_4C$ :0.7%)とした。

**3. 結果・考察** 図 2 にステンレス鋼と燃料デブリとの境界部における EDS 線分析と硬さ測定の結果を示す。セラミックスである燃料デブリ相に Fe の拡散が確認された。燃料デブリ相の硬さは 600~1200HV となっており、セラミックス単体の硬さの範囲内であり、顕著な硬さ上昇はなく、切削等の機械的加工を阻害すると考えられる特異な硬化層は確認されなかった。Fe の拡散幅は、1500°C 以上において、温度および時間とともに増大する傾向を示した。また、化学成分では  $ZrO_2$  が多い組成の場合、Fe の拡散相が減少していた。Zr-Fe の状態図から金属 Zr と Fe との共晶による融点の低下が考えられ、拡散促進の一要因として挙げられる。

**参考文献** [1] 渡会他、原子力学会誌、Vol.32 No.4, 388, (1990)

[2] 川野他、原子力学会 2016 秋の大会、「燃料デブリの性状把握(28'A)(6)カザフスタン NNC における  $UO_2$  を用いた大型模擬デブリ試験」

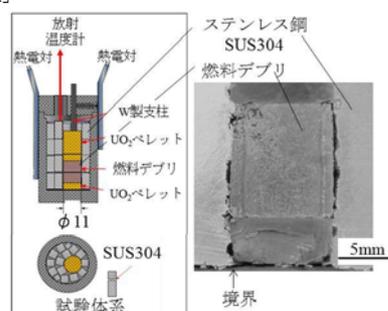


図 1 試験体系および試験後断面の一例

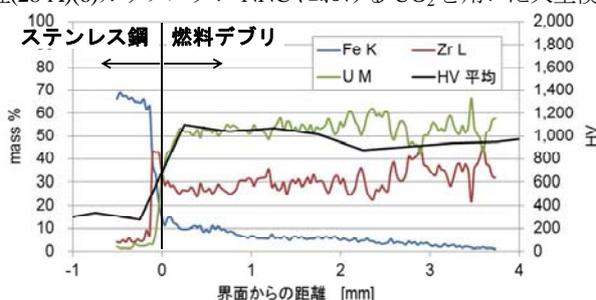


図 2 ステンレス鋼と燃料デブリとの境界部における EDS 線分析と硬さ測定結果; 加熱条件:1600°C, 5 分, デブリ成分: $UO_2$ :71.5%, Zr:27.8%,  $B_4C$ :0.7%

\*Yuya Takahashi<sup>1</sup>, Shohei Kawano<sup>1</sup>, Takahiro Hayashi<sup>1</sup>, Masaki Asano<sup>1</sup> and Masumitsu Toyohara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IRID (Toshiba Corp.)

本件は、IRID が補助事業者として実施した平成 26 年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金 (燃料デブリの性状把握)」に係る補助事業の成果の一部を取りまとめたものである。