

## Zircaloy/SUS および Inconel 反応による BWR 構造物初期溶融反応実験

Initial melting reaction mechanism of BWR structural material with Zircaloy/Steel or Inconel

\*伊藤 あゆみ<sup>1</sup>, 安井 伸太郎<sup>1</sup>, 小林 能直<sup>1</sup>,

坂本 寛<sup>2</sup>, 伊東 賢一<sup>3</sup>, 平井 睦<sup>3</sup>, 溝上 暢人<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京工業大学, <sup>2</sup>日本核燃料開発, <sup>3</sup>東京電力 HD

沸騰水型軽水炉(BWR)過酷事故炉心損傷事象におけるジルコニウム合金とステンレス鋼およびインコネルの溶融を伴う反応条件と形成組織の相関および反応機構を明らかにするために、予め酸化処理を施した Zircaloy4 と SUS316 および Inconel718 による拡散対反応実験を実施し、走査型電子顕微鏡とエネルギー分散型 X 線分析(SEM/EDS)による組織観察および粉末 XRD 分析による相同定を行った。

**キーワード**：福島第一原子力発電所事故，燃料集合体破損，Zircaloy4，SUS316，Inconel718

### 1. 緒言

福島第一原子力発電所 2 号機のペダスタルに確認された一部未溶融な状態の上部タイプレートは燃料集合体の Zircaloy を支持するステンレス製またはインコネル製金具と反応して分離した可能性がある。本研究では、事故進展で局所的に発生しうる異種合金の接触による溶融現象の反応機構を明らかにするために、Zircaloy4/SUS316 および Zircaloy4/Inconel718 から成る拡散対反応実験を実施した。試験後試料の組織観察と相同定から、相関係および反応機構について新しい知見を得た。

### 2. 実験

事故発生時の BWR 通常運転時を模擬するため Zircaloy4 は予め 1050 °C の Ar/O<sub>2</sub> ガスを一定時間通気させて表面に 50 μm (±5 μm) の酸化膜を作製した。酸化処理した Zircaloy4 を SUS316、または、Inconel718 板材を貼り合わせて拡散対試料とした。拡散対試料を 1300 °C まで加熱した電気抵抗炉に装填し、Ar 雰囲気にて一定時間(15~60 分)保持した後、水中急冷した。取り出した試料の反応断面を SEM/EDS によって組織観察および元素分析を実施した。一部の試料について界面近傍を削り取り粉末 XRD 分析を実施して相同定を行った。

### 3. 結果及び考察

図 1 に Zircaloy4/Inconel718 拡散対を 40 分保持した試料の断面反射電子像(BSE)を示す。界面位置を示す溶け残った ZrO<sub>2</sub> 酸化膜は反応前界面位置に比して大きく Inconel 側に浸食している。一方、Zircaloy4/SUS316 拡散対の場合は、同じ保持時間では Inconel ほどの浸食を呈することはない。これは、Zircaloy4/SUS316 反応においては(Fe,Cr)-Zr 反応が主体になることにより、Zircaloy4/Inconel718 にみられる(Ni,Fe)-Zr 反応よりも固相析出しやすいからであると考えられる。

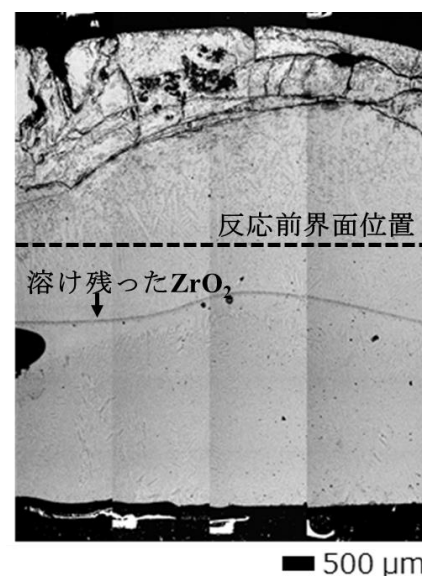


図 1. Zircaloy4/Inconel718 断面 BSE 像

### 謝辞

本研究は、東京電力ホールディングス株式会社との「TEPCO 廃炉フロンティア協働研究拠点」で得られた成果の一部です。

<sup>1</sup>Ayumi Itoh<sup>1</sup>, Shintaro Yasui<sup>1</sup>, Yoshinao Kobayashi<sup>1</sup>, Kan Sakamoto<sup>2</sup>, Kenichi Ito<sup>3</sup>, Mutsumi Hirai<sup>3</sup> and Masato Mizokami<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tokyo Institute of Technology, <sup>2</sup>Nippon Nuclear Fuel Development Co., Ltd., <sup>3</sup>Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc.