

軽水炉利用高度化に対応した線量率低減技術の開発  
(11) 酸化チタン注入適用時の燃料被覆管へのクラッド付着挙動評価

Development of Dose Rate Reduction Technology for Improving LWR Utilization

(11) Evaluation of Crud Deposition Behavior on Fuel Cladding Surface under TiO<sub>2</sub> Injection Condition

\*根岸 孝次<sup>1</sup>, 原 宇広<sup>1</sup>, 洞山 祐介<sup>1</sup>, 青井 洋美<sup>1</sup>, 稲垣 博光<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東芝エネルギーシステムズ, <sup>2</sup>中部電力

再稼働後の沸騰水型原子炉（BWR）の配管線量率評価のための腐食生成物挙動評価モデルについて、入力パラメータである燃料表面への金属付着係数に対する酸化チタンの影響について評価した。

キーワード：燃料被覆管、被ばく低減、クラッド、酸化チタン、付着、腐食生成物

**1. 緒言** 再稼働後の BWR では、予防保全対策として酸化チタン注入が候補の一つとして挙げられている。本研究では、酸化チタンが付着した燃料被覆管表面での Ni および Co の付着挙動について評価した。

**2. 実験** 試験片とする BWR 燃料被覆管材(Zry-2)をヒータピンに被せ、高温高圧ループと接続した小型オートクレープ内に装填した。入口温度 280℃/出口温度 286℃、圧力 7MPa、出口蒸気クオリティ<10%、平均熱流束 150kW/m<sup>2</sup>、とし 100h の連続試験を実施した。

試験は、BWR 水素注入時水質（HWC）条件で Co イオン濃度を 2 条件、試験片表面への予めの酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）の付着あり/なし 2 条件として計 4RUN 実施した（表 1）。試験後、付着した金属量および残留した酸化チタン量を蛍光 X 線分析により定量し、さらに試験片の表面状態を SEM/EDX で観察した。

**3. 結論** SEM/EDX の元素分析結果から、RUN1、3（TiO<sub>2</sub> なし）の試験で沸騰濃縮により析出した酸化物は NiO と推察した。一方、RUN2、4（TiO<sub>2</sub> あり）では一部の TiO<sub>2</sub> と Ni が反応し NiTiO<sub>3</sub> が生成したと推察した。RUN1、3 に関しては金属付着量（μg/cm<sup>2</sup>）を試験水中濃度（μg/cm<sup>3</sup>）と試験時間（h）で割った値を付着係数（cm/h）とし、Co と Ni の付着係数の比を算出した（図 1）。RUN2、4 に関しては酸化物の酸への溶解性の違いに注目し、別途、NiO と NiTiO<sub>3</sub> の試薬粉末を用いた試験により各酸化物の溶解速度を求め、この溶解速度に基づき、析出した酸化物に関しても試薬粉末試験

と同条件、同一時間で溶解した溶液に含まれる金属量を NiO と NiTiO<sub>3</sub> に分配し、RUN1、3 と同様に酸化物ごとの Co と Ni の付着係数の比を算出した（図 1）。その結果、TiO<sub>2</sub> の有無で NiO への Co 取り込み挙動は変化せず、生成した NiTiO<sub>3</sub> の Co 取り込み率は NiO と同等だが、酸化物中の Co の溶解度が Ni よりも小さいため Co/Ni 付着係数比は NiO よりも高くなったと推定した。本結果を腐食生成物挙動評価モデルに組み込むことで酸化チタン注入適用時の配管線量率評価が可能となる。なお、本研究は電力共通研究「軽水炉利用高度化に対応した線量率低減技術の開発（フェーズ 2）」の成果の一部である。

表 1 試験条件

| RUN | DO/DH/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub><br>(ppb) | Ni/Co<br>(ppb) | TiO <sub>2</sub><br>付着 |
|-----|----------------------------------------------|----------------|------------------------|
| 1   | 30/50/300                                    | 50/2           | なし                     |
| 2   |                                              |                | あり                     |
| 3   |                                              | 50/1           | なし                     |
| 4   |                                              |                | あり                     |

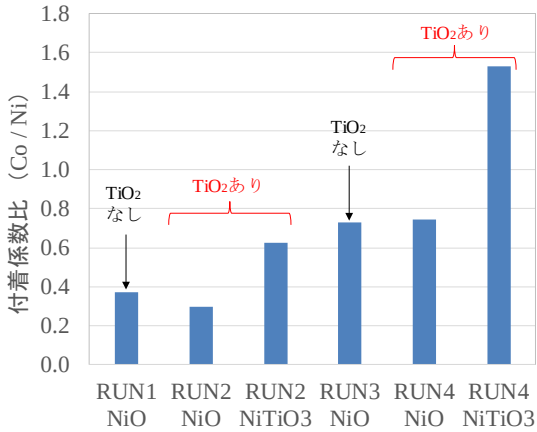


図 1 NiO および NiTiO<sub>3</sub> 中の Co/Ni の付着係数比

\*Koji Negishi<sup>1</sup>, Takahiro Hara<sup>1</sup>, Yusuke Horayama<sup>1</sup>, Hiromi Aoi<sup>1</sup> and Hiromitsu Inagaki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation, <sup>2</sup>Chubu Electric Power Co., Inc.