

# 放射線誘起表面活性効果を用いた超臨界圧軽水冷却炉の基盤技術研究 (第6報 $\gamma$ 線照射後金属材料の濡れ性計測)

Research on fundamental technology for SCWR based on RISA  
(6th report, Wettability measurement of metal after  $\gamma$ -ray irradiation)

\*三好 徹<sup>1</sup>, 平山 龍太郎<sup>2</sup>, 井原 智則<sup>2</sup>, 波津久 達也<sup>2</sup>, 賞雅 寛而<sup>2</sup>, 師岡 慎一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>早稲田大学, <sup>2</sup>東京海洋大学

圧力 11~14MPa、温度 20~300°C の高温高压条件において、 $\gamma$ 線照射後金属材料の液滴接触角計測を実施し、放射線誘起表面活性効果による濡れ性への影響を評価した。

**キーワード**：超臨界圧軽水冷却炉、伝熱促進、濡れ性、放射線誘起表面活性

## 1. 背景、目的

SCWR は、第4世代原子炉としての概念炉設計研究が進められている<sup>[1]</sup>。一方 RISA は、放射線照射下で基盤材料及び酸化被膜表面の電氣的相互作用により濡れ性改善や防食効果、熱伝達向上を生ずる現象であり、プール沸騰限界熱流束が向上することが確認されている<sup>[2][3]</sup>。

本研究の目的は、高温高压下での RISA 効果による濡れ性への影響を実験的に評価し、SCWR の基礎的  
設計指針および安全向上に寄与することである。

## 2. 試験

### 2-1. 試験装置および試験方法

試験体系を Fig. 1 に示す。本試験では試料中心の穴にシリンジを通すことで、試料下部から液滴を注入している。その液滴を横から撮影し、画像解析により接触角を計測することで濡れ性を評価した。材料は SUS304、PNC1520 を用いた。これらはともに SCWR 燃料被覆管の候補材である。温度は常温から 300°C までとし、圧力は窒素を封入することで最大 14MPa まで試験を実施した。

本試験では以下の 3 種類の試料について接触角計測を行った。(1) 非照射試料、(2) Co60- $\gamma$ 線を積算線量約 770kGy 照射した試料、(3) 超臨界条件で表面酸化処理後、同様に照射した試料。

### 2-2. 試験結果・考察

非照射、 $\gamma$ 線照射、表面酸化処理後  $\gamma$ 線照射の試料について、290°Cでの接触角を比較したグラフを Fig. 2 に示す。生材に  $\gamma$ 線照射をおこなった場合、常温では RISA 効果による濡れ性向上が確認されたが、290°C以上の高温下ではほぼ見られなかった。一方、酸化処理によって高温下での RISA 効果による濡れ性向上効果が明らかになった。これは材料表面上の酸化被膜が影響したと考えられる。RISA 効果による濡れ性向上は金属酸化被膜に水酸化基が吸着することで生じる。表面に酸化処理を施したことで、生材に比べ安定した厚い酸化被膜が形成されたことが RISA 効果増大の要因となったと考えられる。

## 3. 結論

RISA による濡れ性向上効果が確認できた。また、表面に形成する酸化被膜が RISA の発現に大きく影響することが明らかにされた。

## 参考文献

- [1] 岡他, 日本原子力学会誌, 37-9, 766-795 (1995) [2] 賞雅他, 日本機械学会年次大会講演論文集 133-134 (2007-9)  
[3] 波津久他, 機論(B編)75巻758号 (2009-10) [4] 三好他, 日本原子力学会 2017年春の年会 予稿集 2G23 (2017-3)  
[5] 三好他, 日本原子力学会 2017年秋の大会 予稿集 1J04 (2017-9)

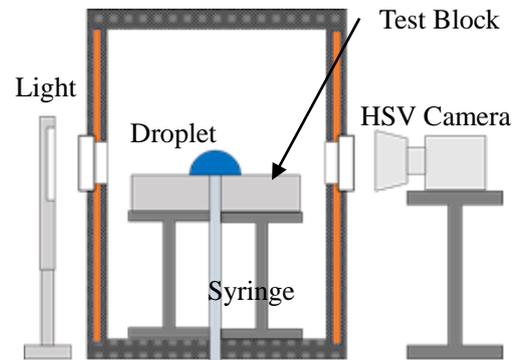


Fig. 1 試験装置概要

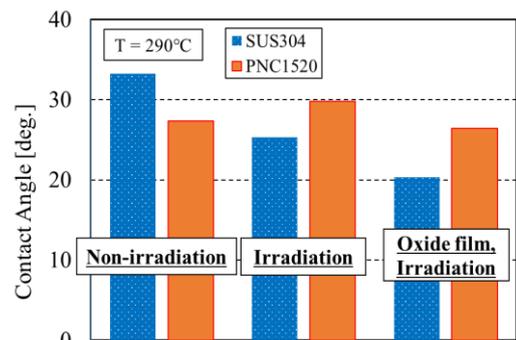


Fig. 2 材料の種類および酸化処理による RISA への影響

\*Toru Miyoshi<sup>1</sup>, Ryutarō Hirayama<sup>2</sup>, Tomonori Ihara<sup>2</sup>, Tatsuya Hazuku<sup>2</sup>, Tomoji Takamasa<sup>2</sup> and Shinichi Morooka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Waseda Univ., <sup>2</sup>Tokyo Univ. of Marine Science and Technology