

放射線誘起表面活性効果を用いた超臨界圧軽水炉の基礎技術研究

第10報 RISA 材料における表面微細組織の定量分析

Research on fundamental technology for SCWR based on RISA

10th report, Quantitative analysis of surface microstructure in RISA material

*叶野 翔¹, 楊 会龍², John McGrady¹, 井原 智則², 波津久 達也², 阿部 弘亨¹

¹東京大学, ²東京海洋大学

超臨界圧軽水冷却炉の燃料被覆管の候補材料である PNC1520 材に対し、放射線誘起表面活性効果により表面濡れ性の改善が確認された試料の顕微ラマン分光や表面走査顕微鏡観察を実施し、RISA 材料の表面微細組織の定量評価を実施した。

キーワード：放射線誘起表面活性効果, 超臨界圧軽水炉, 照射効果, 濡れ性

1. 緒言

超臨界圧軽水炉 (SCWR) は第 4 世代原子炉であり、この炉心設計に放射線表面誘起活性 (RISA) 効果を応用するための研究開発が進められている。RISA 効果は金属表面に存在する酸化被膜にバンドギャップ以上のエネルギーの放射線が照射されることで、被膜内部で電子正孔対の偏在化が生じ、これによる表面の濡れ性や耐食性等の機能改善に貢献する。前報までの研究取組では、種々金属ならびに照射条件下における RISA 効果の発現度合を中心に報告してきたが、この機構論的な解釈については未だ不十分であったことから、本研究では、RISA 効果による濡れ性変化と表面微細組織変化との相関関係を明らかにすること目的とし、RISA 材料の表面微細組織観察を行った。

2. 実験内容

供試材として SCWR 候補材である PNC1520 と比較材の SS304 に対し、大気雰囲気下において 773 K で 24 hr の酸化処理を施し、鏡面研磨後に室温、大気条件下において UV (4.48 eV) ならびに、 γ 線 (1.33 MeV) 照射を行った。その後、冷暗所保持による水滴接触角の変化と顕微ラマン分光ならびに走査プローブ電子顕微鏡を用いた表面微細組織を通し、濡れ性と表面微細組織とを相関付けた評価を行った。

3. 結言

ラマン分光解析結果より、UV ならびに γ 線照射によって濡れ性が改善した両試料において、 H_2O 由来のラマンバンド強度が増加することを確認した。これは、RISA 効果による試料の親水化により、大気中の水分が試料表面で安定化し、試料表面の H_2O 濃度 (量) が増加したことに由来していると理解される。また、照射後、試料を冷暗所保存することで、これまでと同様に濡れ性が低下したが、これに伴い、 H_2O 由来のラマンバンド強度も低下することを確認した。これらより、RISA 効果による試料の濡れ性変化を機構論的かつ定量的表現方法として、試料表面に存在する H_2O 濃度変化が有効な指標であること見出した。なお、当日は走査プローブ電子顕微鏡による H_2O クラスタないし表面吸着水の特徴評価結果についても紹介し、濡れ性と表面微細組織変化との相関関係について報告する。

*Sho Kano¹, Huilong Yang¹, John McGrady¹, Tomonori Ihara², Tatsuya Hazuku², Hiroaki Abe¹

¹The University of Tokyo, ²Tokyo University of Marine Science and Technology Lab.