

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13報 UVならびに γ 線照射によるRISA材料の表面組織評価

Research on fundamental technology for SCWR based on RISA

13th report, Surface microstructure analysis of RISA material due to the UV and γ -ray irradiation

*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、UVや γ 線照射によって放射線誘起表面活性効果(RISA)を発現させ、これら試料に対し、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を定量的に評価した。

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

これまでに本研究グループでは、第4世代原子炉である超臨界圧軽水炉(SCWR)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基礎研究開発を進めている。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る。これらより、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、酸化処理を施したオーステナイト系ステンレス鋼にUVならびに γ 照射を行い、照射前後における表面組織評価を行った。

2. 実験内容

供試材としてSCWR候補材であるPNC1520に対し、773 Kの大気酸化処理材、ならびに、783 Kにおいて36 MPaの超臨界圧水暴露処理材を作製し、大気条件下においてUVならびに、 γ 線照射を行った。照射後の試料は冷暗所保持し、水滴接触角の回復挙動を評価する伴に、顕微ラマン分光や赤外吸光分光(FT-IR)、走査プローブ顕微鏡(SPM)を用いた表面組織評価を行った。

3. 結言

照射前の水滴接触角は酸化処理材とSCW材で共に80-90°であり、ここに、UVならびに γ 線照射により、水滴接触角が<20°まで変化した。照射後試料のSPM観察より、試料表面での低吸着力域ならびに高吸着力域が存在し、この低吸着力域では、比較的厚い表面吸着水が存在していることが分かった。また、各暗所保持条件における吸着力分布を評価した結果、低吸着力域のシグナルが減少し、高吸着力域が増加した。これは、低吸着力域は、大気中の水分が試料表面で安定化したもので、暗所保持によって一部の水分が大気中に拡散し、高吸着力域に変化したと言える。このように、SPM観察より暗所保持中の試料表面の吸着水の変化を確認でき、水滴接触角と対応付けた評価から、試料の親水性変化を機構論的に表現できた。当日はラマン分光、FT-IRによる表面吸着水の評価結果についても紹介する。

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

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