

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11報 金属材料の電気化学特性に及ぼす中性子線照射の影響)

Research on fundamental technology for SCWR based on RISA
(11th report, Effect of neutron irradiation on electrochemical characteristics on metal)

*田口 涼太¹, 井原 智則¹, 波津久 達也¹, 賞雅 寛而¹, 叶野 翔², 阿部 弘亨²
¹東京海洋大学, ²東京大学

中性子線照射により放射化したステンレス材の電気化学特性（腐食電位および分極曲線）を温度 350 °C までの高温純水中において計測し、放射化前のそれらと比較した。

キーワード：超臨界圧軽水冷却炉，放射線誘起表面活性，腐食，電気化学計測

1. はじめに

第4世代原子炉として超臨界圧軽水冷却炉（SCWR）の概念炉設計研究が進められている^[1]。一方、放射線誘起表面活性（RISA）は、放射線照射下で金属材料及び酸化被膜表面の電気的相互作用により防食効果を生ずる現象である^[2]。我々は RISA による腐食特性を実験的に評価し、最終的に SCWR の基礎的設計指針に反映することを目的に研究を行っている。本報告では、中性子線照射によって放射化されたステンレス材を 350 °C、16.5 MPa までの高温高圧下で電気化学特性を計測した結果を報告する。

2. 試験装置および試験方法

本試験における電気化学計測は、前報と同じ静置型オートクレーブ（設計温度 360 °C、設計圧力 22MPa）を用いて、参照電極をオートクレーブ外に設置する外部参照電極法により実施された。試験片は 8×16×3 mm の SUS304 材であり、#2000 のエメリー紙で表面を研磨したものと、同研磨後に超臨界下（圧力 36 MPa、温度 510 °C）に 90 時間浸漬して酸化被膜を施した 2 種類の試験片が用いられた。中性子線照射による試験片の放射化は、京都大学複合原子力科学研究所の研究用原子炉において実施された。試験直前の線量は、試験片表面から 2 cm の位置で 250 $\mu\text{Gy/h}$ であった。この試験片をオートクレーブ内の純水に浸漬させる。窒素置換により純水中の溶存酸素を 50 ppb 以下まで低減させた後に温度 350 °C（飽和圧力 16.5 MPa）までの腐食電位および分極を計測し、非放射化材の測定結果と比較した。

3. 結果・考察

腐食電位の測定結果を Fig. 1 に示す。電位が安定した点での腐食電位は、非放射化試験片を用いた場合より放射化試験片を用いた場合の方が卑下している。これは、試験片の酸化膜が n 型半導体の特性を有し、放射線によって励起した電子がバンド曲がりに沿って母材側に移行することで生じたものと考えられる。Fig. 2 に分極曲線の測定結果を示す。放射化試験片の分極曲線は低電位域において電流密度が増加している。これは、酸化膜内に形成した正孔が表面側に移行することで酸化反応が促進したためと考えられる。一方、放射化試験片の高電位域における電流密度が低下しているが、これは、温度の上昇によって形成する酸化膜の構造が変化していることを示唆している。

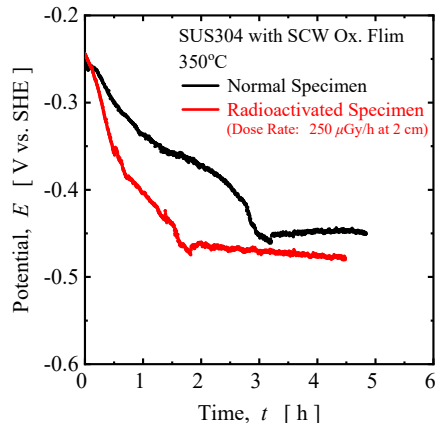


Fig. 1 Corrosion potential

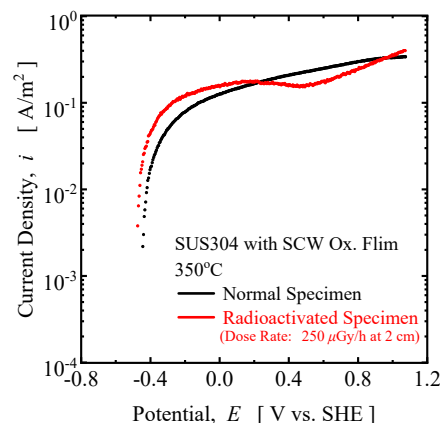


Fig. 2 Polarization curve

4. まとめ

温度 350 °C までの高温高圧下において、放射化試験片の電気化学特性を計測し、放射化試験片の RISA による腐食電位の卑化を確認した。分極曲線は放射化前後で異なる傾向を示しており、酸化物の形成状態が放射化により変化している可能性がある。今後は、放射化試験片の追加実験を行い、再現性および放射化量（線量率）の影響を確認する予定である。

参考文献

- [1] 岡芳明, 他 10 名, 日本原子力学会誌, 37-9, 766-795 (1995)
[2] 賞雅寛而, 他 3 名, 日本原子力学会誌, 49-1, 45-50 (2007)

*Ryota Taguchi¹, Tomonori Ihara¹, Tatsuya Hazuku¹, Tomoji Takamasa², Sho Kano², Hiroaki Abe²

¹Tokyo Univ. of Marine Science and Technology, ²The Univ. of Tokyo