

低放射化フェライト鋼 F82H 及び水素同位体透過低減用セラミック被覆中の 重水素滞留挙動に対するガンマ線照射効果

Gamma-Ray Irradiation Effects on Deuterium Retention Behavior in Reduced Activation Ferritic Steel F82H
and Tritium Permeation Barrier Ceramic Coatings

*中澤 章太¹, 中村 和貴¹, 藤田 光², Hans Maier³, Thomas Schwarz-Selinger³, 波多野 雄治⁴,
芦川 直子^{5,6}, 居波 渉¹, 川田 善正¹, 近田 拓未¹

¹静岡大学, ²東京大学, ³マックスプランクプラズマ物理研究所,

⁴富山大学, ⁵核融合科学研究所, ⁶総合研究大学院大学

核融合炉では構造材料中のトリチウムインベントリの詳細な予測が求められるが、ガンマ線照射環境がトリチウム滞留挙動に影響を及ぼす可能性がある。本研究では、種々の核融合炉候補材料に対して重水素曝露後にガンマ線照射試験を実施し、その後の重水素深さ分析から材料中の重水素滞留挙動を調査した。

キーワード: トリチウム, 滞留, ガンマ線, 照射, 構造材料

1. 緒言

核融合炉ブランケットにおいて、放射性同位体の安全管理と燃料効率の観点からトリチウムインベントリの低減は重要課題の一つである。これまでブランケット構造材料候補の鋼材およびトリチウム透過低減被覆の水素同位体滞留挙動が調べられてきたが、炉内の高線量率の放射線環境が滞留挙動に影響を及ぼす可能性がある。そこで本研究では、鋼材及び近年研究が進展している水素同位体透過低減用セラミックス被覆を用いて、水素同位体滞留挙動におけるガンマ線照射影響を調べた。

2. 実験手法

低放射化フェライト鋼 F82H (F82H-BA07 heat) 平板上に、マグネトロンスパッタリング法により酸化イットリウム (Y_2O_3)、炭化ケイ素 (SiC) 被覆を、また有機金属分解法により酸化ジルコニウム (ZrO_2) 被覆を作製した。未被覆及び被覆試料に対して、80 kPa の重水素に 500 °C、50 時間曝露した後、コバルト 60 ガンマ線照射装置を用いて吸収線量が最大 1 MGy となるまで照射試験を行った。その後、690~4500 keV のヘリウム 3 ビームを用いた核反応分析によって各試料の重水素深さ分布と重水素滞留量の評価を行った。

3. 結果・考察

ZrO_2 被覆中の重水素濃度は最表面で 1.1 at%程度であり、深さ方向で被覆の厚さ約 600 nm に至るまで減少する分布を示した。さらに、吸収線量に伴い被覆中の重水素濃度が減少したことから、ガンマ線照射によって重水素が被覆から脱離していることが示された。一方、 Y_2O_3 被覆では、いずれの試料も被覆内部の重水素濃度は深さに依らずほぼ一定で 0.5 at%程度であり、また照射による変化は認められなかった。以上の結果から、被覆材料、また成膜手法によりガンマ線照射下における重水素滞留挙動が異なることが示された。発表では、SiC 被覆及び未被覆 F82H に対する実験結果も合わせて報告する。

*Shota Nakazawa¹, Kazuki Nakamura¹, Hikari Fujita², Hans Maier³, Thomas Schwarz-Selinger³, Yuji Hatano⁴, Naoko Ashikawa^{5,6}, Wataru Inami¹, Yoshimasa Kawata¹ and Takumi Chikada¹

¹Shizuoka Univ., ²Univ. Tokyo, ³MP-IPP, ⁴Univ. Toyama, ⁵NIFS, ⁶SOKENDAI