

フェライト鋼の重水素透過・蓄積挙動に及ぼす 表面窒化およびピーニング処理の効果

Effects of surface nitriding and peening treatments on deuterium permeation behaviors
through ferritic steels

*大塚 哲平, 菌部 朋哉, 森 翔吾, 梅景 崇之, 津山 美穂, 武村 祐一朗
近畿大学・理工学部

鋼表面内側の数百ミクロン深さの領域（表面近傍領域）を窒化処理やピーニング処理により改質することにより、フェライト系ステンレス鋼 SS430 の重水素透過係数は 1/2 以下に減少することがわかった。

キーワード：重水素透過係数, フェライト系ステンレス鋼, 窒化物, ショットピーニング処理

1. 緒言 フェライト系ステンレス鋼（フェライト鋼）は高強度化しやすく核融合炉構造材料の候補であるが、母材である α 鉄は水素透過能が高いため、炉外周辺環境へのトリチウム透過漏洩が懸念されている。従来、フェライト鋼のトリチウム透過抑制・防止のために、鋼表面外側に水素溶解度の低い酸化物や窒化物を形成する手法が開発されてきた。本研究では鋼自体の表面から深さ方向の表面近傍領域に水素透過低減機能を持たせることを目的とし、フェライト鋼 SUS430 に対してプラズマによる表面窒化処理を行い、水素透過能を低減できるかどうかを試みた。

2. 実験方法 試料として SUS430 の円板膜（ ϕ 21 mm x 2.5 mm）を用いた。電子ビーム励起プラズマ装置により窒素プラズマ（ガス圧力 0.2 Pa）を生成し、673 K（4 時間）および 773 K（5 時間）、バイアス電圧（50 V）の条件で、円板膜試料片面の窒化処理を行った。673 K（4 時間）窒化処理では表面から最大で 20 μ m 深さまで窒素が侵入していることをグロー放電発光分析による元素深さ分布測定により確認した。また、先行研究において、オーステナイト系 SUS304 についてはあるが、673 K 窒化処理では過飽和窒素固溶体層および 773 K 窒化処理では窒化クロム層が表面近傍に主に生成することが X 線回折実験により確かめられた[1]。以後、それぞれ表面窒化材 A（673 K）および B（773 K）と呼ぶ。

SUS430 受入材、表面窒化材 A または B を隔壁として、容器を 2 つに隔て、一方に重水素（0.1 MPa）を流通させ上流側とし、他方を真空引き（ 2×10^{-5} Pa）して下流側とした。この際、窒化処理表面が上流側を向くように試料を配置した。473 K～673 K の一定温度において、上流側から試料に侵入し、試料中を透過し、下流側に放出されてきた重水素の放出速度を四重極質量分析計によって測定した。

3. 結果および考察 図 1 に SUS430 の重水素透過係数に及ぼす表面窒化の影響を示す。473 K において表面窒化材の重水素透過係数は受入材のものよりも小さく、表面窒化材 B では 1/2 以下に減少していた。これは、表面窒化材 A の過飽和窒素固溶体層よりも B の窒化クロム層のほうが重水素透過能低減効果が高いことを示唆している。一方、623 K 以上では低減効果はみられなかった。また、複数回の実験および、昇温・降温を繰り返しても、各温度における重水素透過係数に大きな違いは見られなかった。発表では、SUS430 の表面窒化層の重水素蓄積挙動、および重水素透過挙動に及ぼす表面ピーニング処理の効果について議論する。

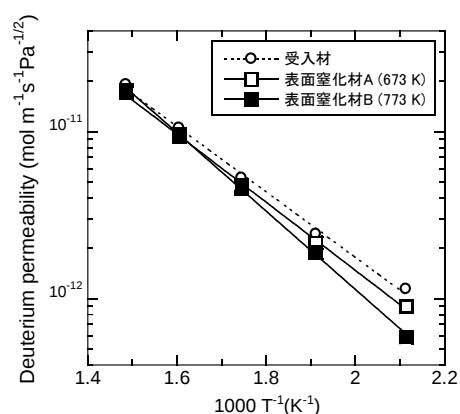


図 1 SUS430 受入材、表面窒化材 A（673 K）および B（773 K）の重水素透過係数の温度依存性

参考文献

[1] 清水基弘, 電子励起プラズマによる合金鋼の窒化, 近畿大学修士論文 (2011)

*Teppei Otsuka, Tomoya Sonobe, Shougo Mori, Takayuki Umekage, Miho Tsuyama, Yuichiro Takemura
Faculty of Science and Engineering, Kindai University