

低放射化フェライト鋼の疲労き裂発生挙動に及ぼす照射損傷の影響 Effect of Irradiation Damage on Fatigue Crack Initiation Behavior in Reduced Activation Ferritic/Martensitic Steel

山本雄也, 中井亮介, 野上修平, 藪内聖皓, 長谷川晃
K. Yamamoto, R. Nakai, S. Nogami, K. Yabuuchi, A. Hasegawa

東北大・工
Faculty of Eng., Tohoku Univ.

1. 緒言

核融合炉ブランケットは中性子照射環境において熱負荷や電磁力による動的変動応力に曝されるため、中性子照射損傷と疲労損傷が同時に蓄積される。ブランケットは数年毎に交換することが想定され、また、肉厚が数ミリ程度の部位も含まれているため、中性子照射された構造材料における疲労下でのき裂の発生挙動の理解が重要である。

従来の研究より、低放射化フェライト鋼などのラスマルテンサイト構造を有する鉄鋼材料の疲労き裂発生は、当該構造中の種々の境界（ブロック境界やパケット境界など）や結晶粒界が起点となることが報告されている。低放射化フェライト鋼は、照射損傷により粒界脆化することが指摘されており、照射により疲労き裂発生が促進される可能性がある。

本研究では、低放射化フェライト鋼F82Hについて、低サイクル疲労下におけるき裂発生挙動を明らかにし、それらに及ぼす照射損傷の影響を検討することを目的とした。

2. 実験方法

供試材は、低放射化フェライト鋼F82H-IEAである。平均粒径は約100 μm であった。疲労特性評価には、くびれを有する微小平板試験片（厚さ：1.52 mm、最小断面の幅：1.25 mm、くびれ部の曲率半径：10 mm）を用いた。この試験片に対して、東北大学ダイナミトン加速器を用いて、2 MeVの

プロトンを照射した。照射温度は約250°C、はじき出し損傷量は表面から約11 μm の範囲において約0.5 dpaであった。疲労試験は、室温大気中において、全ひずみ範囲が約1.0%、ひずみ速度が約0.01%/secで行った。これらの試験片に対して、一定サイクルごとに試験を中断し、走査型電子顕微鏡等による表面観察と電子後方散乱回折（EBSD）による各種分析を行った。

3. 結果と考察

低サイクル疲労下でのき裂の発生は、プロトン照射の有無に関わらず、旧オーステナイト粒界上（PAGB）、粒界三重点（TJ）、パケット境界上（PB）、ブロック境界上（BB）、ブロック内部の下部構造（others）で観察された。非照射材では疲労寿命（約 3×10^3 サイクル）の約20%の繰返しの時点において10~25 μm 程度のき裂が発生し、プロトン照射材では、非照射材の約半分の時点でき裂が発生した。図に、非照射材及びプロトン照射材の各サイトで観察されたき裂の数の割合を示す。非照射材、プロトン照射材ともに、ブロック境界上およびその内部において発生したき裂の割合が多かった。ラスマルテンサイト構造では低サイクル疲労下において、粒界よりも粒内においてき裂が発生しやすいと考えられ、プロトン照射により、これらのサイトにおける微小き裂の発生が促進されたと考えられる。

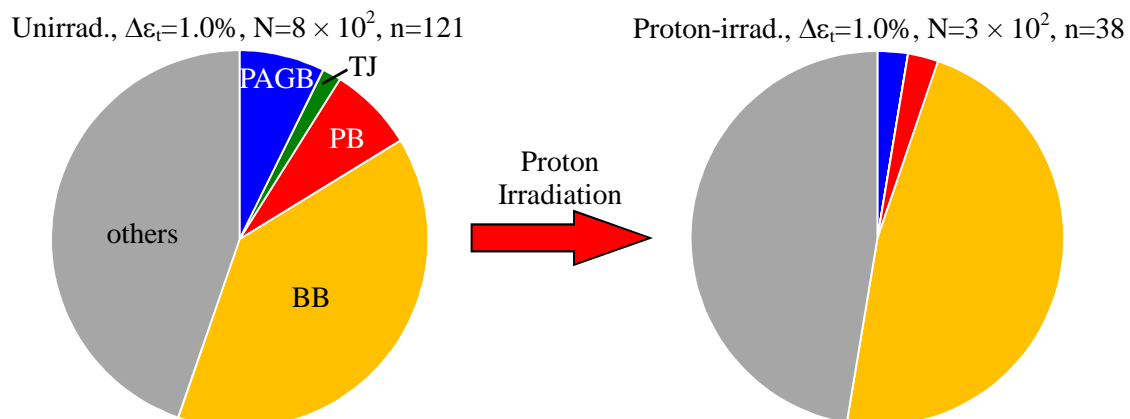


図. 非照射材およびプロトン照射材の各サイトで観察された微小き裂の数の割合