

# 超微小引張試験法によるイオン照射後F82H鋼の破壊特性評価

## Evaluation of Fracture Strength of Multi-Ion Irradiated F82H by using Micro-Tensile Testing

安堂 正己、野澤 貴史

ANDO Masami, NOZAWA Takashi

量研

QST

### 1. 背景と目的

核融合原型炉のブランケット構造材料の第一候補材として、低放射化フェライト鋼 (F82H) の開発を量研で進めている。このうち重要な項目の一つである照射特性評価 (特にヘリウム効果) に関しては、複合イオンビームを用いたイオン照射実験により、主構成元素 (鉄) イオン、ヘリウムイオンを同時に照射することができるため、核融合中性子の模擬照射法として有用であることは良く知られている。近年、このようなイオン照射材においても、微小硬さ以外の強度特性の評価が可能となってきている。これまでの報告から、ヘリウムにより脆化が促進されるとされているが、複合イオン照射されたF82Hを用いた破壊的な特性評価は殆ど行われていない。

本報告では、イオン照射されたF82H鋼に対して室温超微小引張試験を行い、破断直前の応力について比較評価を行った結果について報告する。

### 2. 実験方法

評価材料には、主にF82H IEA ヒート鋼を用いた。イオン照射実験は、主に量研高崎研のTIARA施設及び京都大学のDuET施設にて 300, 400°C、5-80dpaで鉄イオン照射、及び鉄+ヘリウム同時照射を行った。試験片形状については図1に示すような板状試験片の平行部中央にノッチを導入した試験片とし、ノッチ内側の部分にイオン照射領域が含まれるように集束イオンビーム (FIB) 加工装置にて試験片を作製した。このノッチ付試験片を用いることで、塑性拘束を加え、分離状破壊 (垂直破壊) を生じやすくすることを意図した。また結晶粒内部に加えノッチ部に結晶粒界を含めることで、粒界 (主に旧オーステナイト粒界: PAG) での強度の評価も試みた。一連の超微小引張試験 (真空中・室温) はFIB加工装置付属の $\mu$  サンプルングシステムに取り付けられているタングステ

ンプローブを利用して試験を各条件3点実施した。また広範囲の照射条件での照射硬化挙動との比較を行うために、微小硬さ試験も実施した。

### 3. 結果・考察

図2に、F82H未照射材及び300°C・80dpa, 400°C・60dpa照射材 (ヘリウム無/有) のノッチ有試験片より得られた分離破壊時の応力 ( $\mu$ -FS) を示す。粒内、粒界部共に、急激な破壊が観察され、未照射F82Hより高い破壊応力が得られた。鉄イオン照射F82H (ヘリウム無) ではほぼ同等の破壊応力が得られたのに対し、鉄+He同時照射 (ヘリウム有) では破壊応力にばらつきが生じる傾向にあった。特に300°C照射材では、大きな照射硬化に加え、He同時照射材では破壊応力に大きなばらつきを生じ、鉄イオン照射F82H材に比べて最大2倍程度の破壊応力を示すことが明らかとなった。一方、照射硬化の低い400°C照射材でも、程度は小さいが、同様にHe同時照射材で破壊応力のばらつきが生じていた。この破壊応力のばらつきは、不均一変形をより生じやすくするものと考えられる。またヘリウムの有無が、粒界部 (PAG) の破壊応力に及ぼす影響について比較を試みたが、いずれの条件 (総He量~1000appm) においても顕著な相違は見られなかった。

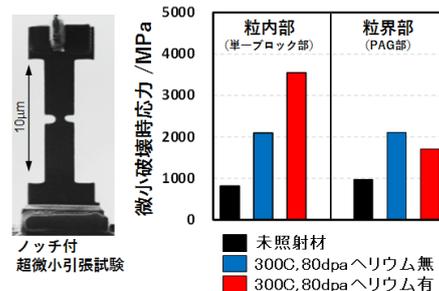


図1 試験片形状 図2 微小破壊時応力の結果