

マイクロ引張試験片を用いた鉄鋼材料の機械特性評価

Evaluation of mechanical properties of steels by using micro-sized tensile specimen

*渡邊 捷太郎¹, 野上 修平¹, 安堂 正巳², 長谷川 晃¹

¹東北大, ²QST

イオン照射した鉄鋼材料について、マイクロメートルオーダーの試験片を用いて引張試験（マイクロ引張試験）を実施した。本講演では鉄鋼材料の引張特性に及ぼすプロトン照射の影響について報告する。

キーワード：鉄鋼材料, イオン照射, 微小試験片, サイズ効果, 機械特性

1. 緒言

原子力材料の中性子照射による材料特性の変化を把握するための有効な手段として、イオン照射材の評価がある。しかし、照射イオンが材料中に影響を与える領域は、試料表面からの深さ数〜数十 μm の領域に限定されることから、イオン照射した材料の機械特性を評価するためには、マイクロメートルオーダーの試験片を用いた機械試験が必要となる。本研究では、プロトン照射した鉄鋼材料の機械特性をマイクロ引張試験により評価し、引張特性や変形挙動に及ぼすプロトン照射の影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

供試材は溶体化処理を施した SUS316L である。非照射材および、照射温度 300 $^{\circ}\text{C}$ で 3 MeV のプロトン (H^+) を照射し、照射量を 0.1、0.5 dpa とした照射材から、平行部寸法が $4 \times w1 \times t1 \mu\text{m}$ の引張試験片を集束イオンビーム (FIB) 装置により作製した。引張特性に及ぼす粒界の影響を無くすために、試験片は単結晶となるように作製した。マイクロ梁と FIB 装置に付属のマイクロプローブを用いてマイクロ引張試験を FIB 内で室温において実施した (図 1)。マイクロプローブの移動に伴ってマイクロ梁に固定された試験片が変形するとともに、試験片に荷重が負荷される。マイクロプローブにはロードセルが取り付けられていないため、試験片に負荷されている荷重はマイクロ梁のたわみ量から算出した。試験片の伸びと試験片に負荷される荷重を 1 秒毎に取得した二次イオン像を用いて評価した。



図 1. マイクロ引張試験

3. 結果

マイクロ引張試験により得られた応力とひずみの関係を図 2 に示す。応力は平行部の初期断面積を用いて求めた。測定された強度については 0.5 dpa 照射材が最も高く、0.1 dpa 照射材、非照射材の順に強度が小さくなった。試験片の破損挙動について、せん断すべりによって平行部が変形した後、非照射材は絞りを伴い破断したが、プロトン照射材は絞りをほとんど伴わずに破断したことから、引張特性や変形挙動に及ぼすプロトン照射の影響が見られた。講演では、マイクロ引張試験結果から評価した照射硬化量と、ビッカース硬さから評価した照射硬化量との関係などについて詳細に議論する。

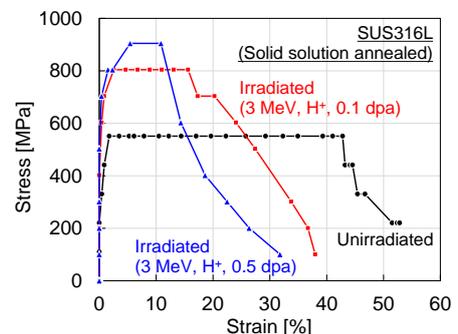


図 2. 各供試材の応力とひずみの関係

*Shotaro Watanabe¹, Shuhei Nogami¹, Masami Ando², Akira Hsegawa¹

¹Tohoku Univ., ²QST