

多層ナノインデンテーション法による FM 鋼のイオン照射硬化の 照射量依存の測定

Measurement of dose dependence of irradiation hardening in ion-irradiated ferritic/martensitic steel
by means of multi-layer nano-indentation

*澤 厚貴¹, 橋本 直幸¹, 大貫 惣明¹, 磯部 繁人¹

¹ 北大工

多層ナノインデンテーション法は、微小領域の硬度測定が可能であるのみならず、硬度が深さ方向に変化する場合にも適用できる画期的な測定法である。我々は数ミクロン厚さに硬度の勾配がある条件で、多層に分割して局所的な硬度を求めることに成功し、これをマルチレイヤー法と提唱している。本研究では、異なる 4 条件でイオン照射した F82H フェライトマルテンサイト鋼に対して多層ナノインデンテーション法を実施し、硬度の照射量依存性を評価した。その結果、本実験で得られた硬度は(dose)ⁿ の関数となり、中性子照射実験の結果と定性的に一致した。つまり、多層ナノインデンテーションにより、ナノレベルの硬度と損傷量の関係を少数の試料から広範囲に求めることに成功した。

キーワード：ナノインデンテーション, イオン照射, フェライトマルテンサイト鋼

1. 緒言

多層ナノインデンテーション法は微小領域の硬度測定が可能なことのみならず、硬度が深さ方向に変化する場合にも適用できる画期的な測定手法であり、我々は数ミクロン厚さ内で硬度に勾配ある試料に対して応用し、多層に分割してローカル硬度を求めること（マルチレイヤー法[1]）に成功した。本研究では、硬度勾配のある試料として、イオン照射した鉄鋼材料（9Cr フェライト・マルテンサイト鋼）に対しマルチレイヤー法を適用し、硬化量の照射量依存の調査を目的とした。

2. 実験方法

照射条件の異なる F82H フェライトマルテンサイト鋼の 4 試料を用意した。そのうち 2 試料は鉄イオンのみ、他の 2 試料は 3 種類のイオン（10.5 MeV Fe³⁺, 1.05 MeV He⁺, 380 keV H⁺）を 350℃で照射し、深さ 1 μm での損傷量をそれぞれ 1 および 24 dpa とした。ナノインデンターの押し込み深さを 50 ~ 800 nm に設定し、得られた硬度データから Nix-Gao プロットを作成した[2]。続いて、集束イオンビームを用いて表面から 0.6, 1.2, 1.8 μm の深さまでセクショニングし、各領域にナノインデンテーションを実施した。また、透過型電子顕微鏡によりそれぞれの微細組織を観察した。

3. 結論

Fig.1 に各層からの硬度を照射量の関数として示す（赤点、黒点）。同時に HFIR で中性子照射した場合の硬度を併記した（青点）[3]。本実験で得られた硬度は(dose)ⁿ の関数となり、中性子照射の結果と定性的に一致している。このように、多層ナノインデンテーションにより、ナノレベルの硬度と損傷量の関係を少数の試料から広範囲に求めることに成功した。

参考文献

- [1] H. Oka et. al., J. Nucl. Mater, 462 (2015) 470
- [2] W.D. Nix, H. Gao, Phys. Solids, 46 (1998) 411
- [3] D. Hamaguchi, H. Tanigawa, JAEA

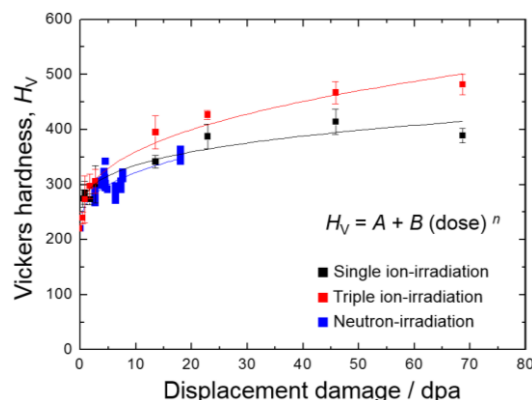


Fig.1 中性子照射とイオン照射における
照射量と硬度の関係

*Atsuki Sawa¹, Naoyuki Hashimoto¹, Somei Ohnuki¹ and Shigehito Isobe¹ ¹Hokkaido Univ. Engineering