

中性子小角散乱法を利用した鉄鋼中水素の分布状態の解明

Quantitative characterization of hydrogen in steel by small-angle scattering

大沼 正人¹⁾、大場 洋次郎、鈴木 淳市²⁾

Masato OHNUMA, Yojiro OBA, Jun-ichi Suzuki

¹⁾物質材料研究機構 ²⁾原子力機構

鉄鋼材料を始めとする金属系構造材料では ppm オーダーの固溶水素が局部に集積し、遅れ破壊を引き起こす。散乱長が負の値となる軽水素は鉄鋼材料中で局部に集積すると大きなコントラストを与え、最も見えやすい元素であることを利用して水素の分布状態を中性子小角散乱によりナノレベルで観測する。

キーワード: hydrogen embrittlement, segregation, negative scattering length

1. 目的

多くの金属材料中で室温でも拡散する拡散性水素は材料中で引っ張り応力下にある領域に集積し、破壊の起点となり、材料の寿命を設計値よりも大幅に短縮してしまう。この現象は遅れ破壊として知られており、遅れ破壊の感受性は高強度材で顕著であり、構造材料の軽量化の大きな障害となっている。この拡散性水素の存在状態を直接観察する手段としてナノスケールの不均質性の検出性に優れた小角散乱の特徴と軽水素の中性子に対する散乱長が負であるという特徴を有する中性子小角散乱に着目し、実用金属材料中の水素の空間分布観測手法として確立することを目的とする。

2. 方法

試料は SCM440 (0.38C) 鋼であり、これに電解チャージにより水素を導入、液体窒素温度で保管後、室温で測定を行う。その後、試料を真空オーブンで 130°C~200°C で加熱し、析出物界面や高密度転位などの中間的な結合エネルギーを有するトラップサイトにトラップされた水素のナノスケールでの空間分布に対応する情報を中性子小角散乱法により収集する。

3. 研究成果

焼戻し温度の異なる SCM440 鋼について水素チャージのままの試料と同一試料に対して脱水素処理を行った後のプロファイルと比較したところ、転位密度の高い試料で水素チャージ後の強度変化が観測された。今後、試料サイズの最適化後、再現性の確認が必要である。

4. 結論・考察

上述の実験結果は高転位密度領域に試料平均水素濃度 (2.2wtppm) の 200 倍程度に水素が濃化したとして説明が可能ではあるが強度差がわずかであるため、再現性の確認が必要であり、当初 09 年度の再現実験を予定したが、原子炉停止などの諸般の事情により 2010 年度の実験を予定している。

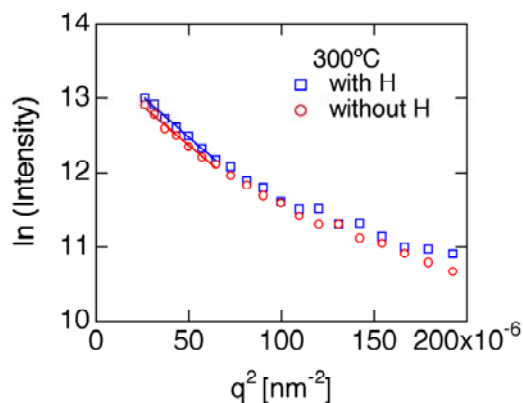


図 SCM440 鋼の水素チャージまま(青)と脱水素後(赤)のギニエプロット