

# 中性子小角散乱法による巨大ひずみ加工した鉄にトラップされた水素の観測

Characterization of hydrogen in severely deformed iron using  
small-angle neutron scattering

大場 洋次郎<sup>1)</sup>

Yojiro OBA

柴山 由樹<sup>2)</sup>

Yuki SHIBAYAMA

<sup>1)</sup> 豊橋技術科学大学

<sup>2)</sup> 日本原子力研究開発機構

## (概要)

水素脆化。本研究では、鉄鋼材料中に侵入した水素の挙動を観察するため、中性子小角散乱測定を行った。その結果、水素の侵入による散乱強度の減少と、水素の放出に伴う散乱強度の回復を観測した。これを解析することにより、水素の放出には1日程度の時間を要することが分かった。また、熱処理により結晶粒界や転位の密度を変化させた試料においては、放出速度が変わることを確認した。

**キーワード**：中性子小角散乱法

## 1. 目的

鉄鋼材料においては、環境からの水素の侵入による著しい力学特性の劣化(水素脆化)が深刻な課題の一つである。そのため、鉄鋼材料内部に侵入した水素の挙動の観察が求められている。申請者らは、高圧下ねじり (HPT) 加工した鉄 (HPT-Fe) の中性子小角散乱 (SANS) 測定において、水素の侵入によって磁気散乱強度が減少し、水素の放出に伴って元に戻ることを発見した。HPT-Fe の磁気散乱は、結晶粒界と転位における磁気異方性の増大によって生じたものであるため[1,2]、水素による変化は、結晶粒界に入り込んだ水素によって、磁気異方性の増大が消失したためと考えられる。この結果を踏まえると、磁気散乱の変化を、鉄鋼材料中の水素の吸放出挙動の観測に応用できることが期待される。そこで本研究では、HPT-Fe における水素の放出に伴う磁気散乱の変化を観測し、HPT-Fe 中の水素の挙動を解析する。

## 2. 方法

環境中での水素の侵入を模擬するため、HPT-Fe に電気化学的に水素を侵入させ、SANS 測定用試料とした。SANS 測定には JRR-3 に設置された SANS 装置 SANS-J を利用し、5 分おきに測定を行って散乱プロファイルの経時変化を調べた。

## 3. 結果及び考察

水素を侵入させた HPT-Fe の散乱強度は、SANS 測定開始直後は、水素を侵入させていない HPT-Fe の散乱強度よりも低い値であった。また、時間の経過により散乱強度は増加し、約1日後には水素を侵入させていない HPT-Fe とほぼ同じ散乱プロファイルに回復した。これは、水素の侵入による磁気散乱強度の減少と、水素の放出による回復である。したがって、水素の放出には約1日の時間を要すると考えられる。また、熱処理により結晶粒界や転位の密度を変化させた試料では、放出速度が変わることが確認された。今後、これらの結果を詳細に解析し、結晶粒界や転位における水素のトラップ挙動を解析し、鉄鋼材料内部における水素の挙動の全貌を明らかにすることを目指す。

## 4. 引用(参照)文献等

[1] M. Bersweiler, H. Sato, N. Adachi, Y. Todaka, I. Peral, J. Kohlbacher, V. D. Zaporozhets, K. L. Metlov, A. Michels, and Y. Oba, *IUCrJ* 10, (2023) 411-419.

[2] Y. Oba, N. Adachi, Y. Todaka, E. P. Gilbert, and H. Mamiya, *Phys. Rev. Res.* 2, (2020) 033473/1-6.