

# 鉄鋼製造プロセス中のリアルタイム小角散乱測定

## Real time neutron small angle scattering during steel processing

友田 陽<sup>1)</sup> 蘇 玉華<sup>1)</sup> 西島 ひかり<sup>1)</sup> 鈴木 淳市<sup>2)</sup>  
Yo TOMOTA Yuhua SU Hikari NISHIJIMA Junichi SUZUKI

<sup>1)</sup>茨城大学 <sup>2)</sup>原子力機構

(概要) 中性子小角散乱実験によりナノベイナイト鋼のベイナイトラスのサイズ分布を同定した。次に、ベイナイト変態中の変態挙動をその場測定によりモニターし、変態の進行に伴うラスサイズの変化を明らかにした。また、超高純度電解析出鉄中に含まれる水素バブルが焼鈍あるいは圧延により消失する挙動を明らかにした。

キーワード : その場中性子小角散乱、ベイナイト、電解析出、高純度鉄

### 1. 目的

ナノサイズのベイナイト組織を有する鋼が著しく高い強度と高い靱性を示すことが示され、その変態挙動、特に変態速度を大きくする研究が注目されている。中性子小角散乱はバルク試料に対してベイナイトラスのサイズ分布を測定できるので、相変態中のその場測定で変態挙動を追うことが望まれる。広角回折では、相割合のみでなく残留オーステナイトへの炭素濃縮挙動などが明らかにされた<sup>(1)</sup>が、ラスサイズのその場測定はこれまで例をみない。一方、ナノバルクメタルとして電解析出金属が注目されている。純鉄(99.995%)板の中性子小角散乱プロファイルには数 nm 域に不均質体による散乱が認められた。これは水素バブルと思われるが、板を圧延あるいは加熱するどうなるか明らかにし、異常に大きいランクフォード値における水素の役割を検討したい。

### 2. 方法

実験室溶解した Si 添加高炭素鋼に前処理を施した後、15x15x1mm の板状試験片を作製した。JRR-3 の SANS-JII において 1 T の磁場下で室温および 900°C 加熱の後 300°C で恒温保持して変態中のその場中性子小角散乱実験を行った。また、先の実験で純鉄(99.9%)板の中性子散乱プロファイルには数 nm 域に不均質体による散乱が認められたので、板を圧延した後、あるいは加熱後に測定することで不均質体の本性を検討した。

### 3. 研究成果

変態初期のベイナイトラスは大きく、変態が進行するに伴い小さくなる。また、変態温度が低い方がラスサイズは小さい。小角散乱プロファイルより平均サイズだけでなくサイズ分布を推定した。一方、電解析出鉄では数 nm サイズの不均質体は 700°C 加熱によって消失する。圧延することによってその量が少なくなることがわかった。

### 4. 結論・考察

ベイナイト変態中にその場広角回折実験を行った先の結果と今回の小角散乱実験データを組み合わせると、結晶構造の変化、炭素の濃縮、生成するベイナイトラスの大きさなどをバルク試料に対してその場測定結果を比較し変態機構を検討できるようになった。電解析出純鉄に関しては、別途、水素の昇温脱理試験を行っており、水素の存在形態に関する情報や水素量が求められている。今回の小角散乱実験結果による水素量の推定値はほぼ一致した。小角散乱プロファイルより、水素バブルと仮定した場合の形状、サイズ分布、および量が計算された。この水素挙動と塑性変形による結晶粒粗大化(粒成長)と異常に大きなランクフォード値(塑性加工性の目安)の関係を検討中である。

### 5. 引用(参照)文献等

- (1) Minseo Koo, Pinguang Xu, Yo Tomota and Hiroshi Suzuki: **Scripta mater.**, 61(2009), 797-800.