

中性子小角散乱による材料組織形成過程の定量的解析

Quantitative analysis of microstructure evolution in steels using small angle neutron scattering

友田 陽¹⁾ 蘇 玉華¹⁾ 西島 ひかり¹⁾ 鈴木 淳市²⁾

Yo TOMOTA Yuhua SU Hikari NISHIJIMA Junichi SUZUKI

¹⁾茨城大学 ²⁾原子力機構

(概要) 鉄鋼中における板状セメンタイトの焼鈍に伴う球状化の進行状況が中性子小角散乱プロファイルに明瞭に現れることを見いだした。基本としての Fe-C2 元系合金と工業用合金鋼パーライトを用いて時分割測定を行った結果、球状化プロセスの速度論を検討できることがわかった。合金元素の添加によって球状化が著しく遅れることが定量的に捕らえられた。

キーワード： その場中性子小角散乱、セメンタイト球状化、パーライト鋼、焼鈍

1. 目的

パーライト組織を示す熱間圧延鋼の鍛造加工には、加工性を向上させるために板状セメンタイトを球状化させる熱処理が必要である。そのためには、一般に長時間の焼鈍を必要とし、しかも球状化状態の定量測定が困難なため、生産工程のネックになっている。中性子小角散乱は鉄鋼でも厚さ 2mm 程度のバルク試料に対してマイクロ組織の変化を定量的に調べることができるので、恒温焼鈍中に伴うセメンタイト球状化過程をモニターできないか検討した。最終的には、マイクロ組織状態を定量的に表す方法の開発と球状化処理時間を短縮するプロセス開発へ利用したい。

2. 方法

用いた試料は Fe-0.8% C2 元合金 (実験室溶解材) と S45C 工場材である。15x15x2mm の板状試験片を作製した。走査型電子顕微鏡 (SEM) でマイクロ組織を観察すると、前者はパーライト、後者はパーライト-フェライトの組織であり、両者ともセメンタイトは板状であった。日本原子力機構 JRR-3 の SANS-JII に熱膨張計と電磁石をつけて試料を 680°C に加熱保持して小角散乱プロファイルを 15 分間隔で時分割測定した。

3. 研究成果

カバーする q 領域が限られるため、全貌を捕らえることはできなかったが、ギニエ領域直後における傾斜が板状に対応する -2 から保持時間とともに大きくなり、球状に向かっていることが捕らえられた。また、Porod 領域の散乱強度は保持時間が長くなるにつれて減少した。これはフェライト/セメンタイト総界面積の減少に起因すると考えられる。特に、これらの変化は SEM 観察結果と良く対応している。プロファイル解析により、球状化の進行を定量的に示すことができると期待され、現在、プロファイル解析を進めている。

4. 結論・考察

Porod 領域における中性子小角散乱強度の変化からセメンタイト球状化機構を定量的に解析できる可能性が高いことがわかった。先に、種々な時間の焼鈍を行った試料を室温で測定した結果⁽¹⁾と高温その場測定の結果は傾向が良く似ている。セメンタイトは室温では強磁性を示すが高温はキュリー点を超えるので常磁性である。1 T の磁場下で 2 次元検出器を用いて測定したので、核散乱強度と磁気散乱強度を分離した考察も進めているところである。

5. 引用 (参照) 文献等

- (1) S.Morooka, Y.Tomota, M.Ohunuma, Y.Adachi, J.Suzuki: Evaluation of Cementite Spheroidizing for a Pearlite Steel by Small Angle Neutron Scattering, Netsu shori, 49(2009), Special issue, Vol.2, pp. 466-469