

鉄鋼中のナノ析出物と介在物サイズ分布測定法の開発

Size distribution measurement of nano-sized precipitates and inclusions in steels

友田 陽¹⁾、諸岡 聡¹⁾、池田圭太¹⁾、小島真由美¹⁾、大沼正人²⁾、鈴木淳市³⁾

Yo TOMOTA, Satoshi Morooka, Keita Ikeda, Mayumi Ojima, Masato Ohnuma, Jun-ichi Suzuki

¹⁾茨城大学 ²⁾物材機構 ³⁾原子力機構

鉄鋼中のナノサイズ析出物と非金属介在物の定量測定を中性子小角散乱実験で試みた。磁場下測定で有望な結果が得られたが、今後、前者では高qレンジ、後者では低qレンジ域に測定範囲を広げる必要がある。

キーワード : Small angle neutron scattering, nano-sized precipitate, inclusion, steel

1. 目的

鉄鋼材料の高強度化および強度の信頼性向上において、ナノからミリメートルにいたる広範囲なサイズの析出物、第二相粒子、介在物などを制御することが重要である。バルク試料に対して、それらの形状寸法を非破壊的に測定したいという要望が強く、中性子小角散乱はそれを可能にする有力な方法と予想される。そこで、実用材料を対象に測定し、測定手法の確立を目指す。

2. 方法

厚さ2mm、直径10mm程度の種々な実用鉄鋼材料を鉄鋼6社と相談して10種類用意した。検出器位置を変えて広範囲なqレンジで中性子散乱強度を常温磁場(10T)下で測定した。

3. 研究成果

材料製造プロセス開発において、組織制御のためにナノサイズの析出物の量、サイズ、形状を測定したいが、高分解能電子顕微鏡で局所情報が得られているのみで、特性と関連づけられるバルク平均を知るすべがなかった。本方法により、形状、寸法分布、体積率および粒子間距離などの組織因子情報が散乱曲線に現れることがわかった。一方、強度の信頼性の鍵は疲労破壊であり、破壊起点となる介在物を検出したいという要求が高い。1 μ m程度の球状酸化物の定量測定は可能と思われた。さらにサイズが大きく細長い硫化物の測定には種々な工夫が必要である。

4. 結論・考察

ナノ析出に関しては高qレンジのデータをMoターゲットのX線小角散乱によるデータと組み合わせることによって全貌を掴むことができた。高分解能電子顕微鏡でかろうじて測定できる析出物のサイズ分布や体積率を定量測定できることがわかり、将来、qレンジを広げることができればきわめて魅力的な測定手法となる。

一方、粗大な介在物検出においては低qレンジのデータの採取を可能にすることが望まれる。

鉄鋼は強磁性であるから、磁場下で測定して磁気コントラストと核コントラストを分けることによって組織情報を的確に抽出できることを確認した。セメンタイトも常温では強磁性を示すので、その定量測定にはセメンタイトのキュリー点以上の高温測定が有望と予想された。また、実用材料の測定結果を正しく解析するためには、高純度鉄のデータなど基礎データを蓄積する必要がある。

5. 引用(参照)文献等

なし