



# X線回折ラインプロファイル解析による転位状態評価

転位密度や転位の配列・性質を定量的に評価できます。

## 転位状態の評価

材料の機械特性に大きな影響を及ぼす転位密度の評価法としてX線回折法が普及しています。従来の解析法(Williamson-Hall法)は、回折ピークの幅のみを用いていることから、計算した転位密度の結果が機械特性に対応しないことがあるなど限界がありました。今回、新しい解析法(modified Williamson-Hall/Warren-Averbach法<sup>※1</sup>)を適用することで、ピーク形状(ラインプロファイル)および結晶方位による弾性異方性を考慮した解析を行い、転位密度に加え、転位の配列や転位の性質(螺旋/刃状転位割合)を定量的に評価することが可能となりました。

## 転位状態の評価例

フェライト系ステンレス鋼圧延材について、X線回折ラインプロファイル解析を行いました(図1)。圧延ひずみが増すにつれて転位密度が高くなるのが分かります。また、いずれの試料も転位配列パラメータM値が、0.4と1.0以下の値を示し、転位の配列(転位のセル構造など)が発達していることが予測されます。以上の結果は、走査透過電子顕微鏡による転位組織の観察結果(図2)と整合しています。他に、螺旋転位/刃状転位割合や結晶子サイズも同時に評価可能です。本技術は、加工硬化など材料特性に直結する現象の理解と、それに基づく材料やプロセスの設計に寄与することが期待されます。

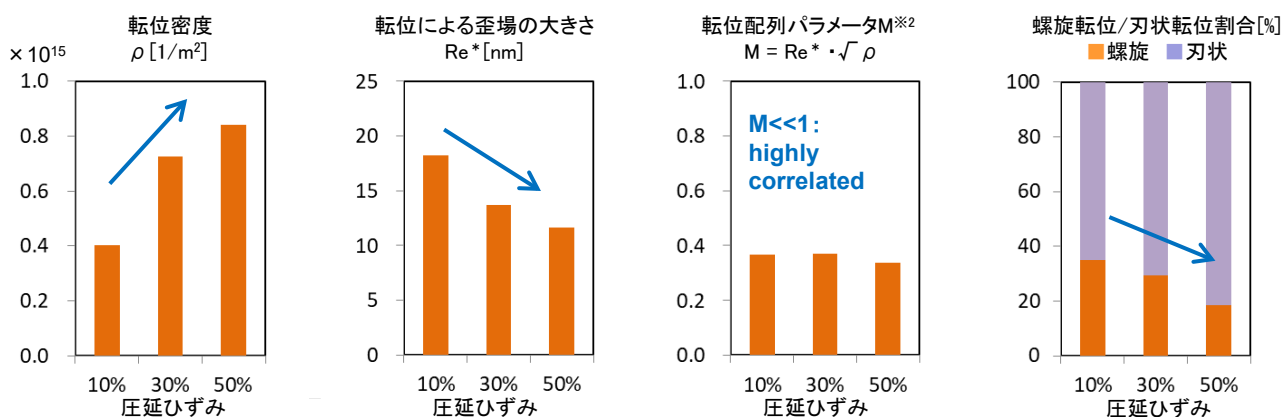


図1 X線回折ラインプロファイル解析結果

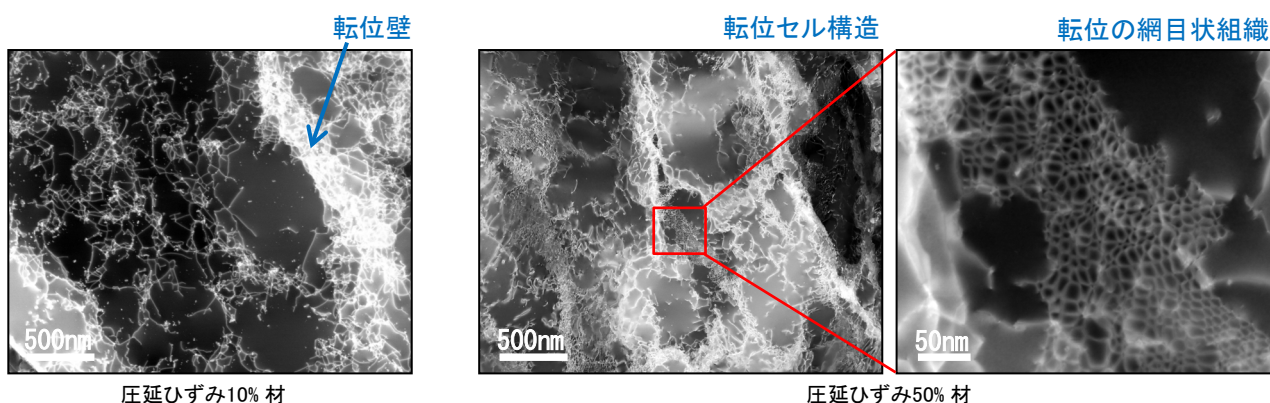


図2 走査透過電子顕微鏡による組織観察結果(ADF-STEM像<sup>※3</sup>)

圧延ひずみ10%材では転位壁の形成が、圧延ひずみ50%材では転位セル構造や、転位の網目状組織も観察される。このことは、圧延により転位の配列が発達していることを示している。

※1: T. Ungár and A. Borbély: Applied Physics Letters, 69 (1996), 3173.

※2:  $M > 1$ : random,  $M < 1$ : highly correlated.

※3: Annular Dark-Field STEM像.

(試料提供: JFEスチール株式会社)