

 茨城県 <small>IBARAKI Prefectural Government</small>	MLF Experimental Report	提出日(Date of Report)
課題番号(Project No.) 2019PM0009 実験課題名(Title of experiment) 形成過程の異なるマルテンサイト組織の転位キャラクターゼーション 実験責任者名(Name of principal investigator) 増村拓朗 所属(Affiliation) 九州大学	装置責任者(Name of responsible person) 石垣徹 装置名(Name of Instrument : BL No.) iMATERIA (BL20) 実施日(Date of Experiment) 2019年4月16日	

実験目的、試料、実験方法、利用の結果得られた主なデータ、考察、及び結論を記述して下さい。

実験結果などの内容をわかりやすくするため、適宜図表添付して下さい。

Please report experimental aim, samples, experimental method, results, discussion and conclusions. Please add figures and tables for better explanation.

1. 実験目的(Objectives of experiment)
<p>鉄鋼材料におけるマルテンサイト組織は転位を多く含むため、高い強度を有する。そのマルテンサイトは、冷却時に生じる焼入れマルテンサイトと、加工により生じる加工誘起マルテンサイトに大きく分類でき、これまでに多くの研究がなされてきた。申請者らは、強加工した焼入れマルテンサイトよりも加工誘起マルテンサイトの強度が高いことを示し、同じマルテンサイト組織でも形成過程が特性に影響を与えるという興味深い結果を得ているが、その原因は明らかになっておらず、内在する転位の性質を踏まえた議論が必要であると考えられる。そこで本研究では、種々の異なるプロセスで作製したマルテンサイト鋼に対して中性子ラインプロファイル解析を行い、密度や分布などの転位の性質がマルテンサイト組織の強度に及ぼす影響を調査することを目的としている。</p>
2. 試料及び実験方法
Sample(s), chemical compositions and experimental procedure
<p>2.1 試料 (sample(s)) 焼入れマルテンサイトの試料として、Fe-12Cr-4Ni 合金の焼入材と圧延材、加工誘起マルテンサイトの試料として、Fe-18Cr-8Ni 合金(SUS304)のサブゼロ材と圧延材を選定した。また、転位密度解析用の標準材として、純鉄の焼鈍材を準備した。</p> <p>2.2 実験方法(Experimental procedure) 圧延材の ND 方向に対して中性子線を入射させ、最も 1/d 分解能が高い BS バンク($2\theta = 145-165\text{deg.}$)で検出したラインプロファイルを解析した。転位密度解析は、GMWP 法により行った。6x8x65mm の角柱試料に対して、500kW の出力でそれぞれ 10min の測定を行った。</p>

3. 実験結果及び考察（実験がうまくいかなかった場合、その理由を記述してください。）

Experimental results and discussion. If you failed to conduct experiment as planned, please describe reasons.

図1は SUS304 の 60%圧延材に対して、CMWP 法によるフィッティングを行った結果を示す。良好なフィッティング結果が得られており、解析は問題なく行っていた。

図2は焼入れマルテンサイト (Fe-12Cr-4Ni) の焼入材と圧延材、加工誘起マルテンサイト (Fe-18Cr-8Ni: SUS304) のサブゼロ材と圧延材の転位密度を CMWP 法で解析した結果を示す。なお、参考として当研究室の X 線回折装置で測定した結果も合わせて示している。傾向として、焼入れマルテンサイトよりも加工誘起マルテンサイトのほうが転位密度が高い。これは、申請者らが報告した強度のデータとも良く対応している。両鋼の転位密度の圧延による増加傾向を見ると、焼入れマルテンサイトは 40%圧延まではほとんど転位密度が上昇していないのに対して、加工誘起マルテンサイトは加工初期から転位密度が大きく上昇し、加工後期で増加傾向が小さくなっている。

加工誘起マルテンサイトは、加工を受け、高密度の転位が導入されたオーステナイトから変態するため、良く焼鈍されたオーステナイトから変態する焼入れマルテンサイトに比べて転位密度が高くなったと考えられる。また、加工率が高いほど加工オーステナイトの転位密度は高くなるため、加工誘起マルテンサイトの転位密度も大きく上昇したと考えられる。本鋼種では、40%圧延でほぼ 100%の加工誘起マルテンサイトが得られたため、それ以降の圧延では転位密度の上昇が見られなかった。

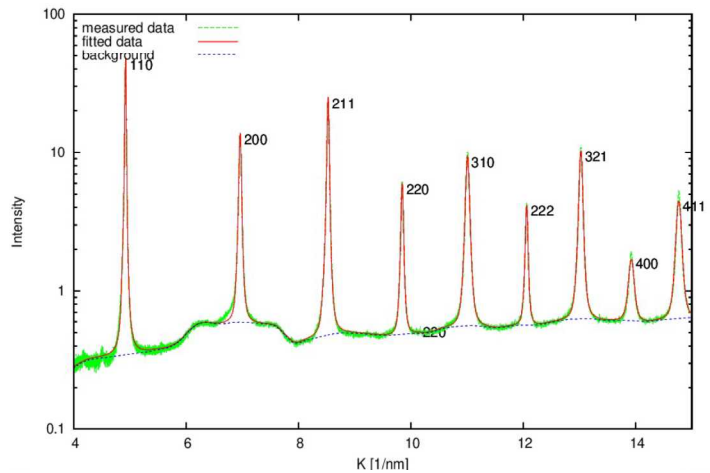


図1 SUS304-60%圧延材におけるCMWP法によるフィッティング結果

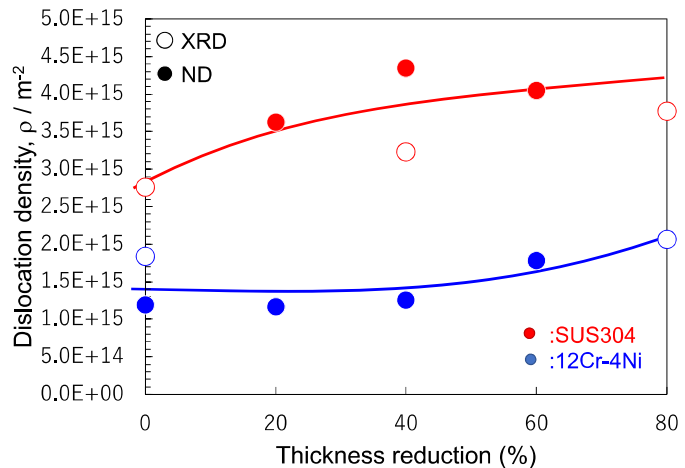


図2 焼入れマルテンサイト (12Cr-4Ni) と加工誘起マルテンサイトの転位密度の相違

4. 結論(Conclusions)

焼入れマルテンサイトよりも、加工誘起マルテンサイトのほうが転位密度が高いことが明らかとなった。これは、両者の強度の関係とも良く対応した結果である。これは、加工誘起マルテンサイト変態前の加工オーステナイトに多くの転位が導入され、変態後もそれが引き継がれたことが原因ではないかと考えられる。本研究では、Fe-12Cr-4Ni 合金と Fe-18Cr-8Ni 合金の比較を行ったが、両者は積層欠陥エネルギーや Ms 点が大きく異なるため、比較対象として妥当であるかは検討の余地がある。今後は、同一組成の焼入れマルテンサイトと加工誘起マルテンサイトの比較を行っていきたい。