 <p style="text-align: center;">MLF Experimental Report</p>	提出日(Date of Report)
課題番号(Project No.) 2019AM0026 実験課題名(Title of experiment) ラインプロファイル解析による焼き入れマルテンサイト鋼の転位組織評価 実験責任者名(Name of principal investigator) 内間 博之 所属(Affiliation) THK(株) 技術本部 基礎技術研究所	装置責任者 (Name of responsible person) 石垣 徹 装置名(Name of Instrument : BL No.) BL20 iMATERIA 実施日(Date of Experiment) 2019年6月17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.

<p>1. 実験目的(Objectives of experiment)</p>
<p>一般的には材料の硬さと機械的性質との間には比例関係が成立するといわれている。申請者らは焼入材の引張実験において内部起点による破断データの収集に成功しているが、当実験において前述の一般論に反し、ある硬さを境にして引張強度および弾性限が低下する現象を確認している。この現象は焼入時に生じる可動転位の存在により説明可能であるとみており、熱処理条件により影響を受けると予想している。今回、本仮説を検証すべく異なる条件の熱処理を施した試料の中性子回折測定を行い、得られたラインプロファイルの解析により転位密度やその配置状態を明らかにすることで、熱処理条件によるこれらの特性の変化とそれによる機械的性質の変化について明らかにする。</p>
<p>2. 試料及び実験方法 Sample(s), chemical compositions and experimental procedure</p>
<p>2.1 試料 (sample(s)) 種々の焼入焼もどしを施した S55C 相当の鋼を用いる。またその一部は、可動転位の固着を目的とし、一定ひずみを一定時間付与した。試験片は直径 5.5 mm の棒状で JIS 号引張試験片の中心付近から 10 mm の長さで切り出した。また、比較のためニラコ製の純鉄を 830°C で 1h 焼鈍したサンプルも測定に使用した。</p> <p>2.2 実験方法(Experimental procedure) 試料を直径 5.8 mm のバナジウムキャピラリーに装填し順次測定を実施した。試験片の半径方向の散乱ベクトルを測定し、背面バンクのデータを解析に利用した。その後、CMWP 法を用いてα相のラインプロファイルのフィッティングを行い、転位密度、結晶サイズとその分散、転位のキャラクター、転移配置パラメータを得る。</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.

3.1 純鉄との比較

純鉄の回折プロファイルにおいて焼鈍時に生じた各種酸化物によると思われるピークおよび正体不明のピークが多数確認された。ラインプロファイル解析による比較を実施するにあたり、不明ピークの同定およびこれらのコントラストファクターの決定が不可欠であり時間が必要である。

3.2 熱処理条件および予ひずみによる影響

図 1 に各条件の $\alpha 111$ 付近の回折プロファイルを示す。焼入れを実施したサンプルではピーク幅の増大が見られ、 $k = 4.83$ 付近には残留オーステナイトによるピークが顕著に現れていた。焼もどし温度が高くなるにつれてピーク幅が減少しており、焼入れにより導入された転位が焼もどしに伴い消失していることが推測できる。

図 2 に予ひずみを与えたサンプルのプロファイルを示すが、ピーク形状からの転位密度増減に関する判断は難しいといえる。

3.3 CMWP によるラインプロファイル解析状況

CMWP を用いたラインプロファイル解析については途上であり、現在、パラメータの精密化を進めるべくフィッティング精度の向上に取り組んでいる。したがって、現状の判断では議論に耐えるとは言いがたいが、参考までに現時点の解析精度にて求めた値では、焼もどし温度の上昇に伴い、転位密度は減少する傾向が見られ、また予ひずみを加えることによっても一部サンプルにおいて転位密度が減少する傾向であった。

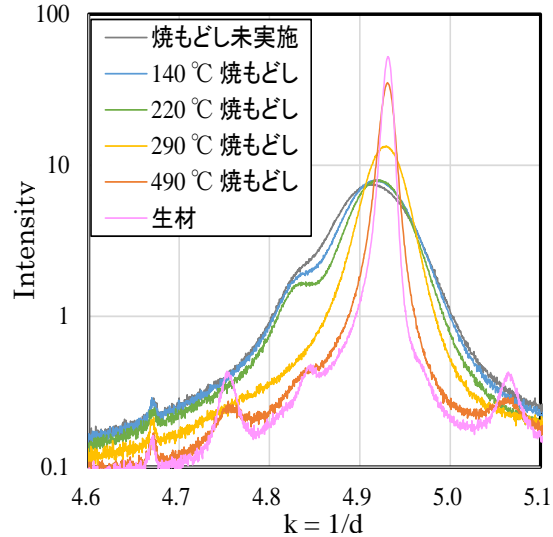


図 1 各条件の $\alpha 111$ 付近の回折プロファイル

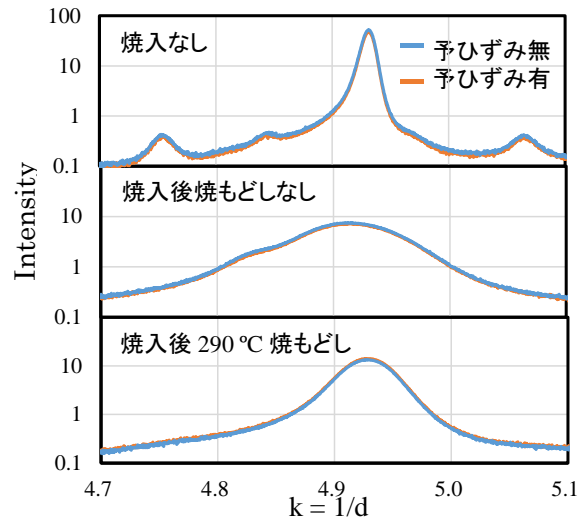


図 2 予ひずみを与えたサンプルのプロファイル

4. 結論(Conclusions)

あくまで定性的な判断ではあるが、これまで報告されていた中炭素マルテンサイト鋼と同様、焼入れにより転位が導入され、また導入された転位は焼もどしにより減少したと推測される。一方で、予ひずみの影響は必ずしも一定の傾向にあるとは言えなかった。また現状においては、回折ピークの定性的な確認にとどまっておき、十分な結論が得られていない。したがって CMWP を用いた高精度な定量が不可欠である。特に残留オーステナイトとマルテンサイトのピークの重複が見られる部分におけるフィッティング精度については依然改良する必要がある、議論可能なデータが得られるまで時間を要する。

以下は、MLFで内部資料として使用します。(日本語で記載)

The following sheet is for internal use only. Please describe in Japanese.

○実験成果の効果(学術的価値、産業応用上の意義、社会的意義、教育的意義等)を記述下さい。

Please describe merits of the experiment (scientific merits, industrial application merits, social merits, educational merits, etc.).

弊社を含む産業界においては、硬さを品質保証の基準として用いることが多く、本研究の成果を活用することでより高品質な製品開発が可能になると考えている。また低炭素マルテンサイトによる転位の挙動に関する研究は多くなされているが、今回のような中炭素かつ合金鋼における研究例は少なく、学術的にも意義があると考えている。

○論文等による成果発表の予定(Publication of results)

a) 発表形式 ^(*1) Publication style ^(*1)	b) 発表先(誌名、講演先) ^(*2) Publication/Meeting information ^(*2) (Name of journal/book or meeting)	c) 投稿/発表時期 ^(*3) Date of paper submission or presentation ^(*3)
口頭発表	精密工学会	2 年以内

【記入要領】(Instructions)

(*1) 原著論文、総説、プロシーディングス、単行本、特許、招待講演(国際会議)、その他口頭発表等、具体的な発表方法を示して下さい。

Please describe planned publication and/or presentation style; *ex.* refereed journal, review article, conference proceedings, book, patent, invited talk, oral presentation *etc.*

(*2) 成果を発表する誌名、講演先を示して下さい。

Please describe the name of journal or book you are planning to submit, or name of meeting you will make a presentation.

(*3) およその発表予定時期を示して下さい。(3月以内、6月以内、1年以内、2年以内、2年以上先、等)

Please describe the estimated date of paper submission or presentation; *ex.* within 3 months, within 6 months, within 1 year, within 2 years, beyond 2 years, *etc.*

○成果になる予定が立たない場合の理由と今後の計画を記述してください。

In case you can not publish your results, please describe reasons and future plan.

(例:「論文になる十分な結果が得られなかった」、「複数回の実験が必要で次回の課題終了後に発表予定」、等)