

 <b>MLF Experimental Report</b>	提出日(Date of Report) 平成29年3月28日
課題番号(Project No.) 2016 A M0025 実験課題名(Title of experiment) 伸線加工されたチタン合金線材の集合組織観察 実験責任者名(Name of principal investigator) 印出 大介 所属(Affiliation) 株式会社樋山精線	装置責任者(Name of responsible person) 石垣 徹 装置名(Name of Instrument : BL No.) 茨城県材料構造解析装置 (BL20) 実施日(Date of Experiment) 平成28年12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.

1. 実験目的(Objectives of experiment)
<p>弊社はチタン合金線材の伸線加工を行っている。素材メーカーから納入されたチタン合金棒、伸線加工後の細線について、それぞれの集合組織を詳細に観測してチタン合金の難加工性を克服するための知見を得る。更に、比較的加工性の良い純チタンの集合組織観測を行なってチタン合金のそれと比較検討し、難加工性の本質を探る。</p>

2. 試料及び実験方法 Sample(s), chemical compositions and experimental procedure
2.1 試料 (sample(s)) 同規格の線(棒)数本を線方向に揃えて束ねて組とし、これを試料とした。測定した試料は、①3社の素材メーカーから購入したTi-325合金棒(3組)、②伸線加工を施したφ1.7mm Ti-325合金線(1組)、③チタン合金との比較のためのJIS2種純チタン棒(2組)及びTi-15.333合金棒(1組)、④伸線加工を施したφ3.0mm JIS2種純チタン線(1組)、の合計8組である。 2.2 実験方法(Experimental procedure) 試料をそれぞれ iMATERIA 集合組織観察用ホルダーに格納し、棒及び線の径方向に中性子ビームを入射させ、試料により回折された中性子を広い立体角度範囲に渡って独立に設置された 132 個の検出器で同時計測した。なお測定中は試料の回転をしていない。試料の主成分であるTiの散乱長(3.4fm)がFeのそれに比較して約1/3であること、加えて、陽子ビーム出力が150kWであることから、Ti-325合金棒試料(φ4.0×3本)の測定時間を約70分とした。この値を基に、他の試料の測定時間をそれぞれ断面積の逆比例で得た値とし、つごう8試料の測定に iMATERIA を10時間利用した。

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.

伸線加工を施した線材の集合組織観察を実施するに当たり、購入線材のそれを明らかにしておくことが重要との認識から、先ず購入線材についての回折実験を、続いて伸線加工を施した伸線材の回折実験を行った。その後 MAUD 及び MTEX プログラムを用いて伸線材の集合組織を解析した。B 社から購入した Ti3Al2.5V 合金線材（ $\phi=4.0$  mm、3 本）、 $\alpha$  相（六方晶）の極点図及び逆極点図を図 1 の上方 (a) に、また、この購入材を 1.7 $\phi$  まで伸線加工を施した線材（20 本束）の  $\alpha$  相のそれを下方 (b) に示す。なお、極点図の中心点は Z 方向、即ち伸線材軸方向を示す。(a) の極点図から、{0001} 面（六方晶の底面）が線材軸の径方向へ優先的に、また、{10-10} 面（側面）が線材軸方向に優先的に配向していることが分かった。

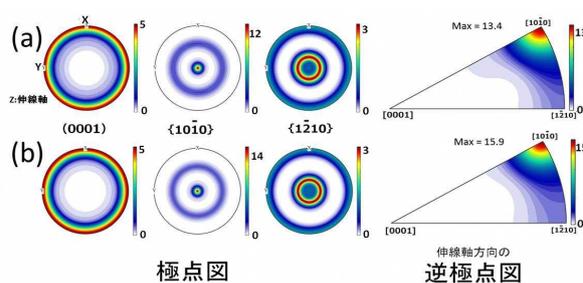


図 1. B 社から購入した Ti3Al2.5V 線材の  $\alpha$  相の集合組織

(a) : 購入線材、(b) : 伸線加工を施した線材

伸線加工した伸線材についての極点図から購入材のそれに比較して、僅かではあるが、伸線加工を施すことで集合組織が揃ってくるということが明らかになった。また、この実験から  $\beta$  相（体心立方晶）が占める割合が 1.5% 程度であることもたやすく同定できた。同じ銘柄であっても線材の供給元が違えば集合組織も異なり、伸線加工にも影響を及ぼしかねない。そこで、B 社と同じ銘柄（Ti3Al2.5V 合金線材（ $\phi=4.0$  mm、3 本））の線材を C 社から購入し、その集合組織の観察を行った。図 2 に  $\alpha$  相の極点図及び逆極点図を示す。図 1 (a) と図 2 (c) を比較すると、① (a) の {0001} 面は線材の径方向に優先的に配向しているが (c) のそれは径方向に多く配向しているものの (a) のそれに比較して乱れている。② (a) の {1-210} 面は線材軸から大凡 30° 傾いて軸の周りに優先的に配向している。(c) のそれは軸方向に向いていることが分かった。即ち、B 社から購入した線材では線材軸方向に {10-10} 面が優先的に配向しているが、C 社から購入した線材では線材軸方向に {10-10} 面と {1-210} 面が優位に配向していることが分かった。その他、購入チタン合金線材において、線材軸の径方向に配向している (0001) 面が、(a) の (0001) 面が線材軸の径方向に均一で配向しているのに対して、著しく偏っていることが分かった。現在、塑性加工性や硬さ等の要因と集合組織の特徴との関連性を調べている。

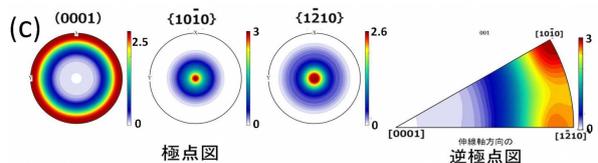


図 2. C 社から購入した Ti3Al2.5V 線材の  $\alpha$  相の集合組織

4. 結論(Conclusions)

- ・伸線加工を施すことで集合組織が揃ってくるということが明らかになった。
- ・母線材を購入する場合には、材料名・規格だけでなく、熱処理等の集合組織に関わるであろう事項についても留意することが重要であることが分かった。
- ・集合組織が冷間加工の難易に深く係わっていることが分かった。

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.).

弊社は、これまでに培った経験に基づくノウハウを活かして、難加工材であるチタン合金の伸線加工を生業としている。今回の集合組織観察により、経験上のノウハウを科学技術へと進化させることができた。集合組織観察が弊社の生産性向上に深く寄与するのみならず、延べては、材料加工産業界に役立つと思われるので、本実験は産業応用上極めて意義が大きい。

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

a) 発表形式 <sup>(*1)</sup> Publication style <sup>(*1)</sup>	b) 発表先(誌名、講演先) <sup>(*2)</sup> Publication/Meeting information <sup>(*2)</sup> (Name of journal/book or meeting)	c) 投稿/発表時期 <sup>(*3)</sup> Date of paper submission or presentation <sup>(*3)</sup>
現時点で発表の予定はない。しかし、共同研究者または装置担当者の発表意思がある場合には、この限りではない。		

【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)

本成果は材料加工の経験ノウハウを科学技術へと進展する第一段階である。これら貴重な成果を弊社の技術資料として保管すると共に、利活用する。更に、次段階の集合組織観察実験について共同研究者と議論を開始する。