

## 1. Introduction

一般に、加工に伴い金属中の転位密度は増加し、転位下部組織が発達する。転位密度の増加挙動、下部組織発達挙動は、金属の機械特性(強度、延性、靱性)に大きな影響を及ぼす。その挙動は材料組成、加工温度に影響されると考えられる。

しかしながら、従来、転位密度、転位下部組織の発達度合いを定量的に評価することは難しかった。最近、放射光回折、中性子回折技術が高度化し、それらの測定が可能となってきている。回折プロファイルを高精度に測定し、得られたプロファイルを解析することで、転位密度、転位の分布の不均一性、転位性格(螺旋、刃状)の比率などの情報を得ることが可能である。例えば、Ungarらは、CMWP法(Convolutional Multiple-peak Whole Profile fitting)により様々な材料中の転位組織を解析している[1, 2]。友田ら、佐藤らも同様の報告をしている[3, 4]。

本研究の目的は、種々の温度(室温から液体窒素温度)で鋼を加工した際に、歪量増加に伴う転位密度および転位下部組織の変化を定量的に明らかにすることである。前回実験で、純鉄に近い組成の鋼を用いて中性子回折実験を実施し、転位密度、らせん割合、転位セル化指標(M値)を取得する手法を確立した。今回は、炭素添加鋼を用いて、同様の測定を行い、炭素量による転位組織変化を調査する。

[1] T. Ungar et al., J. Appl. Cryst. (1999). 32, 992-1002

[2] T. Ungar, Materials Science and Engineering A309-310 (2001) 14-22

[3] Y. Tomota, Acta Materialia 51 (2003) 819-830

[4] 佐藤ら, 鉄と鋼, 104, 2018, 201-207

## 2. Experiment

真空溶解にて Fe-0.017 mass%C-0.03Al 合金を作製し、供試材として用いた。真空溶解後、熱間圧延にて厚さ 20mm の板材とした。この板材から引張試験片を採取し、室温から液体窒素温度の温度範囲で引張試験を行った。引張試験は、歪速度は  $10^{-3}$  で、公称歪 5~20%の歪量を付与した。引張試験を施した試料を広角中性子回折測定に供した。装置由来の回折ピーク広がり进行评估するため、歪なしの試料も測定した。

Ungarらの手法(CMWP法)を用いて得られた中性子回折プロファイルを解析した。転位密度、転位組織に関するパラメーター: 転位性格(らせん/刃状割合)、転位カットオフ半径( $Re^*$ )、転位セル化指標(M値)を評価した。

## 3. Results

20°C~-160°Cで歪量20%の引張り歪を与えた試料について、回折プロファイルをCMWP法でフィッティングした。フィッティングは110~400の8つの回折ピークに対して行った。概ね良好なフィッティング結果が得られたが、若干誤差が大きい。初期条件が適切でない可能性があり、最適解に収束していない可能性がある。条件を見直して、解析を継続する必要がある。

転位密度、ROS、 $M^*$ を加工温度に対してプロットした結果をFig.1~3に示す。転位密度は、加工温度が低下するにつれて低下した。この傾向は極低炭素鋼での結果と同じである。その原因は現段階では

不明確であるが、低温ではらせん転位比率が高くなるため、クロススリップにより転位消滅が起こりやすいと考えることができる。ROS は低温になるほど増加した。低温でらせん比率が高くなるのは、BCC 金属の特徴を表していると思われる。M\* はほとんど変化しなかった。M\* の値の妥当性は、再解析して検証する必要がある。また転位の分布状態を TEM 観察で確認する必要がある。

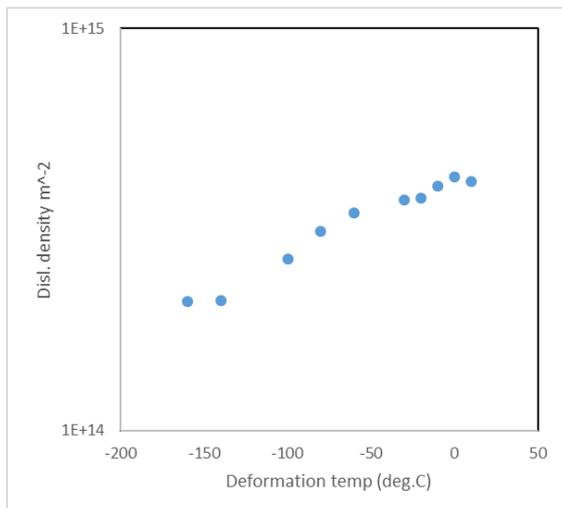


Fig.1 Dislocation density plotted against tensile temperature.

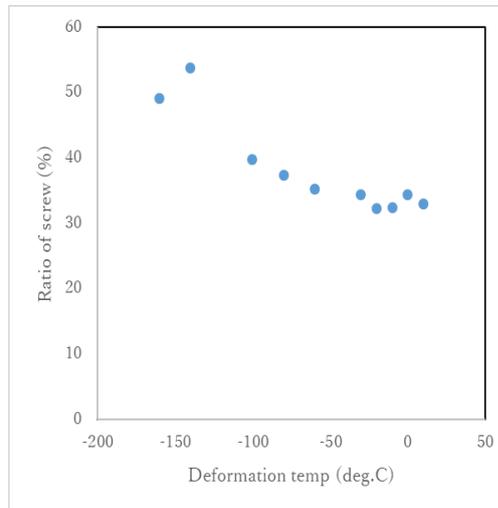


Fig.2 Ratio of screw plotted against tensile temperature.

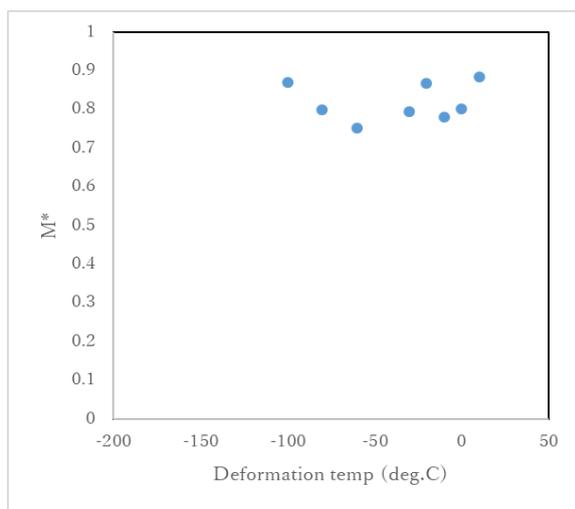


Fig.3 M\* parameter plotted against tensile temperature.

#### 4. Conclusion

- 170ppm 炭素を含む鋼を用いて、加工に伴う転位組織変化を調べた。
- 転位密度は、加工温度が室温付近の場合に高く、低温では低くなっていた。
- らせん比率は加工温度が低いほど高くなる傾向がみられた。これは BCC 金属の特徴を表していると思われる。
- M\* はほとんど変化しなかった。M\* の値の妥当性は、再解析して検証する必要がある。また転位の分布状態を TEM 観察で確認する必要がある。
- 今後、以上の結果が得られた原因を考察する必要がある。他の手法による調査結果も併用して、転位組織発達のメカニズムを明らかにする。

以上