

 MLF Experimental Report	提出日(Date of Report) 2022年1月17日
課題番号(Project No.) 2019PM2010 実験課題名(Title of experiment) アルミニウム合金のせん断変形と焼鈍による優先方位形成 実験責任者名(Name of principal investigator) 高山 善匡 所属(Affiliation) 宇都宮大学	装置責任者(Name of responsible person) 装置名(Name of Instrument : BL No.) BL-20 茨城県材料構造解析装置 実施日(Date of Experiment) 2020/01/24 - 2020/01/25

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>せん断変形は、金属結晶のすべり変形の基礎的機構であり、結晶微細化、集合組織制御に関わる変形として極めて重要である。巨大せん断ひずみを付与できる ECAP 法により加工された Al-Zn-Mg-Cu 合金では2つのすべり系 {111}<110>と{001}<110> ({せん断面}<せん断方向>)のみによって集合組織が発達することが報告されており、またアルミニウム単結晶に ECAP を適用するとせん断面と方向がすべり系と一致することが報告されている。このようなせん断変形で形成された集合組織は焼鈍後に残存し、さらに発達することが指摘されている。申請者らも材料表面層に強いせん断変形を加える FRSP 法をアルミニウムに適用に、その後の焼鈍により{111}<110> ({せん断面}<せん断方向>)が発達することを明らかにしている。しかしながら、これらの加工方法は材料にせん断ひずみだけでなく圧縮ひずみを加えたものとなっており、純粋なせん断変形によるものとは言えない。純粋なせん断変形とその後の焼鈍は極めて単純な機構により精密な配向制御の可能性を秘めており、産業利用の可能性も高い。</p> <p>そこで、本研究では、Al-3%Mg 合金を純粋せん断変形させ、その後の焼鈍中の優先方位形成過程を中性子線回折により明らかにすることを目的とする。</p>

2. 試料及び実験方法
Sample(s), chemical compositions and experimental procedure
<p>2.1 試料 (sample(s))</p> <p>Al-3%Mg 合金の 6mm 厚の圧延板材から S 字型試験片を切り出す。ここで、S 字の上下/左右方向を TD(板幅方向)/RD(圧延方向)とした TD 試験片と RD/TD とした RD 試験片を用意した。中央部分に一辺 6mm の正方形状にビッカース硬さ試験機により圧痕を付け、観察位置指定およびせん断ひずみ測定のマーカーとした。その後、せん断圧縮変形により、S 字型試験片の上下方向に圧縮し、中央部分をせん断変形させた。</p> <p>2.2 実験方法(Experimental procedure)</p> <p>変形した試験片の中央部(20mmLx7mmWx6mmT)を異なる昇温速度で加熱しながら、中性子線回折し、集合組織の発達を調査した。昇温速度の異なる条件における TD 試験片と RD 試験片の集合組織形成を比較し、昇温速度および変形前の圧延組織・圧延再結晶集合組織の影響を明らかにした。昨年度よりも大きいせん断ひずみ(約 0.7)を与えた試験片を準備し、せん断ひずみの影響を調査した。</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.

3.1 Al-3%Mg 合金のせん断変形前の集合組織

EBSD 解析から求めた変形前の(111)(001), および(110)極点図から、典型的な圧延再結晶集合組織を呈していることが分かった。その主要成分は、S 方位{123}<634>および Cube 方位{001}<100>であった。このような集合組織を持つ試料を出発材料として実験を進めた。

3.2 TD せん断した Al-3%Mg 合金

圧延後焼きなました試料について、RD 面上の TD(TD せん断試験片)のせん断変形を付与しているため、変形は概ね RD-TD 面内で生じていた。加熱前の集合組織は、S 方位{123}<634>および Cube 方位{001}<100>が ND 軸周りに 47 度程度回転していた。また、(111)極点図から、せん断変形によって(111)面の法線方向と RD 方向が一致した集合組織成分、すなわち<111>//RD が多く存在していることが分かった。加熱によって温度を上昇させていくと、(111)面の法線方向と RD 方向が一致した集合組織が次第に増加し、他の優先方位成分は、加熱により弱められた。また、(110)極点図から、同様にすべり方向は<110>方向であるため、<110>方向と TD 方向が一致した集合組織成分、すなわち<110>//TD が幾分発達した。

3.3 RD せん断した Al-3%Mg 合金

RD せん断では、ひずみ量が 0.66 であるため、RD 軸の平行関係は保たれているが TD 軸が約 5 度の回転していた。すなわち、(111)極点図における水平軸を ND 軸周りに 5 度回転させた軸を TD₀ とみなすと、<111>⊥TD₀ という関係がほぼ一致した。ゆえに、TD₀ 軸の回転量に依存した方位を形成していると考えられた。せん断変形後の(110)極点図に着目すると、<110>//TD₀ となる方位に優先方位の集積が見られた。せん断変形によって FCC 構造のすべり面、すべり方向が一致した方位を形成することがここにおいても確認できた。

加熱によって温度を上昇させていくと、RD せん断によって形成された集合組織が次第に増加し、他の優先方位成分は、加熱により弱められた。

3.4 優先方位形成に及ぼすせん断ひずみ量の影響

せん断ひずみ量は 0.7 と 0.5 の試料片の極点図を比較すると、0.7 の組織の方が変形集合組織の形成は顕著であり、集積度は高くなった。加熱時には温度が高くなるにつれて再結晶集合組織が生じる傾向が高まり、ひずみ量の大きい材料の集積度の変化は大きく、異なる温度における集積度の増加量は大きくなった。以上のように、0.7 より 0.5 の材料の方が形成された再結晶集合組織傾向が顕著に発達した。

4. 結論(Conclusions)

1. Al-3%Mg 合金および 1050Al において、TD せん断および RD せん断の両試験片いずれにおいても<111>⊥TD₀ と<110>//TD₀ がせん断変形によって発達し、再結晶によってさらに発達した。せん断変形と焼きなましによる優先方位形成は変形前集合組織に関係しており、TD₀ せん断に依存した結晶方位配向が生じた。

2. TD 方向せん断と RD 方向せん断の比較では、初期圧延組織に依存するため、TD せん断の方が優先方位の形成が顕著であった。

3. $\gamma=0.5$ と $\gamma=0.7$ の試験片を比較すると、大きなひずみを持つ材料が形成された変形集合組織と再結晶集合組織を形成する傾向が顕著に発達した。