

氏名	宋 華 林		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	工 学		
学位授与番号	博甲第2677号		
学位授与の日付	平成16年 3月25日		
学位授与の要件	自然科学研究科システム科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	レーザ顕微鏡による多結晶アルミニウムの微視的塑性変形挙動の評価		
論文審査委員	教授 鳥居 太始之	教授 飛田 守孝	教授 吉田 彰

学位論文内容の要旨

一般に工業用金属材料は多結晶体であり、多結晶金属材料を塑性変形させると、自由表面に微視的な変形量の不均一に伴う凹凸が現れ、表面あれが発生する。自由表面あれは、塑性加工における寸法精度、摩擦潤滑特性なども関連することから、実験および解析的に多くの研究が行われており、多結晶金属の不均質性と密接に関連していることが指摘されている。すなわち自由表面あれは、多結晶金属の微視的な（または準微視的）変形挙動に関する重要な情報を有しており、種々の塑性変形に伴う表面あれを調べることは、多結晶金属の微視的変形機構の解明に有用であると考えられる。

今までの多くの自由表面あれの研究は触針式表面粗さ計と光学顕微鏡、走査電子顕微鏡などを用いて行われていたが、各塑性変形段階で同じ位置の面内と面外の情報を連続的に得ることは困難であった。本研究では表面あれの面内と面外情報を同時に得ることができる共焦点走査型レーザ顕微鏡を用いて引張り塑性変形に伴う自由表面あれの観察を行い、考察を加えた。

すなわち、多結晶アルミニウムの塑性変形に伴う微視的な変形挙動、特に80~350個程度の結晶粒を含む、比較的広い測定範囲内に存在する結晶粒の変形挙動に着目し、個々の結晶粒の塑性変形挙動についてレーザ顕微鏡を用いて観察し、結晶粒界図を作成するとともに、塑性変形に伴う自由表面あれの形成機構とその特性を明らかにすることを第一目的として、引張り変形に伴う結晶粒の回転、および結晶粒の不均一変形、結晶粒内の塑性変形挙動の関係について実験的検討を行った。結晶粒の不均一変形をより正確に評価するために、面積ひずみ、最大寸法ひずみおよび平均寸法ひずみと合わせて、4種類のひずみを正確に測定する方法と結晶粒の回転、および塑性加工で用いられる r 値の各結晶粒に対する測定方法を提案した。そして、これらのひずみ量の引張り塑性ひずみに伴う変化を調べ、個々の結晶粒の面内変形挙動と引張り塑性ひずみに伴うその統計的な変化を定量的に明らかにし、結晶粒のモデルを用いた解析的な推定値と比較検討を加えた。また、引張り変形に伴う結晶粒の塑性変形と結晶粒の形状などの表面で観察できるパラメータとの相関性を調べた。結晶粒の面内回転と面外回転の比較から、材料内部の不均一変形は材料表面より小さく、表面粗さの主成分は表面層において形成されることを推論した。さらに自己相関関数を用いて、引張り塑性変形に伴う引張り方向の同じ位置で連続測定した表面粗さ曲線について解析的な検討を加えた。

論文審査結果の要旨

一般に工業用金属材料は多結晶体であり、多結晶金属材料を塑性変形させると、自由表面に微視的な変形量の不均一に伴う凹凸が現れ、表面あれが発生する。自由表面あれは塑性加工における寸法精度、摩擦潤滑特性などに関連する重要な課題である。今までの多くの自由表面あれの研究は触針式表面粗さ計と光学顕微鏡、走査電子顕微鏡などを用いて行われていたが、各塑性変形段階で同じ位置の面内と面外の情報を連続的に得ることは非常に困難であった。

本研究では、表面あれの面内と面外情報を同時に得ることができる共焦点レーザ顕微鏡を用いて、多結晶アルミニウムの塑性変形に伴う微視的な変形挙動、特に80~350個程度の結晶粒を含む、比較的広い測定範囲内に存在する結晶粒の変形挙動に着目し、個々の結晶粒の塑性変形挙動について観察した。塑性変形に伴う自由表面あれの形成機構とその特性を明らかにするために、結晶粒の不均一変形をより正確に評価する必要があり、最大寸法ひずみおよび平均寸法ひずみと合わせて、4種類のひずみを正確に測定する方法と結晶粒の回転の測定方法を提案した。そして、これらのひずみ量の引張り塑性ひずみに伴う変化を調べ、個々の結晶粒の面内変形挙動と引張り塑性ひずみに伴うその統計的な変化を定量的に明らかにし、結晶粒のモデルを用いた解析的な推定値と比較検討を加えた。また、引張り変形に伴う結晶粒の塑性変形と結晶粒の形状などの表面で観察できるパラメータとの相関性を調べた。さらに、結晶粒の面内回転と面外回転の比較から、材料内部の不均一変形は材料表面より小さく、表面粗さの主成分は表面層において形成されることを予測した。さらに自己相関関数を用いて、引張り塑性変形に伴う引張り方向の同じ位置で連続測定した表面粗さ曲線を解析した。

このように、本論文はレーザ顕微鏡の特徴を生かして、多結晶金属の表面あれを形成する微視的な変形挙動を定量的に評価し、金属の微視的変形機構と塑性加工特性に関する重要な知見を多く得ており、博士（工学）学位論文に値するものと認められる。