

## 審査の結果の要旨

氏 名 柳 田 明

流動応力は塑性加工時の被加工材の負荷特性を支配する主たる要因であるため、塑性加工機械の設計製作や制御を行うために不可欠な情報であり、また、被加工材の変形特性にも少なからず影響を及ぼす。また、再結晶温度以上での流動応力である熱間流動応力は、被加工材の内部組織変化と深く関係している。この様に熱間流動応力は、熱間塑性加工において最も重要なパラメータであるにも関わらず、高ひずみ領域までの圧縮試験での測定は試験中不可避である温度および変形の不均一分布によって困難であるとされており、また内部組織変化との関連付けすなわち定量化法についても、系統的な研究が行われていない状況にあった。

本論文では、「熱間流動応力の測定法とそれに基づく内部組織変化の定量化法に関する研究」と題し、幅広い温度範囲・ひずみ速度範囲を対象とした、高ひずみに至るまでの熱間流動応力の測定法とそれに基づく内部組織変化の定量化法、さらに回帰法や内部組織解析モデルへの適用方法について、系統的かつ広範囲な研究を行った結果をまとめている。第1章は序論であり、本研究の目的や意義について述べている。第2章では、従来行われてきた熱間流動応力の測定法と定量化法について総括している。第3章では、高ひずみ領域まで使用可能な応力構成式を提案し、熱間圧縮試験でのパラメータの決定方法を示した。ここでは、圧縮試験を再現できる変形-温度-磁場を連成したFEM解析コードを作成し、新たに提案した逆解析手法と組み合わせることにより、不均一変形・温度の影響を含まない流動応力の定量化を可能としている。第4章は各温度・ひずみ速度試験条件で求められた熱間流動応力を、温度・ひずみ速度の陽に影響を含む「統合式」として、回帰する方法を示している。5章では、加工中の組織変化と流動応力の関係から、動的再結晶速度を流動応力の変化から推定する方法を示すとともに、凍結組織観察結果と比較した結果、冷却中の組織変化の影響が少ない試験片表層部では、両者は良い一致を示していることを確認している。第6章では、これまで検討されることがなかった2段試験での温度・ひずみの不均一分布に起因する保持時間中の試験片内部の不均一な軟化が、測定される軟化率に与える影響についての検討を行っている。ここでは転位密度を媒介とした軟化率を新たに定義し、この値と組

織観察により求められた再結晶分率が分布を含めて良い相関があることを示し、不均一変形を呈する試験であっても軟化に伴う組織変化を定量的に求めることが出来ることを示している。7章では、低温・強加工後の組織形成モデルを新たに定式化している。相変態を含む場合、熱間状態での組織を凍結することが困難な場合が多く、今回の条件もそれに当たるため、3~6章での成果を利用し、変態前の組織を予測し、実験により求められた変態後の組織との関係性を求め、計算モデルとして実用化している。第8章は結論であり、研究を総括するとともに今後の工業的寄与、工学的寄与について展望している。

以上に述べたとおり本研究は、高ひずみ領域までの圧縮試験によって熱間流動応力を測定する方法・測定結果・測定結果を回帰した結果を示すとともに、熱間流動応力内部組織変化との関連付けすなわち定量化法についても系統的に研究を行った点で工学的に価値が高く、また本論文を通して得た知見を熱間塑性加工の解析や熱間塑性加工の最適設計・制御、加工後内部組織制御に適用できる点で工業的にも高く評価できる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。