

2022年 2月 24日

豊橋技術科学大学長 殿



機械工学専攻  
学位審査委員会  
委員長

佐藤 海二



### 論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	佐藤 宏和		学籍番号	第 179101 号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科 博士後期課程 機械工学専攻	
博士学位論文名	転位挙動制御された結晶金属の塑性加工に伴う微細組織形成に関する研究 (Study on microstructure development during plastic deformation in crystalline metals with controlled dislocation behavior)			
論文審査の期間	2022年 1月 13日 ~ 2022年 2月 18日			
公開審査会の日	2022年 2月 7日	最終試験の実施日	2022 年 2月 18日	
論文審査の結果*	合格		最終試験の結果*	合格
<p>審査委員会 (学位規程第6条)</p> <p>学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。</p> <p>委員長 伊崎 昌伸 </p> <p>委員 小林 正和  戸高 義一 </p> <p style="text-align: center;">印 <span style="float: right;">印</span></p> <p style="text-align: center;">印 <span style="float: right;">印</span></p>				

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

## 論文内容の要旨

金属材料の諸特性の向上を目的とした微細組織形成（結晶粒微細化）に関する研究が注目されている。結晶粒の微細化は、塑性加工によって試料内に転位を導入し、転位セル壁の形成および高角化を生じさせることによって達成される。従って、転位の蓄積に関わる転位の導入量と回復量や転位セル壁の形成に関わる転位の移動方向などの転位挙動は、結晶粒の微細化と密接に関わっている。本論文は、加工条件や材料物性、固溶水素によって結晶金属の転位挙動を制御することで、微細組織形成に及ぼす独立および複合的な転位挙動の影響を明らかにすることを目的に行なったものであり、全6章から構成されている。

第1章では、塑性加工に伴う微細組織形成と転位挙動の関連性について、現在までに明らか点と未解明な点を整理し、本研究の背景と目的を述べている。第2章では、本研究で使用する基本的な実験手法について説明している。第3章では、正と負のひずみを交互に付与することで転位の移動方向を制御し、純Feにおける微細組織形成に及ぼす転位セル壁の形成と分解の影響について述べている。第4章では、Fe含有量によって流動応力や積層欠陥エネルギーなどが変化するNi-Fe合金（0～60 at%Fe）において、微細組織形成に及ぼす材料物性の影響について述べている。第5章では、水素吸蔵させた純Feの微細組織形成において、水素と格子欠陥との相互作用の観点から議論を行なっている。第6章では、本研究で得られた成果をまとめるとともに、結晶金属における塑性加工による微細組織形成に及ぼす独立もしくは複合的な転位挙動の影響について述べている。

## 審査結果の要旨

持続可能な社会の実現に向けて、貴重な合金元素の添加に頼らない高強度・高機能材料の開発が求められている。金属材料の諸特性は微細組織によって大きく変化するため、塑性加工による組織制御手法の確立によって、次世代の高強度・高機能材料を開発できる。しかしながら、塑性加工による微細組織形成（結晶粒微細化）には、加工条件や材料物性などによって変化する転位挙動が複合的に作用しており、その影響については十分な理解に至っていなかった。

本論文は、加工条件や材料物性、固溶水素によって転位挙動を独立もしくは複合的に変化させ、微細組織形成（結晶粒微細化）に及ぼす転位挙動の影響について検討し、以下の成果を得た。純Feを供試材として、1）正と負のひずみを交互に導入する繰り返し加工では、ひずみの導入方向を反転させるまでに導入したひずみ量 $|\pm\Delta\epsilon|$ によって、得られる結晶粒径を制御できることを示した。また、2）結晶粒径の $|\pm\Delta\epsilon|$ 依存性について、正と負のひずみを交互に導入する繰り返し加工では転位セル壁の分解が生じることに着目し、結晶粒内で活動する転位の本数の観点から説明した。Ni-Fe合金（0～60 at%Fe）を供試材として、3）転位の導入と回復に与える材料物性の影響について、流動応力、積層欠陥エネルギー、剛性率、バーガースペクトルの大きさから塑性加工によって得られる結晶粒径を見積もるためのモデルを提案した。また、4）転位挙動の複合的な影響として、正と負のひずみを交互に導入する加工では、一方向のひずみを付与し続ける加工と比較して交差すべりの頻度が低くなるため、転位の回復頻度に与える積層欠陥エネルギーの影響が小さくなることを示した。純Feにおいて、5）固溶水素と格子欠陥との相互作用により転位挙動が変化することに着目し、塑性変形による結晶粒微細化を促進できることを示した。これらの成果に基づいて、純金属系・合金系および結晶構造（BCC, FCC）によらない、結晶金属における微細組織形成に及ぼす独立および複合的な転位挙動の影響について、学術的な理解を深化させることができた。

以上の成果は関連分野における学術的貢献とともに、産業的応用への貢献性を有するものであり、博士（工学）の学位論文として相応しいものと判断した。

（各要旨は1ページ以上可）