

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	張 喆 (ちょう ちえ)
○学位の種類	博士 (工学)
○授与番号	甲 第 959 号
○授与年月日	2014 年 3 月 31 日
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項
○学位論文の題名	Study on Harmonic Structure Design and Deformation Mechanism in SUS304L Austenitic Stainless Steel (SUS304L オーステナイト系ステンレス鋼における調和組織制御ならびに変形機構に関する研究)
○審査委員	(主査) 飴山 惠 (立命館大学理工学部教授) 坂根 政男 (立命館大学理工学部教授) 上野 明 (立命館大学理工学部教授)

<論文の内容の要旨>

金属材料の高機能化のねらいには高強度と高延性化の両立がある。しかし、従来方法による 1)固溶強化、2)転位強化、3)分散強化、4)結晶粒微細化強化、等の手法では、高強度化されても、材料の降伏後に早期段階で塑性不安定を生じ、延性が低下することが必然であった。このため、高強度と高延性は二律背反で両立できないものとされてきた。

これに対し、本論文では、純チタン等で提案された調和組織制御法をより完成された手法として提案し、SUS304L オーステナイト系ステンレス鋼に適用し高強度と高延性の両立を実証すると同時に、両者が両立する変形機構を提案した。すなわち、高強度な微細粒のネットワーク構造が高強度と高延性を生じさせていることを明らかにし、高強度と高延性の両立のための普遍的な組織制御方法を提案している。

本論文は全 7 章で構成されている。

緒言である第 1 章では研究背景と課題を述べ、第 2 章では対象材料の諸特性、本研究で採用した粉末冶金法の概要、材料の高強度化のための結晶粒超微細化手法について記述した。第 3 章では実験方法、試料作製プロセス、各種評価手法について詳細に記述した。第 4 章では SUS304L 鋼の調和組織材料の作製と力学特性の詳細について、また、第 5 章では SUS304L 鋼の調和組織材料の変形機構について、調和組織を持たないヘテロ構造材料との特性の比較を記述した。第 6 章では実用化を検討するためにより汎用性の高い水アトマイ

ズ法で作製された SUS304L 鋼粉末の適用について検討した。第 7 章では、第 2 章～第 6 章の総括と今後の展望について記述した。

<論文審査の結果の要旨>

金属材料は合金化や材料内部の微細組織の制御によって高機能化できるという特徴を持っており、これまで種々の方法により材料の高強度化が図られてきた。しかし近年、金属材料に要求される特性はますます過酷なものとなっており、資源・環境・エネルギー問題などを同時に解決できるより高強度な材料開発が喫緊の課題となっている。

そのような背景のもとで研究論文がまとめられており、論文審査では、高強度化の手法の妥当性、効果、そして、高強度と高延性を両立する変形機構について、詳細な議論がなされた。

学位申請者は、広範囲な粉末冶金的手法で金属材料、特に汎用性の高いオーステナイト系ステンレス鋼 SUS304L 材の高強度化を強ひずみ加工により実現すると同時に、調和組織制御を行うことで延性も得られることを示した。調和組織材料は、微細な結晶粒領域と粗大な結晶粒領域が規則性を持って配置された、ヘテロ構造を有する材料である。鉄鋼材料における調和組織制御はこれまでになく、世界で初めて実証した研究成果である。さらに、高強度と高延性が両立する特異な変形メカニズムを詳細に検討した。特に、調和組織材料と同等の微細粒を有し強度レベルが同等となるヘテロ構造材料を比較材料に選び、両者の変形挙動を詳細に比較検討し、高強度と高延性が両立が塑性不安定を起こさずに大きな均一伸びを示すことによって生じていることを明確にした点は高く評価できる。そして、このような高強度と高延性の両立という現象は、ミクロ部分の変形だけでなく、調和組織に特有なマクロなネットワーク構造の変形に起因していることを指摘し、転位論由来のミクロな変形とマクロな変形が組み合わさった結果、塑性不安定の発生を高ひずみ側にずらせることで、大きな延性が得られていると結論づけている。この研究成果は、粉末冶金法にとどまらない材料全般に対して普遍性のある結論である。

本論文の審査に関して、2014年2月3日(月)10時00分～11時30分イーストウイング4階機械システム系演習室において公聴会を開催し、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者張喆に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、研究背景、微視的組織の詳細、変形機構などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。よって、以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、本論文は博士の学位に値する論文であると判断した。

<試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の主査は、学位申請者と本学大学院理工学研究科総合理工学専攻博士課程後期課程在学期間中に、研究指導を通じ、日常的に研究討論を行ってきた。また、本論文提出後、主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った。

学位申請者は、本学学位規程第 18 条第 1 項該当者であり、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していると確認した。

以上の諸点を総合し、学位申請者に対し、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて、「博士（工学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。