




平成 31 年 2 月 18 日


埼玉工業大学大学院工学研究科
丹羽 修 研究科長 殿


学位論文審査委員会

主査 巨 東英 

副査 内田 正哉 

副査 古谷 清藏 

副査 石崎 博基 

副査 奈良崎 道治 

学 位 (博士) 論文及び最終試験の審査結果について (報告)

専攻名：博士後期課程 電子工学 専攻

学籍番号：1522004

院生氏名：苗 山 (Shan Miao)

論文題目：変態塑性のメカニズムを考慮した浸炭焼き入れプロセスの最適化設計

(Optimization Design of Carburizing and Quenching Process in Consideration of Transformation Plasticity Mechanism)

上記の学位 (博士) 論文について、平成 31 年 2 月 18 日に審査および最終試験を行い、その結果を下記のとおり報告します。

記

1 学位論文の内容の要旨

科学技術の進歩と共に、自動車は軽量かつ低エネルギー消費の方向に発展している。最近の各種機械の高性能化及び自動化の進歩は目覚ましく、合わせて部品の軽量化、コストダウン、加工の高精度化と鋼材の表面硬化熱処理技術に関する利用と認識が日本はもちろん世界各国において高まっている。これらの処理技術の目的とするものには耐摩耗性、疲労強度等の種々の機能向上が挙げられる。しかし、鋼材は熱処理の過程で組織や結晶構造の変化が発生するため、オーステナイト化させた鋼材を焼入れすることで相変態が起き表面付近にはマルテンサイト、内部にはベイナイトやパーライトなどの金属組織が形成されている。この金属組織は組織ごとに密度が異なるので、表面と内部では体積の差により、塑性変形が生じるほか、相変態中に外部から応力を負荷するとその温度の降伏応力以下であっても大きな変態塑性が生じる。この変態塑性ひずみは熱ひずみ・変態ひずみと同等以上の大きなひずみであり、熱処理部品のひずみ制御に大きい影響を与えている。また、熱処理部品のひずみ制御は、熱処理プロ

セス条件，焼入れ冷却剤の選択など要因に及ぼす影響も大きく，材料の変態塑性を把握しながら熱処理プロセスの最適設計が期待されている。

そして本学位論文は「変態塑性のメカニズムを考慮した浸炭焼き入れプロセスの最適化設計」を題にして、新たな加熱段階の変態塑性理論を提案し、さらに材料特性、焼入れ用油、プロセス影響因子などを考慮して、シミュレーションと実験検証を用いた実験計画法により、鋼材 20MnCrS5 の浸炭焼き入れプロセスに関する最適化設計を行った。具体的には、本審査論文は6章で構成されている。第一章では、本論文の研究背景と研究の必要性を述べた上で、本論文の研究目的、研究内容と論文構成を示した。第二章では、材料特性を計算する同時に、オーステナイト変態に応用する新たな加熱段階の変態塑性理論を提案し、実験検証した。第三章では、ソフトウェア COSMAP により、浸炭焼き入れ全過程における変態塑性を考慮した丸棒の熱処理シミュレーションを行い、シミュレーション精度を向上させることが証明された。第四章では、熱処理プロセス条件，焼入れ油の選択と焼入れ時の歯車姿勢を影響因子として合計 27 条件のシミュレーションと実験検証を用い、さらに歯車の硬度，残留応力と変形の多目的評価を実験計画法に導入し、歯車の浸炭焼き入れの最適なプロセスを設計した。第五章では、最適な浸炭焼き入れプロセスを採用して、表面硬度を維持しながら、試験片の疲労強度を高めることを証明した。第六章では、本論文の総括であり、各章から得られた結論を簡潔にまとめた。

2 審査意見：

以上の学位論文は、鋼材の加熱時のオーステナイト変態塑性理論を提案し、材料特性、焼入れ用油、プロセスに影響因子などを考慮して、シミュレーションと実験検証を用いて浸炭焼き入れプロセスの最適設計を行った。また最適なプロセスで表面硬度を維持しながら、疲労強度を高めることを明らかに分かった。したがって、この論文から得られた有用な知見があり、特にこの論文により浸炭焼き入れ技術及びシミュレーションの研究開発と技術発展に寄与するところが多く、学術面にとどまらず、応用的価値を有するものと確かめられる。当審査委員会は、平成 31 年 2 月 18 日に審査委員ならびに関係教員出席のもとに、論文の最終試験と最終審査を行った。その結果、本人は材料工学に関する学力と英語に関し十分な学力があるものと認定し、本論文を博士（工学）の学位論文として合格と認める。

3 学位に付記する専攻分野の名称（いずれかを○で囲む）

工学

学術

4 学位授与できるか否かの意見

1) 審査結果（いずれかを○で囲む）

学位論文及び最終試験の判定

合格

不合格

2) 意見

学位申請者の報告を審査した結果，申請者の論文は博士学位論文に適している。