

令和2年2月28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 小西 克享

副査 福島 祥夫

副査 渡邊 陽一

副査 古谷 清藏



## 学位（論文博士）論文及び最終試験の審査結果について（報告）

氏 名： 金森 英夫

論文題目：焼入れ油を用いた円柱・円板プローブの熱伝達率の同定と  
熱流れの可視化に関する研究

**(Study on identification of heat transfer coefficient and visualization of heat  
flow of cylinder and disk probe using of quenching oil)**

上記の学位（論文博士）論文について、令和2年2月25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

熱処理技術は、僅かな成分を添加した炭素鋼をオーステナイト（ $\gamma$ 鉄）組織になるまで加熱し、その後急冷してマルテンサイト変態させ硬化させる鋼の焼入れは、部品の高強度化、耐摩耗性向上を図るうえで、資源の有効利用の観点、低価格ということから極めて有望な方策といえる。

本研究は、未経験や新規の課題に対するフィールド予測を可能にする CAE や熱処理シミュレーションへの期待は大きく、とくに以下の内容のもとに研究を進める。

第1章は、熱処理技術の現状と動向を述べた。第2章は熱力学理論を用いて熱処理における冷却剤沸騰と蒸気膜現象、および熱伝達率の概念を説明した。第3章は、従来の JIS 銀円柱試験片は冷却剤に固有の冷却情報を正確に与え、そこからベーセル関数を用いて熱伝達率を同定した。また、SC r 420 鋼材の円柱モデルを用いて、同定された熱伝達率を代入して焼入れシミュレーションの結

果と実験結果の比較により、熱伝達率の同定理論の妥当性を明らかにした。第4章は、SUS303 製円板試験片による冷却実験およびシミュレーションを行うために、熱伝導方程式の厳密解式を導き、実験で得られ円板の上下表面における冷却曲線を厳密解式に導入して、逆解析法により熱伝達率を求めた。また、SCM420 鋼材の円板モデルを用いて、焼入れシミュレーションを行うために、同定された熱伝達率をシミュレーションに与えて、焼入れ中の冷却曲線と焼入れ変形を実験値と比較する音により、本研究の熱伝達率同定法の妥当性を明らかにした。第5章は、学位論文のまとめとして、この研究のイノベーションポイントと研究成果について述べた。

## 2 審査意見：

以上の学位論文は、熱処理の際における冷却剤の沸騰現象、焼入れにおける鋼材表面に現れた蒸気膜と核沸騰現象および鋼材の冷却に影響する熱伝達率の同定について熱伝導方程式の解析解、逆解析、実験測定及びシミュレーションの立場で研究した。とくに沸騰第1段階を考慮した熱流れ現象複雑系であり、焼入れ鋼材の変形も非線形挙動であり、熱流れと固体の非線形挙動との相互作用を把握するために、熱伝達率を正確に捉えるために、本研究は全面的に研究し、自動車部品や機械部品の強度向上と品質管理へ有用性があると確認された。したがって、この論文から得られた有用な知見があり、とくにこの論文により自動車工学に関連する研究の発展に寄与するところが少なくない。当審査委員会は、令和2年2月25日に審査委員ならびに関係教員出席のもとに、論文の最終審査および最終試験を行った。その結果、本人は材料工学に関する学力、および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）

① 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。