

令和2年2月28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

三浦 博己



### 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	鈴木 康剛		学籍番号	第179102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	超高強度鋼部材のホットスタンピングにおけるプレス成形と接合に関する研究 (Study of Press Forming and Joining in Hot Stamping Processes of Ultra-High Strength Steel Components)			
論文審査の期間	令和2年1月16日 ～ 令和2年2月27日			
公開審査会の日	令和2年2月27日	最終試験の実施日	令和2年2月27日	
論文審査の結果※	合格	最終試験の結果※	合格	
審査委員会(学位規程第6条) 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。 委員長 柴田 隆行  委員 足立 忠晴  安部 洋平  森 謙一郎  印 印				

※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

本論文では、自動車の衝突安全性の向上と軽量化を同時に実現し、かつ製造コストの低減を目的として、超高強度鋼部材のホットスタンピングにおけるプレス成形技術と穴抜き接合技術に関する研究開発を行った。

第1章では、自動車の高強度化・軽量化の必要性を述べるとともに、車体骨格部材に適用が拡大している超高強度鋼部材の製造技術の現状と課題を論じている。特に、鋼板の各種成形法、ホットスタンピングにおける成形性、テーラード特性を持つホットスタンピング、パッチワーク部材のホットスタンピング、超高強度鋼板へのボルト・ナットおよび棒材の接合に関する技術を解説するとともに、現状の技術的課題に鑑み、本論文の目的を示している。

第2章では、成形性を向上させるために加熱炉から金型まで搬送されるブランクに部分冷却を導入するプレス成形法を開発した。部分冷却によって鋼板の変形抵抗を位置選択的に最適に制御することで、局部減肉を抑制し、成形性を向上させた結果、従来法と比較して、深い成形品の製造が可能となり、車体骨格部材の高強度化が図れることを示した。

第3章では、部材の一部の延性を高めるための溶接テーラードブランクに用いられている非焼入れ鋼板の代替材を調査した。各種鋼板のダイクエンチ後の材料特性を明らかにし、ダイクエンチ後も高延性を有する安価な軟鋼板が代替できることを示し、材料コストの低減に資するプレス成形法を開発した。

第4章では、スポット溶接によって製造されているパッチワーク部材の板厚の制約条件を解決し、母材よりも厚いパッチを用いることで、高強度・軽量化に資するプレス成形法を開発した。プレス成形と同時に母板とパッチを接合する複合材料の製造技術を考案し、従来技術と比較して厚いパッチの利用を可能とした。その結果、母板の薄肉化が実現でき、低コストで軽量の車体骨格部材が得られることを示した。

第5章では、欠陥の生じやすいプロジェクション溶接の問題点を解決するために、底角部に丸みを有するナットおよび棒材を超高強度鋼板に直接圧入することで、穴抜きと同時に機械的に接合を行う技術を開発した。

第6章では、第5章の穴抜き接合の実用化を図ることを目的とし、接合強度の向上と端面の位置の制御を容易にしたテーパナットおよびテーパボルトの穴抜き接合を開発した。

第7章では、結論を示すとともに、実部品へ適用された際の軽量化とコスト低減の効果、今後の超高強度部材の展望および量産化技術についての課題を示した。

## 審査結果の要旨

本論文では、自動車の衝突安全性の向上、軽量化、コスト低減に資する超高強度鋼部材のホットスタンピングにおけるプレス成形と穴抜き接合に関する研究開発を行っている。

部分冷却を導入するプレス成形法では、ブランク温度と変形抵抗の分布について考察し、局部的な減肉を抑制することで、大幅な成形性の向上を実現している。本提案技術によって、より深い成形品の製造が可能となり、車体骨格部材の軽量化と高強度化が同時に図れることを示している。また、各種鋼板のダイクエンチ後の機械的特性を明らかにし、溶接テーラードブランク用の高延性部材として使用されている高価な非焼入れ鋼板の代替材として、マルテンサイト変態なしに高延性を有する軟鋼板が利用できることを見出ししている。その結果、従来品と同等の機械的性能を有したままで、低コスト化が図れる溶接テーラードブランクのホットスタンピング法を開発している。さらに、補強部材であるパッチをプレス成形と同時に機械的に接合する複合部材の成形法を考案し、従来のパッチワーク部材の問題点を解決し、厚板のパッチと薄い母板の利用を可能とし、従来品と同程度の強度を有し、軽量かつ低コストでの車体骨格部材の製造技術を開発している。

また、自動車の製造においては、部品の取り付けのために多数のボルトやナットを鋼板部材に溶接する必要がある。しかし、従来のプロジェクション抵抗溶接では、熱影響などによって欠陥が生じやすいという問題がある。本論文では、ナットやボルトを鋼板部材に直接圧入することで、穴抜きと同時に機械的に接合する穴抜き接合法を開発し、実用に十分な接合強度を達成している。本提案技術は、ホットスタンピング鋼板のみならず、抵抗溶接が困難な冷間超高張力鋼にも有効であり、信頼性の向上と低コスト化に資する製造技術である。

本論文では、自動車の衝突安全性の向上、軽量化、コスト低減のための自動車骨格用超高強度鋼部材を製造するホットスタンピング法とナット・ボルトの接合法に関する製造技術の研究開発であり、学術上の新規性と独創性が認められるだけでなく、産業界への寄与も大きい。以上のように、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)