OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	自動車用高強度鋼板の抵抗スポット溶接の継手強度特性に関する研究
Author(s)	岡田, 徹
Citation	大阪大学, 2023, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/91934
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　岡田 徹　）	
論文題名	自動車用高強度鋼板の抵抗スポット溶接の継手強度特性に関する研究

論文内容の要旨

本論文では、自動車の燃費性能や衝突安全性能の向上を目的に、自動車用鋼板の抵抗スポット溶接の継手強度特性に関する研究に取り組んだ結果をまとめた。

第1章では、本研究の背景として、自動車を取り巻く環境と高強度鋼板の特徴と適用動向、高強度鋼板の抵抗スポット溶接における現状と課題について概説した後、本研究の目的と取り組み内容を説明した。

第2章では、抵抗スポット溶接の引張せん断継手の強度特性に及ぼす材料強度差の影響について検討した。270～980MPa級冷延鋼板、および1500MPa級ホットスタンプ鋼板を用いて、プラグ破断する場合を対象に、同板厚の同強度鋼板を重ね合せた板組（以下、同強度板組）と、1500MPa級ホットスタンプ鋼板と母材強度の異なる同板厚の鋼板を重ね合せた板組（以下、異強度板組）の引張せん断強さと破断形態をと比較した。その結果、異強度板組における引張せん断強さは、低強度鋼板側の母材強度に依存することを示した。さらに、ナゲット周囲の回転変形に起因して高強度鋼板側のナゲット端部にひずみが集中することにより、母材強度差の大きな板組を除いて、破断は高強度鋼板側で生じることを明らかにした。

第3章では、抵抗スポット溶接継手の剥離強度特性に及ぼす材料強度差の影響について検討した。プラグ破断する場合を対象に、各種剥離試験片形状に対して同強度板組と異強度板組の継手強度特性を比較した。その結果、異強度板組における継手強度は、組み合わせる鋼板それぞれの同強度板組の継手強度を比較した場合に継手強度が低い鋼板側の値に依存することを示した。破断位置は継手の拘束条件によって変化し、拘束条件の強い十字引張継手や円筒引張継手では継手強度が低い鋼板側で破断し、拘束条件の弱いL字引張継手では相対的に降伏強度の低い鋼板が優先的に変形してナゲット周囲にひずみが集中するため低強度鋼板側で破断することを明らかにした。

第4章では、抵抗スポット溶接の引張せん断継手、およびL字引張継手の強度特性に及ぼす鋼板板厚差の影響について検討した。1500MPa級ホットスタンプ鋼板を用いて、同板厚板組と差厚板組の継手強度特性を比較した。引張せん断継手では、鋼板板厚差の影響はナゲット径が大きい場合に顕在化し、鋼板板厚差が大きくなるとナゲット周囲の回転変形が抑制されてせん断方向の分力が大きくなるため、界面破断しやすく、引張せん断強さが上昇することを示した。L字引張継手では、鋼板板厚差が大きくなるとプラグ破断しやすく、L字引張強さが上昇することを明らかにした。その作用機構は、総板厚が厚くなり冷却速度が遅くなることに起因してオートテンパーによりナゲット靭性が向上することに加え、板界面における凝固偏析の方向が界面方向から逸れることでナゲット内へのき裂進展が抑制されるためと考察した。

第5章では、抵抗スポット溶接継手の強度特性に及ぼす拡散性水素の影響について検討した。抵抗スポット溶接における水素侵入源と、引張せん断強さ、およびL字引張強さに及ぼす溶接後経過時間の影響を調査し、拡散性水素量との相関を検討した。抵抗スポット溶接では主に鋼板表面の油分から水素が侵入すること、およびナゲット内で破断する場合にL字引張強さが溶接後の経過時間とともに上昇する傾向を示すことを明らかにした。さらに、鋼板表面の油有無によってL字引張強さの経過時間依存性の挙動が変化すること、引張速度が速い条件においてL字引張強さは溶接後の経過時間によらず一定であることを示し、L字引張強さの経過時間依存性は拡散性水素の作用であると考察した。

第6章では、実車の継手が受ける塗装焼付け熱履歴が抵抗スポット溶接継手の強度特性に及ぼす影響について検討した。溶接ままの継手と塗装焼付け熱履歴を模擬した170℃で均熱20分保持の熱処理（以下、ベーク処理）を施した継手の引張せん断強さとＬ字引張強さを調査した。その結果、ベーク処理の影響はL字引張継手において顕著であり、C量が高くP量が低い鋼種において、溶接ままではナゲット内をき裂が進展する場合にベーク処理によってＬ字引張強さが向上することを明らかにした。その作用機構は、低温焼戻しによるナゲットの靭性向上と考察した。

第7章では、本研究の成果を総括した。

様 式 7

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨 及 び 担 当 者

氏　　名	（ 岡田　徹 ）

	（職）	氏　　名
論文審査担当者		
主 査	教授	藤井　英俊（接合科学研究所）
副 査	教授	宇都宮　裕
副 査	教授	池田　倫正（接合科学研究所）

論文審査の結果の要旨

本論文では、自動車の燃費性能や衝突安全性能の向上を目的に、自動車用鋼板の抵抗スポット溶接の継手強度特性に関する研究に取り組んだ結果を論文としてまとめている。本研究で得られた主な知見を以下に総括する。

第1章では、本研究の背景として、自動車を取り巻く環境，高強度鋼板の特徴と適用動向、高強度鋼板の抵抗スポット溶接における課題について概説し、本研究の目的と取り組み内容について説明している。

第2章では、抵抗スポット溶接の引張せん断継手の強度特性に及ぼす材料強度差の影響について検討している。270～980MPa級冷延鋼板、および1500MPa級ホットスタンプ鋼板を用いて、プラグ破断する場合を対象に、同板厚の同強度鋼板を重ね合せた板組（以下、同強度板組）と、1500MPa級ホットスタンプ鋼板と母材強度の異なる同板厚の鋼板を重ね合せた板組（以下、異強度板組）の引張せん断強さと破断位置を比較検討している。その結果、異強度板組では、母材強度差の大きな板組を除いて、破断は高強度鋼板側で生じることを明らかにし、その作用機構を継手の変形挙動の観点から考察している。

第3章では、抵抗スポット溶接継手の剥離強度特性に及ぼす材料強度差の影響について検討している。プラグ破断する場合を対象に、各種剥離試験片形状に対して同強度板組と異強度板組の継手強度と破断位置を比較検討している。その結果、異強度板組における継手強度は、組み合わせる鋼板それぞれの同強度板組の継手強度と比較した場合に、継手強度が低い鋼板側の値に依存することを明らかにしている。また、破断位置は継手の拘束条件によって変化し、拘束条件の強い十字引張継手、円筒引張継手では継手強度が低い高強度鋼板側で破断するが、比較的拘束条件の弱いL字引張継手では変形しやすい低強度鋼板側で破断することを明らかにしている。

第4章では、抵抗スポット溶接の引張せん断継手、およびL字引張継手の強度特性に及ぼす鋼板板厚差の影響について検討している。1500MPa級ホットスタンプ鋼板を用いて、同板厚板組と差厚板組の継手強度特性を比較検討した結果、鋼板板厚差の影響はL字引張継手で顕著であり、鋼板板厚差が大きくなるほどプラグ破断しやすくなることを明らかにし、その作用機構について考察している。

第5章では，抵抗スポット溶接の継手強度特性に及ぼす拡散性水素の影響について検討している。抵抗スポット溶接における水素侵入源を検討し、さらに、引張せん断強さ、およびL字引張強さに及ぼす溶接後経過時間の影響と、拡散性水素量との相関を調査している。その結果、主に鋼板表面の油起因で溶接時に侵入した拡散性水素量が減少するとともにL字引張強さが上昇することを明らかにしている。

第6章では，実車の継手が受ける塗装焼付け熱履歴が、抵抗スポット溶接継手の引張せん断強さ、およびL字引張強さに及ぼす影響について検討している。塗装焼付け熱履歴の影響はL字引張継手において顕著であり、C量が高くP量が低い鋼種において、溶接ままではナゲット内をき裂が進展する場合にL字引張強さが上昇すること明らかにしている。その作用機構は、低温焼戻しによるナゲット部の靭性向上であると考察している。

第7章では、本研究の成果を総括している。

以上のように、本論文は高強度鋼板を自動車車体へ適用拡大する上で不可欠な抵抗スポット溶接の継手強度特性に関して、実車で用いられる様々な板組の継手強度特性を把握するために必要な知見や、実車評価において考慮すべき影響因子についての知見を得ており、材料工学の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。