

自動車鋼板のアーカ溶接技術

Arc Welding Technology for Automotive Steel Sheets

児 玉 真 二*

Shinji KODAMA

宮 崎 康 信

Yasunobu MIYAZAKI

石 田 欽 也

Yoshinari ISHIDA

野 瀬 哲 郎

Tetsuro NOSE

古 迫 誠 司

Seiji FURUSAKO

斎 藤 雅 哉

Masaya SAITO

抄 録

シャシーやボディに用いられるアーカ溶接について、直近の研究成果を述べた。シャシーへの適用を想定した780MPa級以下の高強度鋼板を用いた継手を作成し、鋼板強度とともに静的強度や疲労強度が増加することを確認した。亜鉛めっき鋼板の適用により溶接部の耐食性が向上することも確認できた。また、溶接作業性の改善を主眼とした溶接材料の開発により、スパッタの低減、ギャップ溶接性の向上、並びに亜鉛めっき鋼板の溶接性改善が可能であること、鋼板成分も溶接現象に影響を及ぼし、鋼板のSi量増加によりフラットなビード形状が得られることを示した。ボディへのアーカ溶接の適用では、近年、CMT (Cold Metal Transfer) 等の低入熱溶接法が普及しつつあるが、CMT溶接を活用したアークスポット溶接により高強度鋼板継手で、優れた十字引張強度の得られる可能性を述べた。

Abstract

Recent research progresses of arc welding techniques are described, focusing on the automotive chassis members or body members. As for welded joint performance, static strength and fatigue strength are improved with increasing of steel strength less than 780MPa tensile strength. Additionally, galvanized steel sheets contribute to corrosion resistance of weld parts. Developed welding materials have made it possible to improve welding activities such as reducing spatters, gap allowance or weldability of galvanized steel sheets. In contrast, components of the steel sheet also effects on welding phenomenon, a flat bead geometry is obtained by increasing Si content of steel sheets. Low heat input welding such as CMT (Cold metal transfer) welding has begun to use for body welding and cross tension strength of advanced high tensile strength steel are improved by CMT applied arc spot welding.

1. 緒 言

自動車車体では、CO₂排出量低減の観点からその軽量化が喫緊の課題となっており、高強度鋼板の適用による板厚低減ニーズが高まっている。シャシー部材には、これまで主として440MPa級や590MPa級の高強度鋼板が適用されてきたが、こうした軽量化ニーズの高まりから、780MPa超級高強度鋼板の適用が求められるようになってきた。一方、ボディでは既に、1470MPa級高強度鋼板も使われ始めている。

シャシー部材にはアーカ溶接が多用されるが、これは連続溶接が可能であることから継手の強度、剛性を確保しやすいこと、溶接継手形状に対する自由度が高くパイプや

ブラケット等付属部品の接合が容易であることが挙げられる¹⁾。シャシー部材は多数の溶接部材で構成されていることから継手には高い疲労強度や耐食性が要求される。また溶接時のスパッタ低減やプレス部の鋼板間ギャップに対応できる溶接材料(溶接ワイヤ)と溶接プロセスが求められる。そこでシャシーの高強度化を念頭に、780MPa級高強度鋼板までのアーカ溶接継手を作製しその静的強度、疲労強度、耐食性を検討した結果について、また溶接材料の開発によりスパッタ低減やギャップ溶接性の向上を図った結果について述べる。ところでアーカ溶接性は鋼板によって異なる。そこで鋼板組成が溶接ビードの形成メカニズムに与える影響についても紹介する。

一方、ボディではアーカ溶接の適用箇所は比較的少ない

* 鉄鋼研究所 接合研究センター 主任研究員 千葉県富津市新富20-1 〒293-8511

が、抵抗スポット溶接の代わりに用いられる場合がある。ボディで高い剛性と軽量化を両立するためには袋構造(閉断面構造)が有利であるが、閉断面では両側からのアクセスが必要なスポット溶接は適用できない。スポット溶接を適用するためには作業穴を設けることになるが、作業穴が多くなるとボディ剛性を低下させてしまう。そこで片側からのアクセスで溶接可能な手法として、アーカ溶接が採用されることがある²⁾。ところでボディに使われる980MPaを超える超高強度鋼板では、スポット溶接継手の十字引張強度が低いことが指摘されている。そこで、ボディ部材で典型的な1mm程度の薄鋼板に対しても適用可能な低入熱溶接技術を用いたアークスポットに着目し、超高強度鋼板継手の強度を検討したので、その結果を紹介する。

2. シャシーのアーカ溶接

2.1 溶接継手の性能

2.1.1 静的強度特性

一般に、溶接継手は母材強度よりも溶接金属の強度が高いオーバーマッチで設計される。このため高強度鋼板に対しては高強度の溶接材料を使用することが多いが、自動車部材では部材ごとに溶接ワイヤを変更するとコストが上がることで、薄鋼板では母材希釈が多く溶接金属が硬くなる傾向にあることから、鋼材の強度に関わらず汎用的な490MPa級溶接ワイヤが採用される場合が多い。そこで種々強度の鋼板に対して溶接材料の強度を変えた継手を作製し、継手の機械的特性を評価した。

図1は板厚2.3～3.2mmの440MPa級、590MPa級、780MPa級熱間圧延鋼板を用いて作成した重ねすみ肉継手の静的引張せん断強度を示す。継手強度は破断荷重を母材の断面積で除した応力で表示している。溶接ワイヤには1.2mm径の490～780MPa鋼用溶接ワイヤを用い、溶接電流は250～320A、溶接速度は100cm/minで、パルスマグ溶接により作製した継手である。いずれの鋼板に対しても溶接ワイヤによる強度差は認められず、母材もしくは溶接止端部で

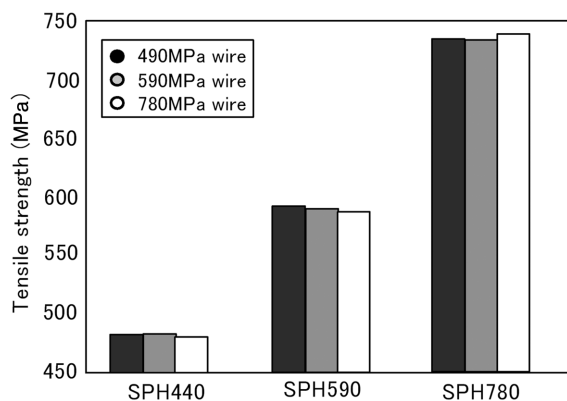


図1 各種溶接継手の静的強度
Static strength of arc welded joints

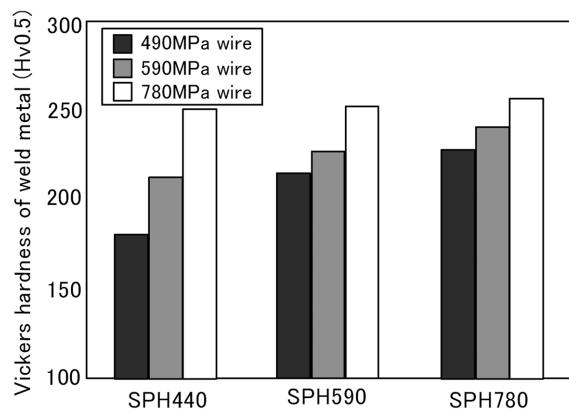


図2 各種溶接継手の溶接金属ビッカース硬さ
Vickers hardness of arc welded joints

の破断となった。

図2に各継手の溶接金属硬さを示す。同じ強度の鋼板であってもワイヤの種類により溶接金属の硬さが異なること、同じ強度の溶接ワイヤを用いても鋼材強度の増加とともに溶接金属の硬さが上昇することがわかる。薄板の溶接は1パス溶接が主流であるため、溶接金属成分における母材成分の割合が高い。通常の溶接条件では溶接金属の3～4割程度が母材より供給され、溶接金属硬さは母材組成に強く影響される。更に、薄板の溶接は比較的低入熱であるため、冷却速度が速く溶接金属が硬くなりやすい。こうした事情から、高強度鋼板の溶接において比較的低強度の溶接ワイヤを使用しても継手強度を確保できることになる。なお次章で触れるように、自動車鋼板用の溶接ワイヤは溶接作業性を重視して合金成分が設計されることが多く、490MPa級規格の溶接ワイヤを用いても溶接金属の硬さに差がでる場合があり、注意が必要である。

2.1.2 疲労強度特性

高強度鋼板の適用拡大に伴い、鋼板強度に見合った溶接部疲労強度が求められるようになってきた。しかし、溶接部には引張残留応力や高い応力集中部が存在するため、鋼板強度を高くしても、継手の疲労強度は高くならないと考えられてきた³⁾。このため、継手の疲労強度を向上させる各種手法が開発されており、超音波衝撃処理(UIT: Ultra Sonic Impact Treatment)⁴⁾や低変態温度溶接材料⁵⁾が橋梁や造船等、厚板構造物の分野で実用化されている。

溶接部の疲労強度に関する知見は、主に厚鋼板を対象に蓄積されており、薄板溶接継手に対する報告例は少ない。そこで、鋼板強度と継手疲労強度の関係を明らかにすべく実験を行った。鋼板は板厚2.3mmの熱間圧延鋼板とし、440MPa材、590MPa材、780MPa材を用いた。溶接材料には汎用的な1.2mm径の490MPa鋼用溶接ワイヤを使用し、前節と同様の溶接条件で重ねすみ肉継手を作製した。疲労強度は両振り(応力比 $R = -1$)の曲げ疲労試験により評

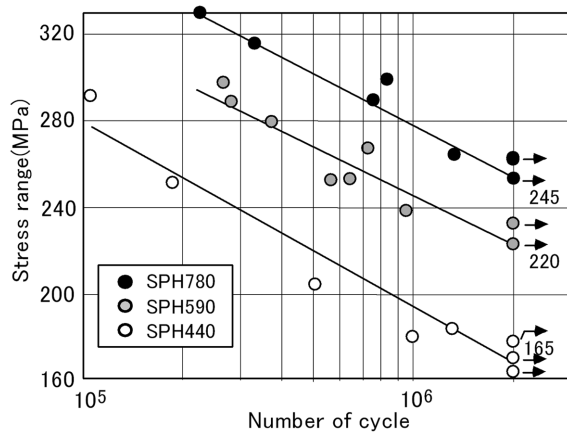


図3 各種溶接継手の疲労強度
Fatigue strength of arc welded joints

価した。なお、ルート部からの疲労き裂発生を防ぐため、評価部の裏側にも溶接を施している。

疲労試験結果を図3に示す。従来知見では鋼板の強度が高くなっても溶接継手の疲労強度は高くなるとされてきたが、440MPa材に対して、590MPa材、780MPa材継手の疲労強度が高くなっていることが分かる。これは薄板継手では溶接止端部での応力集中が小さいこと、容易に面外変形することから試験片の残留応力が小さいことによると考えられる。従って、応力集中のばらつきの小さな安定した形状の溶接ビードを形成できれば、鋼板強度が高くなるとともに、高い疲労強度を享受できると考えられる。なお、本評価では溶接止端部からのき裂発生を前提とした試験を行ったが、実部材では溶接ビード周囲の様々な位置からき裂が発生することも想定される。実部材での性能把握が不可欠である。

2.1.3 溶接部の耐食性

高強度化により鋼板の薄肉化が進むと、鋼板の腐食に対する余裕が少なくなる。溶接部は母材に比べて腐食の進行が早いとされており、耐食性の向上が必要となる。自動車では部材を化成処理、電着塗装して使用するため、これら塗装性の向上が重要である。塗装性低下の要因は溶接部に付着するスラグであるため、スラグの酸素源となるシールドガス中の CO_2 や O_2 を、混合比率で各々5%、3%以下に低下させることが有効^{6,7)}と報告されている。

一方、図4に示すように、亜鉛めっき鋼板の適用も溶接部の耐食性向上に有効である。非めっき材では溶接ビード際の熱影響部で広範囲に塗装ふくれが生じているが、亜鉛めっき鋼板ではふくれ幅が低減していることが分かる。

より詳細に検討するため、腐食による最大浸食深さを調査した。供試材として片面当りのめっき付着量が $45\text{g}/\text{m}^2$ のGA材を用い、前節と同様の溶接条件で重ねすみ肉継手を作製した。腐食条件はJASO252サイクルである。図5

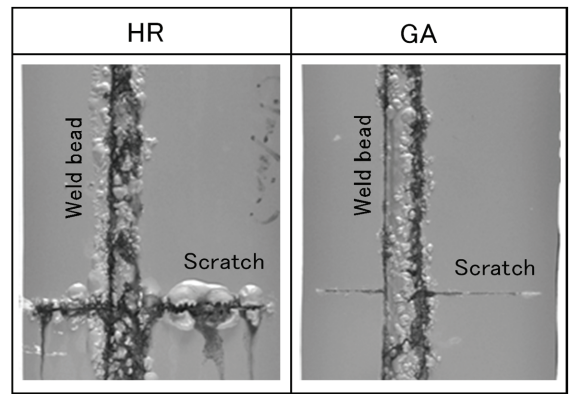


図4 腐食試験後の溶接部外観
Appearance of welds after corrosion test

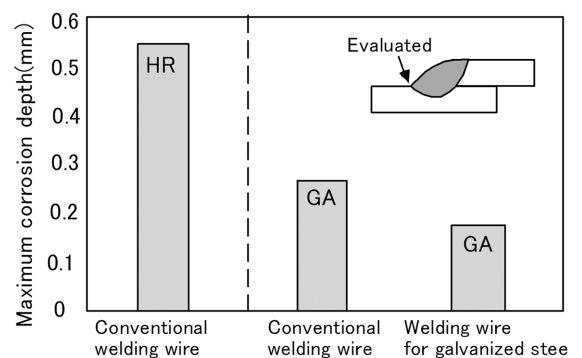


図5 GAめっき鋼板使用による溶接部耐食性の向上効果
Improvement of corrosion resistance of weld, by applying GA steel sheet

に、溶接ビード際の最大侵食深さを示す。図に示されるように、最大侵食深さに対しても亜鉛めっき鋼板の効果が確認できる。赤さびの起点となる溶接スラグはめっきの有無によらず同等と考えられたが、亜鉛めっき鋼板の適用により周囲に残る亜鉛が犠牲防食効果を示し、錆びの拡がりを抑制したと考えられた。更に、次章で述べる亜鉛めっき鋼板用の低Si、Mn系溶接材料を使用した場合、止端部のスラグが低減し、耐食性を向上できる可能性を確認できた。

2.2 自動車鋼板用アーカ溶接ワイヤ

自動車部材で使用される溶接ワイヤには、スラグやヒュームの発生が比較的少なくロボット溶接に適したソリッドワイヤが用いられる。汎用的な490MPa級の溶接ワイヤでも、比較的高強度な鋼板の継手強度が確保できることもあり、溶接ワイヤ開発では溶接作業性の向上に主眼が置かれる。自動車部材の製造では大量生産性が求められるため、溶接速度の高速化に加え、溶接時のスパッタ低減や、鋼板間ギャップへの対応能力が必要となる。また、亜鉛めっき鋼板の溶接で問題となる気孔欠陥も重要な課題である。これら溶接作業性には、アーカ放電や溶接ワイヤからの溶滴移行といった複雑な溶接現象が影響するため、溶

接プロセスの理解を通して、各種の課題に応じた溶接材料の開発を行ってきた。

2.2.1 スパッタの低減

一般的に自動車部品は、150～250A程度の中・低電流で溶接される。通常の直流マグ溶接では溶滴移行の不安定さに伴うスパッタの発生が避けられず、パルスマグ溶接が採用される場合が多い。しかし、パルスマグ電源の導入のみで十分なスパッタ低減が実現されず、溶接ワイヤの選定とパルス溶接条件の適正化を両立させる必要がある。

図6にパルスマグ溶接の溶滴移行形態の例を示す⁸⁾。1パルス1ドロップを安定して実現するためには、ピーク電流時に溶接ワイヤ先端に溶滴を形成し、ベース電流時にワイヤから母材に溶滴を移行させることが理想とされる。溶接ワイヤとしては、ピーク電流時にワイヤ先端を早期に“くびれ”させ、ベース電流時において小粒の溶滴移行を実現することが重要である。

図7に、各種ワイヤのピーク電流時間とスパッタ発生量の関係を示す⁸⁾。溶接ワイヤの合金成分適正化により、従来ワイヤに比べてスパッタ量を大幅に低減できることが分かる。一方、いずれの溶接ワイヤもピーク電流時間に対し、

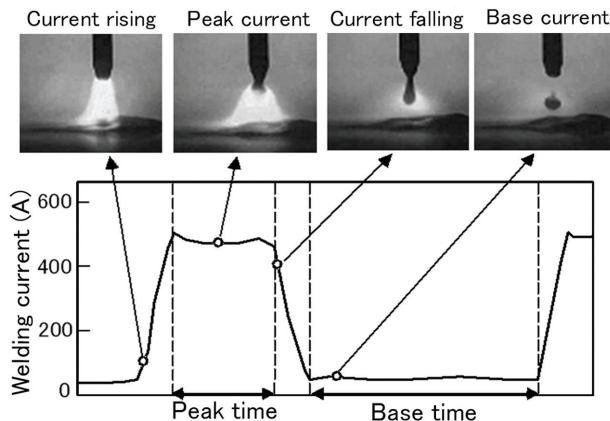


図6 パルスマグアーク溶接における溶滴移行現象
Droplet transfer phenomenon in pulsed MAG arc welding

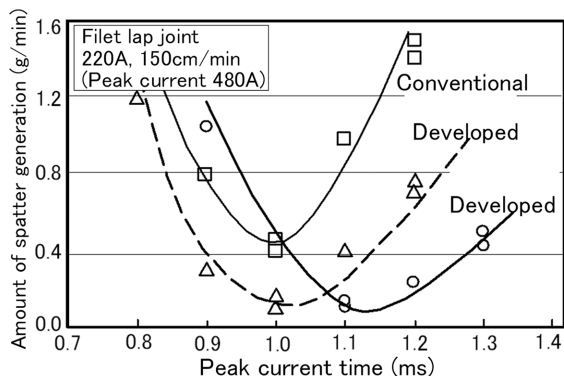


図7 各種溶接ワイヤのスパッタ発生量
Amount of spatter generation for various welding wires

スパッタ発生量は放物線状に変化し、ワイヤごとにスパッタ発生量の極小値を持つことが分かる。この現象はピーク電流時間が短いと十分な溶滴が形成されず、逆に長くなると過溶融により複数の液滴が形成されるためと考えられる。このようにスパッタ量を極小化するためには溶接ワイヤに応じて、適宜、パルス条件を適正化する必要がある。

2.2.2 ギャップ溶接性の向上

高速溶接を実現するためには溶接電流を増加させる必要があるが、電流増加に伴いアークの吹き付け圧力も増加するためギャップ溶接性（溶接ビードの架橋性）は低下する。ギャップ溶接性を向上させるには、溶鋼の表面張力や粘性を高めることが有効と考えられるが、これらの物性値に影響を及ぼす元素としてSiやSが知られている。そこで、高Si、低S化により溶鋼の粘性、表面張力を高めることを指向した⁹⁾。図8にワイヤのSi量と溶接可能なギャップの関係を示す。テーパ状にギャップが広がる試験片を用いて横向きすみ肉溶接を行った結果である。Si量の増加により、150cm/minの高速溶接条件においてもギャップ溶接性が向上することが確認できる。図9は開発ワイヤにおける溶接断面の例を示す⁸⁾。横向きすみ肉溶接、水平すみ肉溶接のいずれに対しても良好なギャップ溶接が可能であった。

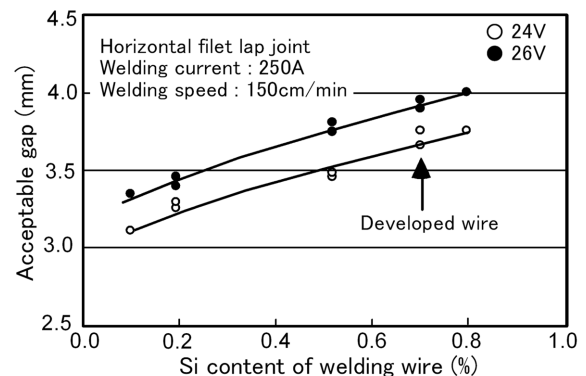


図8 Si量の増加によるギャップ溶接性の向上
Improvement of gap weldability by increasing of Si content in welding consumable

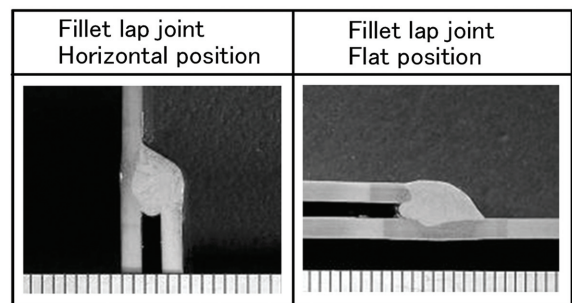


図9 ギャップ溶接における溶接断面の例
Examples of cross-section of weld with sheets gap

2.2.3 亜鉛めっき鋼板用溶接ワイヤ

耐食性向上の観点からシャシー部材においても亜鉛めっき鋼板の適用が増えている。しかし、亜鉛めっき鋼板を溶接すると溶接入熱に伴う亜鉛の蒸発が溶接ビード形成を阻害する場合がある。特に、重ねすみ肉溶接では、鋼板同士を密着させると溶接金属に気孔（ブローホール）やピットが発生しやすくなる。低強度の亜鉛めっき鋼板であれば、溶接金属がオーバーマッチとなることから多少の気孔が発生しても継手強度は担保されるが、高強度鋼板の継手に対しては溶接金属のオーバーマッチ代に余裕がなく、気孔による強度低下が顕著となる。このため、亜鉛めっき高強度鋼板の溶接では従来以上に気孔欠陥に注意を払う必要がある。

気孔欠陥を抑制するためには、溶融金属に亜鉛蒸気を侵入させない、溶融金属から速やかに亜鉛蒸気を排出させることが要点であり、これを実現するための様々なメカニズム、対策が提唱されてきた^{10,11)}。ここでは、ワイヤ成分の低Si・Mn化による溶融金属の低粘性化を指向した溶接材料⁸⁾について述べる。図10に、高速度カメラ観察による亜鉛蒸気の排出状況を示す。亜鉛蒸気は鋼板重ね部より噴出するが、アーク直下での鋼板重ね部開口部、アーク後方の比較的高温の溶融池、凝固前の比較的低温の溶融池から排出されることになる。低Si-Mn系ワイヤでは溶融池の開口が大きく、多量の亜鉛蒸気が溶融池に侵入することなく排出される。また、溶融池に侵入しても比較的高温の溶融池から頻繁に排出され、結果として気孔欠陥が低減される。

一方、通常ワイヤではアーク直下の開口が小さく多量の亜鉛蒸気が溶融池に侵入すると推察される。また、凝固直前の溶融池から亜鉛蒸気は排出され排出痕がピットになる場合も認められた。溶鋼の低粘性化により、溶鋼がアーク

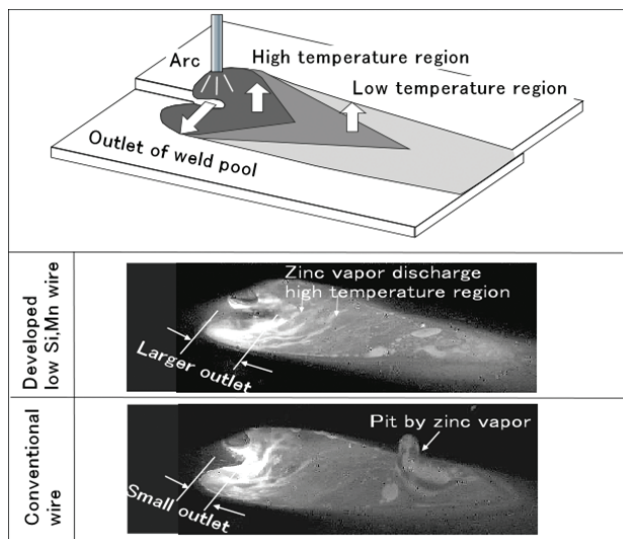


図10 ワイヤ組成による亜鉛蒸気排出現象の違い
Difference of zinc vapor ejection phenomena caused by composition of welding wire

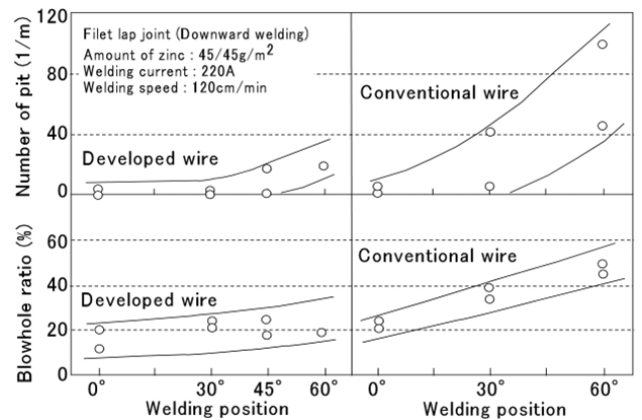


図11 亜鉛めっき鋼板用溶接ワイヤによる気孔の低減効果
Effect of decreasing blowhole ratio by newly developed welding consumable for zinc coated steel sheet

の吹き付け圧力で後方に押し流されやすくなること、また亜鉛蒸気の気泡が浮上する際の抵抗が少なくなる結果、気孔が低減すると考えられた。

図11は亜鉛めっき鋼板用に開発した低Si-Mn系ワイヤにおける気孔の発生状況を示す。下進姿勢では溶融金属がアークの前方に流れ易くなり、ブローホール、ピット共に増加傾向となる。これに対し、本ワイヤを適用すると30°未満の下進姿勢においてピットがほとんど発生せず、ブローホールも概ね半減する結果が得られた⁸⁾。なお本ワイヤでは、窒素の溶解度を高める合金元素¹²⁾を添加して、亜鉛の蒸発に伴うシールド不良に対応している。さらに、溶接ワイヤの強度レベルを高めることによって、高強度亜鉛めっき鋼板への適用を可能とした。

2.3 溶接ビードの形成メカニズム

鋼板の高強度化、薄肉化が進む中、特に、溶接部の疲労強度に大きな影響を及ぼす止端部形状を“なだらか”にする溶接技術が求められている。高強度化のため鋼板の合金元素も増加傾向であり、鋼板成分も良好な溶接ビード形状を得る上で重要な因子となる。

図12は溶接ビード形状に及ぼす鋼板のSi量および溶接ワイヤのSi量の影響を比較している¹³⁾。板厚3.2mmの重ねすみ肉継手を溶接速度100cm/minの高速条件でパルスマグ溶接した結果である。Si量が0.003%の鋼板では溶接ワイヤのSi量に関わらずビード形状が凸となるが、鋼板Si量を0.33%に増加させると溶接ワイヤによらず扁平なビード形状となることが分かる¹⁴⁾。また、止端部形状を比較すると低Si鋼板ではわずかにアンダーカットが発生したが、Si添加鋼板ではなだらかな止端部形状となっており、応力集中低減による継手疲労強度の向上が期待できる。また、溶接速度をさらに増加させると、低Si鋼板ではアンダーカットがより顕著に現れることも確認しており、継手の強度特性の観点からは鋼板へのSi添加が有効

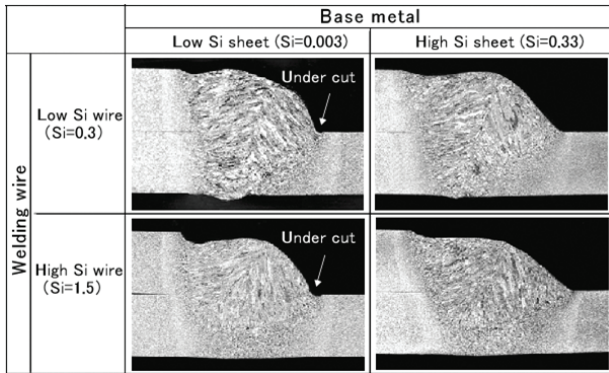


図12 溶接ビード形状に及ぼす鋼板Si量の影響
Effect of Si content of steel sheet on weld metal geometry

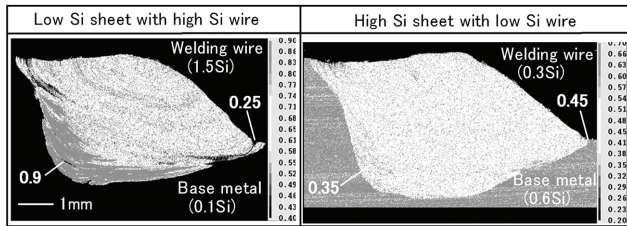


図13 溶接金属のSi濃度分布
Concentration distribution of Si in weld metals

と考えられた。

溶接ビード形状が溶接ワイヤ成分よりも鋼材成分に強く依存する結果から、溶接金属内でSiが均一に分布していない可能性が考えられた。そこで、溶接ビード断面のSi分布を測定し、溶接ワイヤおよび母材がどのように混合されているか調査した¹³⁾。図13に、ビード断面におけるSiの濃度分布を示す。併せて、溶接止端部およびルート部のSi量を数値で示した。低Si鋼板に高Siワイヤを適用した場合は、上側鋼板、下側鋼板共に止端部近傍のSi濃度が低いことが確認できる。また、溶接金属表面中央部のSi濃度に比べてルート部近傍のSi濃度が高い。一方、高Si鋼板に低Siワイヤを適用すると、母材と溶接ワイヤのSi量に大きな差がないため比較が難しいが、ルート部でのSi濃度が低いことが確認できる。すなわち、止端部では鋼板成分の影響が強く、ルート部はワイヤ成分が支配的になることが明らかとなった。

更に、高速度カメラによる観察を通して溶融池の流動に及ぼす鋼板Si量の影響を考察した。図14に、Si量の異なる鋼板における溶融池表面の流動状態を示す。低Si鋼ではアークの後方で内向きに収束する流れとなったが、高Si鋼ではビード幅方向に広がる溶融池流れとなることが確認できた。溶融池の流動に対してはマランゴニ流が強く関与すると考えられる。微量の酸素を含むアルゴン雰囲気での電磁浮遊法による溶鋼の表面張力測定¹⁵⁾では、低Si溶鋼の表面張力は温度依存性を持ち、温度の上昇と共に表面張

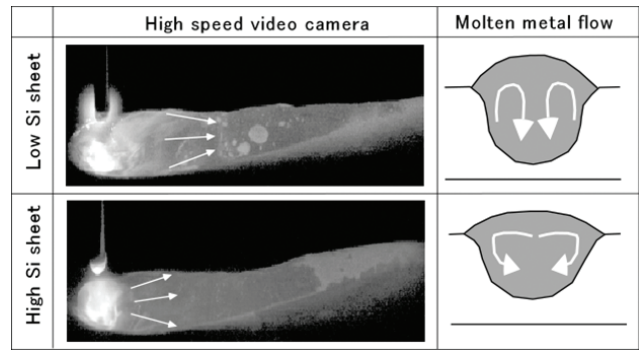


図14 鋼板のSiによる溶融池流動状態の違い
Difference of molten pool flowage between Si contents in steel sheets

力が増加すること、高Si鋼の表面張力は温度依存性がほとんど無く低Si鋼よりも高い値を示すことが報告されている。このことから低Si鋼板では、表面張力の低い止端部近傍から表面張力の高い溶融池中央に向かう内向きのマランゴニ対流が発生すると考えられる。

一方、高Si鋼板では溶融池全体ではほぼ均一なSi量となるためマランゴニ対流が弱く、溶融池内の流れはアーク圧力による外向き流れが支配的になると推察される。その結果、低Si鋼板ではビード形状は凸傾向となり止端部にはアンダーカットが発生するのに対し、高Si鋼板は平坦でなだらかな溶接ビードになったと考えられた。

3. 自動車ボディのアーカ溶接

3.1 薄鋼板の低入熱溶接

板厚の薄いボディの溶接では溶接入熱による溶け落ち抑制が課題となるため、溶接入熱の低減が必要となる。溶接材料には低電流での溶接安定化が可能な0.9mm径の細径ワイヤが、溶接電源には専用の低入熱電源^{16,17)}が使用される場合が多い。特に、CMT (Cold Metal Transfer) 電源は大幅なスパッタ低減、低入熱化が可能であることから、ボディ部材への適用例が増えている。図15に示すように、CMT電源ではワイヤ送給の前進後退と電流波形を同期させて制御し、溶接入熱の大部分を占めるアーク発生期間を短くすることによって溶接入熱の低減を実現している。更に、スパッタが発生しやすくなる溶接ワイヤと溶融池の接触・分離タイミングにおいて溶接電流を低下させることにより、スパッタ発生量を極めて低く抑えることに成功している。

図16は従来電源とCMT電源による薄鋼板の溶接例を示す。一般的な1.2mm径の溶接ワイヤを用いて、板厚1mmの薄鋼板のギャップ溶接を行った結果である。通常の直流マグ電源では入熱過多となり溶接ビードの穴開きや下板の貫通が生じたが、CMT電源の適用により止端部形状がなだらかで良好なビード形状が得られた。

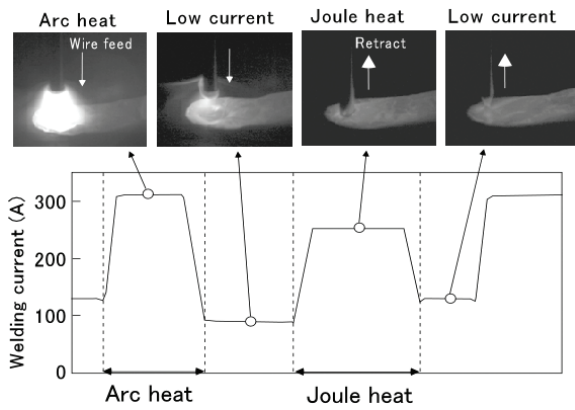


図15 CMT電源の溶滴移行現象
Droplet transfer phenomenon in CMT welding

Power source	Weld bead appearance	Cross section
Conventional Current:80A Voltage:15.5V Velocity:50cm/min	 Burn through	
CMT Current:100A Voltage:13.5V Velocity:60cm/min		

図16 溶接電源による溶接ビード形状の比較
Improvement of weld bead appearance by applying CMT power source

3.2 アークスポット溶接による継手強度の向上

ボディではシャシー部材に比べ、より強度の高い高強度鋼板が用いられる。高強度化に伴い母材の炭素当量も増加するため、母材成分そのものが溶接金属となる抵抗スポット溶接では靱性の低下により継手強度が低下する場合がある。特に十字引張強さ (CTS) の低下が顕著であることが報告されている。

そこで、溶接金属の組成を溶接材料により調整することが可能なアークスポット溶接を適用することによりCTS向上を試みた¹⁸⁾。母材には板厚1.2mmの980MPa級の鋼板を用い、溶込みを安定化させるため上板に穴加工を施した。溶接電流を171A、溶接時間を1.5sに固定し、下穴直径を0～10mmに変化させてアークスポット溶接を行った。なお、溶接材料には1.2mm径の490MPa鋼用ソリッドワイヤを使用した。

図17に溶接部の断面形状を示す。本溶接条件では、上板の穴径が6mm以上になると、穴端部の溶け残りや溶接金属中央部で割れが観察された。

図18に、スポット溶接継手およびアークスポット溶接継手のCTSを示す。横軸はアークスポット溶接部の下穴径またはスポット溶接部のナゲット径である。アークスポット継手のCTSは下穴径の拡大によって向上したが、下穴径が6mm以上になると減少に転じた。これは下穴径

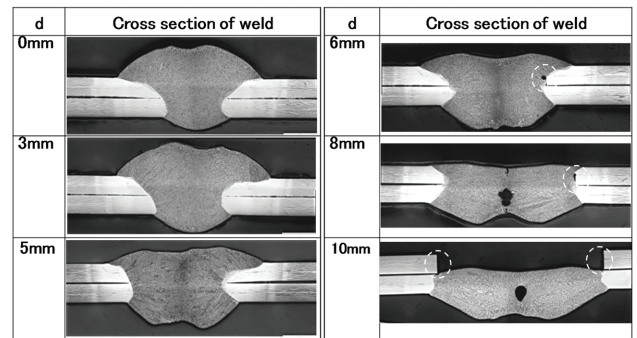


図17 アークスポット溶接部の断面形状
Cross-section geometry of arc spot welds

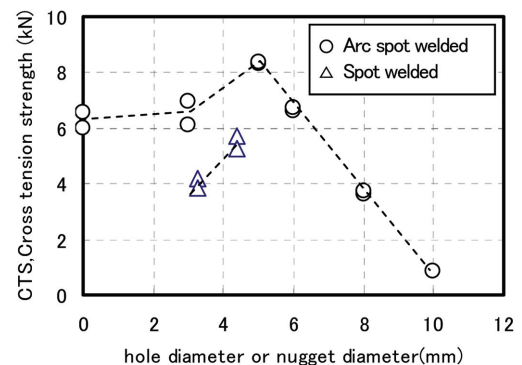


図18 アークスポット継手の十字引張強さ
Cross tensile strength of arc spot welds

が6mm以上では穴端部に溶け残りが生じ、接合面積が減少することが原因と考えられた。高いCTSを得るために下穴径を適正範囲に保つ必要があることが分かる。一方、スポット継手のCTSはアークスポット継手よりも低い値となった。引張試験後の破断径で整理してもアークスポット継手のCTSはスポット継手のそれを上回ることを確認しており、溶接金属の材質や溶接部形状がCTSの向上に寄与していると考えられた。

4. 結 言

自動車分野におけるアーカ溶接の課題及び最近の研究成果を概説した。近年の高強度化、薄手化ニーズに応えていくためには、従来にも増して信頼性の高い溶接継手を提供する必要があり、材料技術に踏み込んだ信頼性向上が必要となる。一方で、アーカ溶接は突合せ継手、重ね継手、T字継手といった様々な継手形状に適用することができ、継手形状に対する自由度の高い溶接法である。また鋼板の切断、プレス等の各工程で生じる組み付け誤差を溶接時に吸収し、構造物として組み上げられることが魅力である。今後とも、こうしたアーカ溶接のメリットを如何なく発揮させ、信頼性の高い継手を実現する手段を提供することによって、自動車に代表される“ものづくり”の競争力を支えていきたい。

参考文献

- 1) 近藤正恒:溶接学会誌. 79 (8), 42 (2010)
- 2) 棕本厚司, 新明高史, 前多豊秀:溶接技術. 52 (2), 94 (2004)
- 3) 渡辺 修, 松本重人, 中野善文, 齊藤良行:溶接学会論文集. 13 (3), 441 (1995)
- 4) 野瀬哲郎:溶接学会誌. 77 (3), 210 (2008)
- 5) 糟谷 正, 笹木聖人:溶接学会論文集. 27 (2), 158 (2009)
- 6) 高橋通泰, 内原正人, 迫田章人, 植木光彦, 新里文明:自動車技術会論文集. 28 (2), 143 (1997)
- 7) 内原正人, 高橋通泰, 迫田章人, 高 隆夫:自動車技術会論文集. 28 (2), 149 (1997)
- 8) 大村大輔:溶接技術. 56 (2), 73 (2008)
- 9) 斎藤雅哉, 木本 勇, 大村大輔, 芝崎翔太:溶接学会全国大会講演概要. 83, 346-347 (2008)
- 10) 泉谷 瞬, 柳圭一郎, 山崎 圭, 鈴木励一, 中村一生, 土田祐司, 上園敏郎, 田代真一, 田中 学:溶接学会全国大会講演概要. 90, 92-93 (2012)
- 11) 中村一生, 土田祐司, 上園敏郎, 泉谷 瞬, 柳圭一郎, 山崎 圭, 鈴木励一, 田代真一, 田中 学:溶接学会全国大会講演概要. 90, 94-95 (2012)
- 12) 木本 勇, 小山汎司, 鈴木友幸, 斎藤 亨, 松井仁志:溶接学会全国大会講演概要. 58, 53 (1996)
- 13) 石田欽也, 糟谷 正, 児玉真二:溶接学会全国大会講演概要. 88, 45-46 (2011)
- 14) 糟谷 正, 石田欽也, 児玉真二:溶接学会全国大会講演概要. 86, 134-135 (2010)
- 15) 小澤俊平, 高橋 優, 児玉真二, 石田欽也:CAMP-ISIJ. 24, 826 (2011)
- 16) 古川一敏:軽金属溶接. 43 (10), 465 (2005)
- 17) 上山智之:溶接学会誌. 77 (2), 27 (2008)
- 18) 古迫誠司, 児玉真二, 宮崎康信:溶接学会全国大会講演概要. 90, 230 (2012)



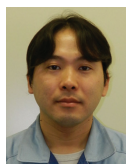
児玉真二 Shinji KODAMA
鉄鋼研究所 接合研究センター 主任研究員
千葉県富津市新富 20-1 〒293-8511



石田欽也 Yoshinari ISHIDA
君津技術研究部 主任研究員



古迫誠司 Seiji FURUSAKO
鉄鋼研究所 接合研究センター 主任研究員



斎藤雅哉 Masaya SAITO
日鐵住金溶接工業(株) 研究所 主任研究員



宮崎康信 Yasunobu MIYAZAKI
鉄鋼研究所 接合研究センター 主幹研究員



野瀬哲郎 Tetsuro NOSE
鉄鋼研究所 接合研究センター所長
工博