

「インテリジェント スポット™」溶接技術適用による溶接品質向上

Improvement of Weld Quality by “Intelligent Spot™” Welding Technology

1. はじめに

自動車車体の組立溶接では、1台あたり3000～6000点もの抵抗スポット溶接箇所があり、その施工技術は、自動車の生産性向上、品質安定化に大きく影響する。一方で、自動車には、多様な板厚、強度、表面処理状態の鋼板が用いられており、その抵抗スポット溶接施工条件の設定には十分な配慮が必要となる。たとえば、センターピラーでは、外板（薄肉軟鋼板）、補強部材（厚肉高張力鋼板）および内板（厚肉高張力鋼板）のような、板厚比（板組みの総板厚/板組みの中で外側に配置された薄板の板厚）の大きな三枚重ね板組みを溶接する必要があるが、このような高板厚比の板組みの抵抗スポット溶接では、原理的に薄肉軟鋼板側にナゲット形成が困難であることが知られており、この問題を解決する溶接技術が強く要望されていた。

JFE スチールではこの問題を解決する新しい抵抗スポット溶接技術として「インテリジェント スポット™溶接技術」^{1)~3)}を開発し、お客様と実用化を検討してきた。以下に、その概要を紹介する。

2. インテリジェント スポット™ 溶接技術概要

2.1 溶接メカニズム

インテリジェント スポット™ 溶接技術は、溶接中の加圧力および溶接電流の多段階制御により厚さ方向での発熱位置を制御することで、高板厚比の板組みの抵抗スポット溶接を可能とした技術である。本技術の加圧力・通電パターン、および溶融部形成過程を図1に模式的に示す。溶接工程は二段階に分割され、一段目は、低加圧力・短時間通電・高電流とすることで薄板-厚板間を十分に発熱させ、二段目に高加圧力・長時間通電とすることで、薄板-厚板間および厚板-厚板間にナゲットを形成させるプロセスである。写真1は板厚0.7 mmの270 MPa級合金化溶融垂鉛めっき鋼板(270GA)、および板厚2.3 mmの780 MPa級合金化溶融垂鉛めっき鋼板(780GA)を用い、0.7 mm-2.3 mm-2.3 mmの三枚重ね板組み(板厚比7.6)の鋼板端面を溶接すること

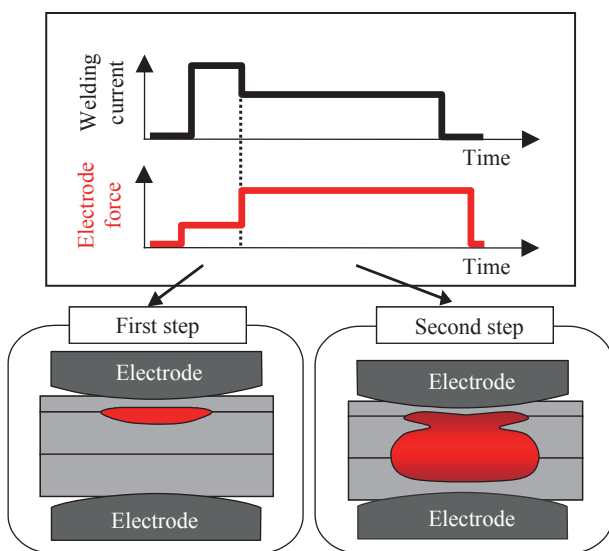


図1 インテリジェント スポット™ 溶接プロセス模式図

Fig. 1 Schematic illustration of Intelligent Spot™ welding process for three-sheet-joint with higher sheet thickness ratio

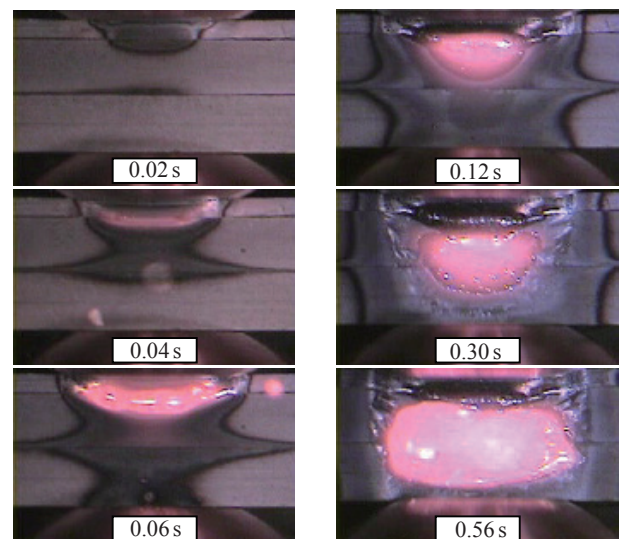
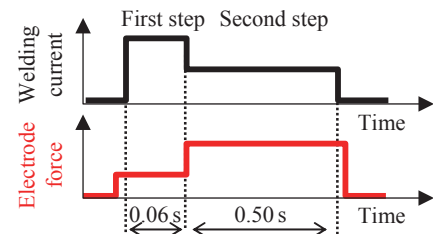


写真1 高速度ビデオにより観察したインテリジェント スポット™ 溶接ナゲット形成過程

Photo 1 Nugget formation process in Intelligent Spot™ welding observed by high speed video camera

で、本プロセスのナゲット形成過程を高速度ビデオカメラにて直接観察した結果である。低加圧力の一段目にて薄板-厚板間に溶融部が形成され、加圧力を増加させた二段目にて、発熱位置が電極間中央付近に移動し、厚板-厚板間にて溶融部が形成される様子が明瞭に観察できる。

2.2 実験室での溶接結果

上記板組み (270GA:0.7mm - 780GA:2.3mm - 780GA:2.3mm) の場合の、従来の抵抗スポット溶接とインテリジェント スポット™ 溶接の溶接部の断面マクロ組織を写真2に示す。いずれも厚板-厚板間ナゲット径が、ほぼ $4\sqrt{t}$ (t : 板厚) とする継手の断面であるが、薄板-厚板間でのナゲット形成はインテリジェント スポット™ 溶接の場合のみ確認できる。

さらに、この板組みにおける本溶接技術の適正電流範囲を調査した結果を図2に示す。従来の抵抗スポット溶接では、スパッタを発生させずに薄板-厚板間に $4\sqrt{t}$ のナゲット径を得るのは困難な板組みであるが、本溶接技術を用い

ることで約 2.5 kA の広い適正電流範囲が得られた。

2.3 効果

高板厚比板組みにおける薄板-厚板間のナゲット形成の問題から、従来、自動車メーカーでは板厚比を4~5程度に制限し、千鳥加工することで二枚ずつ溶接するなど、生産性や設計自由度が犠牲にされる場合がある。また、制限範囲内ではあっても、高板厚比板組みの薄板-厚板間のナゲット径を確保するためには、厚板-厚板間に関して過剰な溶接電流が必要となりスパッタが発生しやすい。発生したスパッタは他の部分に付着し、その拭き取り工数が増加する問題もあった。

インテリジェント スポット™ 溶接を適用することにより、現在未適用の板厚比が高い板組みでも溶接が可能となり、板厚比制限の緩和が可能で、千鳥加工の工数削減や設計自由度向上が期待される。また、板厚比制限範囲内の板組みの溶接においても過大な電流設定が不要となるため、スパッタを低減でき、低スパッタ化技術としても期待される。

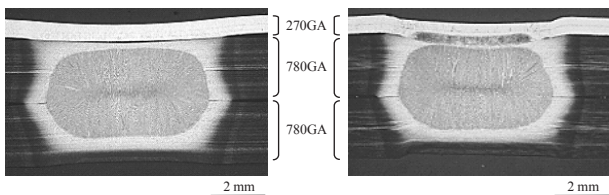


写真2 高板厚比3枚重ね抵抗スポット溶接部の断面の比較

Photo 2 Comparison of cross section macros of three sheets joint with high sheet thickness ratio

270GA: 270 MPa Grade galvanized steel sheet
780GA: 780 MPa Grade galvanized steel sheet

3. 適用事例の紹介

本技術は、自動車メーカーとの共同研究開発の中で、車体組立ライン適用時の各種外乱などの影響を考慮した検討を実施し、すでに実適用が開始されている。たとえば、高板厚比となるセンターピラー部に適用されており、スパッタ低減にも効果があることが確認されている。

4. おわりに

JFE スチールでは、お客様の要望に応えられる各種の新しい高機能鋼板の開発とともに、その優れた特徴を活用するためのプレス技術や溶接技術などの工法開発も実施している。本報告では、自動車車体組立用のインテリジェント スポット™ 溶接技術を紹介したが、今後も有効かつ効果的な車体組立溶接技術を開発し、JFE のオンリーワン・ナンバーワン製品の適用拡大による車体軽量化および衝突安全性向上に貢献していきたい。

参考文献

- 1) 沖田泰明, 池田倫正, 小野守章, 安田功一. 溶接学会全国大会講演概要. 2006, no. 78, p. 164-167.
- 2) 池田倫正, 沖田泰明, 小野守章, 安田功一. まてりあ. 2009, vol. 48, no. 2, p. 76-78.
- 3) 池田倫正, 沖田泰明, 小野守章, 安田功一, 寺崎俊夫. 溶接学会論文集. 2010, vol. 28, no. 1, p. 141-148.

<問い合わせ先>

JFE スチール スチール研究所 接合・強度研究部
TEL : 043-262-2447 FAX : 043-262-2117

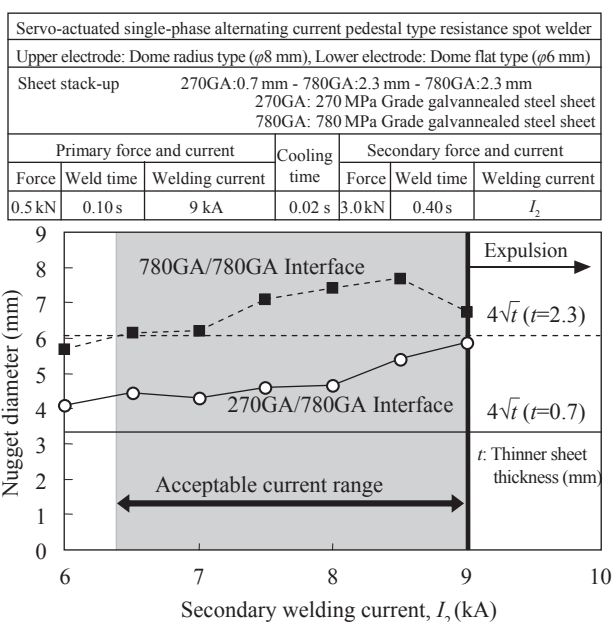


図2 インテリジェント スポット™ 溶接の適正電流範囲
Fig. 2 Acceptable current range of Intelligent Spot™ welding