

車体軽量化に貢献する次世代抵抗スポット溶接技術の開発

Development of Next Generation Resistance Spot Welding Technologies Contributing to the Weight Reduction of Auto Body

松下 宗生 MATSUSHITA Muneo JFE スチール スチール研究所 接合・強度研究部 主任研究員（課長）・Ph. D.
谷口 公一 TANIGUCHI Koichi JFE スチール スチール研究所 接合・強度研究部 主任研究員（係長）
大井 健次 OI Kenji JFE スチール スチール研究所 接合・強度研究部長・博士（工学）

要旨

自動車車体の軽量化を実現する次世代抵抗スポット溶接技術を開発した。インテリジェントスポット™溶接は、溶接中に加圧力および溶接電流を変化することで薄板-厚板間および厚板-厚板間両方のナゲット形成を可能とし、高張力鋼板の適用とともに増加する三枚重ね溶接を容易にした。パルススポット®溶接は、後熱処理として短時間高電流通電を利用し、短いタクトタイムで高張力鋼板の溶接継手強度向上を実現した。また、溶接中の加圧力および溶接電流を可変制御する片側スポット溶接により、片側のみの電極加圧で安定的にナゲットを形成し、閉断面構造での高施工性を実現した。

Abstract:

New generation resistance spot welding technologies were developed to reduce the weight of auto body. By varying the force and welding current during welding, Intelligent Spot welding™ made it possible to perform easier three-sheet-lap-welding more frequently performed with increased application of high strength steels. Pulse Spot® welding, which utilizes high current conduction with short periods as a post-weld heating treatment, increased the weld joint strength of high strength steels without extending welding time. The single-side spot welding which

1. はじめに

自動車の軽量化および衝突安全性向上を達成する材料として、自動車車体には各種の高機能高張力薄鋼板の適用が検討されているが、車体の組立工程においては、これらの鋼板をより有効に活用するための溶接技術が重要になっている。そこで、JFE スチールでは、各種の高機能高張力薄鋼板を提供するとともに、車体組立用の溶接技術についても積極的な研究開発を進め、各種鋼板の自動車車体への適用を目指している。自動車車体の組立溶接には、抵抗溶接、アーク溶接およびレーザー溶接などが主に用いられているが、最も多く使用される溶接法は抵抗スポット溶接であり、高い施工性を有することから今後も重要な溶接技術として位置付けられている。

本報告では、JFE スチールが開発した車体組立用抵抗スポット溶接技術として、今後の高張力薄鋼板のさらなる適用拡大に張力鋼板)の三枚重ね溶接となる。抵抗ス

ポット溶接では、溶接板組みの中央部付近でナゲットが形成されるため、薄板-厚板-厚板の板組みにおいて板厚比(=板組みの総板厚/板組みの中で外側に配置された最も薄い板の板厚)が大きい場合は薄板-厚板間でナゲットが形成されにくくなることから、一般に、溶接施工可能な板厚比の上限は4~5とされている。そこで、溶接施工上の課題である板厚比制限を緩和できる抵抗スポット溶接技術として、薄板-厚板間および厚板-厚板間の両方にナゲットを形成することが可能な「2段加圧・2段通電」プロセス、インテリジェントスポット™溶接技術^{1,2)}を開発した。

本溶接技術では溶接中に加圧力および溶接電流を変化させる点に特徴がある。すなわち、1段目は、低加圧力・短時

には大きな差異が確認された。これはパルス通電にともなう再加熱による影響と考えられる。

次に、パルススポット[®]溶接における継手強度特性を評価した。図5に、ナゲット径 $4t$ (t は板厚)でのパルス通電電流と継手の十字引張強さの関係を示す。従来溶接では十字引張強さは波線で示す7.0 kNであったのに対し、パルススポット[®]溶接では継手強度が大きく向上し、従来溶接に対して1.3～1.7倍の継手強度が得られた。また、幅広いパルス通電電流範囲において継手強度が増加していることから、溶接時の外乱要因に対しても強い溶接プロセスであるといえる。

図6は、ナゲット径を $3t \sim 5t$ の間で変化させた場合の十字引張強さの変化を示す。いずれのナゲット径においてもパルススポット[®]溶接は従来溶接より十字引張強さが上昇しており、特に、ナゲット径6 mm ($4.5t$)以下では3 kN以上向上しており、パルス通電の効果が非常に大きいといえる。図6の十字引張試験時の溶接破断部の断面を写真2に示す。

車

ソフト「Quick Spot」(株)計算力学研究センター)を使用し、二次元軸対称モデル(熱弾塑性有限要素法)により溶接現象を解析した。鋼板および電極の物理的特性(熱伝導率,比熱,電気伝導率,ヤング率,降伏応力,線膨張率)は温度依存性を考慮した。

図 13 に溶接プロセス解析結果を示す。(a) 加圧力・電流一定パターンでは,通電開始直後では鋼板間で発熱するが,その後は通電中にもかかわらず溶接部温度は低下し,融点以上に達する温度領域はほとんど形成されない。一方,(b) 加圧力・電流制御パターンでは,第 1 段目では電極-鋼板間での接触径が確保され,第 2 段目保