

池田 倫正 IKEDA Rinsei

JFE スチール スチール研究所 接合・強度研究部 主任研究員(部長)・博士(工学)

要旨

車体への高張力薄鋼板適用に際して、高い衝突安全性を実現するためには、組立溶接法として最も多く利用されている抵抗スポット溶接技術による継手特性向上が重要である。パルススポット[®]溶接は、溶接通電パターンに短時間高電流通電を活用し、短いタクトタイムで超高張力薄鋼板の溶接継手強度向上を実現した。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させることで、高張力薄鋼板の適用とともに増加する高板厚比三枚重ね溶接を容易にした。

Abstract:

The new technologies of resistance spot welding, which has been widely used for auto body production, are significant to realize

1. はじめに

自動車の環境負荷低減を目的とした車体軽量化が進められる中、乗客安全性向上との両立を実現するため、自動車車体に対する各種高機能高張力薄鋼板の適用が検討されている。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、各種高張力薄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 M

インテリジェントスポット[®]溶接技術⁶⁻⁸⁾について報告する。

2. パルススポット[®]溶接技術

2.1 高張力薄鋼板の溶接における課題

車体の衝突安全性を向上させる上では、抵抗スポット溶接継手の破断強度の確保が不可欠であるが、高張力薄鋼板においては、はく離方向の破断強度である十字引張強さ(Cross tension strength, CTS)が低下する懸念が指摘されている。図1に板厚1.6 mmの引張強さ590~1180 MPa級薄鋼板の二枚重ね継手の、ナゲット径5 mmにおける引張せん断強さ(Tension shear strength, TSS)、十字引張強さおよび破断形態を示す。引張せん断強さは鋼板引張強さの増加とともに増加する傾向にあるが、十字引張強さは980 MPaを超えると逆に低下する傾向にある。また、十字引張試験において、980 MPa級以下の鋼板は母材または熱影響部で延性的に破断するプラグ破断であるのに対し、980 MPa級を超える鋼板ではナゲット(溶融凝固部)で脆性的に破断する界面破断を示し、継手強度を低下させている。

高張力鋼板での界面破断の要因としては、十字引張試験時のナゲット端部での応力集中、およびナゲットのC、Pによる塑性低下が指摘されており⁹⁻¹¹⁾、十字引張強さの劣化を解決する方法としてテンパー通電法が提案されてい

る電気機器

接では、従来溶接と比較して、母材マルテンサイト組織の焼もどしによって生じる溶接熱影響部での軟化領域が拡大する傾向が確認された。パルススポット[®]溶接では、溶接熱影響部が加熱されやすい状態にあったと考えられる。一方、ナゲット硬さはほとんど低下しないことも確認された。

以上の結果より、パルススポット[®]溶接では、(1) ナゲットのP偏析軽減によるナゲット靱性向上、(2) 熱影響域拡大によるナゲット端部での応力集中緩和の二つの効果による継手強度向上が期待された。

2.4 パルススポット[®]溶接による継手強度向上

パルススポット[®]溶接による継手強度向上の効果を、板厚1.6 mm 鋼板に溶接した際の、溶接部、溶接熱影響部、母材の硬さ分布を比較した。

によるリング模様が観察された。

図4に、Pの偏析状態を確認するために実施したEPMA(電子線マイクロアナリシス)マッピングの結果を示す。パルススポット[®]溶接では従来溶接の場合と比較してP偏析が軽減されており、この差異がエッチング状態の濃淡差を生じさせたと考えられる。パルススポット[®]溶接では、パルス通電時の再加熱によってナゲット内のPが拡散したためと推定される。

次に、溶接部の硬さ分布の比較を図5に示す。両溶接方法とも同様な硬さ分布を示しているが、パルススポット[®]溶

についての検討が必要であると考えている。

3.3 インテリジェントスポット®溶接の効果

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、自動車メーカーでは三枚重ね溶接において板厚比を4~5程度に制限したり、千鳥加工して二枚ずつ溶接するなどの対策をとっており、生産性や設計自由度が犠牲にされる場合があった。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、過大な溶接電流設定となりやすく、発生したスパッタは車体に付着し、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薄板-厚板間のナゲット径を確保するための過大な電流設定が不要となるためスパッタの発生を低減することが可能であり、低スパッタ化技術としても期待される。

さらに、本技術は厚板-厚板間に必要な径のナゲットを形成する二段目の通電後の条件に制約はなく、パルススポット®溶接技術との併用も可能である。インテリジェントスポット®溶接とパルススポット®溶接を併用することにより、センターピラーなどの構造部材における超高張力薄鋼板を含む高板厚比三枚重ねの溶接において、各鋼板間に必要なナゲット径を確保するとともに、高張力薄鋼板溶接部の継手引張強さを向上させることも可能といえる。