

新技術

**【世界初】レーザ・アークハイブリッド溶接による
アルミニウム合金と鋼板の異材接合技術を開発**

■ 要旨

株式会社ダイヘンは、溶融接合が困難であったアルミニウム合金（以下、アルミ）と亜鉛メッキ鋼板（以下、鋼板）の異材接合法において、品質・信頼性が高いレーザ・アークハイブリッド溶接による新接合技術を世界で初めて開発いたしました。今後、自動車メーカーを中心に提案を進め、2019年度内に製品化いたします。

■ 開発の背景

輸送機器の分野では地球温暖化や化石燃料の枯渇を防止するための対策が取られており、特に自動車業界ではCO₂排出量削減を目的とした車体軽量化のため、従来より自動車部品へ高強度な鋼板を適用し板厚を低減することで車体軽量化が図られていました。近年のEV車の普及などにより更なる軽量化のためマルチマテリアル化が進むと考えられており、その軽量素材の筆頭となるアルミと鋼板を高品質に接合できる溶接技術の確立が強く求められていました。

しかしながら、アルミと鋼板の異材接合においては、融点や熱伝導率といった材料特性の違いにより、アーク溶接や抵抗スポット溶接といった溶融溶接の適用が難しいとされています。加えて、溶融溶接では母材への入熱が高くなることにより接合部に脆弱な金属間化合物（以下、IMC）^{※1}が生成されます。一方、IMCを減らすために入熱を下げると十分な継手強度を有するビード幅を形成することが出来ません。これらのことから、溶接による異材接合で実用的な強度を確保することは実質的に不可能とされてきました。【図1】

そのため、従来からアルミと鋼板の接合にはリベット^{※2}などを利用した機械的接合法や接着接合法などが用いられる他、接合部分を溶融させない固相接合を中心に、新接合技術の研究開発が進められてきました。しかしそれらの接合方法は、強度や信頼性に課題があるだけでなく、大掛かりな設備や治具、特殊な接合部材の使用や複雑な接合工程が求められるため、ランニングコスト面でも課題がありました。

これらの課題を解決し、生産性が高く車体の接合に多用されてきたアーク溶接をベースとした汎用性の高い異材接合技術を確立するべく、アーク溶接における当社独自の電流波形制御技術と、精密な入熱制御が可能なレーザ技術を組み合わせた（ハイブリッド化した）独自の溶接・接合技術を開発いたしました。これにより、IMCの生成を最小限に抑制することに成功し、高い継手強度を実現するとともに【図2、3】、特殊接合材料が不要となることでランニングコストの低減にも貢献します。

■ 特長
1. 高い継手強度

- ・アーク溶接法として、極低スパッタを実現する当社独自の「シンクロフィード溶接法^{※3}」にさらに改良を加えた“アルミニウム合金用電流波形制御法”を採用し、接合部に必要な溶融金属を極低入熱で供給。レーザヘッドは、古河電気工業(株)のビームモード制御技術を採用。レーザを最適な形状、入熱量で接合部に照射することで幅の広いビードを形成【図4】

（＝IMCの生成を極限まで抑制しつつ継手強度を高めるビード形状を実現）

- ・自動車用として使用される6000系アルミと鋼板の接合において、5000系溶接ワイヤとの組合せにより6000系アルミ部で母材破断する接合強度を実現【図5】

2. 汎用性の高い異材接合

- ・アーク溶接をベースとした異材接合技術であるため、現状の溶接ラインに使用されている治具等の設備が流用可能
- ・構造部材の形状や生産工程を大きく変更することなく、構造部材の素材をアルミに変更することが可能

3. ランニングコストを低減

溶接材料として一般的なアルミニウム溶接に使用される 5000 系ワイヤを用いるだけで、アルミと鋼板の異材接合が可能。他接合法に用いられるリベットや接着剤などといった特殊な接合材料が不要

■ 今後の展開

実用化に向けた製品開発ならびにお客様の生産現場でのフィールドテストなどを実施し、2019 年度内の市場投入を計画しています。

■ 関連特許数

国内 2 件（出願中未公開）

■ 本製品に関するお問い合わせ先

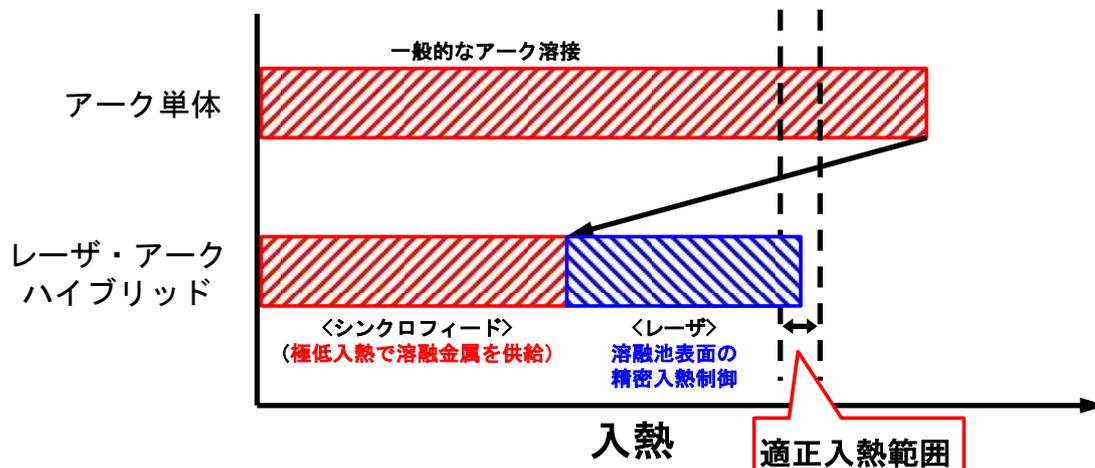
株式会社ダイヘン 溶接機事業部 企画部 TEL:078-275-2005 FAX:078-845-8199

■ 参考図

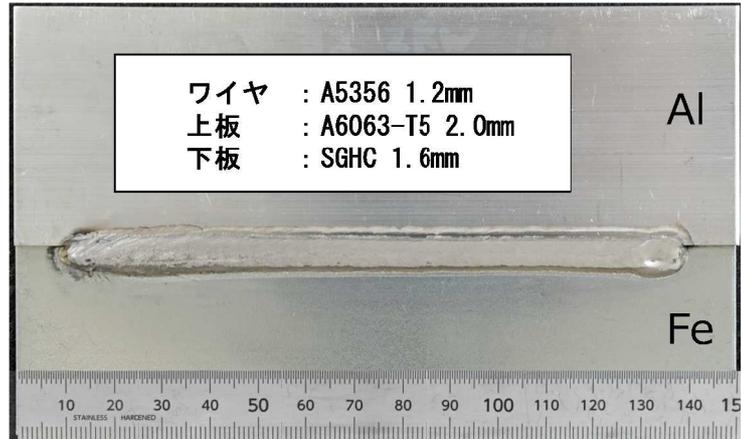
【図 1】 アーク溶接における入熱と金属間化合物の生成量、ビード幅の関係

	少ない ← 入熱 → 多い
金属間化合物	少ない ← 多い
ビード幅	狭い ← 広い

【図 2】 レーザ・アークハイブリッド溶接法の原理



【図3】 接合結果例（ビード外観）

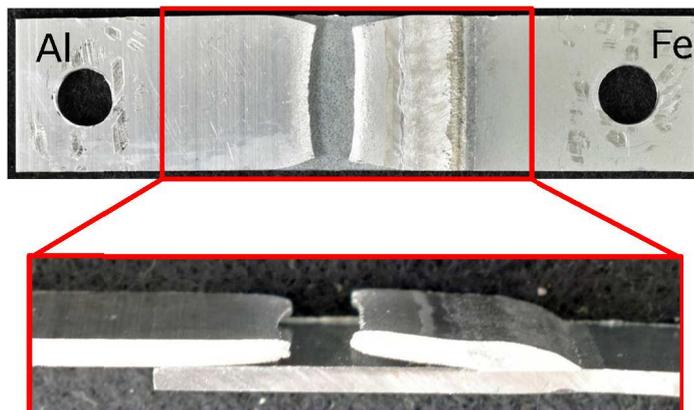


【図4】 レーザ・アークハイブリッドトーチ

当社と古河電気工業(株)との共同開発。シンクロフィード溶接用アークトーチならびにビームモード制御技術を組み込んだレーザーヘッドで構成。



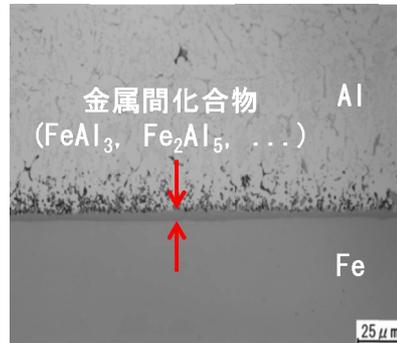
【図5】 母材破断例



■ 注釈

※1 金属間化合物

鉄とアルミの溶融接合では、母材入熱が多いことから溶融した接合境界部分に脆い金属間化合物 (InterMetallic Compound、IMC) が生成され、溶接中の割れや、引張強度不足の原因になる。



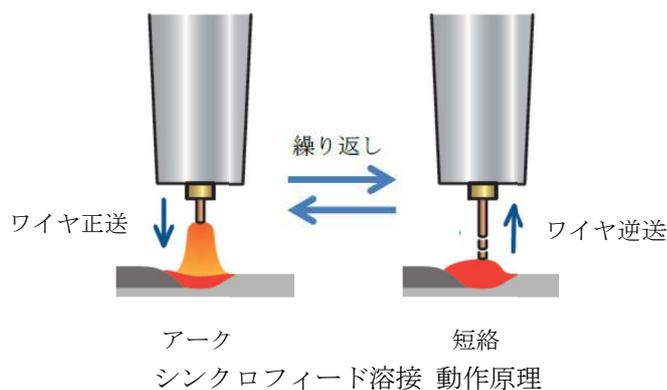
※2 リベット

一端に頭をもった柱状体の金属製締めつけ用部品のこと。

※3 シンクロフィード溶接法

2015年3月から販売を開始し、当社が長年培ってきたワイヤ送給技術を結集して開発したACサーボ送給制御システムによる高速ワイヤ送給制御と、We l b e eインバータシリーズのWB-P500Lによる高速電流波形制御を組み合わせ、溶接電流とワイヤ送給を最大100Hzで同期制御させ溶接するロボットシステム。

自動車部品では板厚1mm以下の薄板が使われるドアサッシやシート部品から、足回り部品やフレームなど十分な溶込みが必要となる同12mm以下の鋼板まで、スパッタを極限まで抑えて溶接可能。鋼材のみならずステンレスや亜鉛メッキ鋼板、アルミにも適用し、幅広い業界で採用されている。シンクロフィード溶接法では、下図に示すようにワイヤを高速に正送と逆送を繰り返しながら、設定した平均送給速度で送給する。



シンクロフィード溶接では次の通りスパッタを低減することが可能となる。

・短絡時のスパッタ低減

アーク発生中に、通常の溶接法に比べ高速にワイヤを正送することにより、溶滴が大きく不安定になる前の小さいうちに強制的に短絡させる。これによって、短絡時のスパッタを低減。

・アーク発生時のスパッタ低減

短絡中にワイヤを逆送させ、短絡中の電流を抑えるとともに、短絡を強制的に解放しアークを発生させる。これによって、大きな電流を必要とせず、アーク発生時のスパッタを低減。