

レーザとホットワイヤのハイブリッド溶接やモニタリング溶接を提案

編集部

アルミ同士や異種金属同士のより効率的な溶接のため、ハイブリッド溶接システムやモニタリング溶接が進化している。

前ページから続く「アルミニウムの各種レーザ溶接」をテーマにした講演会のPart3。ここでは株式会社ダイヘン 溶接・接合事業部 研究開発部長の恵良哲生氏による「レーザ・アークハイブリッド異材接合システムの開発」、独プレシテック社 (Precitec) 常務取締役 (Managing Director) のクラウス・ロフラー氏 (Klaus Löffler) による「(Tentative) Latest Technological Trends In Aluminum Welding」をレポートする。

レーザとアークのハイブリッドでアルミと異種金属を接合

溶接用ロボットなどを手掛けるダイ

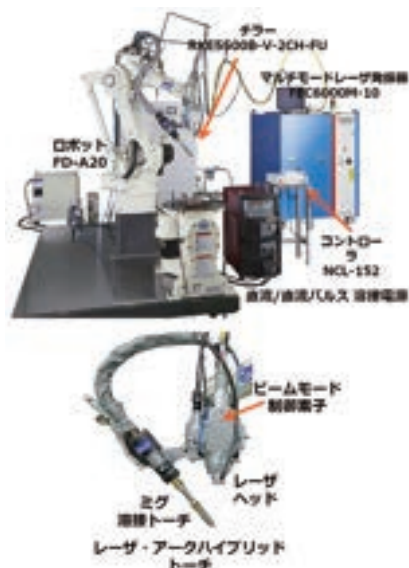


図1 レーザ・アークハイブリッド異種金属接合システム



ダイヘン 溶接・接合事業部 研究開発部長 恵良 哲生氏

ヘンは、レーザとアークのハイブリッドシステム(図1)によるアルミと溶融亜鉛めっき鋼板(GI材)や合金化溶融亜鉛めっき鋼板(GA材)との異種接合技術を紹介した。同社はビームモード変換素子を備えたレーザヘッドを採用している。レーザをアークに対して先行させ、めっき層を除去、予熱することにより、鉄基材表面の濡れ性を確保する。その直後にごく低入熱のアーク溶接で十分な溶着金属を供給し、IMC(金属間化合物)を抑制しながら幅の広いビードを確保する。

アークの低入熱化についてはデジタル化を背景に、ワイヤー送給制御を電流波形制御と同期させることにより、より低入熱で接合できる技術を開発している。CO₂レーザの溶接においては、150Aで溶接してもほとんど溶けない

レベルの低入熱を実現できるようになっている。この技術は「シンクロフィード溶接システム」として市場に展開している。レーザについては回折を利用したビームモード制御素子を搭載する。これにより、アルミ合金 A6063-T5 と GI 材の接合において、5000 系のワイヤーを用いて母材破断となる接合を実現した。継手効率は約 76% であった。

一方、同様の制御や入熱条件では GA 材との接合はできなかった。そこでレーザ出力をパルス照射として、オーバーラップ率を導入することにより、接合直後に割れない接合を実現することができた。なお 5000 系ワイヤーではビードが一定以上広がらなかった。そこで 4000 系アルミワイヤーを適用したところ、総入熱条件約 2kJ/cm において、GI 材による接合の場合と同等である約 100MPa の接合強度を得ることができた(図2)。これは JIS 規格アルミの抵抗スポット溶接 A 級判定基準の 2 倍以上である。さらにワイヤー径を太くし

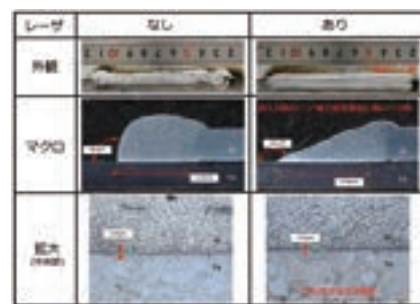


図2 異種金属接合におけるレーザの効果

て狙い角を30°とすることで、平均強度137.1MPa、標準偏差 $\sigma=6.6$ を実現した。また狙いずれ裕度 $\pm 1.0\text{mm}$ 、ギャップ裕度0～1.0mmの範囲で最低115MPa以上の強度を実現し、継ぎ手効率は80%で、およそアーク溶接と同等以上の接合の裕度を確立できた。

モニタリングにより自動で レーザ溶接出力などを調整

1971年にドイツで創業したプレシテック社はレーザ切断やレーザ溶接、3次元計測の技術を持つ。アルミを自動車用途などに使用することにはさまざまなメリットがあるが、一方で加工が非常に難しいという特徴を持つ。Eモビリティで使用されるアルミにはポロシティやクラックが入りやすいという



独Precitec社 常務取締役 (Managing Director) Klaus Löffler氏

特徴がある。そのためプレシテック社ではドイツ電子シンクロトロン (DESY) を使用してアルミの溶接の状態を観察し、条件によるポロシティの発生しやすさなどを見出している。

ロフラー氏はアルミ用溶接システム「WeldMaster」を紹介した(図3)。WeldMasterはAudi社と共同開発したもので、プロセス時間を33%削減、ポジショニングを含めると最大53%削減することが可能である。また部品への熱入力を最大47%削減、エネルギー/CO₂バランスを最大24%削減、エネルギーを除くランニングコストを最大95%削減、そして内部ドアフレームのフランジ長を最大27%短縮するといったことに成功している。Audi社の他にも

Ford社やVolkswagen社、Hyundai社をはじめ、多数のメーカーがWeld Masterを採用する。実際のアルミ製ドアの溶接システムでも、従来は一方のみだった溶接が往復して可能になったため、部品をひっくり返す必要がなくなったといった効果を得ている。このシステムでは高速度カメラを用いてシームの位置を見つけ、また高さ方向の情報を読み取るため、もし部材間にギャップがあれば、その量に応じてレーザの照射位置や振り幅、出力を自動的に調整し、最適な溶接を行うことが可能である。レーザを振る際には中心と折り返しところでレーザの出力を変え、均一な溶け込みができるような条件を見出している(図4)。ロフラー氏はギャップが0.5mmある場合でも溶接が行えるといった例を示した。

AI活用でモニタリング時に 物理的な特性も導出

同社はAIを活用してLWM(レーザ溶接モニタリング)の信号から物理的な特性を導き出す技術を有している。電気的な抵抗の導出にも取り組んでおり、溶接の良否判断にとどまらない、より詳細な判断が可能になっている。

プレシテック社ではバッテリーの歩留まりを向上させるためさまざまな手法に取り組んでいる。だがレーザプロセスを管理するだけでは100%の収率を達成することはできない。入ってくる材料とすべてのプロセスステップは、クローズドループ制御システムで管理する必要がある。そこで溶接だけでなく例えばスラリーを塗布するといった工程の管理に取り組むことも検討中である。「例えば週末に工場を止めて次の日の朝に再開すると、同様の作業ができないといったことをなくせるような管理を考えている」とロフラー氏は語った。

ILSJ

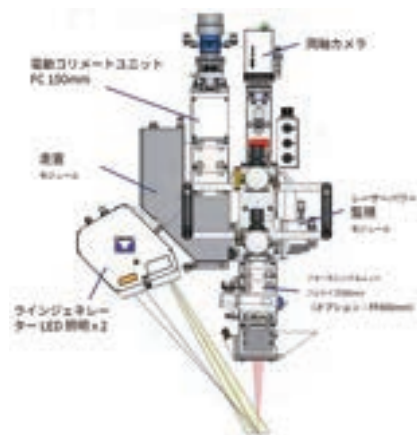


図3 アルミ溶接システム「WeldMaster」の概略図

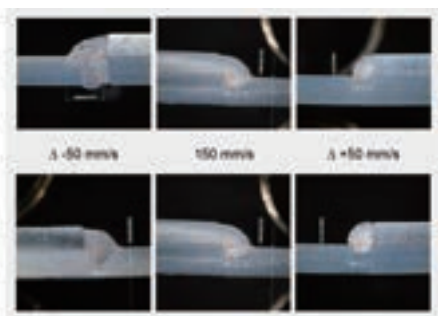
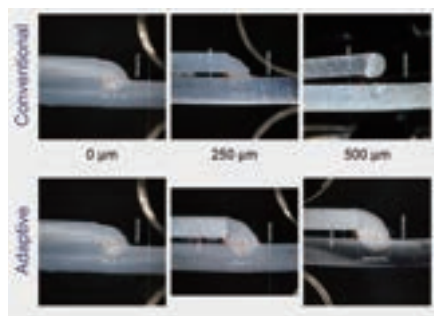


図4 溶接箇所への適応