

Q-47

レーザー溶接のアルミニウムへの適用例としてはどのようなものがあるのでしょうか？

A-47

アルミニウム合金へのレーザー溶接の適用例としては、0.3 mm 程度の浅い溶込み深さを狙った薄板・小型の製品から約3~5 mm の深い溶込みを必要とする厚板・大型の製品や構造物までいくつもあります。溶接用レーザーとしては、通常、1 mm 程度までの浅い溶込み用としてパルス発振の YAG レーザが使われ、深い溶込み用として連続発振の高パワー炭酸ガス（以下 CO₂ と呼称する）レーザーが使われ、その後、高パワー化した連続発振のランプ励起 YAG レーザの適用が始まり、続いて、半導体レーザー励起 YAG レーザが利用されました。最近では、薄板・厚板とも連続発振のディスクレーザ、ファイバーレーザまたは半導体レーザーの適用が増えています。また、異波長の2種類レーザーによる溶接や高出力レーザーとアークとのハイブリッド溶接も検討され、一部、実用化されています。以下に具体的な例を挙げます。

1990年代には、アルミサッシ用ガラス間スペーサ製造時の薄板曲げ加工部の突合せ継手の接合に CO₂ レーザによる高速溶接が適用されたり、アルミニウム合金押出型材の陽極酸化皮膜処理時のラッキング（板の吊り下げ）を CO₂ レーザ溶接で行うシステムが開発されたりした例があります。また、大型放射光施設 Spring-8 の蓄積リングの真空チャンバーのアルミニウム合金 A6063 と A3003 を連続発振の CO₂ レーザ溶接で実施された例もあります。一方、パルス YAG レーザによる溶接は、自動車ボンネットのヘム部の重ね継手、マイクロ波アンプのパッケージの封止継手、大型建材薄板パネルの突合せ継手などの作製に適用されました。

2000年代には、携帯電話での電池の主流がリチウム (Li) イオン電池になり、アルミニウム合金ケースの本体と蓋の薄板封止溶接がパルス YAG レーザにより実施されています。パルス YAG レーザによるスポット溶接では、凝固割れが起りやすいことから、材料として純アルミ系か A3003 が使われます。最近では、レーザー溶融溶接部を安定に作製することを目的としてパルス YAG レーザに連続発振の半導体レーザーを重畳させた異波長レーザー装置が開発され、電池のシーム溶接に適用されています。また、ハイ

ブリッドカーや電気自動車の開発に伴い、電池ケースが大型化し、連続発振で高出力・高品質・高効率のディスクレーザやファイバーレーザによる高速溶接の適用が始まりつつあります。さらに、電極（導体：Busbar）のアルミニウム合金と銅の異材接合に連続発振のディスクレーザやファイバーレーザによる重ね溶接も検討されています。

アルミニウム合金製の自動車の場合、欧州では、ルーフの3次元溶接やシル部のスティッチ溶接として、連続発振のランプ励起高出力 YAG レーザが適用され、続いて、半導体レーザー励起高出力 YAG レーザが利用されてきています。また、アルミニウム合金製ドア部などの接合には半導体レーザー励起高出力 YAG レーザ溶接または連続発振・高出力の YAG レーザとミグ (MIG) 溶接とのハイブリッド溶接が適用されています。最近では、自動車用の接合にディスクレーザ、ファイバーレーザまたは半導体レーザーによる溶接が適用されつつあります。また、アルミニウム合金のテーラードブランク溶接材 (TWB) の製造にはランプ励起または半導体レーザー励起 YAG レーザによる突合せ溶接が利用されてきましたが、最近と同様に、ディスクレーザ、ファイバーレーザまたは半導体レーザーによる溶接の適用が検討されています。

飛行機の場合、A380 などのエアバス社の胴体腹部パネルでは、スキン（外板）とストリングの接合に、2台のスラブ型高品質 CO₂ レーザによる T 型すみ肉溶接が2方向同時照射で適用されています。そして、高温割れ防止の観点から高シリコン (Si) 入りワイヤが利用され、その溶融の確認としてブルーム中の Si 発光信号がモニタリングされています。なお、レーザー溶接ビードに対しては、疲労限向上のためピーニングが実施されています。研究としては、ディスクレーザおよびファイバーレーザによる溶接が検討されていますが、今後、製造の認証を得るのに時間がかかりそうです。

鉄道車両(電車)の場合、アルミニウム合金製構体では、主に、ミグ溶接または摩擦攪拌接合 (FSW) が利用されていますが、一部、Al-Mg 系ワイヤを用いてファイバーレーザとミグ溶接のハイブリッド溶接が適用されています。ハイブリッド溶接は、今後、ミグ溶接の高速化・高効率化が要求される用途や船体デッキのハニカム構造物への適用に期待されています。