

Fig. 10 用途検討事例

3. まとめ

DLAMPは、金属表面に連続波レーザーを照射することで特殊な凹凸形状を形成し、これにより金属と異種材料(熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、ゴム等)を高い強度で接合する技術である。その検討事例をFig. 10に示す。DLAMPを用いることで、これまで樹脂単体では困難であった金属部品の樹脂化を含め、様々な用途での応用展開が進んでいくものと期待している。

参考文献

- 1) 板倉雅彦：レーザー協会誌，41-1 (2016)，22-26.
- 2) 池田大次，朝見芳弘：特許第5701414
- 3) 池田大次，朝見芳弘：特許第5998303
- 4) 池田大次，朝見芳弘：特許第5860190
- 5) 吉岡修二，板倉雅彦：特許第6489908
- 6) 池田大次，朝見芳弘：特許第5959689
- 7) 池田大次，朝見芳弘：特許第5890054

新製品・新技術紹介

ビームモード制御技術を用いたアルミニウム合金の高品位溶接

High Quality Welding of Aluminum Alloy with Beam Mode Control Technology

安岡 知道*, 田邊 猛*, 茅原 崇*, 繁松 孝*

Tomomichi Yasuoka*, Takeshi Tanabe*, Takashi Kayahara* and Takashi Shigematsu*

1. はじめに

アルミニウム合金は添加物を加えることで強度を高める事ができる上、鉄と比較して比重が軽い事から構造材として注目をされている。特に自動車産業においてはe-Mobility化に対応するために車体の軽量化を進める必要があり、アルミニウム合金はボディ材としての適用が進められている。

車体への適用を進めるにあたり、アルミニウム合金の溶接技術はその重要性を増してきている。種々ある溶接方法の中でも我々はファイバレーザに注目しその溶接技術を開発している。これは、①ファイバレーザは集光が容易で、アルミニウム合金を溶かすのに十分なパワー密度が確保できること、②すべてファイバで構成されているので振動に強くメンテナンスが容易であること、などのメリットがあげられる。その一方で、アルミニウムをレーザで溶接した場合は溶接スパッタ、割れ、アンダーフィルなど様々な溶接欠陥が発生する。その中でも最も大きな課題となるのはFig. 1に示すような多量のブローホールである。溶接時にこの欠陥が発生するということは、強度を必要とするボディにおいて致命的な問題となる。

我々はこの課題を古河電工製ファイバレーザとビームモード制御技術を組み合わせる事で解決できないか検討してきた。本稿ではそのファイバレーザの特徴と、ビームモード制御技術を活用した我々のアルミニウム合金の溶接技術を紹介する。

2. 古河電工製ファイバレーザとビームモード制御技術

古河電工製マルチモードファイバレーザの外観をFig. 2に、そのビーム品質をTable 1に示す。このビーム品質により、従来のYAGレーザ等と比較して、小さい集光ビーム径、および、高いパワー密度が得られる。それにより、加工時には①加工対象の温度を容易に上昇せられる、②深い溶け込み深さを得ながらも、周囲への熱影響を最小限に抑える、ことができる。

実際にアルミ合金板に出力6kWのファイバレーザを照射した際の断面をFig. 3に、また一般的な金属材料にレーザを掃引した際の溶け込み深さをFig. 4に示す。鉄・アルミであれば低速域において10mm以上の溶け込み深さを得ることが可能である。この性能により古河電工製ファイバレーザは製品の生産性改善に貢献することができ

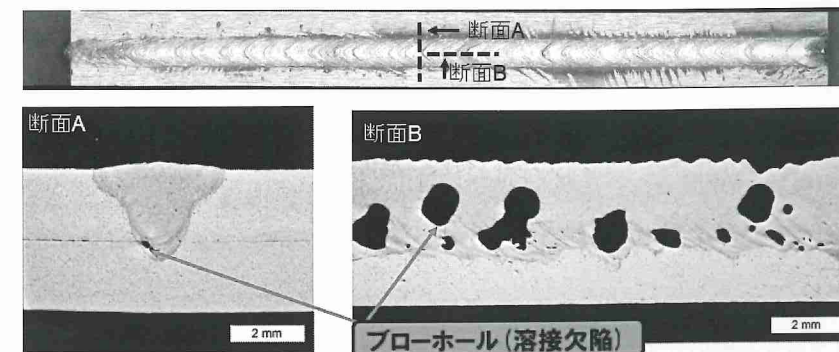


Fig. 1 ブローホールの発生したアルミニウム合金溶接

* 古河電気工業株式会社
Furukawa Electric Co., Ltd.
原稿受付：2019年9月18日



Fig. 2 古河電工製 6 kW ファイバレーザの外観

Table 1 古河電工製ファイバレーザの光学特性

	マルチモードファイバレーザ	
波長	1070 nm	1070 nm
定格出力	4000 W	6000 W
ファイバコア径	50 μ m	80 μ m
ビーム品質 BPP (Typical)	2.2 mm mrad	3.0 mm mrad

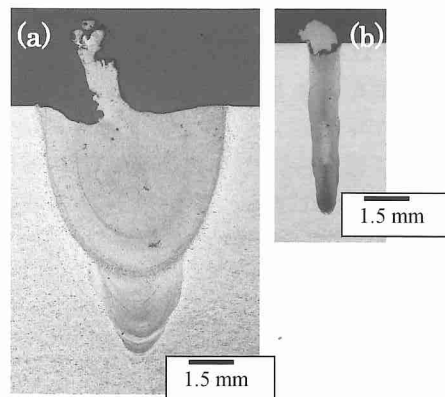


Fig. 3 マルチモードファイバレーザを用いた際の A5052 の溶け込みの様子 (a) 1 m/min (b) 10 m/min

る。しかし、これだけでは生産する際のサイクルタイムは短くなるが、その溶接の品質は変わらないことが多い。そこで、我々は、古河電子株式会社と共同で、ビームモード制御技術を開発し、溶接時のスパッタ抑制や内部欠陥を抑制、溶接品質の向上を可能にしてきた。

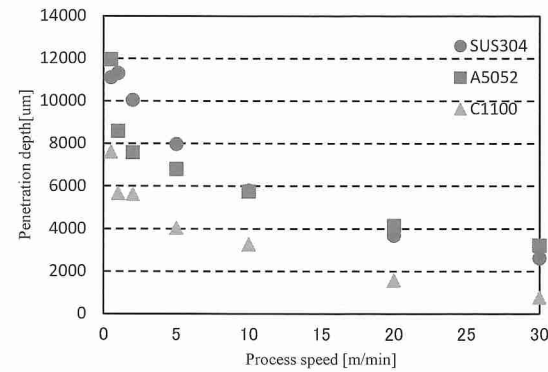


Fig. 4 6 kW マルチモードファイバレーザを用いた際の溶け込み深さ



Fig. 5 亜鉛メッキ鋼板重ね溶接後のサンプルの様子

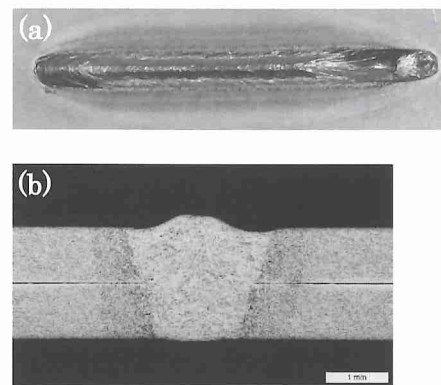


Fig. 6 ビームモード制御使用時の亜鉛メッキ鋼板の重ね溶接 (a) 溶接ビードと (b) 断面図

その一例として亜鉛めっき鋼板の溶接を挙げる。亜鉛めっき鋼板はアルミ合金と同様に構造材として自動車の車体や建材などに広く用いられている。亜鉛めっき鋼板を重ねて溶接しようとした際、鋼板の表面にある亜鉛めっきは蒸気として噴出してしまふ。そのため、Fig. 5 のように多量の溶接欠陥を引き起こしてしまう。この蒸気を逃がすために、従来は溶接時に板材の間に隙間を開けて対応していた。しかし、この方法では板材を重ねた際の隙間の管理が難しい、複雑な治具の設計が必要、といった課題に直面する。これらの課題を解決するために、ビームモード制御技術を適応したところ Fig. 6 のように重ねた板の間に隙間がない状況でも欠陥なく溶接することができた。これ以外にも純銅や銅箔などでも欠陥を抑制できており、我々は、ビームモード制御技術はファイバレーザ溶接において

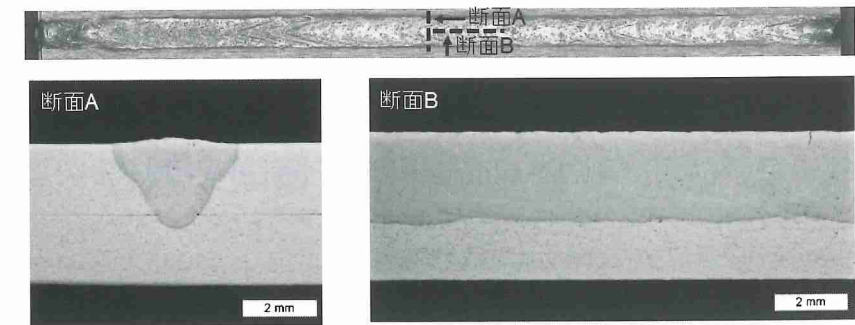


Fig. 7 ビームモード制御を用いた際の6000系アルミニウム溶接結果

非常に効果的であることを証明してきた。

3. ビームモード制御技術を用いたアルミニウム合金の溶接

アルミニウム合金はその目的の特性を得るために様々な添加物を加えており、その添加物ごとに最適なビームモードに調整する必要がある。今回は板厚 2 mm の6000系のアルミ合金板を弊社で開発中の11 kW ファイバレーザ (BPP : 4.3 mm mrad) を用いて、重ね溶接した。

加工条件およびビームモードの最適化を実施した結果、Fig. 7 に示すように出力 9 kW の加工条件にてブローホールの発生していない6000系アルミニウムの溶接に成功した。高速カメラを用いて本条件、また比較のためにブローホールが発生している条件を観察したところ、本条件では、ブローホールが発生している条件よりもキーホールからガスが噴出していることが確認できた。さらに、溶接中の加工内部の状況を疑似的に作成して観察したところ、ブローホールが多量に発生する条件では、キーホール付近で発生した気泡が溶融地に入り込むが、最適化された条件では気泡が発生しづらくなっていることを確認した。このことから、アルミニウム合金の溶接には、溶融した金属中にガスを巻き込まないようにすることが重要なことが分かった。

これらの知見を基に現在弊社内では他のアルミニウム合金の溶接も実施し、加工欠陥の抑制に成功している。

4. おわりに

ビームモード制御技術はこれまで難しかったレーザでのアルミニウム合金の溶接を可能にした。今後、古河電工としては、さらに溶接技術の開発を行い、その発展に貢献し、お客様にソリューションを提案していきたいと考えている。

執筆者の紹介



安岡 知道



田邊 猛



茅原 崇



繁松 孝