

# Eモビリティの生産工程における 効率向上を実現するレーザ溶接技術

編集部

レーザ加工技術を適材適所に使用することで生産性向上が可能となる。

1990年5月に中部レーザ応用技術研究会が発足して以来、2020年に30周年を超えた。これを受け、2023年6月19日に「30周年記念フォーラム」が名古屋市において開催され、自動車関連各社から最新技術とその適用例が語られた。その中から、独アウディ (Audi AG) のレーザプロセス技術開発、車体構造・エレクトロモビリティ向けレーザビームプロセス専門家のJan-Philipp Weberpals工学博士による講演「Eモビリティのためのレーザービーム技術の柔軟な活用」について報告する。

## 生産性や効率性を上げる レーザ技術

レーザ技術について考えた場合、従来の自動車と比べて、Eモビリティにおいては新しい要件が出てきている。たとえば航続距離や充電、性能など各種の条件が組み合わさることによって状況が複雑になっている。だからこそ柔軟に技術を組み合わせることが求められる。

とくにバッテリーシステム向けにおい

ては、たとえば材料の板厚が50 $\mu$ mから5mmの幅があったり、溶接の深さもさまざまに変わってくる。また溶接線が多くなったり部品あたりのコストが高くなる。また材料については、とくにアルミ、スチール、銅などを見ていく必要がある。そして、これらの要件に対処するためには戦略が必要になる。要件にはたとえば接触抵抗、その接続部、接続部の強度、品質、さらに工程の効率性、生産性などが求められる。これらを実現するのがまさにこのレーザビーム技術だ。これによって、Eモビリティ用の多くのソリューションを提供できる。

ラボベースにおけるプロトタイプでは多くの課題が生じる。我々が目指したのは、一台であらゆる要件に対応できるバッテリーモジュールをつくるというものだ。そしてこちらで示しているのが、亜鉛めっき鋼板におけるレーザビーム溶接である。

Trump社のリングビームを使うことで、通電がリング側に行かずコアに100%入る。これにより焦点径が小さ



アウディ社 レーザプロセス技術開発、車体構造・エレクトロモビリティ向けレーザビームプロセス専門家 Jan-Philipp Weberpals 工学博士

くすみ、ビームオシレーションが可能となる。さらに温度調節が可能であり、結果的に接合部の不良を低減することができる。また今後さらにテストする中で、このようなビームオシレーションを使い、これまでのカーボディの知見も加わることにより、さまざまな接合部の形状を実現できる。

図1はソケットに肉厚の1.5mmのインナーエンドプレートを装着した様子である。母材がスチールであったとしても、非常に品質の高い接合が可能で

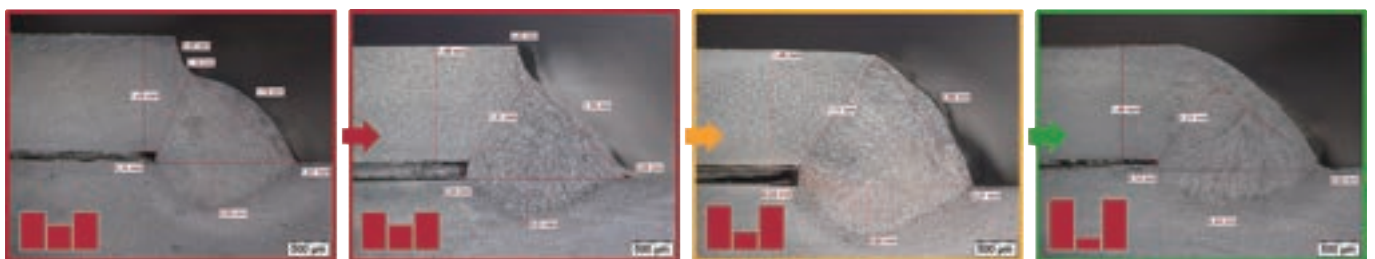


図1 亜鉛めっき鋼板のレーザビーム遠隔溶接

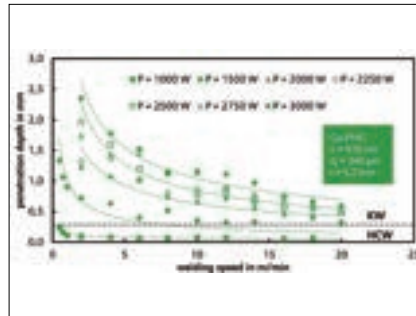
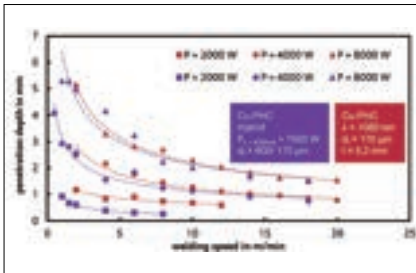
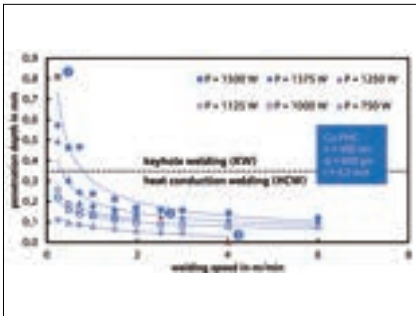


図2 銅合金の波長が450nm、515nm、1080nm、ハイブリッドそれぞれのレーザー溶接における、溶接スピードに対する侵入深さのグラフ

### 波長に対する侵入度

図2はイーモビリティ向け銅合金におけるレーザービーム溶接を行った際の、溶接速度に対する侵入深さの関係を示したグラフである。波長450nmにおいては、溶接速度が遅く、レーザー出力が高い時のみにキーホール溶接のしきい値を超えるということが分かっている。またパラメータを見ると、侵入度はとても低いことがわかる。515nmの波長においては、レーザーの出力が非常に高く、焦点径は小さい。侵入度が青色と比べて非常に高くなる。1080nmの近赤外波長とハイブリッドの場合では、近赤外線への侵入度は1mm以上となる。

図3は波長が450nmの場合の断面図で、1がキーホール溶接、2が熱伝導溶接、そして3がヒートアップである。

図3 波長が450nmの場合のレーザー溶接における断面図

あることがわかる。

工場における設計、技術はすでに確立されており、そして工程のパラメータも確立されている。また、この圧着デバイスもできていることにより、冒頭でお伝えした、一つの設備であらゆる要件に柔軟に対応することが可能になり、それが結果的にサステナビリティにもつながる。



### それぞれの波長を適した場で使用

まとめると、まず可視光レーザーの波長の場合は非常に吸収率が高く、カップリング効率が高いことが利点になる。さらに、50μmから1mmまでの深さにおいては、非常に精度の高いパラメータ設定ができ、また、熱伝導溶接においては非常に高い品質を確保できる。

一方で、たとえば溶接速度が遅いことから熱損失が高く、さらにビーム品質が低いことから、光学センサーの使用に限られる。ガスシールドを使うとプラズマの吸収が高まり、キーホール溶接では非常に効率が高上がることが分かっている。講演の質疑応答で、Weberpals工学博士は、今回のハイブリッドレーザーの近赤外線にはLaserline社のコンバーターレーザーを、波長450nmのレーザーは同社の1000Wから1500Wのレーザーを使用しているが、現在市場では、Laserline社から波長450nmの4kWも発表されており、可視光レーザーの高出力化により加工結果が大きく改善されてくると考えるとのことであった。

近赤外線の場合では、メリットは非常にプロセス効率が高いことだ。これは溶接速度とレーザー出力が高くなるためである。またビーム品質が高いことからスキャナなどに使用でき、投資コストを低く抑えられる。最小侵入度は1mm以上になるという制約は、見方によってはデメリットにはならない。というのは、どの溶接深度が必要なのか決まれば、それによってどの波長の技術を使うのかが変わるため、1mm以上の場合はこちらの赤外線を使うことが可能になるからである。加工対象物、加工溶接深度、スパッタの影響などで使用するレーザーが選定される。