第Ⅱ部 産業界の最近の動向と溶接工学

Ⅱ 溶接・接合及び関連機器

2. ビーム溶接

Beam Welding

by KANO Junji*, HANAI Masahiro*, HIRAMOTO Seigo**

キーワード：レーザー、電子ビーム、溶接、リモート溶接、ハイブリッド溶接

2.1 市場動向

世界的な不況を起因とする設備投資の低調により、光産業は低迷し、溶接関連のレーザー加工市場は2008年3746億円、2009年2389億円（前年比35.7%減）と大きく減少した。その一方で2010年は中国向けの輸出の好調、環境関連製品への設備投資の継続に加え、半導体業界や液晶業界の設備投資への期待などにより2829億円（前年比18.4%増）と大幅なプラス成長が予測されている¹⁾。レーザー溶接においては、これまでCO₂レーザーとYAGレーザーが中心であったが、高出力でビーム品質を向上させたディスクレーザーやファイバレーザー、中厚板溶接に適用可能なレーザー・アークのハイブリッド溶接などが台頭し、適用可能なレーザー種類の多様化が進んだ。また、高速生産を特長とするリモート溶接等の新規レーザーシステムの導入も図られつつある。レーザー溶接の適用は自動車産業分野から、鉄道車両、電子・電気、重工業まで広範囲に拡大し、今後も堅調な増加が期待される。

一方、電子ビーム溶接機については、これまでレーザー溶接同様に自動車産業の好調な推移に呼応して生産が伸びてきたが、2008年度後半からの世界不況のあおりを受けて、最大市場である自動車産業にかげりが見え始め、新規設備導入の凍結および既設備の更新サイクルの先延ばし等の影響で大幅な生産減になっている。しかしながら、次世代自動車向けの二次電池部品の溶接や電子デバイス関連については他の溶接法では困難な溶接仕様（低入熱、低歪み、高信頼性）の実現に向けて、電子ビーム溶接の導入検討が積極的に検討されている。

2.1.1 レーザ溶接

レーザー溶接は、アーク溶接や抵抗溶接などの既存の溶接熱源と比べ、スポット径が小さくエネルギー密度が高いことから、高速、深溶け込み、低歪みの接合が可能である。また、出力の波形制御性や再現性に優れ、NCとの組み合わせによるシステム化・自動化が容易である。これらの特長により、従来溶接法からレーザー溶接への置き換えが進んでいる。

自動車関連分野においては車両の性能向上、燃費、安全性の観点から軽量化と剛性向上の両立が必要とされて

おり、抵抗スポット溶接による点接合から、低コストで安定して高出力が得られるCO₂レーザーを中心にレーザー溶接による線接合へと置き換えが進んだ。また、ハイブリッド、電気自動車などのエコカーに使用されるリチウムイオン電池においても、入熱量を極力抑制する必要性からレーザー溶接の適用が図られた²⁾。

テーラードブランク溶接システムにおいては、従来からCO₂レーザーやYAGレーザーが使用されてきたが、近年ファイバレーザーが適用されつつある³⁾。ファイバレーザーはYAGレーザー同様ファイバ伝送が可能であり、伝送ミラーを必要とするCO₂レーザーと比較し、システムを簡素化することができる。また、YAGレーザーのように高出力域でロッドの熱歪みによりビーム品質が低下することなく、加工点で高いエネルギー密度を得ることが可能である。ファイバレーザーの集光性の高さについては、電子ビーム溶接並みの細いビード幅で熱歪みの低減が可能であるため、高精度を要求するギヤ、シャフト部品への適用も図られている⁴⁾。一方、メンテナンスを含めたトータルコストや高集光ビームゆえの突き合わせギャップ、板厚差に対する余裕度などの課題もあり、これらの改善が望まれている。

また、高速、高生産の接合法としてリモート溶接が注目されている。リモート溶接はレーザーの加工点を瞬時に移動させることができ、機械動作によるロスタイムの大幅削減が可能である。リモート溶接はスラブ型の高輝度CO₂レーザーを用いた自動車ボデーパーツ溶接で実用が開始され、さらにファイバレーザーやディスクレーザーなどの固体レーザーのリモート溶接の適用が始まった。固体レーザーのリモート溶接では、レーザー光をファイバ伝送でリモート溶接ヘッドに導き、多関節ロボットに装着したシステムを構成することにより三次元的なリモート溶接が可

図1 ハイブリッド溶接適用事例

原稿受付 平成22年4月13日
* 三菱電機 (株) Mitsubishi electric corporation
**正 員 多田電機 (株) Member, Tada electric CO., LTD

図2 電子ビーム表面加工適用事例

能であり、溶接領域を大幅に拡大することを可能とした⁴⁾。

鉄鋼や重工業の分野においては板厚 6 mm 以上の中厚板の溶接に、アーク溶接とレーザ溶接を組み合わせ、両者の長所を有効的に活用するハイブリッド溶接が適用されつつある⁵⁾。図1はMAG溶接とCO₂レーザのハイブリッド溶接システムによるモータフレーム鋼板の隅肉溶接への適用例を示したものである⁶⁾。中厚板を溶接対象とする場合、レーザ溶接では十分な溶け込み能力を持つ一方、スポット径が小さいことから厳しい開先ギャップ管理や溶け込み幅不足による接合不良が課題であったが、ハイブリッド溶接の適用により、これら課題の克服を可能とした。

レーザ溶接においては、レーザ発振器の多様化により、コスト、用途に応じたレーザ発振器の選択が可能となった。今後、各レーザの特長を活かした加工機システムの多様化が進み、レーザ溶接の適用がさらに拡大するものと推測される。

2.1.2 電子ビーム溶接

電子ビーム溶接に関する国際会議“International Electron Beam Welding Conference”⁷⁾が2009年11月にシカゴで“The American Welding Society, DVS (German Welding Society), and The International Institute of Welding”の共催のもと、“The Fabtech International & AWS Welding Show”に併設開催された。初めての国際会議でもあり、基調講演を含めて28件の発表があった。英、独、米国等の欧米諸国では継続的に研究開発が進められており、大変好評であった。国内の活動につい

ては溶接学会全国大会での発表はなく、必ずしも活況とはいえない。電子ビーム溶接時のビーム軌道アライメントの自動化について、アンダーおよびローアフォーカスでのビームスポット画像を比較することにより、 ± 0.1 mm 程度の精度で、かつ調整時間が手動の1/2に短縮可能できたとの報告がある⁸⁾。

金型や部品の鏡面仕上げやなし地加工へ電子ビームを適用する技術において、NC同時制御機能を備えた装置で直方体だけでなく球体の加工に適用が可能になった⁹⁾。図2に、Vブロック形状部品、歯車用金型、球体部品への電子ビーム表面加工適用事例を示す。

経済産業省の政策である戦略的基盤技術高度化支援事業の平成21年度の採択結果をみると、高エネルギー密度ビームに関する案件は5件あり、レーザ溶接のインライン判定システム、テーラードブランク製造装置、CFRPのレーザ溶接技術、極低歪レーザ溶接技術および電子ビームによる金型表面機能化技術に関するものである¹⁰⁾。

文 献

- 1) 光産業動向調査委員会、2009年度光産業国内生産額調査結果、(2010)
- 2) 溶接ニュース第2841号、エコ製品にみるレーザ技術の適用(2010/1/15)
- 3) 三瓶、自動車産業へのレーザ応用の変遷、レーザ加工学会誌16-1(2009)
- 4) 三瓶、最近のレーザアプリケーション、溶接技術2009年4月号、(2009)
- 5) 溶接ニュース第2827号、「三菱重工、LAハイブリッド溶接を活用／商船適用は国内初」(2009)
- 6) 三菱電機内データ(2009)
- 7) アメリカ溶接協会ホームページ <http://aws.org/w/a/conferences/IEBW/>
- 8) 中島ら：溶接学会論文集、27-3(2009)、163-169
- 9) 電子ビームマルチ表面加工機カタログ(三菱電機)
- 10) 経済産業省中小企業庁ものづくり中小企業支援平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事業の採択結果について(21年7月31日、8月31日、10月19日の新着情報)