

レーザー板金加工と自動化技術

中央大学 新井武二*

我が国で高出力レーザー加工機が産業界に本格的に導入されたのは1980年前後である。その主な業界のひとつは板金加工業であった。板金加工は文字通りシート材（板金）を用いて自在に形状加工をおこなうものであるが、その中でレーザー加工は当初、薄板平面の切断技術を中心に従来のプレス加工や鋸刃加工の代替技術として本格化した。

その後、レーザー加工の独自ノウハウを蓄積し飛躍的に発展した。その結果、板材の切断加工は精密度で機械加工に匹敵するか、それを凌ぐまでになった。さらにレーザーによる応用の模索は続き、最近では、レーザーを応用して精密で微細な加工をおこなうことができ、シート材表面に新しい機能を付加するレーザー表面機能化処理を施すなど応用技術が発展し、ますます注目を浴びるに至っている。

レーザー加工は、力学的負荷を材料に直接かけて加工する従来の板金加工用機械装置とは異なる光

工具による無接触加工であり、CNC（コンピュータ数値制御）プログラムによる加工ヘッドまたはテーブルの直接制御駆動である。その意味で、レーザー加工機は当初より比較的自動化傾向の強い装置であったといえる。そして急速に应用され発展したレーザー加工は板金加工の歴史を大きく塗り替えた。ここでは、比較的長い歴史を持つ板金加工用レーザー加工機の自動化の技術動向をレビューし、その将来を展望する。

板金加工での主なレーザー

シートメタル（板材）を多用する板金業界は早くからレーザー加工機に着目した。今日までその応用は多岐に渡り加工法も多様化した。板金加工で用いられる高出力レーザーは主に炭酸ガスレーザーとファイバーレーザーおよびディスクレーザーである。ここでは板金業界で一般に用いられている主なレーザーの特性を表1に示す。板金加工機械のなかではレーザーは独特である。ほとんどが薄い板材を扱う板金加工においてレーザー加工は自在性があり、

*（あらい たけじ）：研究開発機構 教授
〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27
E-mail : tarai@tamacc.chuo-u.ac.jp

表1 板金加工用高出力レーザー

2017年5月現在

レーザー名称 仕様	YAGレーザー (ロッド型：LD)	YAGレーザー (ディスク型)	ファイバー レーザー	半導体レーザー (DDL)	炭酸ガス レーザー
波長 [nm]	1,064	1,030	1,070	800~900	10,600
最大出力 [kW]	6 (10)	16	8 (20)	4 (6)	6 (10)
効率 [%]	10~20	20~25	30	30~40	10~12

(カッコ内は最大出力)

高速でかつ高精度な加工が可能な最適加工法になってきている。その後、レーザー発振器の高出力化が急速に進んだ。これに伴い、ファイバーレーザーの需要が急速に伸び、現在では市場の大多数を占めている炭酸ガスレーザーと数量において拮抗しつつある。

板金加工業界で実際に行われている応用加工は主として切断加工で次に溶接加工があるが、それ以外でもレーザーを用いた加工がみられる。その応用加工の一覧を表2に示した¹⁾。また、高出力のDDL（直接加工用半導体レーザー）の専用機も市場に投入された。これにより高効率の半導体レーザーによる材料加工ができるようになってきた。今後も重要なレーザーによる生産加工手段のひとつになるものと思われる。なお、表に示したファイバーレーザーの波長に関してはメーカーによって若干数値の異なる場合もある。

レーザー加工と自動化の背景

戦後、日本の機械関連業界で何回となく叫ばれてきた「自動化・省エネ・省人化」のスローガンは、その都度、当時のメインテーマとして自動化の手法が話題となった。そんな中で板金加工業界の自動化の過程には他の工作機械業界とはやや異なるものがあるように思われる。板金加工などの鍛圧機械類は従来の工作機械類に比べて業界および分野がややニッチで、加工技術も曲げなどの塑性加工、型を抜くプレス加工、鋸刃による切断加工など独特のものであった。板金機械は他の工作機械類に比べて精度的にやや低かったため、長い間、いわばローテクから高精度なNC制御のハイテク機械へ置き換わる移行期が続いたものと考えられる。そのため当初の自動化は、人手不足といった問題よりは、簡易ロボットとの結合やCNC制御機能による装置駆動そのものが目的であったように思われる。

昨今の板金機械装置は制御技術開発の向上に伴う自動化が急速に進み、加工精度も一段と高まっ

表2 レーザ加工技術の種類

加工の分類	加工の内容	主な対象材料
除去加工	切断、穴あけ、溝掘り、割断 傾斜穴あけ、溶融除去、穴仕上げ	金属、高反射材、非金属、 表面コート材
接合加工	溶接、溶着（融着）、ハンダ付、 ハイブリッド溶接、	金属、樹脂、非鉄金属、 異種材料、
表面加工	表面処理、マーキング、鏡面仕上げ テクスチャリング etc.	金属、非金属、石英、ガラス
曲げ加工	直線、曲線、円形など 自由曲面のフォーミング etc.	金属、非鉄金属、プラスチック
付加工	3D光造形、肉盛り、薄膜形成 AM (Additive Manufacturing)	金属、非金属、樹脂、金属粉末

た。そのため、現在の自動化は人手不足といった側面もないわけではないが、特に、レーザー加工の自動化は、単に労働力不足を補うというよりは、装置機能が高度化したことからくる「操作の簡略化」がその目的となっていることも否めない。ここで板金加工におけるレーザー加工機の自動化を改めてみてみよう。大きく2つに分類することができる。その1つは「単体機の自動化」であり、残りは「生産加工ライン」としての自動化である。現状、個々の多くの自動化要素技術のほとんどは単体装置の自動化に属する。

板金用レーザー加工での自動化技術

1. 自動化技術のニーズ

レーザー加工機が導入されて以来、従来機に比べて操作が複雑で不慣れからくる改善の要望も多々寄せられた。このことは、いわば開発された要素技術のほとんどは板金業界のユーザーニーズからきていると言える。その要望は難しい光調整や操作技術を簡易化し、使い易さと二度手間となる複数の工程を統合して時間短縮を目的とした生産性の向上を追求するものであった。

2. 主なレーザー加工機の自動化要素技術

ここ10数年、日本のレーザー加工機は全般に環境への配慮からエコと省エネが考慮され、レーザーの発振効率が重要視されるようになってきた。また厚板指向に市場がシフトするにつれて、発振器の高出力化が進んだが、厚板切断にはそれなりの工夫が必要であることがわかってきた。かつて板厚とビーム径の関係が研究の対象となった²⁾。レ