

リモートレーザーアルミ溶接 ロボットシステム、国内初のデモ

ILSJ編集部

レーザーライン社とプレシテック社は今回、欧州の自動車メーカーの量産ラインで採用されている最新のレーザーアルミ溶接ロボットシステムを構築し、システムインテグレーションの大手、豊電子工業（愛知県刈谷市）の協力のもと、豊明工場にアプリケーションラボを開設した。本ラボでは、アルミ板の切断も可能とし、フィラーワイヤーを使用しないリモート溶接デモンストレーションを日本で初めて実施した(図1)。

システムの基本構成は、レーザーライン社の品川のアプリケーションラボでも使用している多関節6軸ロボットにレーザーライン社のコンバータレーザを接続し、モニタリングシステムとしてプレシテック社のWeldMaster(一軸リモート溶接ヘッド)、切断にSolidCutter(3D切断ヘッド)を搭載し、豊電子工業がシステムインテグレーションを行っている。

デモンストレーション

取材当日のデモンストレーションは、アルミ板を波形に切断して、それをリモート溶接するという単純なプロセスであるが、見た目は単純でも、これをロボットに自動実行させるのは、簡単ではない。システムインテグレータの豊電子工業の担当者によると、特にリモート溶接は、プレシテック社の高度なモニタリング技術のサポートなしでは、かなり複雑なプロセスになる。

「インテグレータとしての見地から、リモート溶接は、トラッキングがない場合、治具を作り、位置取りをしっかりとする必要があり」と同社はコメントしている。

言い換えると、WeldMasterを利用することで治具なしでスムーズな溶接ができることになる。

「しかも、治具の場合、経年変化で再調整が必要になる。そのたびに、何百万円もかけて交換することもある、

さらにその後のランニングコストがかかる」。

これは、治具を使わないWeldMasterのほうが投資効率がよいという指摘である。ここで使われているWeldMasterだが、プレシテック社の説明では、一見、初期投資がかかるように思われるが、同社のWeldMaster紹介ページには、投資効率について次のような説明が掲載されている。

「リアルタイム品質モニタリングができることで、製造で別の後続ステーションなしで済ますことができる。結果として、他の品質モニタリング装置を必要とする中間バッファを省略することで、総投資は26%減となる」。

デモンストレーションで紹介されたプレシテック社のヘッドは、モニタリングヘッド、WeldMaster ScanTrack & Inspect、それに切断ヘッド、SolidCutterである。

同社の説明では、モニタリングは、プリプロセス、インプロセス、ポストプロセスがある。この3機能が1つのヘッドに搭載されている。

以下では、これらのモニタリングについて簡単に見ておこう。

WeldMasterの モニタリングシステム

WeldMaster ScanTrack & Inspectの機能は、文字通りScanTrack & Inspectである。このうちインスペクト(Inspect)は、検査を意味するので、ポストプロセスに適用する技術と考えられる。

ScanTrackは、基本的にはプリプロ



図1 デモンストレーションに使用された切断、溶接システム。右端が多関節6軸ロボット、その先端にモニタリングヘッド(WeldMaster)、及び切断加工ヘッド(SolidCutter)を装着。その背後に設置されているのが、右端にレーザーラインコンバータレーザ(LDF 8000-6)、その隣がプレシテック社のコントローラ、さらにその左が全体をコントロールする豊電子工業の制御システム。

セス、インプロセスの両方に適用する
と考えるとよいが、プレシテック社の説
明では、Inspectとしてポストプロセ
スにも適用されている。

プロセスモニタリングの概要と製品
は、まとめると以下のようになる。

プリプロセス(前方)

- ・WeldMaster Track Compact
- ・WeldMaster ScanTrack

インプロセス(溶融金属部)

- ・WeldMaster ScanTrack
- ・Laser Welding Monitor(LWM)
- ・In-process Depth Meter(IDM)

ポストプロセス(後方)

- ・WeldMaster ScanTrack & Inspect
- ・WeldMaster Inspect

プリプロセスは、加工前のモニタリ
ング。加工前とは、「どの程度前か」に
ついて、プレシテック・ジャパンCEO、
牛山直幸氏は、「この事例では溶接ポ
イントの5mm程度前をモニターする」
としている。

モニターするのは、シームの位置・
段差、ギャップ位置・幅と形状。その
ために使われている技術は、レーザ三
角測量法、LEDを利用したグレースケ
ール(諧調)解析である。これらの技術
でモニターし、レーザを溶接ポイント
にガイドする。

WeldMaster ScanTrackによるイン
プロセスモニタリングでは、シームや
ギャップの形状や幅によりレーザ出力
を制御することができる。また、同軸
に装着されたカメラはすべてのプロセ
スを同時にモニターするために使用す
る。そして、LWMを使用した場合の
インプロセスモニタリングでは、PD
で溶融部から発生するプラズマ、反射
光、温度などの信号を検出し、溶接が
正常に行われているか、異常があるか
をリアルタイムで判断する。

WeldMasterのモニタリング装置は、

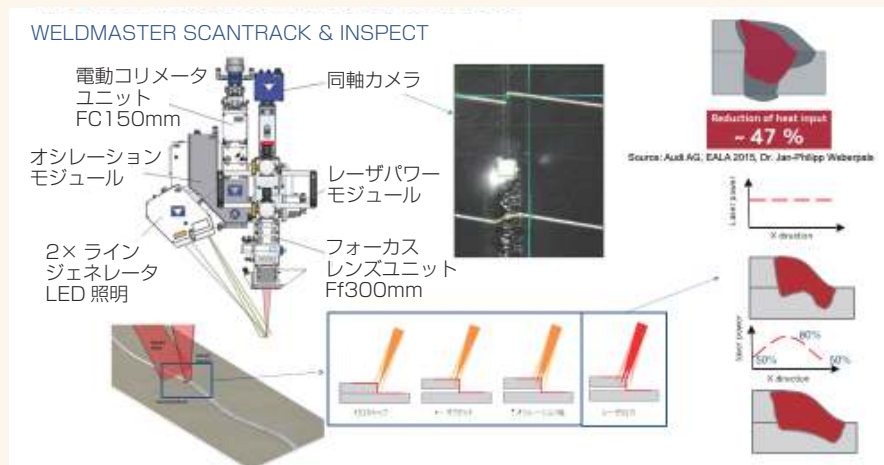


図2 WeldMaster ScanTrack & Inspect。左がモニタリングヘッド。図の下方は、ワークにギャップがある場合の加工最適化プロセス。コリメータレンズにより溶接レーザビームに焦点位置を合わせる。ガルバノミラーを利用して、シームに対してレーザを垂直方向に振る。レーザを振ると、折り返し点でレーザ強度が高くなるため、レーザ出力を調整する。右端は、入熱量を47%削減したというAudiの報告。(提供:プレシテック社)

「ScanTrack & Inspect」であるが、
競合メーカーのトラッキング装置との
違いは、単にスキャン&トラッキング
しているだけではないところにある。
モニタリングは重要だが、それだけで
は先進的なモニタリングシステムとは
言えない。その点について、同社では、
次のように説明している(図2)。

「WeldMasterは、今までになか
ったトラッキング装置である。トラッキ
ング装置は、段差、ブランクを見つけ
るのが一般的である。それに対して、
WeldMasterは、従来検出することが
難しかった形状であっても、見つける
ことができる。現状ではPCで見よう
としても見ることができない形状が多
くある。あるいは、見つけた位置にす
き間があるなど、簡単に見えるような
ものになっていない。それをトラッキ
ングして、さらに反応の速いレーザパ
ワーをワークの形に合わせてコントロ
ールする。プレス製品の形状が多少違
ったとしても、溶接し終わると良品に
なっている。単にトラッキングするの
ではなく、良品を造るためにレーザを
コントロールする、加工のスキャナの

コントロールは、すべてをコントロ
ールして、良品を作り上げる。これが
WeldMasterというシステムである」。

インプロセスのモニタリングの役割
は、最適なレーザ加工をすることにあ
ると考えてよい。具体的に、何をして
いるかについて、牛山氏は、「Scan&
Trackでシームの高さ方向の情報を取
得し、コリメータレンズの駆動により溶
接レーザビームに焦点位置を正確に合
わせる。溶接ヘッドは、ガルバノミ
ラーが内蔵されており、ヘッド自体を動
かすことなく溶接レーザをシームに対
して一軸で垂直方向に振る。同時に、
レーザ出力を制御する」と説明している。

ポストプロセス

ポストプロセスは、溶接後の検査
(Inspect)である。検査のポイントは、
ビード形状測定、表面状態、シーム幅、
凹凸、空隙率、アンダーカットなど、
さまざまな異常を検出する。使用して
いる技術は、レーザ三角測定法、グレ
ースケール解析である。

結果として、コンポーネントの品質
についての情報が直ちに得られる。つ

まり、検査工程が不要になる。

上のようなモニタリングシステムが、特に自動車業界では高く評価されており、欧米の自動車メーカーの量産ラインで採用されている。

リモート溶接のメリットについて、欧州の自動車メーカー、Audiの報告では、サイクルタイム改善(53%)、CO₂排出削減(24%)、ランニングコスト削減(95%)となっている。

レーザーライン社の コンバーターレーザー

今回のデモンストレーションで使用されたレーザーライン社の製品は、LDF8000-6、2分岐オプションである。200 μ mファイバで8kW出力、150 μ mファイバで6kW出力に分岐する。

レーザーライン社は、ダイレクトダイオードレーザー(DDL)発振器の専門メーカー。製品の構造は、同社の説明によると、「半導体レーザーチップをヒートシンクに実装し、それをスタックアレイにする」。高出力化は、「そのアレイを複数個並べ、さらに偏/波長カップリングを利用する」(図3)。



図3 ダイレクトヘッドレーザーの高出化。半導体レーザーチップをヒートシンクに実装し、それをスタックアレイにする。そのアレイを複数個並べて高出化。さらに、偏光/波長カップリングを利用する。(提供:レーザーライン社)



図4 レーザーライン、DDLを使った「ファイバレーザー」。モジュールコン概念採用により、ビームコンバータモジュールは着脱可能。(レーザーライン社)

同社の製品ラインナップは、LDMシリーズとLDFシリーズに分けられる。LDMシリーズは、19インチ搭載可能な設計である。LDFシリーズは、高出力を図ったもので、最高45kW出力、ビームスイッチでファイバ最大4分岐である。

今回のデモンストレーションで使われたのは、2分岐オプションで構成されており、DDL発振器のLDFシリーズにビームコンバータモジュールを接続して高輝度化を図った「ファイバレーザー」で、コンバータモジュールがアクティブファイバ(Ybドープファイバ)になっているファイバレーザー発振器である。

自動車産業で納入実績の多い信頼性の高いDDL発振器をベースにモジュラーコンセプトが採用されており、コンバータモジュールは着脱可能であるため、メンテナンス性が優れている(図4)。

SI豊電子工業の役割

デモンストレーションで使用された加工設備は、今回はレーザーライン社のアプリケーションラボで使用実績のある多関節6軸ロボット、レーザーライン社のLDF8000-6コンバーターレーザー、プレシテック社のWeldMaster1軸リモート溶接ヘッドを組み合わせたものである。それぞれに独自の制御システムがあるので、これらを統合して加工設備に仕上げるのが、システムインテグレータと

しての豊電子工業の役割である。

その役割について、豊電子工業、技術開発部の小正大樹氏は次のようにコメントしている。「プレシテック社のヘッドの機能、各種パラメータの設定、溶接条件を自動的にロボットから加工ヘッドにやり取りするための制御を構築した。これは、例えば、溶接するワークの形状や、溶接するワークの厚みが変わってもその形状や厚みに合わせ各種設定をロボットより自動で切り替えることができるため、ダウンタイムの削減、不具合の防止につなげることができると考えている」。

また、SI第1営業部の近藤周平氏は、同社の役割について、「レーザ・加工ヘッド・ロボットを統括している。具体的には、レーザの出力、ロボットの動かし方、加工ヘッドとロボットやレーザとの連動などを作りこみ、制御をしている」。また、大手システムインテグレータとしての豊電子工業の特徴・優位性については、「40年にわたるシステムインテグレータの経験と実績から、より良い品質で、より安全で、より使いやすい設備に仕立て上げる技術を持っていることである」と話している。以上、豊電子工業の豊明工場で行われた、国内初のアルミ溶接デモンストレーションについて、使用された製品、システムインテグレータの役割について紹介した。