

「ファイバーレーザ溶接フォーラム」——パネルディスカッション 高付加価値な溶接で小ロット品にも 対応するファイバーレーザ溶接

歪み・外観・コスト・強度・リードタイム
——どれをとってもTIG溶接より高いパフォーマンス

アマダは2019年11月16日、アマダ・ソリューションセンター（神奈川県伊勢原市）で「ファイバーレーザ溶接フォーラム」を開催した。すでにファイバーレーザ溶接システムFLW-3000ENSISを導入している板金企業5社をパネラーとして招き、導入を検討している企業が疑問に思うテーマについてパネルディスカッションを行った。

パネラーは、(株)コスミック(千葉県八街市)・齋藤聡社長、(株)高村興業所(広島県廿日市市)・高村隆晴社長、新日本鋼機(株)(大阪府八尾市)・今村一義専務、三条精密工業(株)(新潟

県三条市)・丸山正晴専務、細谷精機(株)(神奈川県横浜市)・阿部詞男社長の5人。司会・進行は小誌編集主幹の石川紀夫(マシニスト出版(株)・代表取締役)が務めた。

聴講者は22社・40名となった。パネルディスカッション終了後は活発な質疑応答が行われた。また、第2部ではFLW-ENSISのデモ加工と、パネラー各社が用意した溶接サンプル製品のポイント解説が行われ、聴講者で賑わった。

以下、パネルディスカッションの内容の一部を紹介する。24～25ページでは、各社の溶接サンプル製品も紹介する。

1 ロボットかハンディか Theme ——ロボットを選んだ理由

——ファイバーレーザ溶接機には、ロボットタイプとハンディタイプの2種類があります。なぜ、ロボットタイプのFLW-ENSISを導入したのでしょうか。

(株)コスミック・齋藤聡社長(以下、姓のみ) ▶ 導入にあたり、ハンディとロボットの両方を検討しました。ロボットはティーチングが必要で、慣れるまでは手間も時間もかかります。ハンディを先に導入する、あるいはロボットと一緒にハンディも導入すると、社員が面倒くさがってロボットを使ってくれないと考えました。

また、ブランク工程にはタレパンの無人化ライン、曲げ工程にはベンディングロボットを導入しているの、溶接工程にもロボットタイプのFLW-ENSISを導入して、**社員のモチベーションをアップしつつ、工場全体で自動化を実現したい**と考えました。

三条精密工業(株)・丸山正晴専務(以下、姓のみ) ▶ 当社も**人手不足が課題**でした。求人をかけてもなかなか人が集まりませんし、溶接技術を持った人を育てるには時間がかかります。退職してしまうリスクもあります。今後はますます労働力人口が減っていきますから、スキルがある社員にしか対応できない属人化した仕事を、

スキルのない社員でも担当できるようにしていきたい——そう考えて、誰でも扱えるロボットタイプを選択しました。

FLW-ENSISを導入して半年くらいは専属の溶接作業者が使っていましたが、2018年末くらいから、女性のパート社員に作業を覚えてもらいました。今では、ハンディもロボットもひとりで操作できるようになりました。

2 ロボットは多品種少量生産にも Theme 対応できるか

——ロボットは量産向けという意識が根強く残っています。実際のところ、多品種少量生産の溶接にロボットを適用できるのか、みなさん疑問だと思います。

細谷精機(株)・阿部詞男社長(以下、姓のみ) ▶ 当社が受注する仕事のなかには、ロット100個とか200個といったロットの大きな製品もありますが、全体ではロット1～5個がかなりのウエイトを占めています。平均ロットサイズは10個くらいです。

ファイバーレーザ溶接ロボットは**量産向け試作向けとよく言われますが、本質はそういうことではない**と思います。TIG溶接とファイバーレーザ溶接では、仕上がりの品質がまったくちが



株式会社 コスミック
齋藤 聡 社長

株式会社 高村興業所
高村 隆晴 社長

新日本鋼機 株式会社
今村 一義 専務

三条精密工業 株式会社
丸山 正晴 専務

細谷精機 株式会社
阿部 詞男 社長

います。単品だからといってTIGで溶接すると、どうしても歪み取りやサンダー仕上げに時間を取られますが、ファイバーレーザ溶接だと仕上げがほとんどいりません。仕上げに要する時間的なロスがなくなりますから、当社ではたとえロットが1個でもファイバーレーザで溶接しています。コストの面でも、仕上げに時間がかかるTIGよりずっと安いと思います。

【株高村興業所・高村隆晴社長（以下、姓のみ）】 **ロボットが量産向けというのはアーク溶接の話で、レーザ溶接はちがうのではないかと思います。**

当社は半導体製造装置関係の仕事がメインなので、ロット1～2個の仕事が全体の65%を占めていますが、その多くにレーザ溶接を適用しています。1997年くらいからYAGレーザ溶接ロボットを活用していますが、小ロットでもレーザ溶接ロボットを適用するスタンスは昔から変わりません。

アーク溶接ロボットであれば、たしかに量産でないと適用が難しいと思います。その理由は2つあると思います。

まず、アーク溶接だと入熱が大きいので、**拘束治具**が必要で、そのため、拘束治具のコストに見合ったロットがないと採算が合わないという話になります。しかし、ファイバーレーザ溶接は入熱が非常に小さく、歪みが小さいため、拘束治具がいりません。マグネットクランプなどで位置決めをするだけで加工できます。その時点で、ファイバーレーザ溶接ロボットはロットが小さい製品にも適用できると思います。

もうひとつは**ティーチング**です。アーク溶接の場合、TIGの電極の位置関係や姿勢制御など、ティーチングに苦労します。しかし、FLW-ENSISはTAS（ティーチング・アシスト・システム）の画像処理によって、画像のピントが合えばレーザの焦点も合うため、

かなり楽にティーチングができます。

3 Theme 治具固定やプログラム作成は大変か

——多品種少量生産に適用するとすると、治具固定とCAMによるプログラム作成が問題になります。

丸山 高村興業所様と同様、当社も**専用治具はつくっていません**。ファイバーレーザ溶接はほとんど歪まないで、回転テーブルがまわったときの力に耐えられる程度にワークを固定できれば、仮付け程度で十分です。

プログラムは、基本的に現場のティーチング作業でつくっています。これも高村社長のお話どおり、画像のピントを合わせることで機械とワークの位置を簡単に設定できます。

【新日本鋼機株・今村一義専務（以下、姓のみ）】 ロット20個以下の製品やサイズが大きい製品の場合、専用治具はつくりません。そのかわり、テーブルの天板を**3D作業用溶接テーブル（以下、3D定盤）**に付け替え、グリッド（穴）に治具ツールを差し込んでワークをクランプしています。

ロット100個くらいになると、パート社員の方でも簡単に対応できるように、**専用のゲージ（治具）**をつくります。ゲージは、板金エンジニアリングシステムVPSS 3iのPD（Production Designer）で3時間くらいかけてつくります。同時に、30分くらいかけてVPSS 3i Weldでプログラムを作成します。加工するときに1～2mmずれていたとしても、最初に補正をかければ、あとは全部補正なしで加工できます。

齋藤 当社が加工する製品は、建材関係で1～10個、レギュラー品でも100～200個ですが、FLW-ENSISで加工するものは

アルミフレーム (カットモデル) (株)コスミック

材質: A6063 / サイズ: ①W465×D440×H65mm ②W345×D350×H75mm

高難度のアルミ溶接をFLW-ENSISに置き換えて自動化。誰でも高品位な安定加工が可能に。

燃焼筒 (株)高村興業所

材質・板厚: SUS304・1.0mm / サイズ: W200×D200×H250mm

288カ所のプラグ溶接(手作業)をFLW-ENSISのウィーピングスポット溶接に置換しリードタイムを88%削減。

だいたいロット10個以下です。短納期の仕事ばかりで、その都度治具をつくらしている時間が少ないので、当社も3D定盤を活用しています。3D定盤で位置決めをして、毎回TASの画像を見て補正をかければ、**専用治具がなくてもほとんど溶接できます。**

CAM (VPSS 3i Weld) も導入していますが、時間との勝負なので、ほとんど現場でティーチングしています。サーバラックのような溶接箇所が多い製品は、CAMである程度プログラムをつくっておいて、現場で補正しています。

4 ランニングコストは安いかな

Theme

—従来のTIG溶接やYAGレーザー溶接と比べたとき、FLWのランニングコストについては、いかがでしょうか。

阿部 当社の場合、YAGレーザー溶接ロボットYLRをフル稼働すると、1本7万円くらいするフラッシュランプを月に2本くらい消費します。それと比べるとFLWは、保護ガラスが消耗するだけです。以前、YLRでステンレス・板厚3mmの製品を溶接していたと

きには大変なコストがかかりましたが、**FLWで加工しているとランニングコストはほとんど気になりません。**

今村 20年くらい前からYAGレーザー溶接ロボットを使っています。当社のYAGレーザー溶接ロボットは、1本7.5万円のフラッシュランプを4本使います。それを年3回交換すると、かなりの金額になります。それと比べると、ファイバーレーザー溶接のランニングコストはずいぶん安くなりました。

ランニングコストと言って良いかわかりませんが、当社ではFLW-ENSISの**1時間あたりのコスト(売価)を基本1万8,000円**と決めていて、初めてのお客さまにはこの金額を提示させていただけます。1万8,000円という数字は、機械の価格を10年で割り、コンプレッサー、メンテナンス、ガス代、電気代、人件費、利益を積算して算出しています。1分あたりで考えると300円ですから、量産品の溶接をパート社員の方にお問い合わせすると、それなりに利益を出せると思います。

丸山 当社も同様です。YLRはフラッシュランプだけでなく、その後のメンテナンスにかなりの費用がかかります。その点、**FLW-ENSISは構造がシンプルでメンテナンスが少なくすむ**ので、助かっています。

また、高度な技術を持つ溶接作業者の賃金は、どうしても高くなります。しかしFLW-ENSISを活用すると、ロボットのプログラムができていて操作方法を習得していれば、技術のない作業者でも熟練作業者と同じ品質で溶接できます。

FLW-ENSISを導入するときはインシヤルコストが高いと感じましたが、実際に運用を始めてみると、こうした複合的な理由で、**コスト面でもかなり有利になると**感じました。

5 お客さまの承認を得るために必要なこと

Theme

—従来工法からレーザー溶接に置き換える際、お客さまの承認を得るためにどのような対応が必要になりますか。

ホイールカバー 細谷精機株

材質・板厚: SUS304・1.0mm / サイズ: φ290×H100mm

入社して間もない未経験者がFLW-ENSISを担当。マグネットクランプまたは簡易的な板金治具で小ロット品にも対応。

タンク (バス用) 新日本鋼機株式会社

材質・板厚:SUS304・1.0mm / サイズ:W330×D150×H220mm

PDでゲージ(治具)を短時間(3時間)で作成。
ゲージで製品を浮かせることで表側・裏側を1段取りで加工。

パネル 三条精密工業株式会社

材質・板厚:SUS443・1.2mm / サイズ:W760×D760×H16mm

TIG溶接・スポット溶接をFLW-ENSISに置き換え、ワックランプで同時加工。保護フィルムも貼ったままで加工できる。

高村 レーザ溶接は、溶接業界では当たり前の技術になっています。10年前にJIS規格が改正され、その中でレーザー溶接(LBW)がしっかりと謳われています。しかし現実的な話として、**お客さまを説得するためにはエビデンスが必要です。**

FLW-ENSISは**ファイラーワイヤー**を使えるので、脚長・強度の問題はないと思います。YLRはφ0.6mmのファイラーしか使えず、しかも連続的にはほとんど使えませんでした。FLW-ENSISは0.8~1.6mmの汎用的なファイラーをそのまま使えます。**強度は、むしろTIGよりも高い**と思います。

しかし一般的に、「レーザー溶接は強度が弱い」という話は非常に多い。それはおそらく、ハンディタイプのレーザー溶接機が足を引っ張っているのだと思います。

ハンディは通常500W~1kWですが、FLW-ENSISは3kW。入熱の大きさもちがいますし、FLW-ENSISはファイラーも使えます。当社は実際に引張試験を行っています。実際にTIGよりも強度は高い。このことは、お客さまに強くアピールする必要があります。もしファイバーレーザー溶接を採用するのであれば、ぜひ引張試験機も導入してほしい。**強度の問題は、エビデンスを提示できないと、お客さまを説得することはできません。**

当社では条件出しのために月4~5時間はかけています。ZAMや真鍮など、いろいろな材料がありますから、工法・条件の向き不向きはやってみないとわかりません。お客さまの要求レベルにもよります。水が漏れなければ良い、アルコールが漏れなければ良い、10の-10乗くらいの気密性能が必要——と、要求レベルがちがうので、それは実際に加工して試してみるしかありません。手間かもしれないですが、やる価値があるし、やらないと意味がないと思っています。

逆に、強度に問題がないことをエビデンスとして示すことができれば、**歪み・コスト・外観品質——どれを取ってもTIGではかなわないので、必ず説得できると**思います。

——図面上の指示をレーザー溶接に置き換えると、ほかのサプライ

ヤーが対応できないので困る、といった話にはなりませんか。

高村 その場合は「レーザー溶接の場合」という別の図面がもう1枚出ます。図面上のコメントで「レーザー溶接も可」と記載されることもよくあります。

6 熟練作業者に受け入れてもらえるか

Theme

——導入の際は、現場の熟練作業者の方々がファイバーレーザー溶接ロボットを受け入れられるかどうかポイントになります。

今村 当社の場合、問題はありませんでした。一番技術がある社員がFLW-ENSISの立ち上げを担当し、みんなが「これは良い技術だ」と受け入れられる環境がありました。

何十年も溶接に携わってきた熟練作業者でも、**TIG溶接ではファイバーレーザー溶接にかないません。**アルゴン溶接はアーチ状に広がっていくので、どうしても入熱範囲が広く、それが歪みに変わっていきます。ファイバーレーザー溶接はビームを集光して、小さな点、細い線を溶接していくため、歪みが少ない。**素人が操作しても、ファイバーレーザー溶接の方がきれいな仕上がりに**なるのは仕方ありません。

社員みんなで知識を共有していくことが大切だと思います。アマダの展示会などに熟練作業者の方も同行してもらって、「今はこんな溶接機がある。こういう技術でこういう製品がつくれる」と理解してもらうのがスムーズだと思います。

高村 当社も22年前からYLRを使ってきたので、FLW-ENSISに対する拒否反応はありませんでした。

逆に、溶接の熟練作業者は機械にはできない仕事——たとえば銀ろう付けに一生懸命取り組んでいます。FLW-ENSISはブレイジング(ろう付け接合)もできますが、微細な部分は手作業でないとできません。ローテクとハイテクを組み合わせ、**熟練作業者の方にはロボットでは対応できない作業に特化して技能を磨いてもらえればWin-Winになるのではない**かと思います。

丸山 当社も以前からYLRを使っていたこともあって、テクノロジーに対する拒否反応はありませんでした。むしろ、FLW-ENSISを導入するまでは溶接工程が完全にボトルネックになっていたので、**手作業でしかできなかった仕事をFLW-ENSISに置き換え、時短ができ、自分たちの工数をほかの仕事に使える**ことを喜んでいました。

導入した後の効果も大きく、現場のスタッフからは「入れて良かった」「(FLW-ENSISが)なかったら今の仕事量はこなせなかった」と言われています。

7 導入後に実感した効果

—FLW-ENSISやFLWを導入して、その効果を実感したことを教えてください。

齋藤 千葉県の同業者でFLW-ENSIS、FLWを導入しているのは数社です。**他社にはない技術としてファイバーレーザー溶接を採り入れて、差別化をはかりたい意図**がありました。

導入してもうすぐ丸2年になりますが、最初の1年間はみんな、ファイバーレーザー溶接の信頼度がわからず、お客さまも良いのか悪いのか判断できない状態でした。何度も試験を繰り返して、図面に「レーザー溶接可」と書いていただけるようになり、だいぶ浸透してきました。

会社情報

会社名 株式会社 コスミック
所在地 千葉県八街市沖752-2
従業員数 29名
主要事業 事務機器、昇降機関連、通信無線機器
URL <http://www.k-cosmic.co.jp/>

会社名 株式会社 高村興業所
所在地 広島県廿日市市大野下更地1790-1
従業員数 48名
主要事業 半導体製造装置関連、原子力関連、電気機器
URL <http://www.takamura-kk.co.jp/>

会社名 新日本鋼機 株式会社
所在地 大阪府八尾市弓削町南2-28
従業員数 20名
主要事業 発電所の制御盤、鉄道関連、蓄電池関連
URL <http://www.shinnihon-kohki.co.jp/>

会社名 三条精密工業 株式会社
所在地 新潟県三条市大字金子新田乙497-14
従業員数 33名
主要事業 医療機器、通信機器、半導体関連
URL <http://www.sanjyo-seimitsu.co.jp/>

会社名 細谷精機 株式会社
所在地 神奈川県横浜市港北区新羽町1217
従業員数 41名
主要事業 通信無線機器、医療関連製品、半導体製造装置関連機器
URL <http://www.hosoyaseiki.co.jp/>

本日持参した建材のサンプル製品は、アルミ・板厚3mmの溶接です。TIG溶接だと、どうしてもビードを盛ったようになってしまいます。お客さまからは、ビードをできるだけなくしてほしいと要望があり、アマダにも協力してもらいながらFLW-ENSISで対応できるようになりました。

FLW-ENSISは、**人間業では到底できない高品質な仕上がりに**なります。仕上げなどの時間短縮にもなりますし、導入して良かったと思っています。

高村 鉄道駅のホームドアの部品 (SECC、板厚1.2mm、L2,200×D1,130×H30mm) の溶接をFLW-ENSISで行っていますが、突き合わせ溶接 (共付け)、重ね隅肉溶接 (マクロタック、フィラー)、補強としてスポット溶接 (ウィービングスポット) をしています。3D定盤でワークを押さえつけているだけですが、ワングランプで3種類の溶接を完結できます。担当するオペレータは1名だけ。加工時間はあつという間です。

従来は異なる溶接機を使わないといけなかった3種類の溶接をワングランプで完結できるのは、画期的です。私は「溶接の複合機」と言っているのですが、FLW-ENSISによって**溶接の工程集約を実現できるイメージ**です。

また、図面上で288カ所、プラグ溶接の指示がある燃焼筒の製品をFLW-ENSISのウィービングスポット溶接で加工しています。プラグ溶接は栓溶接ともいわれますが、入熱が高いため、本当に288カ所もプラグ溶接をすると、非常に時間がかかるうえに歪みが大きく、製品になりません。これをFLW-ENSISのウィービングスポットに置き換えることで、**仮付けから仕上げまでのリードタイムを88%短縮**できました。熱膨張・収縮による耐久試験もクリアし、強度的な問題もありません。

最後にアルミのホームドア部品のスポット溶接です。従来はテーブルスポットで加工していたのですが、導通させるために保護シートを剥がす必要がありました。しかし、保護シートを剥がした状態で、4人がかりでテーブルスポットの上をまわすとキズだらけになってしまいます。また、テーブルスポットの打痕が表から見えてしまうので、かなり広い範囲を研削して仕上げる必要があります、その熱影響で製品が歪んでしまいます。スポットは5打点に1回、チップドレスを行っていました。現在はFLW-ENSISのウィービングスポットを多用しています。基本的には裏側から加工しますが、溶接ヘッドが入らない狭隘部は表側から加工して仕上げています。非常に入熱が小さく、**保護シートが貼られた状態のまま加工**できるので、キズもほとんどつきません。

8 FLW-ENSISへの要望、想定外だったこと

—FLW-ENSIS導入して、想定外だったことや、改善してほしい点などはありますか。

丸山 想定外に良かったのはウィービングスポットです。

導入したときはまったく興味がありませんでしたが、実際に使ってみると非常に使い勝手が良い。本日持参したサンプル製品（SUS430、板厚1.0mm、L760×D760×H16mm）は、従来はテーブルスポットに置くときに保護フィルムを剥ぎ、加工後にまた保護フィルムを貼って、焼け取りもしていました。**ウィービングスポットに置き換えると保護フィルムを剥がさずに済み**、キズのことを気にせずに良くなりました。

CAMは、もう少し使い勝手が良くなってほしいと思います。当社は汎用治具の組み合わせで品物を固定していますが、作業者は「できるだけ1回の段取りで加工を終わらせたい」と考えます。そのため、360度全方向から溶接できるように、ワークをかさ上げた状態で固定するなど、アクロバティックな置き方をします。

そういうときに現在のCAMだと、治具やワークの位置決めで時間がかかってしまいます。

阿部 最近、**チタンの溶接のご依頼**をいただきます。アマダにも協力してもらいながら対応し、何か所かウィービングスポットを打つことで対応したのですが、非常に好評で、100台の発注をいただきました。

また、**銅の溶接の依頼**も増えていきます。ブレージングならきれいに接合できることはわかりましたが、もしワイヤーを入れずにファイバーレーザーで溶接できれば鬼に金棒です。

このように、**最近新しい材料の仕事をいただく機会が増えている**ので、アマダにはステンレスやアルミ以外の材料にもトライしてほしい。

質疑応答

Q ウィービングスポットは、鉄・アルミ・ステンレス・銅——それぞれどれくらいの板厚まで加工できるか。

高村 当社ではステンレスの2.0×2.0mmまで。多少ギャップがあっても、しっかり溶接できる。0.2mmくらいのギャップがあっても問題はない。

丸山 ウィービングスポットは必要があるものにしか使っていない。当社の場合、本日持参したサンプル製品（SUS443、1.2×1.2mm）だけ。この製品はトルク試験で強度確認をしているが、それ以外の製品はまだトライしていない。**いろいろな種類の溶接を複合的に行うなかでウィービングスポットを採り入れる**とか、限られた用途の製品で活用するのは良いと思うが、製品によっては普通にスポットで加工した方がずっと早くて良いこともある。

Q フィラーワイヤーは不都合なく使えているか。

高村 **フィラー溶接に対応できるのがFLW-ENSISの最大の特長**。FLW-ENSISのフィラーの送り装置は、他社のTIG溶接ロボットよりもよくできていると思う。フィラーの先端を中心に合わせたら、その後はきれいに加工できる。再現性も非常に高い。

今村 FLW-ENSISのフィラーは非常にきれいに加工できる。仮付けで少し穴があいていても、きれいに加工できる。欠点があるとしたら溶接部の脚長。φ1.6mmのワイヤーでも脚長3mm以上には対応できない。

阿部 FLW-ENSISを見て最初に良いなと思ったのはフィラーワイヤーだった。要望を言えば、ヘッドが入らないような筐体の内側からでもフィラー溶接ができるようにヘッドやトーチを工夫してもらえたら最高だと思う。

Q 加工時間が短くなり、歪み取りや仕上げの工数を削減できるとなると、お客さまからはコストダウンの要望が出てくる。どういう対応を採っているか。

今村 ファイバーレーザー溶接にしたからといって既存の製品のコストを下げるのは難しい。「従来と同じ金額でクオリティーが上がる」と話して、ご理解いただく。

高村 ファイバーレーザー溶接は、銅・真鍮・高耐食性溶融めっき鋼板など、**従来は対応できなかった仕事に対応できるようになる**ことが大きい。ボンデも、以前は重ね溶接をするために電気垂鉛めっき層を剥ぐ必要があった。日本でコスト競争をすること自体がナンセンス。人口が減り、時短をしなくてはならない——それに対応しつつ新しい領域で付加価値を高めていく方向に切り替えた方がよい。

Q FLW-ENSISでしか対応できない製品なら、付加価値をつけられるが、既存の仕事——TIGでも手作業でも対応できる製品をFLW-ENSISで加工したときの金額設定はどうしているか。

高村 TIGでも加工できるものをFLW-ENSISで加工するのは当社の勝手な都合なので、**従来金額**で対応する。フラッシュランプのランニングコストがかかるYLRの場合、TIGの金額だと採算が合わないこともあるが、**FLW-ENSISなら合う**。一方、銅の溶接のようにFLW-ENSISでしか加工できない**リスクな仕事は付加価値をつけた金額**を設定する。

阿部 当社も、従来の溶接で対応できる仕事は、従来と同じ金額を設定している。FLWで加工したから値上げするという考えは毛頭ない。「**すばらしい溶接ができれば、その製品が新しい仕事を生む**」という考えの方が良いと思う。