

「わが社の新製品、新技術の紹介」（シリーズ1）

小池酸素工業(株)

畠山 航・坂井 大司

1. はじめに

約100年前、アセチレンガスを用いた溶接トーチが発明されて以来、鋼の熱加工方法は飛躍的に進歩してきました。現在では、熱切断の方法はガス切断・プラズマ切断・レーザー切断が主流になっていますが、1940年代はガス切断のみでした。技術の進歩に伴い加工速度の速いプラズマ切断と切断精度の高い炭酸ガスレーザー切断が実用化され、広く普及しています。そして、日進月歩で技術の進歩は続いており、レーザー切断の分野では炭酸ガスレーザーだけではなく、ファイバレーザーという最新のレーザーが切断も実用化されています。

今回は「わが社の新製品、新技術の紹介」と題しまして、最新の切断機をご紹介します。

2. ファイバレーザー切断機 FIBERGRAPH

レーザーを用いた鋼材の切断においては20年以上前から炭酸ガスレーザーが使用されています。これは、それまでのレーザーから考えると、高出力化が容易であり集光特性が高いことがあげられます。現在でも多くの炭酸ガスレーザー切断機が稼働しています。2008年頃よりファイバレーザーやディスクレーザーといった個体レーザーと言われるレーザーが出現しました。今では高出力化も進み、厚い鋼材の加工も可能となりました。

現在、切断機用レーザー発振器の主流である炭酸ガスレーザーの発振効率は投入電力量の10%程度なのに対し、ファイバレーザーは約30%の発振効率が得られ、ファイバレーザーは炭酸ガスレーザーの半分以下の電力で同等の出力が得られることとなります。

2012年4月に開催されたJIWSにて2kWのファイバレーザー発振器を搭載した、FIBERGRAPHを展示しました。昨年3台の2kWファイバレーザー切断機を販売し良好な稼働を続けています。この実績を踏まえて、2014年4月に開催されたJIWSにて高出力化による厚板の切断を可能にした、5kWファイバレーザーFIBERGRAPH-2550を発表、展示しました。

2.1 切断板厚について

ファイバレーザーの発振出力を2kWから5kWへ高出力化し、弊社独自のノウハウにより開発した切断トーチにより、厚板の切断を可能にしています。軟鋼材では、レーザー出力2kWにおいて切断可能板厚3.2～19mmに対して、5kWでは切断可能板厚3.2～25mmになりました。5kWでの板厚25及び32mm切断面写真を添付します。写真からも分かるとおり、炭酸ガスレーザー6kWと同等に近い切断面品質が得られています。



5kW ファイバレーザ 板厚：軟鋼 25mm 速度：650 mm/min



5kW ファイバレーザ 板厚：軟鋼 32mm 速度：550 mm/min

2.2 ランニングコスト

ファイバレーザは、炭酸ガスレーザに比べ発振効率がよく発振器の消費電力が少なくて済みます。また輻射熱も少ないので冷却するためのチラーユニットも小型の物となり、システムトータルでの消費電力が1/3に低減されます。また、固体レーザですのでレーザガスは不要になり、定期的にオーバーホールするターボブロワも搭載していません。ビームの伝送はファイバケーブルで行われるため、ミラーは必要なく、炭酸ガスレーザの様な定期的なミラークリーニングやアライメント調整が不要になり、メンテナンスコストとメンテナンスによる切断機の停止時間が少なくて済みます。よって、トータルのランニングコストでは、炭酸ガスレーザに比べ、1/2程度に低減できます。

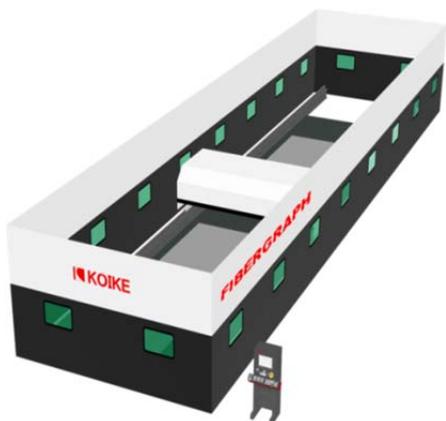
実際の導入事例でも期待どおりに大きなコスト削減が達成されています。

2.3 安全について

ファイバレーザは、ランニングコスト、切断の安定性にメリットがありますが、レーザ光による安全対策が使用する上での課題となっています。ファイバレーザの波長は1070nmで、炭酸ガスレーザ同様に目に見えない不可視レーザ光ですが、炭酸ガスレーザでは透過しない石英ガラスを透過する性質を持ちます。

人の目には水晶体があり、この水晶体で光を集光し網膜にて外部の景色を見ています。ファイバレーザはこの水晶体を透過し網膜でレーザ光が集光してしまうために、網膜の損傷を発生させてしまいます。拡散されたビームであっても光の強度によっては網膜に回復不能な損傷を与えます。

特にガントリータイプのような大型切断機では、周りで作業される方にも考慮し切断機の外周に壁を設置し遮光を行うことが安全ですが、鋼材を搬入搬出する際に邪魔になることも多くなります。

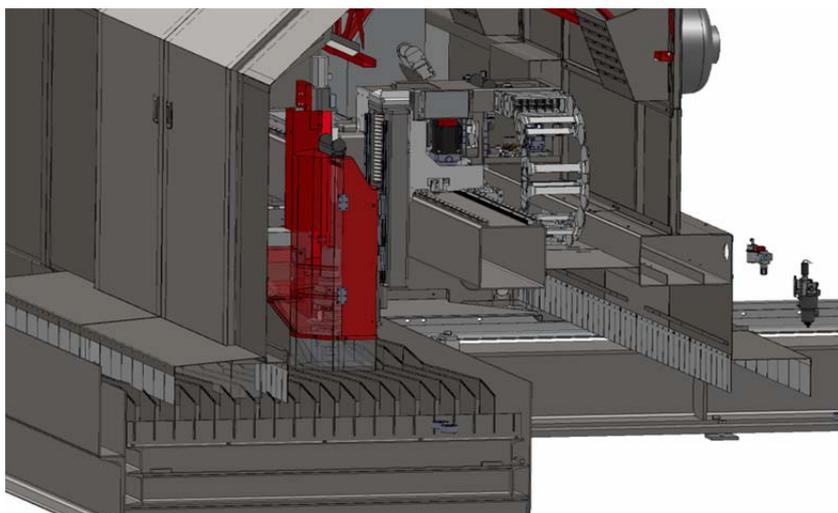


遮光壁設置の対策

遮光壁を設置せず、運用を行うためには、遮光壁を設置しなければならない理由を一つ一つ予防していく必要があります。予防していく内容は下記の内容となります。

- ① 定盤からの反射光の漏れ
- ② 切断材からの反射と切断機カバー隙間からの漏れ
- ③ 切断機、定盤の維持保全
- ④ レーザ管理区域の設定

弊社では、まず①～③の条件をクリアするよう機体のカバー構造、定盤構造を見直しカバー外に漏れるレーザー光を最小限としました。ここから漏れるレーザー光量を測定し、人体に危険を及ぼさない距離となるレーザー管理区域の設定を行い、遮光壁を取り払う構造とし、お客様に提案致しております。



切断機の遮光カバー図



レーザー管理区域の設置例

2.4 ファイバレーザ導入にあたり

ファイバレーザ切断機の導入事例は未だ少なく、その安全対策は改善の余地はありますが、弊社はファイバレーザの導入事例に基づき、レーザの漏れ光測定を各所で行うことにより、その安全対策を確立しています。お客様におかれましても、作業には、十分な安全教育を行い、その危険性を充分理解した上で取り扱う必要があります。

また、レーザ切断機設置建屋に入出する部外者（他の作業員・配送業者・見学者）にも事前に注意事項を説明し、不用意に機器装置を目視させないようにすることも必要となります。

3. 新型プラズマ切断システム SUPER-400PRO

SUPER プラズマシリーズは造船・橋梁・建機・シャーリングと各業種に幅広く採用されているベストセラー機で400PROは、シリーズの正常進化版です。今迄の使い易さをそのままに、1) 消耗品寿命の向上 2) 薄板領域での切断面品質の向上 3) ピアシング性能の向上を開発目標に掲げ、2014年に発売開始した最新モデルになります。

軟鋼切断での仕様は、最大出力電流400Aの酸素プラズマで、切断板厚範囲6～40mmとなります。以下に400PROの特長を紹介します。

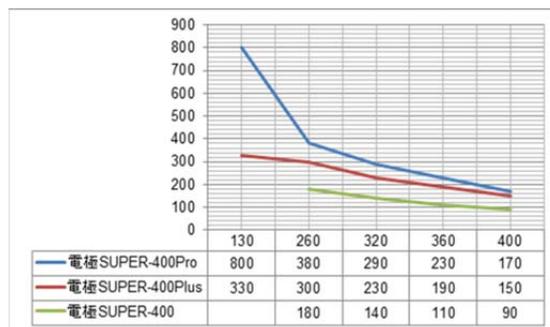
3.1 消耗品寿命の向上「従来比20%の向上」

電極の寿命はプラズマアークの発生と消滅時に大きく消耗することがわかっています。言い換えれば、切断時間より、ピアシング回数に影響を受けやすいと言えます。アーク発生時の電氣的な衝撃とアーク消滅時の電極材に掛るプラズマガス圧力が消耗の要因です。400PROではアークの発生・消滅時に切断電流とプラズマガスを同調させながら最適にコントロールする技術確立し、電極の寿命を向上させました。この技術により、旧型機であるSUPER-400PLUSと比較して電極寿命を従来比で約20%向上することが可能となりました。

ノズルの寿命はプラズマアークでノズル穴を変形させることが要因ですが、ピアシング時の吹きかえりや切断時の輻射熱によりダメージを蓄積することもわかっています。400PROではノズルを二つのパーツに別けました。外側のノズルを大きくすることで、冷却効率を高め、内側のノズルを保護します。後述にて説明するジェットピアシングのガスオ

リフィス（穴）を利用して、切断時にガスを流すことでノズルの空冷効果を得ました。内側ノズルは冷却水で水冷されており、400PROでは水路断面積を大きくすること、水路の経路を見直すことで積極的に冷却効率を高めることに成功しています。

意図しないピアシング時の吹きかえりにより、外側のノズルが溶損しても内側のノズルにダメージがなければ交換する必要はありません。また、内側のノズル穴が変形し切断面品質の劣化が発生した場合は、内側のノズルのみ交換すれば元の切断面品質を回復することができます。



消耗品の寿命について

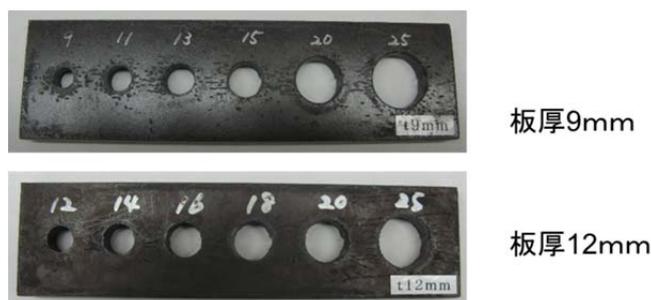
3.2 薄板領域での切断面品質の向上「板厚9～12mmの切断品質向上」

レーザ切断機の普及と切断速度向上により、板厚9～12mmのプラズマ切断のメリットは薄れてきていますが、加工速度と開先切断が容易であることから、大きな製品を切断する業種から切断面品質の更なる向上を求められています。

400PROでは、薄板用消耗品をラインナップしました。薄板切断で切断面品質を向上させるためには、切断部近傍を過度に入熱しないように電流を絞りますが、ノズル穴径が大きいと電流密度が小さくなり、切断性能は低下します。従来品に比べプラズマガス流に強い旋回力を持たせ、プラズマアークを絞り込みノズル穴径を小さくしました。結果として、電流密度が向上し切断性能が低下せず、切断部近傍の加熱も小さくすることに成功しています。電流値、ガス旋回力、ノズル穴径の最適化により薄板の切断面品質を向上させています。

ノズル穴径が小さくなったことで、従来品と比べ切断切溝の巾が細くなりました。切巾が細くなることで、より微細な加工にも対応することが可能です。切断機の性能にもよりますが、小円性能が向上しています。

添付写真は板厚9mm及び12mmの板厚径の小円切断です。



薄板小円切断

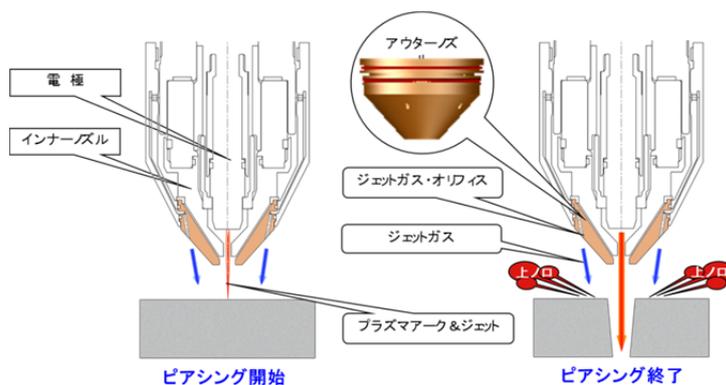
3.3 ピアシング性能の向上「ジェットピアシング機能で板厚 40 mmのピアシングが可能」

ピアシング時に排出される溶融金属（上ノロ）の吹きかえりにより、ノズルやキャップ等の消耗品を破損させることがあります。また、上ノロにトーチが接触し切断機を停止させたり、機械が停止に至らなくとも上ノロの上を切断すると切断面にノッチが入ってしまうため、切込み長を伸ばしたり、ピアシング後に上ノロを取るなど対策してきました。400PRO ではピアシングで排出される上ノロを効果的に吹き飛ばすジェットピアシングを装備しました。外側のノズルにジェットガスオリフィスを設け、ピアシング時に高压のガスを吹き付けることで上ノロを吹き飛ばします。

3.2 項にも記しましたが、切断中にジェットガスオリフィスからガスを流すことで、ノズルが冷却され、ノズルの寿命向上に効果があります。ピアシングと切断でガスの圧力を切替えることでジェットガスが切断に影響しないようにしています。ジェットピアシングを装備することで従来機よりもピアシング能力が向上しました。今まで切断することは可能でしたが、ピアシングが安定しなかったので諦めていた板厚 40 mmのピアシングからの切断も可能になりました。

ジェットガスは厚板では酸化反応を促進する酸素を使用し、中板厚では酸化反応を鈍らせる効果のある空気を使用します。また、板厚が薄い場合は空気であっても、ジェットピアシングをするとピアシング穴が大きくなるため、ジェットピアスは使用しません。

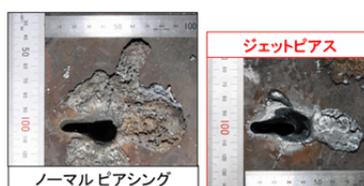
このように板厚に最適なガスを選択することで、ピアシング性能を向上させています。ピアシング穴の大きさを制御し、上ノロを減らすことにより、小円切断の品質向上や切込み長の短縮による歩留まりを向上させます。



<軟鋼 25mmのピアシング>



<軟鋼 50mmのピアシング>

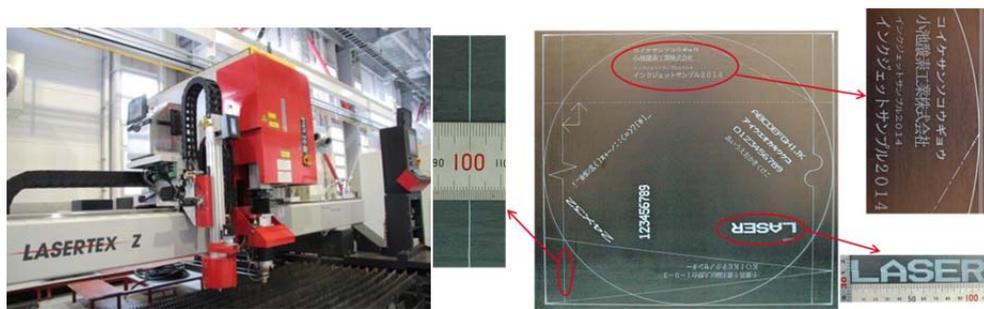


ジェットピアシングの構造と効果

4. 最後に

弊社では、切断に付随する加工工程のオプション装置を TPS（トランスフォーマ・プロダクション・システム）にてご提案しております。各種オプションユニットをガス・プラズマ・レーザ各切断機へお客様のご要望に応じ搭載することが可能です。一例ですが、微細な文字・ラインマーキングが行える IJP（インジェットプリンタ方式）ユニットはレーザ切断機の約7割に搭載される人気商品です。その他、極厚板のピアシング穴を夜間無人で行うことのできるドリルユニットもガス・プラズマ機への搭載が増えています。

今後もお客様のニーズを考えた製品開発に取り組んでまいります。今回ご紹介した製品以外についても各種取り揃えておりますので、是非お客様のニーズを私達にお聞かせ下さい。HP（URL：<http://www.koikeox.co.jp/>）もリニューアルし、商品の検索が簡単になっておりますので是非HPをご活用下さい。また、製品への問合せ・ご要望につきましてはお気軽に弊社営業所にご相談下さい下さい。



インクジェットマーキング



ドリルユニット