

— 製造設備紹介 —

ファイバーレーザー切断加工機の実務と導入効果

1. はじめに

技報第一号で紹介したように、当社では2020年1月と2月にファイバーレーザー切断加工機を2台導入した。初めて導入した事もあり、当初は様々な問題が発生していたが、現在は大きな問題もなく、日中稼働だけでなく夜間の無人稼働も安定し、その効果を発揮している。

ファイバーレーザーでは、ノズルやレンズのわずかな汚れや傷などで加工不良が発生し、エアや電源が不安定になれば切断不良や稼働停止に直結する。オペレータが安定稼働させるために行っている日常の点検保守などの具体的な作業と改善活動を紹介します。

2. ファイバーレーザー1号機(以下F1とする)

2.1 設備概要

～主仕様～

メーカー	㈱アマダ
型式	EN3015AJ AJ9000
レーザー発振器	ENSIS9000 9kW アマダ製
有効切断幅×切断長	1550mm×3070mm
多段ストッカー	5'×10' 14段
付属	セカンドステーション
切断方式	HPEZ カット or 酸素カット

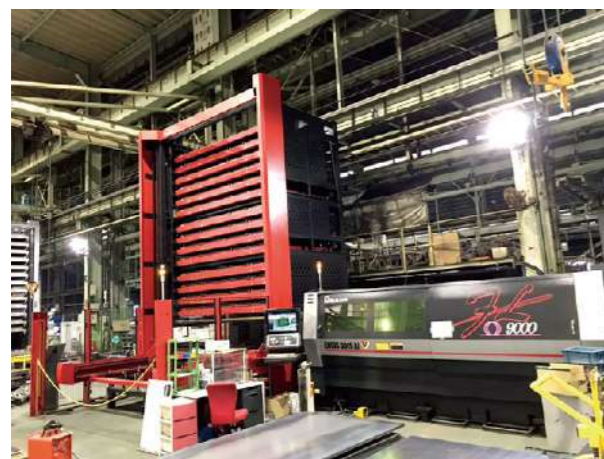


図1 F1本体外観

アマダ製のF1は切断加工領域がフルカバーで覆われており、安全が確保されている為、高速での切断加工が可能になっている。当時最高レベルの9kWの発振器を搭載し、HPEZカット(特殊なフィルターを用いて、コンプレッサエアから酸素を除

去し、窒素約98%のアシストガスで加工を行うアマダ独自のカット方式)で、SS材t2.3～t9、SUS材t1.5～t9を切断している。酸素カットで、SS材t12～t22の切断を行っている。HPEZカットでは、SUSにおいても純窒素切断に近い(切断部が酸化しにくい)高品質な切断ができ、専用の窒素ガスが不要なため低コスト且つ高速で切断が可能となっている。オプション仕様で多段ストッカーとセカンドステーションを備えており、スムーズな片付け作業ができ、夜間の無人運転も可能である。また、高速切断を生かして、赤紙や黄紙等の特急品もこなす万能機として重宝している。

2.2 日常点検作業

切断速度が速く切断品質も良いF1にも弱点はあり、高速切断のため、ほんの少しの異常で加工不良が発生する。加工不良を発生させない為に欠かすことの出来ない3大日常点検作業を紹介する。

2.2.1 レンズ清掃作業



図2 加工ヘッド

図3 レンズ



図4 クリーンルーム

図5 清掃セット

加工ヘッドに付いているレンズホルダー(図2)の中に集光レンズと保護ガラスの2枚(図3)がついており、少しの埃が原因でレンズが傷む恐れがあるので、簡易クリーンルーム(図4)で作業を行っている。クリーナーで汚れを拭き取り、手動ブローで埃を吹き飛ばす(図5)。この作業を汚れが落ちるまで繰り返す。これを怠ると、レンズやノズルに傷が付き、加工不良に繋がるので、慎重に丁寧に作業を行っている。

2.2.2 ノズル確認と清掃作業



図6 ノズルチェンジャー 図7 ノズル本体 図8 ノズル交換セット

F1はノズルチェンジャー(図6)を搭載しており、8個のノズルを材質や板厚に対して使い分け、プログラムで自動交換している。チェンジャーに保管しているノズルに汚れや欠陥があると夜間の無人運転で切断不良の欠陥品を大量生産してしまったり、異常停止して夜間運転が進まないなどのトラブルが発生する。毎日ノズルを目視にて確認し(図7)、汚れがあれば清掃を行い、欠けや傷があればノズルを交換している。(図8)

2.2.3 ノズル芯出し作業

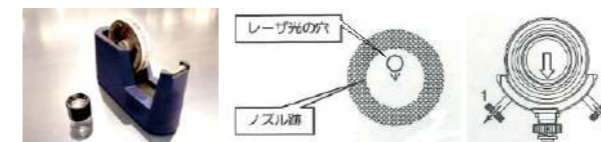


図9 センタリングセット 図10 セロハン拡大図 図11 調整機構

全てのレーザー加工機は、レーザー光がノズルの中心から発射するように調整を行う芯出し作業が必須である。本機では、最も小径のノズルに交換し、ノズル先端にセロハンを貼り、レーザー光を出す。穴が開いたセロハン、ルーペ(図9)を用いて見ると、図10の様な模様が見える。このレーザー光が周りの円の中心になるように、加工ヘッド部の左右の調整ネジを回して調整する(図11)。この調整の精度により、切断品質が良くも悪くもなり、精度が悪くと加工不良が起こる。調整ネジを少し回すだけで大きく動くため、感覚が身に付けば1回で完了する事もあるが、不慣れな人では10回程度行う事もある。

2.3 その他の点検作業

上記で述べた3大日常点検作業が最も大事であり、毎日行わなければ即、加工不良に繋がる作業である。異常が起こった時にまず確認する項目でもある。それ以外にも安定稼働を行うための作業がいくつかあるので、それを紹介する。

2.3.1 スノコ改良履歴



図12 切断品傾き

図13 剣山スノコ



図14 剣山スノコ交換

図15 エキパンスノコ

レーザー加工機では、切断材料の下に敷くスノコが必要で、切断材料の支え、切断した製品の落下防止等の役割がある。材料とスノコの接地面が多いとレーザー光が抜けず、ドロスが大量に付着し切断面が粗悪になってしまう。材料とスノコの接地面が少ないと切断品が傾き、加工ヘッドが材料に衝突してしまい、加工ストップとなる(図12)。これらを起こさないように当社ではスノコの改良を行ってきた。

メーカー標準の1方向剣山では切断材料の落下が頻発したので、格子状構造で隙間を少なくした剣山スノコ(図13)を開発した。当初切断良好で成功と思われていたが、スノコ交換の際に大きな手間がかかることが分かった。ドロスが付着して剣山同士が固まり、全ての剣山スノコが一体となって交換するのに相当苦勞した。この交換には全ての押さえカバーを外し、天井クレーンにて持ち上げ、本体に引っ掛からないように持ち上げる必要があった(図14)。再検討し、現在はエキパンでの運用を試している(図15)。切断品質がわずかに悪くなったが許容範囲である。エキパンスノコと機械側支持部が干渉するため、この部分にガス切断で穴を開ける手間はあるものの、交換時間は大幅に減らすことが出来た。

2.3.2 給脂

レーザー加工機に限った話ではないが、月一回各部の給脂を実施している。F1は摺動面やチェーン部が多数あり、それぞれで推奨とされるグリスが違うため、数種類のグリスを使い分けられている。高速で動く部分も多い為、特に忘れてはならない作業であり、予防保全の最たるものである。

2.3.3 各種フィルター清掃



図16 HPEZ装置+チラー 図17 ラインエア装置 図18 集塵装置

F1では、2.1で説明したようにHPEZカット(窒素富化切断)のため、別に中圧の圧縮機とHPEZカット専用装置を付けている(図16左2台)。これらの装置のエアフィルター等が目詰まりを起こすと、ガス圧が足りず加工がストップする。当初、夜間運転のエラー停止でこの現象が最も多く発生した。限られた工場スペースで背面で溶接作業を行い、一般的な設置環境と比べ劣悪であった。このため、月1回のエアブロー清掃と6ヶ月ごとのフィルター交換を行い、ストックヤやセカンドステーション用のコンプレッサも同様の作業を行っている(図17)。

レーザ加工機にはチラーと呼ばれる純水の冷却装置が必須であり、このフィルター清掃と純水の定期交換も行っている(図16右)。

レーザ切断の際に発生するヒュームの集塵装置のダスト廃棄も随時行わなければならない(図18)。当社では独自にユーザック製の集塵機を別途購入して運用している。ユーザック製集塵機の脱塵方法は一般的なパルスジェットではなく、MachWaveと呼ばれる衝撃波作用を用いた技術で集塵ダストを脱塵する。一般的な集塵ダストは、パウダー状で飛散しやすい状態(図19)になり、収集廃棄時に飛散しやすく作業性がとても悪い。ユーザック製の集塵機から出る集塵ダストはフレーク状(図20)に固まって排出されるため、飛散しにくく作業性が良い。また、消石灰など、ろ布へのプレコートが不要なメリットもある。



図19 一般的なレーザ集塵ダスト 図20 F1の集塵ダスト

3. ファイバーレーザ2号機(以下F2とする)

3.1 設備概要

～主仕様～

メーカー	日酸 TANAKA(株)
型式	FMR II 35-TF6000
レーザ発振器	FF6000i-A 6kW FANUC 製
有効切断幅×切断長	3600mm×9000mm
多段ストックヤ	5' ×10' 13段
切断方式	酸素カット(窒素カットも可)



図21 F2本体

日酸TANAKA製のF2は従来のCO2レーザと同様、操作盤ごと加工機本体が移動するガントリー式であり、5'×10'サイズの材料だけでなく、8'×20'サイズの材料も切断することが出来る。F2はF1のような密閉式ではない為、安全性の観点から、速度は控えめに設定してあるが、速度を抑えている分、頑丈な設計思想で材料と軽く衝突したぐらいでは止まらず、夜間加工でも朝方まで動き続けている。F2ではSS材t6～t32の幅広い板厚を加工しており、F1とは異なる魅力がある。

3.2 日常点検作業

F1同様、3大日常点検は欠かすことが出来ない。同じ目的でも、作業方法は異なるので紹介する。

3.2.1 レンズ清掃作業



図22 加工ヘッド 図23 レンズホルダー 図24 保護ガラス



図25 清掃作業 図26 グリス

加工ヘッド(図22)からレンズホルダー(図23)を抜き取り、専用治具を用い、保護ガラス(図24)を外す。治具の上に乗せたまま、クリーナーで汚れを拭き取る(図25)。仕上げにホルダー周りにグリスを塗る(図26)。集光レンズは通常取り外さず、切断不良が改善しない場合の最終確認場所である。ホルダーを外した後の穴も養生テープで塞ぐ等、埃に気を遣う作業である。

3.2.2 ノズル確認と清掃作業



図27 ノズル 図28 新旧ノズル

F2は、SS材の薄板から厚板までを1種類のノズルで運用しており(図27)、在庫管理がしやすい。ノズルの内部の汚れや、先端の欠けがあると(図28左)、加工不良となるので夜間切断前には必ず確認を行っている。当初、厚板切断時にノズルの摩耗が異常に早いという現象が起こっていたが、メーカーとともに試行錯誤して、切断条件を変更する事で厚板時でもノズル寿命が向上した。

3.2.3 ノズル芯出し作業



図29 黒鉛シート 図30 確認シート

F2の芯出し作業は、まず黒鉛(図29)をノズル先端に擦り付ける。その後シール(図30)を貼り、レーザを照射すると図のような跡が残る。円の中心に穴が開いているかどうかを確認し、加工ヘッドの前後左右に付いている4つの調整ネジで穴位置を調整する。4方向あるのでF1よりも感覚的にわかりやすいが、それなりに慣れは必要である。

3.3 その他の点検作業

3.3.1 スノコの交換



図31 ダイヤブロック 図32 ドロス除去作業

F2では、メーカー純正のダイヤモンドブロックと呼ばれるスノコ(図31)を使用しており、切断面が悪くなってきたら交換している。部分的に交換できるので簡単な作業であるが、スノコ下に溜まったドrossを清掃する場合には、大変な作業になる。図32

はストックヤ側の切断場所にカチコチに固まったドrossをアンカードリルで除去している写真であるが、大板切断場所に溜まったドrossを除去する際は、この時の数倍の労力が必要で、おそらく5年以内に1回は掃除を実施しなければならない。

3.3.2 給脂

F2の給脂は主に本体のXYZ軸である。F1ほど早くは動かず、切断速度がF1よりも遅いが、朝方まで夜間稼働をしており、総稼働時間が長い為、各部に週1回程度の給脂を行っている。また、ストックヤにも摺動面とチェーン部があるため、こちらは月一回程度で給脂を行っている。F1と同じく、最も大事な予防保全と言えるので、忘れないよう気を付けている。

3.3.3 各種フィルター清掃



図33 チラー 図34 エア装置 図35 本体フィルター

F2のフィルター関係は、チラーのフィルター(図33)、駆動エアのフィルター(図34)、本体後方に取り付けてあるフィルター(図35)がある。これらを定期的に清掃・交換を行っている。本体フィルターの最後尾についているエアフィルターに水が回った場合、レーザユニットが損傷し高額修理になってしまうので、手前のフィルターを特に注意して管理している。

4. 設備導入効果

導入して約1年が経過し、不具合はゼロではないが、2台とも順調に稼働している。レーザ加工では、特急品対応に備えた登録材と呼ばれる、定尺サイズから少量数個だけ製品を切断して全部使いきっていない鉄板を一部運用している。このため切断した定尺の枚数をプログラムで自動抽出する事が困難ではあるが、それを踏まえて157期4～11月の(旧)CO2レーザ2台(L2+L3)と158期4～11月の(新)ファイバー2台(F1+F2)の生産性などを生産技術室にて算出したので紹介する。

4.1 加工重量比較

(単位：ton)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	平均
(旧) L2+L3	130.5	119.5	141.6	163.2	124.3	108.2	121.1	133.6	130.3
(新) F1+F2	213.1	194.4	303	326.5	239.1	242.5	295.0	276.6	261.2

上記の表より、約130(ton/月)UPLしており、2倍の量を切断出来ている事がわかる。

4.2 加工能力比較

(単位：kg/h 対就業時間)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	平均
L2+L3	771.8	777.8	826.7	873.1	766.7	768.9	807.7	809.1	800.2
F1+F2	1109.6	1194.3	1456.5	1569.7	1299.2	1317.7	1418.0	1383.2	1343.5

上記の表より、約540(kg/h)UPLしており、約1.7倍速く切断出来ている事がわかる。

4.3 材料課一次加工ライン全体での効果

一次加工ラインは材料の切断職場であり、紹介したレーザー切断加工機以外にも、プラズマ切断機、タレパン等の機械があり、二次加工ラインでは、切断後材料の曲げやロールなど塑性加工を行っている。ファイバーレーザー導入後は、従来6日かかっていたリードタイムが約5日できている。また、繁忙期に同時対応しなければならぬ、膨大な特急切断に、かつてはなすすべもなく大変苦勞していたが、以前と比べて格段に対応できるようになった。

4.4 ランニングコスト

4.4.1 ガス・電気代

～従来機との軟鋼切断比較～

(単位：円/m)

機種	ガス	板厚				
		t3.2	t4.5	t6	t9	t12
L2	酸素	—	—	21.8	25.5	30.6
F1	酸素	—	—	6.7	8.4	9.9
F2	HPEZ	1.0	1.4	2.1	4.5	7.0

～HPEZカットのSUS切断のメリット～

(単位：円/m)

機種	ガス	板厚				
		t4	t6	t8	t12	t15
F1	窒素	7.5	12.3	20.8	54.4	106.0
F1	HPEZ	1.2	1.9	2.8	6.0	10.5

上記の表のとおり、従来CO2レーザー(L2)と比べるとファイバーレーザー(F1,F2)の切断1mあたりのガス・電気代はかなり

安くなっている。

今回F1にて導入したHPEZカットは、SUS切断において、純窒素ガスが不要であり、コンプレッサエアーを使用する事により、大幅なコスト削減ができています。

4.4.2 保守・消耗品

従来のCO2レーザーでは年3回のミラークリーニングが必須であり、定期的に高額部品である高圧プロアの交換が必要であった。保守・消耗品の実績費用で、平均350万/年使用していた。今回導入したファイバーレーザーでは上記のような高額部品はほとんどなく、ノズルやレンズ等の安価な消耗品費がほとんどである為、大幅な保守コスト削減にもなっている。

5.おわりに

従来のCO2レーザーに比べ、加工速度が格段に速くなったが、慎重な前作業や保守点検が必要であり、オペレータの負担は増えたと感じられる。簡単そうに見える作業でも、オペレータしか分からない苦勞があり、加工ロスを減らし、切断品質維持に日々頭を悩ませている。

今回、ファイバーレーザーという新しい技術を使用した設備を2台導入するという大きな挑戦を行い、生産性の向上やコスト削減が実現できたのは、こうしたオペレータの努力による所も少なくない。今後もさらなる生産性向上を推進できるよう、製造部一丸となって努力していきたい。

筆者紹介



TANAKA Takahiro
田中 隆浩
2015年入社
製造本部 本社工場 生産技術室



NUMATA Hayato
沼田 隼人
2013年入社
製造本部 本社工場 材料課