

新型ファイバレーザ加工機 “NX-Fシリーズ”

腰前利樹*
井上 孝*
宮本直樹*

New Fiber Laser Processing Systems "NX-F Series"

Toshiki Koshimae, Takashi Inoue, Naoki Miyamoto

要 旨

二次元レーザ加工機は、任意軌跡の切断が可能な工作機械として、現在では多くの産業分野で単品試作から大量生産まで適用されている。近年では、国内や中国、米国、欧州主要国における板金切断用加工機で、レーザ加工機の年間導入台数がタレットパンチプレスの台数を大幅にしのぐ状況が続いている。一方、電力料金のアップや労働人口が減少する中、製造業としても消費電力の削減、労働時間の短縮、生産性の向上が大きな課題となっている。

このような市場要求に対し、三菱電機では、①High Speed, ②Ecology, ③High Qualityをコンセプトとしてファイバレーザ発振器を搭載した新型ファイバ二次元レーザ加工機“ML3015NX-F”を開発した。

1つ目の“High Speed”に関しては、加工速度向上と三菱オリジナルの発振器高速制御(Mitsubishi High speed Control for Laser : MHC-L)機能を搭載して“F-CUT加工”を実現し、タクトタイムを短縮した。2つ目の“Ecology”は加工停止時に段階的に各機能を停止させる機能の搭載と三菱のNC(Numerical Control)、駆動機器とファイバレーザ発振器との融合によって、消費電力を削減した。3つ目の“High Quality”については、出力制御機能の搭載と加工ヘッドの軽量化等によって軌跡精度を向上させた。

本稿では、最新のレーザ加工技術を始め、3つのコンセプトを中心にその詳細技術を述べる。



新型ファイバレーザ加工機 “NX-Fシリーズ”

①High Speed, ②Ecology, ③High Qualityをコンセプトとして開発したML3015NX-Fは、加工速度を従来比3倍、タクトタイムを従来比56%短縮した。また、消費電力も従来比70%削減を実現した。

1. ま え が き

二次元レーザ加工機は、任意軌跡の切断が可能な工作機械として、現在では多くの産業分野で単品試作から大量生産まで適用されている。切断用二次元レーザ加工機が市場に登場してから30年以上が経過したが、飛躍的な技術進歩と市場の拡大によって、今や板金加工分野を始めとした製造現場に不可欠な工作機械としての地位を確立した。

近年では、国内や米国、欧州主要国における板金切断用加工機で、レーザ加工機の年間導入台数がタレットパンチプレスの台数を大幅にしのぐ状況が続いている。このようにレーザ加工機の導入台数が伸長した理由はレーザ加工機の欠点であった大量生産性、ランニングコスト、厚板加工性等に対する各種技術開発が進んだことによる。

一方、電力料金のアップや労働人口が減少する中、製造業としても消費電力の削減、労働時間の短縮、生産性の向上が大きな課題となっている。

本稿では、このような市場要求に応えるため、当社が開発したファイバレーザ発振器を搭載した新型ファイバ二次元レーザ加工機ML3015NX-Fについて述べる。

2. 製品の仕様と特長

先に述べた市場要求に対して、①High Speed, ②Ecology, ③High Qualityをコンセプトとして“ML3015NX-F”(以下“NX-F”という。)を開発した(表1)。

1つ目の“High Speed”に関しては、加工速度向上と三菱オリジナルの発振器高速制御(MHC-L)機能を搭載してF-CUT加工を実現し、タクトタイムを短縮した。2つ目の“Ecology”は加工停止時に段階的に各機能を停止させる機能の搭載と三菱のNC、駆動機器とファイバレーザ発振器との融合によって、消費電力を削減した。3つ目の“High Quality”については、出力制御機能の搭載と加工ヘッドの軽量化等によって軌跡精度を向上させた。

3. ファイバレーザ加工機のコネプト

3.1 High Speed

ファイバレーザは炭酸ガスレーザに比べて波長が短いいため金属への吸収率が高く、集光性も良いという特長を持っている。このような特長を最大限に活用する光学系を持つ

表1. ML3015NX-Fの主な仕様

項目		ML3015NX-F
移動方式		光走査方式
ストローク(mm)	X軸	3,200
	Y軸	1,600
	Z軸	150
早送り速度(m/min)	X, Y軸	合成170
位置決め精度(mm)		0.05/500(X, Y軸)
繰り返し精度(mm)		±0.01(X, Y軸)

新型の加工ヘッドを開発した。これによって、厚み1mmのステンレス材の加工速度を当社炭酸ガスレーザ加工機“NX-45CF-R”に対して3倍にすることができた(図1)。

また、従来は、加工ヘッドが加工開始点まで移動後に、加工開始点で一旦停止してからレーザを照射していた。制御装置から発振器にレーザ発振の指令を行ってから実際にレーザが照射されるまで一定の処理時間が必要であった。このため、加工開始点と加工ヘッドの位置を一致させるために、加工ヘッドを一旦停止する必要があり、この停止時間がタクトタイムを長くする要因であった。

この課題を解決するために、制御装置と発振器間のデータ通信を高速化し、制御装置が発振器のレーザ照射のタイミングを高速に制御することができるMHC-L機能を開発した。この機能によって、レーザ照射の処理時間を短くすることが可能となった。今回、この機能を実現するために、発振器を高速に制御する専用のプリント基板と、このプリント基板と制御装置が高速に通信できるように制御装置用の専用通信ユニットも開発した。また、NCのソフトウェアに、MHC-L機能用の加工ヘッドの移動とレーザ照射のタイミングを同期させる演算機能を組み込んだ。この機能を搭載することによって、加工ヘッドを一旦停止させることなく加工する“F-CUT”を実現した。

今回、このF-CUTに適した経路を自動で生成する“FRG(F-CUT Route Generator)ソフトウェア”も開発した。このソフトウェアは、新しい経路最適化アルゴリズムを用いるとともに、その最適化処理で加工機の動作特性も考慮することによってNX-Fに適した加工経路を自動で生成する。また、アイコンで簡単に操作できるように画面構成にも配慮した(図2)。

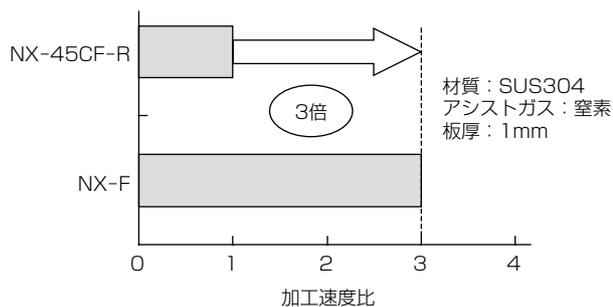


図1. NX-Fの加工速度向上

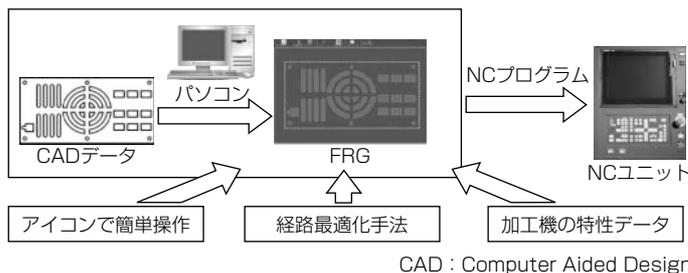


図2. FRGソフトウェアの概念図

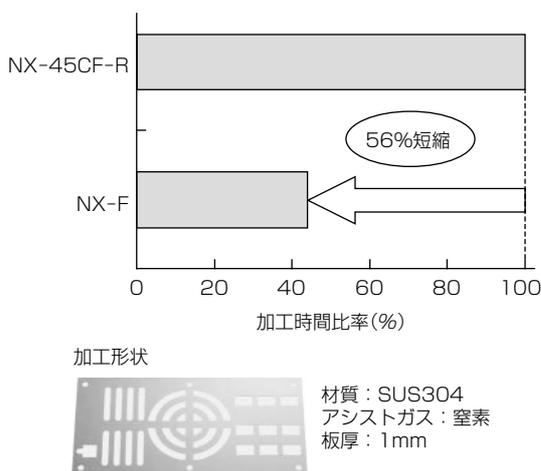


図 3. F-CUTの加工時間短縮

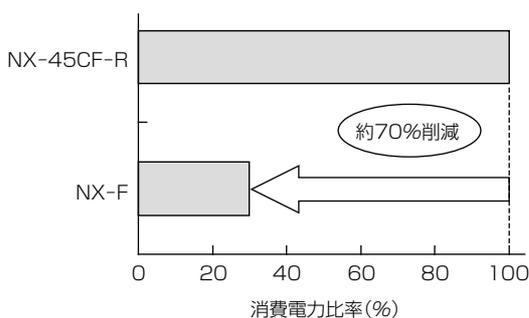


図 4. NX-Fの消費電力削減

F-CUTとFRGによる経路最適化によって、タクトタイムをNX-45CF-Rより56%短縮した(図3)。

3.2 Ecology

レーザー加工機のランニングコストで最大の要素は消費電力である。NX-Fでは低損失な自社製NC、駆動機器と発振効率に優れたファイバレーザ発振器の搭載によって消費電力を低減し、図4に示すとおり、NX-45CF-Rに対して消費電力を約70%削減した。

また、二次元レーザー加工機“eXシリーズ⁽¹⁾”で好評な“ecoモード”をNX-Fにも搭載した。これは、図5に示すとおり、加工機停止時の不要なパージガスの停止や発振器・冷却装置といった機器の停止を段階的に行うことで、待ち時間での電力をムダに消費しない技術である。これによって消費電力はecoモードを使用しない状態に比べて70%のコストを削減することが可能である。また、停止から復帰までの動作もスムーズで、作業効率が低下することなく、環境にもやさしいレーザー加工機システムを実現した。

3.3 High Quality

炭酸ガスレーザー加工機では、高品質で安定的な加工を行うため出力制御機能を採用している。NX-Fではこの機能をファイバレーザにも採用し、レーザー出力安定度 $\pm 1\%$ を達成した。これは、図6に示すとおり、マイコンでの加工

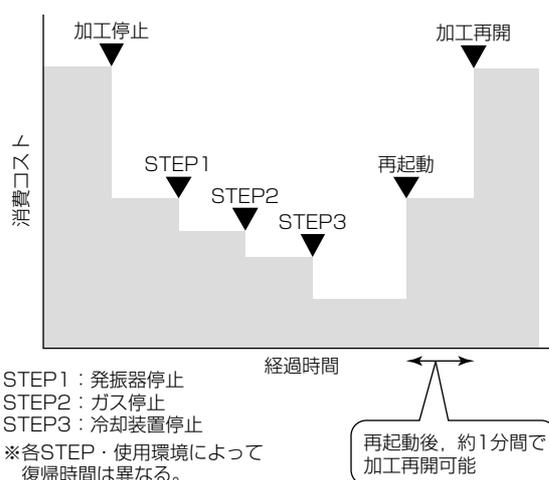


図 5. ecoモードによる消費コスト削減

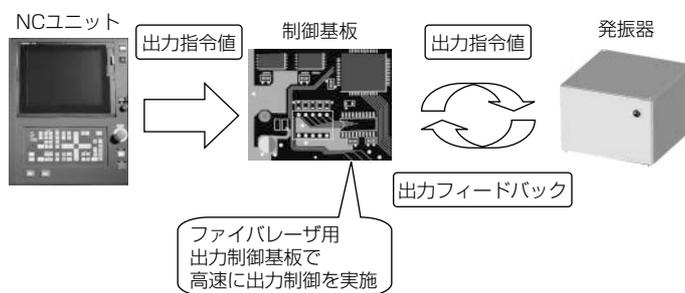


図 6. 出力制御の概念

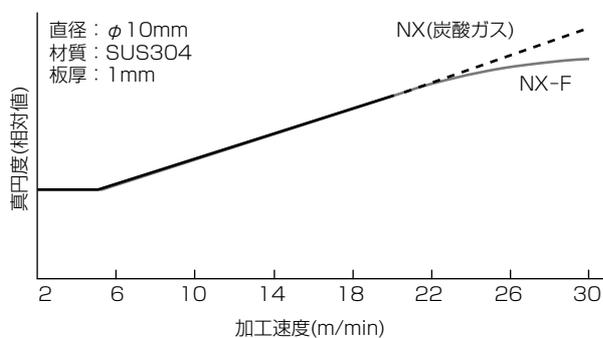


図 7. 軌跡精度の比較

出力の制御によってレーザー出力を高速に安定させる技術であり、高速加工時の加工材料の裏面に発生するドロス(付着物)を低減させた。

また、ファイバレーザ加工機の特長である高速切断を最大限に活用するため、加工ヘッドの新規開発による軽量化を図るとともに、高速加工時でも軌跡を正確に描く新軌跡制御を追加した。これらによって、高速加工時に発生する振動を抑制し、図7に示すとおり、フラッグシップ機であるNXをベースに高速加工領域での軌跡精度10%向上を達成した。

4. ML3015NX-Fの加工事例

4.1 薄板の生産性向上

NX-Fは波長約 $1.07\mu\text{m}$ のレーザー光を採用したファイバレーザ発振器を搭載している。これは従来の炭酸ガスレーザの約 $1/10$ の波長であり、1桁高い集光性を持つ。また、 $1.07\mu\text{m}$ のレーザー光は金属に対する吸収性も高く、被加工材を効率良く溶融、蒸発させることができる。これらの特性は薄板の高速切断にファイバレーザが適していることを示している。

NX-Fでは、この特性を十分に活用するため、先に述べた軸停止なしの加工を実現するF-CUT、このF-CUTの効果を最大限に活用する加工経路を生成するFRGなどの技術を開発し、任意の切断形状に対して最大の生産性向上効果が得られるレーザ加工システムを実現した。

図8は板厚 0.8mm のステンレスを加工速度 $40,000\text{mm}/\text{min}$ で加工した例である。F-CUTを適用し、従来比約60%の生産性向上を実現した。

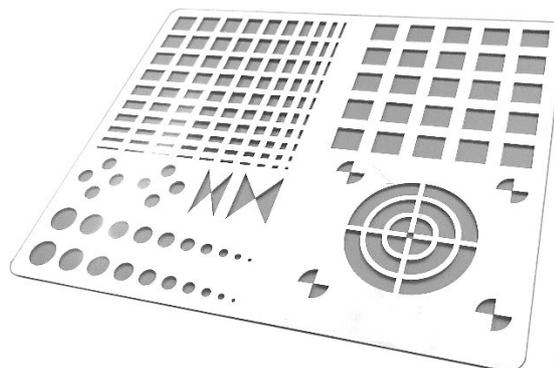


図8. ステンレス薄板の加工例

4.2 加工対象の拡大

NX-Fでは薄板だけでなく厚板まで加工可能なシステムを実現するため、当社の30年以上にわたる炭酸ガスレーザの開発で培った技術を活用し、光学系の最適化、アシストガス流れの最適化等を図っている。これによって軟鋼の酸素切断で 19mm 、ステンレスの窒素切断で 12mm 、アルミ合金の窒素切断で 10mm の切断を実現した。

図9に板厚 19mm の軟鋼を加工速度 $800\text{mm}/\text{min}$ で加工した例を示す。 2.5kW のファイバレーザ発振器で 3kW クラスの当社炭酸ガスレーザと同等の切断板厚を実現している。



図9. 軟鋼厚板の加工例

図10に板厚 1.0mm の黄銅を加工速度 $20,000\text{mm}/\text{min}$ で加工した例を示す。従来炭酸ガスレーザでは加工が困難とされていた高反射材の銅、黄銅についても、金属に対するレーザー光の高い吸収性を活用し、最大 6mm までの加工が可能となった。

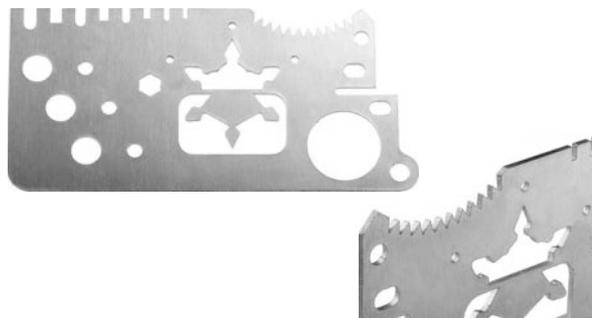


図10. 黄銅の加工例

5. むすび

新型ファイバ二次元レーザ加工機NX-Fシリーズの特長とその加工事例について述べた。レーザ加工機の技術進歩は他の工作機械と比較しても著しく、今後も更なる技術改良が進んでいくものと思われる。また、ますます高度化、

多様化するユーザーニーズを満たすために、総合レーザ加工機メーカーとして更なる性能向上も目指し、様々な生産現場の各種ニーズに積極的に応えていく所存である。

参考文献

- (1) 大村浩嘉, ほか: 新型炭酸ガスレーザ加工機“eXシリーズ”, 三菱電機技報, 86, No.4, 255~258 (2012)