

ロフィン・バーゼルジャパンの レーザ発振器の最新技術

ロフィン・バーゼルジャパン(株) 中野佳巳*

今日、産業用レーザの用途は非常に多岐に及んでいる。精密板金加工が圧倒的に多く、なくてはならない重要な工法である。ロフィンは40年以上、レーザ発振器の専門メーカーとしてさまざまなニーズに対応してきた。本稿では板金加工用途で需要が急増しているファイバーレーザの最新技術を紹介する。

ラインナップ

薄板の高速加工から厚板切断、溶接が可能なFLシリーズはビームスイッチを内蔵できるスタンダードタイプとファイバー融着型のコンパクトタイプがある。表1にラインナップ、写真1、写

* (なかの よしみ) : 営業部
〒113-0034 東京都文京区湯島1-9-1 ヒルクレスト御茶ノ水 202
TEL : 046-229-8655 FAX : 046-229-8541

表1 FLシリーズのラインナップ

スタンダード	タイプ		FFC カブラ			FFS ビームスイッチ			
	500 W	750 W	1 kW	1.5 kW	2 kW	3 kW	4 kW	6 kW	8 kW
FFC	FLx 50	FLx 75	FL 010	FL 015	FL 020	FL 030	FL 040	FL 060	FL 080
FFS ファイバー	FLx 50	FLx 75	FL 010	FL 015	FL 020	FL 030	FL 040	FL 060	FL 080
ファイバー	50 μm~1,000 μm					100 μm~1,000 μm			
コンパクト	タイプ		シングルモード			マルチモード			
	500 W	750 W	1 kW	1.5 kW	2 kW	3 kW	4 kW	6 kW	8 kW
シングルモード	FLx 50 C	FLx 75 C	FL 010 C	FL 015 C	—	—	—	—	—
ファイバー	20 μm		8 m			—			
マルチモード	FLx 50 C	FLx 75 C	FL 010 C	FL 015 C	FL 020 C	FL 030 C	FL 040 C	FL 060 C	—
ファイバー	50 μm or 100 μm			15 m or 20 m		100 μm		15 m	—



写真1 スタンダードタイプ



写真2 コンパクトタイプ

真2に外観を示す。コンパクトタイプではシングルモードとマルチモードが選択できる。

特徴

1. 構造

FLシリーズの発振器構造を図1に示す。

レーザ光の源となるLDは両側から励起ファイバーに向けて発光される。励起ファイバー内でレーザ光となり、反射鏡の役割を持つFBG (FBG-Lは部分反射、FBG-Hは全反射)により増幅され、伝送ファイバーからファイバーコネクタを経由し加工ヘッドにレーザ光が導かれる。

2. 開発コンセプト

ファイバーレーザは従来のCO₂レーザやYAGレーザと比べコンパクト、省エネ、光の取り回しが容易、スポット径が小さくできるなど多くのメリットがある。ロフィンはさまざまなレーザをつくり続けた経験によりファイバーレーザならではのデメリットを洗い出した。

トラブルの未然防止とトラブル発生時の迅速対応という、耳慣れたフ

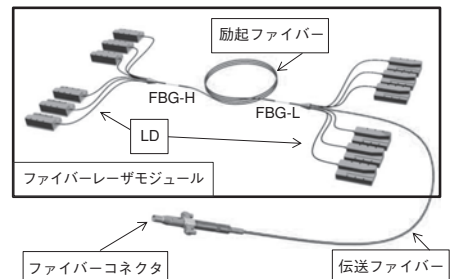


図1 FLシリーズの発振器構造

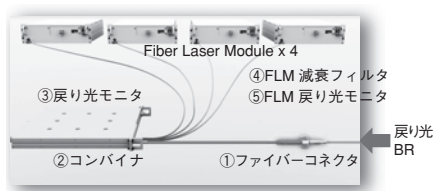


図2 FL 080 の発振器内部

レーズではあるが重要なポイントを踏また上で FL シリーズは製品化された。

3. 戻り光対策

ファイバーレーザはその構造によりワークからの戻り光（反射戻り光）の影響を受けやすい。レーザー光は、光の生成から加工ヘッドまでファイバーケーブルのなかを通る。照射された光がワークに吸収、一部反射され、数 $100\mu\text{m}$ という直径のファイバー内に一部の戻り光が一旦入ると逃げ道がなく、発振器内まで減衰せずに戻り、発振の不整合や内部焼損に発展するケースが稀にある。切断の場合はピアッシング時、溶接の場合は照射された瞬間や溶融池の乱れ具合などによりランダムに発生しやすい。この問題を克服するため FL シリーズは次の対策を取っている。

8 kW ファイバーレーザ FL 080 の発振器内部構成を図 2 に示す。

戻り光 BR (Back Reflection) は最初に①ファイバーコネクタを通る。①は戻り光を吸収するフィルタ機能を持ち、多くの戻り光を熱に変換する。さらに戻った場合、②コンバイナにも①同様のフィルタがあるため、さらに減衰される。③はコンバイナ内蔵の戻り光モニタにより、常時監視し規定値を超えるとただちに発振停止する。④、⑤は 4 台の 2 kW モジュール各々の内部に備えられた減衰フィルタと戻り光モニタであり、各 FLM が独立監視している。FL シリーズは常時 5 段階で減衰と監視を行い戻り光によるダメージ防止対策をしている。

4. LD 管理

励起用 LD は半永久との情報もあるが、いずれは順次交換することを想定し設計されている。

200 W を超える大容量を採用しており、全 LD を個別に ID 管理している。リアルタイムで LD 診断できる。障害発生時、ダウンタイムを最小にするため、仮に LD 1 が故障した場合それだけを

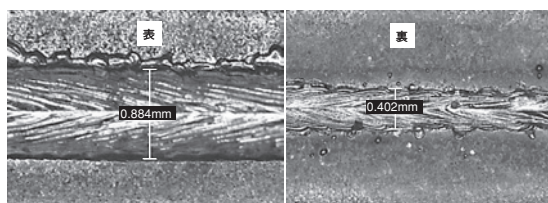


写真3 ビード幅を制御した溶接事例

使わないようにするスイッチがあり、発振器の出力は常にフィードバックされているため、ほかの LD が補完し、常に必要な出力が得られるようになっていく。

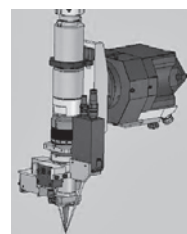


図4 溶接ヘッド

多様な先端光学系事例

1. スキャナーによる溶接

写真 3 はスキャナーによりビード幅を制御した例である。レーザー出力 2 kW、スポット径 0.16 mm とし、スキャナーにより直径 0.5 mm の円を 0.4 m/sec の速度で回転させながら速度 4.5 m/min で SPCC 板厚 1.3 を貫通溶け込みし、1 つのワークで部位により重ねギャップが異なる場合などにスキャン条件を変えることにより対応した事例である。

2. 高速自動追従装置

造管機に図 4 の溶接ヘッド高速度自動追従機構を装備し、シームトラッキング溶接をする事例ではファイバーレーザの利点である小スポット径、高エネルギー密度ビームにより、熱影響部が極めて少なく高速溶接が可能。造管機のフォーミング精度向上との相乗効果により、送り速度 30 m/min 程度での安定的なシーム溶接が可能となっている。

開発の方向性

ファイバーレーザは小スポット径化が容易でありワークの貫通性は高いが、厚板切断では相対的に切り幅が狭くなるためアシストガスの流速低下によりドロスが付着しやすい。焦点位置を変えて簡易的に対応するケースが見られるが、レーザー光の特性を瞬時に変化させ切幅制御やビード幅制御をする技術開発が最終段階を迎えている。

今後とも加工に効果をもたらす開発および提案をしていきたい。