

富士高周波工業株式会社におけるレーザー焼入れ設備

富士高周波工業株式会社

大阪府堺市堺区遠里小野町 2-3-15 TEL072-229-0230 FAX072-233-7583 ☒ fuji_kou@d8.dion.ne.jp

Laser Hardening equipment in Fuji High Frequency Co.,LTD

Fuji High Frequency Co.,LTD

Keyword : レーザ焼入れ・レーザー熱処理・レーザー表面処理・レーザー表面改質

1. はじめに

富士高周波工業株式会社は、高周波焼入れの受託加工メーカーとして、昭和 33 年 11 月に創業、創業以来 54 年間にわたって、高周波焼入れの受託加工を行ってきました。50 年以上の高周波焼入れのノウハウを活かし、平成 18 年 12 月にレーザー焼入れ装置を導入し、約 8 年レーザー焼入れの技術開発にまい進してきました。今回は、レーザー焼入れにおいて、弊社が保有している設備について、半導体レーザー発振機・光学系・温度計測器の紹介をします。

2. 高出力半導体レーザー発振機

これまで、焼入れに利用できる kw 級の高出力を実現できるレーザーは炭酸ガスレーザーと YAG レーザしかありませんでした。これら的高出力レーザーは装置コストが高く、さらに炭酸ガスレーザーの場合、鉄鋼材料へのレーザー光吸収率が小さく、レーザー焼入れを行うためにはワークへの吸収剤の塗布が必要でした。また、吸収剤を安定的かつ均一に塗布する工程が必要となり、工程が追加されるうえに焼入れ品質の安定性の欠如・コストの増大といった悪循環を招き、レーザー焼入れが広まらなかったものと思われます。しかし、半導体レーザー（λ：800～1100nm）は一般的に焼入れにおいて使用される鉄鋼材料における吸収率も炭酸ガスレーザー（λ：11000nm）と比較して、2倍以上レーザー光の吸収率に優れている（Fig.1）ので、同じ出力を投入したとしても、半分の出力で、金属を同等まで加熱することができます。よって、一般的には、吸収剤の塗布も必要としません。消費電力の面で比較しても、高出力半導体レーザー焼入れは優れています。熱処理の業界では、高周波焼入れは、省エネな熱処理と言われているが、50KW、100KW クラスの発振機が一般的な出力帯となり、多くの電力を必要とします。しかしながら、高出力半導体レーザーは消費電力量も非常に少なく、例えば、1kw のファイバー伝送タイプの半導体レーザーでフルパワー照射したとしても消費電力は 3.5kw 程度で、他の熱処理工法と比べて、極めて省エネな熱処理方法になります。

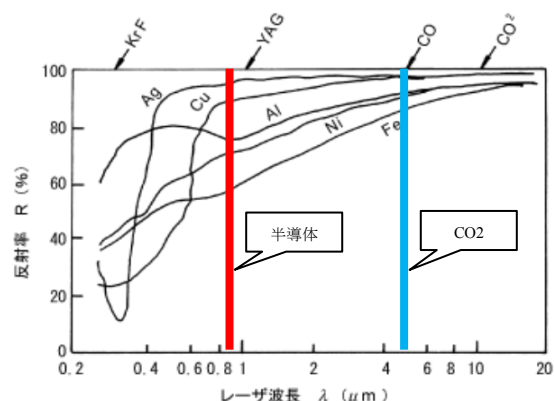


Fig.1 常温におけるレーザー波長と反射率の関係

(社) 日本溶接協会 2004

弊社は、5 台の半導体レーザー発振機を保有しています。それぞれの仕様を Fig.2 に示す。レーザー発振機はすべてドイツ製の LaserLine 社製の発振機を使用しています。低出力から、高出力まで、様々なラインナップを取り揃えており、選択肢の幅も広く非常に使いやすいレーザー発振機となっています。発振機のサイズとしては、LDF タイプ (Fig.3)、LDM タイプ (Fig.4) の 2 種類があります。特に LDM タイプは非常にコンパクトな発振機となっており、19 インチラックに収まる程度のサイズ感で、レーザー焼入れシステム等を製作した場合、システムの中に組み込めます。国内では、取り扱い実績が多い商社として、丸文(株)があり、メンテナンス等は、グループ会社である(株)フォーサイトテクノが請け負っています。メンテナンスに関しては、1~2 年に 1 回フィルターの変換や出力チェック等、半日~1 日程度で完了します。

機種名	最大出力	波長
LDF5000-100	5000W	940-980nm
LDF4000-40	4000W	940-1025nm
LDM4000-100	4000W	980nm
LDM3000-100	3000W	935nm
LDM1000-40	1000W	940nm

Fig.2 レーザ発振機ラインナップ



Fig.3 LDF タイプ (LDF5000-100)



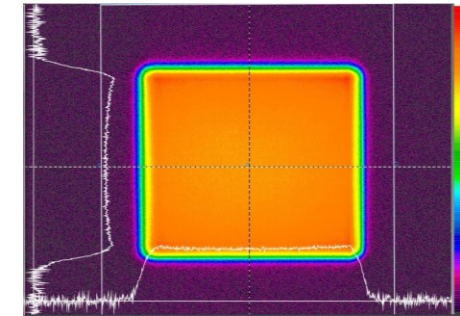
Fig.4. LDM タイプ (LDM4000-100)

3. レーザ焼入れにおける光学系

レーザ焼入れにおいて、光学系の選定も非常に重要な要素になります。光学系の種類によって、ビーム形状が変化し、焼入れ結果（焼入れ幅や硬化深さ）が変化します。高周波焼入れで言えば、焼入れをする際にどのような形状のコイルを使うかという部分とほぼ同じ意味合いをもっています。よって、レーザ焼入れにおいて、どのようなビーム形状を用いて焼入れをするかというのは、重要なノウハウになります。また、色々な製品の焼入れに対応するためには、様々なビーム形状を作れるメーカーが良いと考えます。その点では、LaserLine 社は、様々なビーム形状のラインナップを取り揃えており、多品種少量及び、試作開発等で活躍します。LaserLine 社では、ビーム形状が固定される標準型 (Fig.5) とビーム形状が自在に変更できるズームホモジナイザー (Fig.6) と言われる 2 種類の光学系があります。量産等でビーム形状を変化させる必要性が無い場合は、標準型の光学系を推奨します。また、汎用的に多品種小ロットでレーザ焼入れをしたい場合は、ズームホモジナイザーを推奨します。



Fig.5 標準型光学系 (黄色枠内)

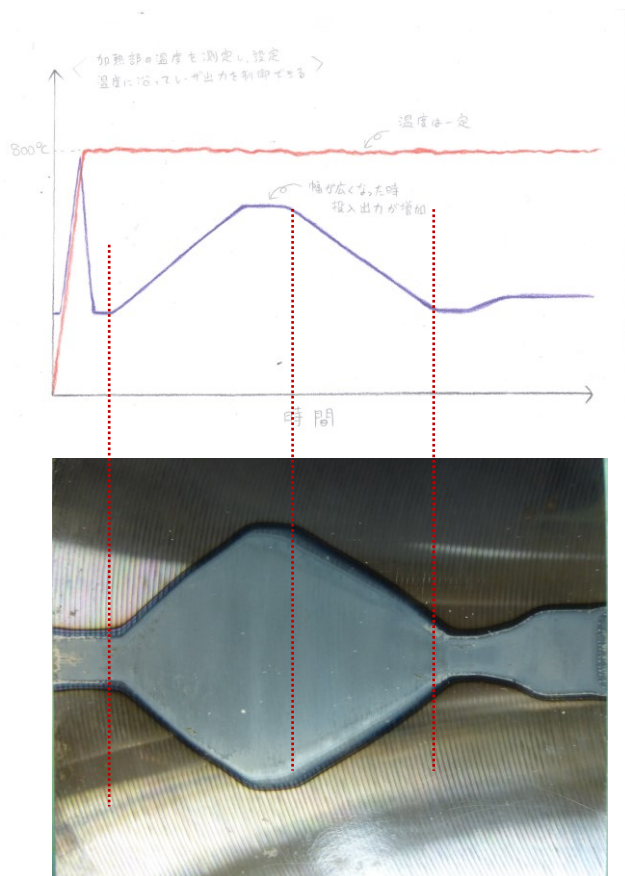
Fig.6 ズームホモジナイザー (黄色枠内)
ビームプロファイルデータ (18 mm×14 mm)

弊社においては、標準光学系で約 100 種類のビーム形状を作ることが可能で、かつズームホモジナイザーにおいては、3 台保有しており、X 軸、Y 軸共に MAX30 mm までは、対応可能となっており、様々なユーザーの要望にこたえることが可能な光学系ラインナップとなっています。

4. レーザ焼入れにおける温度フィードバック機器

熱処理において、「熱処理温度の管理」は品質保証をする上で、非常に重要な項目となっています。それは、レーザ焼入れにおいても同じ事が言えます。ただし、高温域の温度帯を正確に測定することは非常に難しく、レーザ焼入れにおいては、参考値程度で考えることが一般的です。ただし、ワークの表面状態や、外乱などの要因が一定であれば、再現性は高いと言えます。しかし、ワークにはそれぞれバラつきがあり、また、煙などの影響を受けやすいため、焼入れ温度の真値というのは、わかりません。ただし、それらのばらつきをすべて考慮した設定温度にすれば、十分使えることができるレベルの機器は弊社も保有しており、様々な試作で利用しています。レーザ焼入れにおいて、一般的に使われる温度計は、放射温度計です。光学系内に組み込み、光学系を通して直接温度を読み取り、レーザ発振機にその温度をフィードバックし、温度が常に一定になるように、出力をコントロールします。Fig.7 にあるテストピースにおいては、ズームホモジナイザーにて焼入れ中にビーム形状を変化させています。そのため、大きいビームから、小さいビームに変化する中で、出力が同じであれば単位面積当たりの出力値が上がり、温度が上昇します。そのため、同じ温度になるように「出力値を下げなさい」という命令をレーザ発振機に出力し、レーザの出力が下がります。この一連の動作を 10ms に 1 回のサンプリング数で行い、温度を安定化させるのが温度フィードバック機器にな

ります。この温度フィードバック機器が活躍する場面としては、ビーム形状は途中で変わらないが、ワークの肉厚が途中で変わるため、同じ出力値であっても温度が上がったり下がったりするようなケースがあれば、非常に有用です。また、ビーム形状が途中で変わるような際にも同じく有用です。また、量産などでは、フィードバックはせずに温度だけを測定し、品質管理の一つのセンサーとしての利用価値も大いにあります。



5.まとめ

ここまで、富士高周波におけるレーザ焼入れの設備について、述べてきました。本来であれば、ロボットの事や焼入れシステムについても記載したかったが、設備ノウハウも含んでいるためここでは、説明は出来ません。さらに深い設備情報を得たいと言うことであれば、ぜひとも弊社まで会社見学に来て頂き、直接レーザ焼入れの現場を見て頂けたら、さらに理解も深まるかと思えます。

工場見学に関しては、随時受け付けております。弊社ホームページから申し込んで頂けると幸甚です。