

ファイバーレーザーによる金属材料の先進加工技術の開発

加工技術課 清水孝晃 柿内茂樹 企画管理部 富田正吾

1. 諸言

レーザー加工は切断、溶接、表面改質などの加工に用いられているが、近年ビーム品質の良さと高い発振効率を得られる「ファイバーレーザー」が開発され、大出力化により溶接、切断や表面処理加工等への適用が検討されてきている。一方、我が国でのファイバーレーザーを含めた固体レーザーの導入は欧米に比べ遅れており将来性が高いファイバーレーザーによる加工技術の確立、技術普及の促進などを推進する必要がある。本研究では平成26年度に導入した150Wファイバーレーザー加工機および2次元スキャナを用いて金属材料の溶接や表面形状の制御や機能性付与を目的としたマイクロテクスチャを形成するための基本データの収集を行った。

2. 実験方法

2.1 描画位置の影響

本装置はスキャナを用いてレーザー光を走査するため、描画位置によってレーザー光の入射角度が異なる。この入射角の違いによる影響を調査した。連続発振(CW)モードでレーザー出力200W、送り速度5000mm/minで鋼材にスキャナ中心を(0,0)とし(-65,70)(-65,0)(-65,-70)(0,70)(0,-70)の箇所照射した。各位置においてX方向に20mmの線を1mmピッチで10本描画し、その長さ、線幅、ピッチを測定し断面を観察した

2.2 QCWモードでの加工

本装置はパルス発振(QCW)可能であり、デューティに応じてピーク出力を増幅することができ、深溶け込みを得たり入熱量を減らすことでブローホールや割れの発生を抑えることが期待できる。鋼材に照射し、発振周波数100Hzおよび500Hz、デューティ10%、出力設定25,50,75,100%、送り速度3000mm/minとした。100Hzにおいてはデューティを10,20,30,50%と変化させた。出力はデューティにより設定可能な範囲が異なる。

2.33 ハッチング機能の利用

スキャナには走査線を面状に走査するハッチング機能が備わり、広範囲な表面処理への適用が期待できる。CWモードでレーザー出力250W、送り速度5000mm/minとし、走査線ピッチ間隔を0.1,0.25,0.5mmと変化させ、またフォーカス位置をジャストフォーカス(0)および表面から12mm(+)としてS50C材に照射し、溶け込み深さ、面粗度、硬度を評価した。

3. 実験結果

3.1 描画位置の影響

図1に加工表面の状態を示すが、加工線はシャープとはいえず揺らぎが見られる。理論的には中心において最も正確に描画でき、それから離れるほどピッチは広がるはずであるが(0,0)においてピッチが1.017mmと最も広がった。スキャナの駆動ソフトの補正機能が働いていることが確認できる。描画した線の1本あたりの線幅は、X座標は0のほうがバラツキが大きく、Y座標は一側ほど太くなりその差は最大で0.024mmである。描画した線長はX座標-65mmではY座標が0から離れるに従い若干長くなっているが、X座標0ではY座標が0から離れるにつれ短くなりバラツキの範囲は0.1mmである。

以上より、描画形状については描画位置の違いによる影響は無視しうると考えられる。

溶け込みの形状は、理論的には中心から離れるに従い入射角が付いてくるので溶け込みは浅くなると考えられるが、結果はいずれも大きな違いは見られず位置による違いは無いと言える。

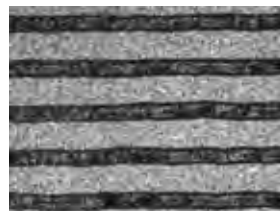


図1 描画線の表面状態

3.2 QCWモードでの加工

発振器の出力設定値と出力モニタ値の関係はデューティに関係なく線形に関連しており10%で160W、100%で1650Wとなった。なお、設定値10%未満では安定してレーザー発振を得ることができなかった。なお、出力が大きいとスパッタが飛散しスキャナの保護ガラスに付着するので注意が必要である。

加工表面および断面の状態を図2に示す。点状に入射痕が形成されており、その径は出力およびデューティが大きいほど大きく、形状はデューティ30%までは円形であり50%で長円形となる。500Hzでは線状に繋がる。線幅は出力が小さいほど、周波数が大きいほど、デューティが小さいほど細くなる。溶け込みはピーク出力890WまではU字型の浅いものであるが、それ以上ではV字型の深い溶け込みとなる。デューティを大きくした場合、幅、深さともに大きくなり内部においても幅広い溶け込みとなる。

周波数 500Hz では総じて 100Hz に比べて溶け込みは小さい。

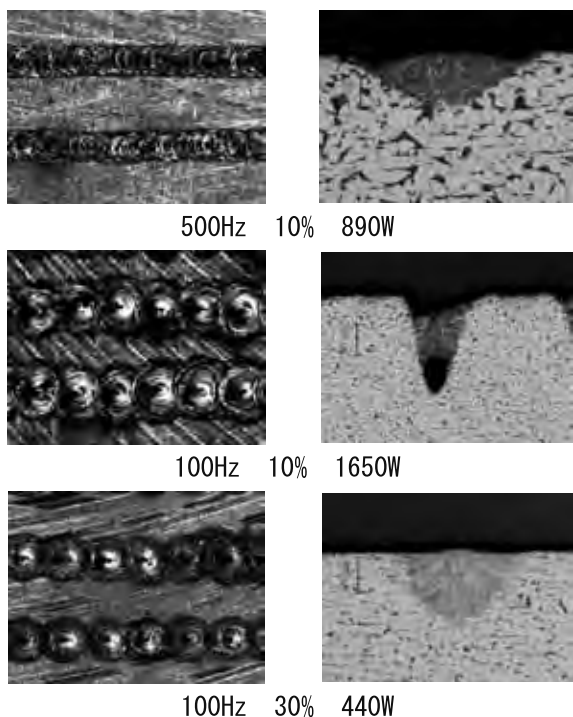


図2 QCW照射での表面と断面

3.3 ハッチング機能の利用

ピッチ間隔 0.5mm では明確に加工線が認められ表面処理を施したとは言い難い仕上がりである。0.25mm では溶融が線状に認められるが面状に加工できているといえる。0.1mm では溶融線が重なり合い面状に溶融加工できている。フォーカス位置による傾向の違いはないが、+の場合加工線が太くなり、ピッチ 0.1mm では加工線が明瞭に見えており面の荒れは小さいと思われる。フォーカス位置を+にデフォーカスすることで、照射範囲が大きくなりエネルギー密度が小さくなり、溶融線が太くなり表面の荒れも抑えられる。

断面の状態を図3に示す。ピッチ間隔 0.5mm では隣り合う溶け込みが重なり合うが、0.1 および 0.25mm は重なり合っていることがわかる。溶け込みの形状はジャストフォーカスに比べ+12mm では扁平な形状になっており、深さを抑え面積を稼ぐことができる。溶け込みの深さはジャストフォーカス

の方が深くなる。ピッチ間隔による深さの違いはない。

面粗度(最大高さ)を表1に記すが、いずれの条件でもベースプレートよりも粗くなった。ピッチ間隔が小さいほど粗くなる。粗さのプロファイルにはいずれもピッチ間隔が反映されている。

表面より 0.1mm での硬度分布を図4に示す。照射前の硬度は約 200Hv である。ピッチ 0.25 および 0.5mm では照射部近傍は 700Hv 以上に硬化していることがわかる。ピッチ 0.1mm では 500Hv 程度で推移している。連続的に入熱されたことにより焼き戻されたものと考えられる。フォーカスによる違いは見られず硬度に差はない。

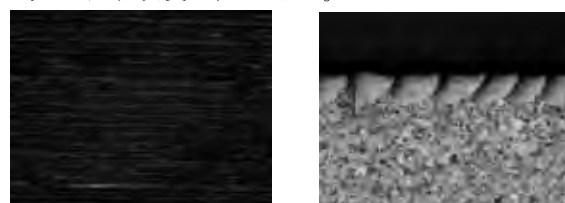


図3 ハッチング時の状態 (0.25mm f=0)

表1 表面処理による面粗度(Rz)

	ジャストフォーカス	フォーカス+12
ピッチ 0.1mm	27.2	22.7
ピッチ 0.25mm	18.1	20.9
ピッチ 0.5mm	14.1	7.54
加工前表面	4.91	

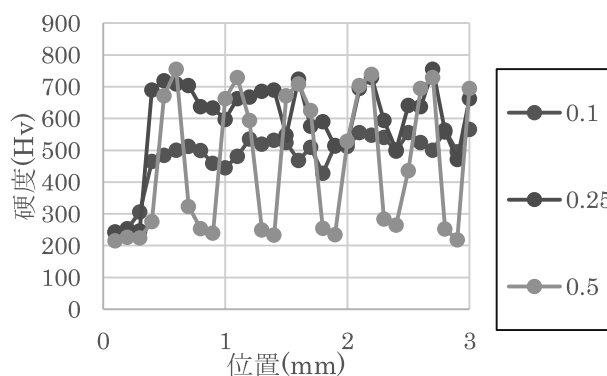


図4 硬度分布 (f=0)

キーワード：ファイバーレーザー、スキャナ、パルス照射、表面処理、硬度

Development of fiber laser processing for metals.

Takaaki SHIMIZU Shigeki KAKIUCHI Shogo TOMIDA

Forming a micro-texture for steel are processed using fiber laser with 2D scanner. Precises of scanning line are same revel by a distance of scanner center. Processing at QCW-mode makes deep melting area. It soil cover-glass by suppatet. Hutting can make surface processing. It is completely by using under 0.25mm intervals line. It damaged surface. It can make hard surface at 700Hv at 0.25mm and 0.5mm intervals line. At 0.1mm interval, it is 500HV.