

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 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から従来のレーザー加工に比べ加工の精度、速度、品質や省エネ効果が格段に向上すると期待されている「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いる。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25年度に導入した5kWファイバーレーザー加工機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昨年度に引き続き行った。

2. 実験方法

2-1.焦点位置の影響

レーザー光の焦点位置をワーク表面に対して上下させることで、レーザー光の表面におけるエネルギー密度やビーム径、ワーク内部への熱影響を調整することが可能である。この特性を調査するため、SS400材に対して焦点位置を変化させ加工を行い溶け込み深さ、溶け込み幅を測定し評価した。加工は直線状に70mm実施し、評価は50mm地点の断面を用いた。レーザー出力3kW、送り速度2000mm/minとし焦点位置は-15,-10,-5,-2,0,2,5,10mmと変化させた。ワーク表面を0とし、上方を+、下方を-としている

2-2.パルス光での加工

実験に用いた発振器は連続発振型であるが、プログラムにより繰り返し短時間発振を止めパルス光を作り出すことができる。ピーク出力3kW、送り速度2000mm/minとし、周波数50,100,200,500Hz、デューティ10,20,50%と変化させた。

2-3.照射角度の影響

加工領域の調整や反射光からの機器の保護、ワーク形状による制約などからワーク表面に対して角度を持ってレーザー光を入射する場合があるが、入射角度の影響を調査した。レーザー出力3kW送り速度2000mm/min、入射角度0,5,10,20°と変化させた。ワークに対して垂直を0°としている。

3. 実験結果

3-1.焦点位置の影響

溶け込み状態を図1に示す。焦点位置を-にした場合、-10まではアスペクト比の高い深い溶け込みが得られるが-15まで大きくすると溶け込みは浅く熱伝導型の溶け込みとなる。焦点位置を+にした場合、オフセット量を増やすほど溶け込みが浅くなっていくことがわかる。焦点位置-15および+5以上では熱伝導型の溶け込みとなり、他の条件ではキーホール型となった。焦点位置-5mm付近で溶け込み深さが最深となりビード幅が最も狭くなるのがわかる。

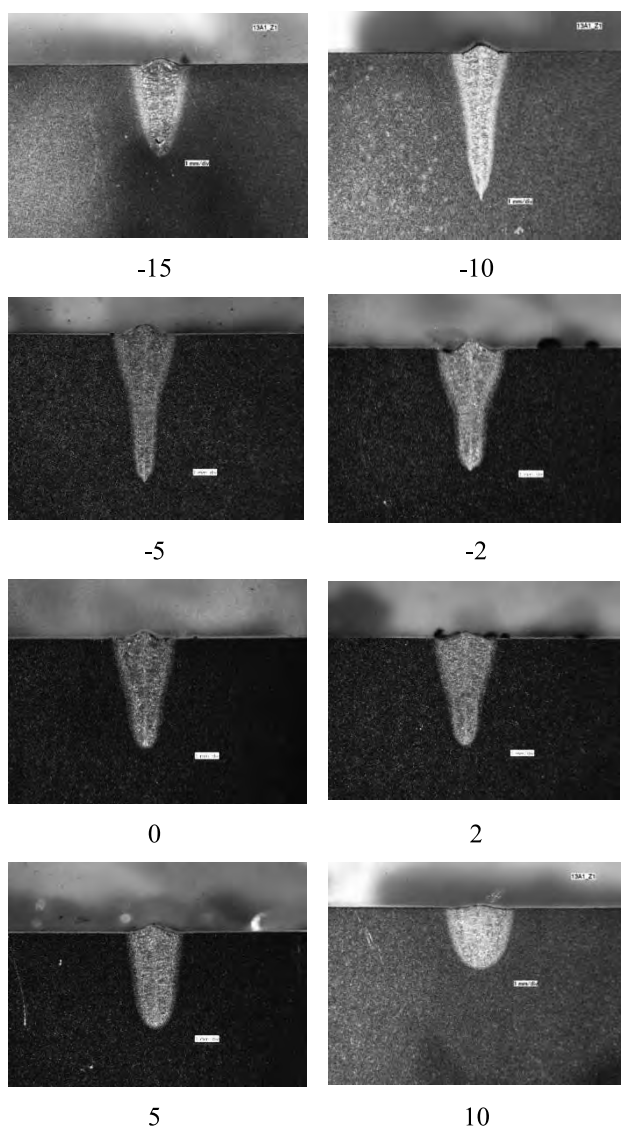


図1 焦点位置による溶融部形状の変化

*現 企画管理部長

3-2. パルス光での加工

連続光による加工に比べて細く熱影響の小さな加工が可能になった。

加工線の状態を図2に示すがデューティが大きくなるに従い溶融幅が太くなっていること、デューティ同一で周波数が高くなるほど溶融部の太さが細くなっていることがわかる。周波数が低い条件やデューティが大きな条件ではスパッタが発生していることがわかる。

溶融部断面の状態はデューティが大きくなるほど溶融幅、深さとも増大していること、同一デューティで周波数が大きいほど溶け込みは小さくなった。各条件におけるパルス幅を算出し、そのパルス幅による溶融幅および溶け込みの深さを図3に示すが、溶融幅、溶け込み深さともにパルス幅の増加に伴い大きくなっていることがわかる。なお、同一パルス幅の場合(100Hz10%と200Hz20%)、周波数の高い場合の方が溶け込みが大きいことがわかる。なお、連続光での溶け込み深さは4mmである。

3-3. 照射角度の影響

断面の状態を図4に示すが、入射角が大きくなるに従い溶融幅が太くなり溶け込み深さが小さくなっていることがわかる。入射光が寝てくることで、ワーク表面との接触領域が広がりエネルギー密度が低下し、溶融幅及び溶け込みの深さが低下するものと考えられる。なお、入射角に従い、溶け込みの形状が斜め方向に形成されることは無い。

4. 結言

- ・焦点位置を-にすることでキーホール型の深くアスペクト比の高い溶け込みが得られる。
- ・焦点位置を+にすることで溶け込みを抑制し、熱伝導型の溶け込みとすることができる。
- ・パルス照射ではパルス幅が溶融部形状に影響する。
- ・ワーク表面に対する照射角度を小さくすると溶け込み形状は幅広く浅いものとなる。

キーワード：ファイバーレーザ、焦点位置、パルス照射、入射角

Development of fiber laser processing for metals.

Processing Technology Section; Takaaki SHIMIZU Shigeki KAKIUCHI and Shogo TOMIDA

Forming a micro-texture for steel and aluminum-alloy are processed using fiber laser. Focus distance affect weld aria. That made key-hole type at - distance, and that made cup type at +distance. Using pulse type beam, it made shape weld-line. Pulse width affect weld aria at pulse beam. Beam angle affect weld aria. The angle for surface is low, it made a wide and shallow weld aria.

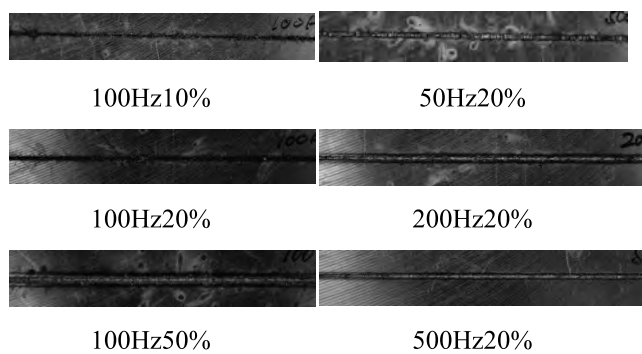


図2 パルス条件による加工線の変化

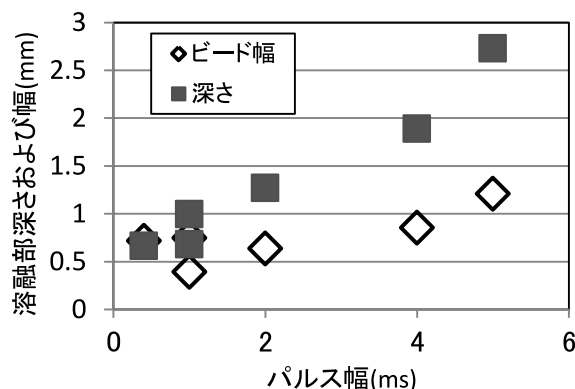


図3 パルス条件による溶融部形状の変化

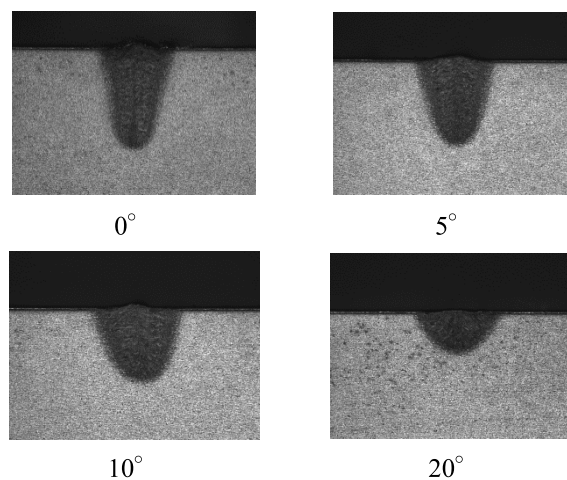


図4 入射角による溶融部形状の変化