

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

最近の加工用レーザーの発展は目覚ましく、特にファイバーレーザーは大出力化と共に微細加工から厚肉材の溶接まで広範囲な応用展開がなされつつある。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マイクロテクスチャを形成し、表面形状の制御や機能性付与を目的に基本データを収集した。

2. 実験方法

2.1 レーザ加工機

使用したレーザー加工機は YLS-5000-S2T (IPG フォトニクス) を利用した加工機であり、最大定格出力 5kW マルチモードファイバーレーザーである。発振形態は連続発振でレーザー波長は 1070nm である。ビームコア径 0.1mm のビームをファイバー伝送にて出射し X-Y テーブルを駆動しテクスチャ形成を行った。

2.2.1 鋼材へのテクスチャ形成

被加工材は厚さ 13mm の SS400 材であり、レーザー出力を 1.0,2.0,3.0,4.0kW、送り速度を 1000,1500,2000,2500,3000mm/min と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。加工は空気雰囲気中で行った。

2.2.2 アルミニウム合金へのテクスチャ形成

被加工材は厚さ 3mm のアルミニウム押し材 (A6N01S) であり、レーザー出力を 3.5,4.0kW、送り速度を 1500,2000,2500mm/min と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。試験体の都合で 2 枚を重ねて加工を行った。加工は直線状に 70mm 実施し、評価は 50mm 地点の断面を用いた。加工は Ar 雰囲気中で行った。

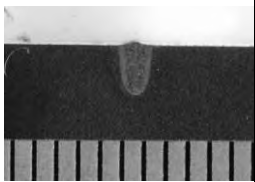
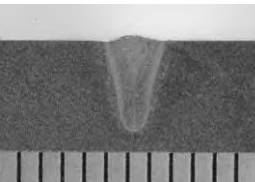
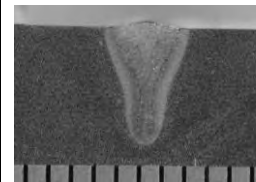
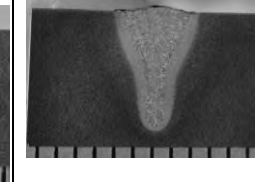
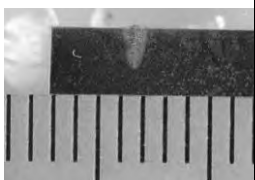
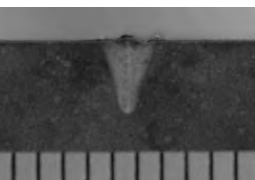
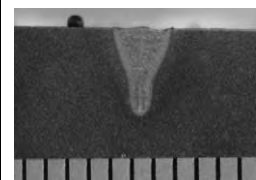
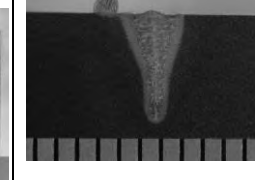
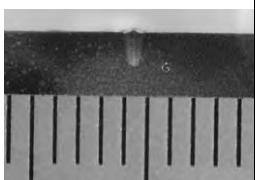
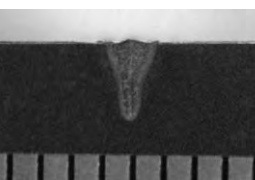
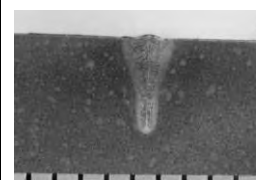
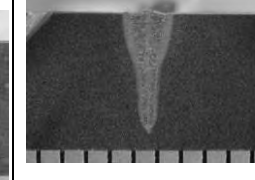
3. 実験結果および考察

3.1 鋼材へのテクスチャ形成

いずれの条件でもレーザー光が反射されることなくテクスチャ形成が可能であった。

溶け込み状態を表 1 に示す。出力 1.0kW では溶け込み形状が U 字型となる熱伝導型であるのに対して、2.0kW 以上の場合ワインカップ型と言われるキーホール型となった。送り速度を大きくすると V 字の挟み角が小さくなっていくことがわかる。送り速度が低い場合、特に 1000mm/min では熱影響部が大きくなっていることがわかる。

表 1 溶け込み断面の様子(steel)

送り速度 mm/mim	1.0kW	2.0kW	3.0kW	4.0kW
1000				
2000				
3000				

溶け込み深さは出力の増大に比例して大きくなる。送り速度の低下に伴い溶け込み深さも増大しているが、出力の違いほど影響は受けていない。また、出力 1.0kW では送り速度による違いは大きく無い。溶け込み幅の大きさは送り速度が低い方が広くなる (図 1 参照)。出力が大きくなると送り速度による影響は顕著であるが、出力 1.0kW では送り速度の影響はほとんど見られない。加工表面の状態は。出力 3kW 以上では加工時のスパッタが表面に散乱した。

3.2 アルミニウム合金へのテクスチャ形成

いずれの条件でもレーザー光が反射されることなくテクスチャ形成が可能であった。

溶け込み状態を表 2 に示す。3.5kW 送り 1500mm/min の左側溶け込みは他の条件での溶け込みであり本実験とは無関係である。いずれも十分な溶け込みが得られていることがわかる。出力 4kW の送り 1500 および 2000mm/min では裏板を貫通した。いずれの条件においてもブローホールが認められる。溶け込み状態はワインカップ型と呼ばれるキーホール型となった。溶け込み深さは出力が大きくなると深くなる。溶け込み幅は出力の影響は小さく、送り速度が低い方が広くなる。

4. 結言

- ・鋼材では出力を 2.0kW 以上にするとキーホール型の溶け込みとなる。
- ・アルミニウム合金では 3.5kW 以上で熱伝導型の溶け込みとなる。
- ・出力と溶け込み深さは比例する。
- ・送り速度を小さくすると溶け込み幅は大きくなる。
- ・送り速度の溶け込み深さに対する影響は、出力に比べ小さい。

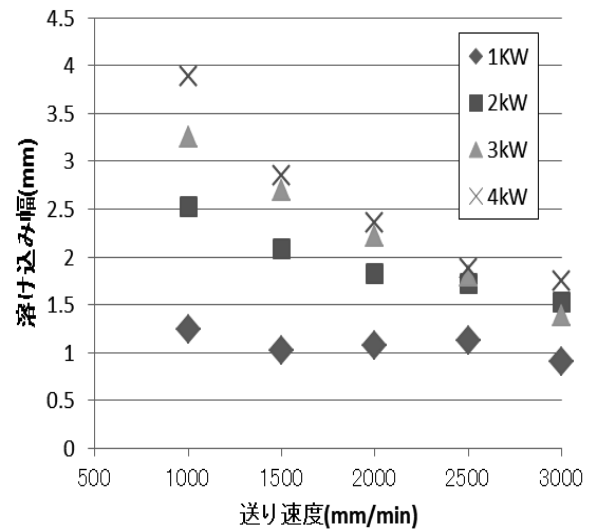


図 1 溶け込み深さの変化 (steel)

表 2 溶け込み断面の様子 (aluminum)

Feed mm/min	3.5kW	4.0kW
1500		
2000		
2500		

キーワード：ファイバーレーザー、テクスチャ、キーホール型溶け込み

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. It is possible at over 3kW to form wine-cup-shape cross section at weld appearance for steel. Depth of weld appearance is increased with laser power and width is decreased with feed rate. For aluminum alloy, it is possible to form weld appearance over 3.5kW. Depth and width at weld appearance is same trend as steel.