

ファイバーレーザーを用いたステンレス鋼の溶接

島田 雅博*1

Welding of stainless steel with fiber laser

Masahiro Shimada

レーザー溶接はアーク溶接と比べて優れた特徴を持つが、レーザー溶接を実践している企業数は未だ少ないのが現状である。そのため福岡県内企業にレーザー溶接を広めていく上で、弊所で加工条件等の基礎技術から確認していく必要がある。本研究では、ファイバーレーザーを用いて厚さ1mmのSUS304板に1枚板のビードオンプレート溶接及び突合せ溶接を実施した。ビードオンプレート溶接の結果、溶込み深さは溶接条件により0.04mmから1mmの範囲で変化した。また、突合せ溶接後の角変形量は1°以下で、JIS G4305に規定されている耐力及び引張強さを満たしていることを確認した。

1 はじめに

レーザーは溶接の熱源としてアークやプラズマに比べて、溶接金属部と熱影響部の幅を狭くできることから、低変形で機械的特性に優れた溶接接手が作製できる¹⁾。またレーザー溶接はハンドトーチを用いた手溶接やロボット等に加工ヘッドを搭載した自動溶接など複数の施工形態を持つが、この溶接技術を保有し、実践している県内企業は中部地方などのレーザー先進地域と比べて少ない。そのため県内企業にレーザー溶接を周知していくには、弊所で加工条件等の基礎技術から確認していく必要がある。本研究では、レーザー溶接の加工条件を探索するため1枚板のビードオンプレート溶接と既存のアーク溶接と同様以上の溶接が出来ることを示すため突合せ溶接を行った。突合せ溶接後、角変形量は1°以下²⁾、耐力、引張強さはJIS G 4305に規定している強度を満たすことを目標とした。

2 実験方法

2-1 加工条件および供試材料

本研究で使用したファイバーレーザー発振器はIPGフォトリクス社製YLR-500 MM-ACである。本発振器を使用したファイバーレーザー溶接機を図1に示す。

加工条件は試験片を焦点位置に合わせ、出力460W（固定）とし、溶接速度を2~200mm/sの範囲で変化した。また供試材料は市販の厚さ1mmのSUS304を用いた。

2-2 評価方法

溶融部の溶込み深さを確認するために、王水とグリ

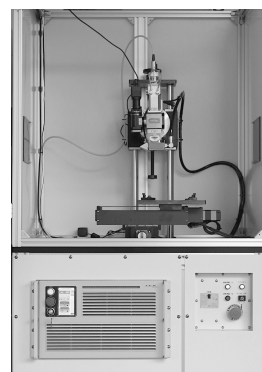


図1 ファイバーレーザー溶接機

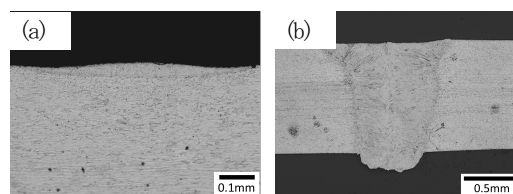
セリンの1:1混合溶液でエッチングを行った後、光学顕微鏡にて観察を行った。

突合せ溶接後、(株)エビデント製レーザー顕微鏡OLS5100-EATによる角変形量測定及び(株)島津製作所製AG-100kNX万能試験機を用いて引張試験を実施した。引張試験片の形状はJIS Z 2201「金属材料引張試験片」の13B号試験片に準拠し、試験速度は10mm/minとした。

3 結果と考察

3-1 1枚板のビードオンプレート溶接による溶込み深さ

加工速度200mm/s及び10mm/sの断面組織を図2に示す。



(a) 加工速度200mm/s, (b)加工速度10mm/s

図2 ビードオンプレート溶接の断面組織

加工速度200mm/sでは溶込み深さ0.04mmであったが、加工速度が遅くなるにつれて溶込み深さは増加し、10mm/sでレーザー照射の反対側まで溶融部が到達する、いわゆる溶落ちとなった。本報ではこの状態を溶込み深さ1mmとする。加工速度2～200mm/sの溶込み深さの変化を図3に示す。

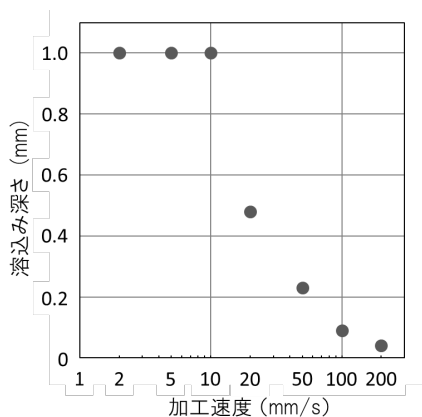


図3 加工速度と溶け込み深さ

3-2 突合せ溶接の溶込み深さ

加工速度10mm/sで実施した突合せ溶接の断面組織を図4に示す。ビードオンプレート溶接と同様にレーザー照射の反対側まで溶融部が到達した。



図4 突合せ溶接の断面組織

3-3 突合せ溶接の角変形量

加工速度10mm/sで溶接長さ99mmの突合せ溶接を実施した。始点から24mm (①), 49mm (②), 終点から24mm (③) の3箇所の角変形量を図5に示す。3箇所における角変形量はいずれも0.3°以下で、目標値である角変形量1°以下をクリアした。

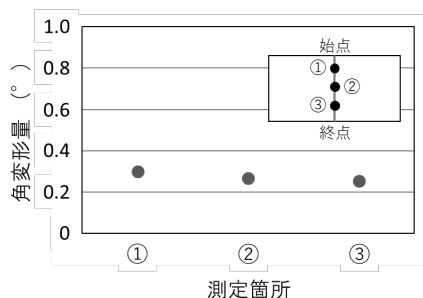


図5 溶接部の角変形量

3-4 突合せ溶接の引張強度

加工速度10mm/sで突合せ溶接後の応力-ひずみ曲線を図6に示す。溶接後の試験片は溶接部で破断したが、JIS G 4305「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」にて規定されている耐力、引張強さをクリアした。一方で、供試材料の引張強さは1400MPaであり、強度の高さから供試材料は冷間圧延により厚さ1mmに加工されたものと考えられる。

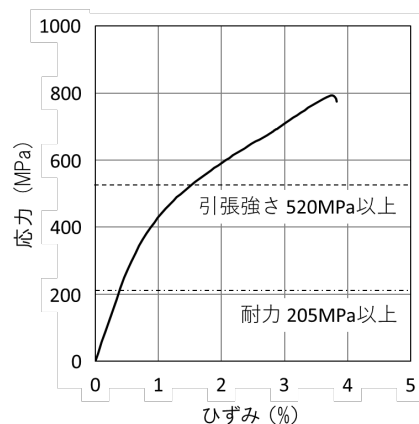


図6 突合せ溶接後の応力-ひずみ曲線

4 まとめ

レーザー溶接技術確立のため、加工条件と金属組織、機械的性質を調査し、以下の知見が得られた。

- 1) 加工速度の違いにより、溶込み深さは0.04mmから1mmに変化した。
- 2) 突合せ溶接はビードオンプレート溶接より速い速度でもレーザー照射の反対側まで溶融部が到達した。
- 3) 突合せ溶接後の角変形量は1°以下だった。
- 4) 突合せ溶接後の引張試験はJISに規定されている耐力、引張強さを満たしていた。

5 参考文献

- 1) 片山聖二：トコトンやさしいレーザー加工の本，pp. 50-51，日刊工業新聞社(2019)
- 2) 接合・溶接技術Q&A / Q01-04-02 Q角変形はなぜ生じるのですか。また、角変形は溶接入熱や板厚でどのように変わるか教えて下さい。、溶接情報センター（オンライン）http://www-it.jwes.or.jp/qa/details.jsp?pg_no=0010040020（参照2023-05-10）