

温度場制御技術による薄板構造物の極低歪レーザ溶接方法の開発 － ステンレス鋼のファイバーレーザ溶接部の歪測定とその挙動 －

菊川工業(株) 川上 十伍 菊川工業(株) ○高松 良平 産支研 福島 清
日大生産工 大久保 通則 産業振興センター 長谷川 利之

1 まえがき

建材用薄肉ステンレス形鋼の製造に関しては、その製造コスト低減の為に溶接による製造が望まれていた。従来のMIG溶接法では入熱が大きくなり必要とされる低歪製品が得られない為、高出力ファイバーレーザ技術を導入し、極低歪の薄板レーザ溶接技術を確立する必要性が求められた。本報告では、3kWシングルモードファイバーレーザ設備を採用し、その溶接性能の評価及び溶接歪の測定結果について報告する。

2 実験方法および測定方法

溶接性能の評価・歪の測定共に、供試材は板厚3.0mmのSUS304とし、溶接機は三菱重工製3kWファイバーレーザ溶接機・パナソニック製Tig溶接機を使用した。

溶接外略図をFig.1に示す。

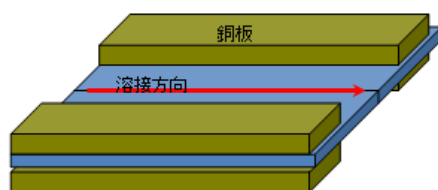


Fig.1 溶接概略図

ファイバーレーザ溶接性能の評価を行うにあたり、出力と溶接速度の条件は1kW-180cm/min, 2kW-650cm/min, 3kW-1200cm/minとし、シールドガスはアルゴンガスとした。供試材は350×135(mm)の材料2枚を突合せ継手で溶接し、そこから各試験体を作成した。試験方法は引張試験(JIS Z 3121)曲げ試験(JIS Z 3122)硬さ試験(JIS Z 2244)とし、試験体数はそれぞれの溶接条件において、引張試験体6枚、表曲げ試験体3枚、裏曲げ試験体3枚、硬さ試験体3枚として溶接性能の評価を行った。

歪量の測定を行うにあたり、レーザ出力と溶接速度の条件はそれぞれ1kW-90・220・500cm/min, 2kW-400・860・1300cm/min, 3kW-600・1380・2000cm/minとし、シールドガスはアルゴンガスとした。比較用Tig溶接の出力と溶接速度は850W-10cm/minとした。供試材は300×300の寸法とし、オンビードでレーザ溶接とTig溶接を施工した。同一条件の試験体数は各4枚とした。

測定箇所をFig.2に示す。

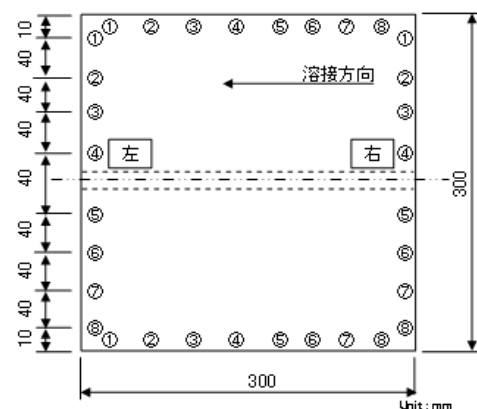


Fig.2 歪の測定箇所

各々の試験体について、溶接後にFig.2で示したポイントを測定した。

3 実験結果および考察

引張試験結果をTable 1に示す。

実験結果より、それぞれの平均値をみると、出力2kWでの溶接時の引張強さが最大値となった。また、出力3kWでの溶接時の引張強さにはばらつきが見られた。

Development of Method of Ultra Low Swerve Lazar Welding of The Lamina Structure by Temperature Field Control Technology

－ Swerve Measurement and The Behavior in Fiber Lazar Welding of Stainless Steels －

Togo KAWAKAMI, Ryohei TAKAMATSU, Kiyoshi HUKUSHIMA,
Michinori OKUBO and Toshiyuki HASEGAWA

Table 1 引張試験結果

試験片	寸 法 厚さ×幅(mm)	引 張 強 さ (N/mm ²)	破 断 個 所
1 kW-1	2.9×40.0	743	溶着部
-2	〃	743	〃
-3	〃	729	〃
-4	〃	738	〃
-5	〃	741	母材部
-6	〃	743	母材及び溶着部(斜め破断)
2 kW-1	〃	759	溶着部
-2	〃	767	〃
-3	〃	776	〃
-4	〃	774	〃
-5	〃	784	〃
-6	〃	778	〃
3 kW-1	〃	536	〃
-2	〃	645	〃
-3	〃	779	〃
-4	〃	453	〃
-5	〃	512	〃
-6	〃	521	〃

表曲げ試験結果をTable 2に示す。

裏曲げ試験結果をTable 3に示す。

実験結果より、裏曲げ試験の一部に欠陥が確認されたが、ほぼ良好な結果が得られた。

Table 2 表曲げ試験結果

試験片	結果
1 kW-1	欠陥を認めず
-3	〃
-5	〃
2 kW-1	〃
-3	〃
-5	〃
3 kW-1	〃
-3	〃
-5	〃

Table 3 裏曲げ試験結果

試験片	結果
1 kW-2	欠陥を認めず
-4	〃
-6	〃
2 kW-2	〃
-4	〃
-6	〃
3 kW-2	割れ 7 mm
-4	欠陥を認めず
-6	〃

引張試験および曲げ試験において、出力3kWで溶接時の結果が1kWや2kWに比べて劣っているという結果が得られた。これは、ビード幅が非常に小さく、且つ高速で溶接を施工している為、狙い位置が突合せ継手部からずれる事で融合不良が発生していた為と考えられる。裏ビードが出ている事は確認されている為、溶け込み不良が発生しているとは考え難い。従って、狙い位置精度の向上は必要不可欠であると考えられる。

出力1kWで溶接時の歪測定結果をFig.3に示す。

同出力で速度を速くしていった場合、最遅速度では溶接線に平行な歪が最大値となり、真ん中および最速の条件では、溶接線に垂直方向の歪が最大値となる結果が得られた。また、各出力での最遅速度での溶接結果を見てみると、1kW及び2kWではそれぞれ歪値が最小となり、3kWにおいても、最小歪値と0.01mmしか違いが見られなかったという結果が得られた。

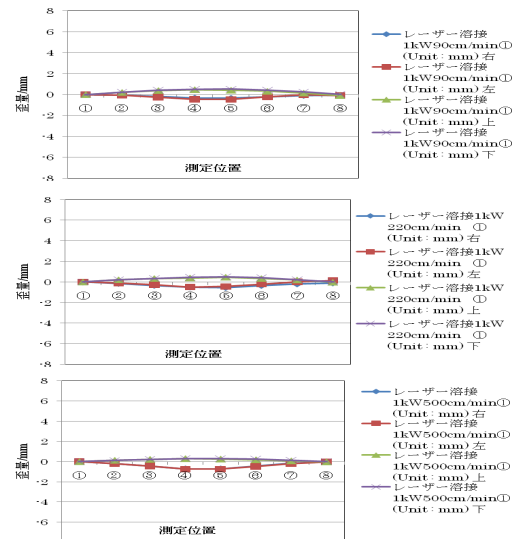


Fig.3 出力1kWでの溶接歪量

溶接線に垂直方向の歪とは角変形であり、それぞれの出力において真ん中および最速の溶接条件では角変形が最大歪量となっているのに対し、最遅の溶接条件では溶接線方向の歪量が最大歪量となっている。それぞれの試験体の外観を見ると、最速では裏ビードが出ておらず、真ん中速度では裏ビードが確認されるものの小さい。最遅では表も裏もビードがしっかりと形成されている。この為、溶接ビードの断面形状が歪量に大きく影響を及ぼすことが確認できる。

4 まとめ

本実験により、製品化での実溶接において重要な事項が2点明らかになった。1つ目は継手の狙い位置の重要性である。特に出力を上げる事でビード幅が極端に小さくなる場合においては、非常に重要なポイントとなる。2つ目は歪の抑制方法の検討である。製品形状にもよるが、入熱量を上げて角変形を抑制しておき、溶接線方向の歪を如何に抑えるかがポイントになる。

「参考文献」

- 1) N.R.Mndal, “Welding and Distortion Control,norosa Publishing House”,(1973)
- 2) 田中正躬, 日本規格協会編「JISハンドブック 鉄鋼 I」(2010)
- 3) 尾上久浩, 小林実, 溶接施工管理・安全衛星,産報出版,(1978)