

アルミニウム合金溶接における半導体レーザビーム伝送の影響

住友軽金属工業（株） ○前田 興一，熊谷 正樹，難波 圭三

Effect of diode laser beam delivery in aluminum alloy welding
by MAEDA Koichi, KUMAGAI Masaki and NAMBA Keizo

キーワード：レーザ溶接，アルミニウム合金，半導体レーザ，ビーム伝送

Keywords: laser welding, aluminum alloy, diode laser, beam delivery

1. 緒言

半導体レーザの特徴として高効率，小型，軽量，長寿命等があり，最近では出力 4 kW を超える高出力半導体レーザが開発されている．これらは光ファイバでの伝送も可能であるが，ダイレクトにレーザを照射することも可能である．ダイレクト照射の場合には，エネルギー損失が少ないというメリットもあるが，光ファイバを用いる場合には，ビームを絞ってエネルギー密度を高くすることが可能となる．アルミニウム合金の半導体レーザ溶接が可能であることは示されているが¹⁾，レーザビームのダイレクト照射と光ファイバ伝送での溶接性を比較調査した例はほとんど見られない．今回，高出力半導体レーザ熱源のビーム伝送方法がアルミニウム合金の溶接性に及ぼす影響について検討を行った．

2. レーザ加工機及び実験方法

使用したレーザ加工機は最大出力 3 kW で，ビーム伝送はダイレクト照射及び光ファイバ伝送のいずれも可能なものである．実験に使用した光学系はダイレクト照射で 3 水準（f 53，f 100，f 200），光ファイバ伝送で（f 53，f 100）は 2 水準である．レーザ加工機の主仕様を Table 1 に，レーザビーム寸法及びエネルギー密度（メーカ提示データ，半値幅で計算）を Table 2 に示す．

供試母材は自動車ボディ用アルミニウム合金 5022（Al-Mg-Cu 系）及び 6016（Al-Mg-Si 系）の t 1 mm 板材である．これらをレーザ出力 3 kW（設定）で各光学系を用いた上，溶接速度水準を変更してメルトラン溶接を行った．供試母材は治具で拘束し，焦点位置は板表面とし，Ar ガスによって熔融池のシールドを行った．

Table 1 Specification of laser machine

Item	Specification
Manufacturer	Laserline
Maximum output power	3 kW
Wave length	808nm+940nm
Beam delivery	Direct and optical fiber

Table 2 Laser beam size and power density(nominal)

Optical unit		Beam size	Power Density at 3kW
Direct	F53	1.0×0.2mm	764kW/cm ²
	F100	2.1×0.3mm	224 kW/cm ²
	F200	4.6×0.6mm	54 kW/cm ²
Optical fiber	F53	φ 0.9 mm	240 kW/cm ²
	F100	φ 1.6 mm	76 kW/cm ²

3. 結果

5022及び6016合金溶接部のビード幅測定結果をFig. 1に示す。

ダイレクト照射と光ファイバでは貫通可能限界速度に差があった。焦点距離が短い(エネルギー密度が高い)場合には溶接速度を速くすることが可能であった。同じ焦点距離の光学系では、ダイレクト照射がより高速での溶接が可能であった。その差は6016合金で顕著となった。

エネルギー密度と貫通溶接限界速度の関係をFig. 2に示す。

ファイバ伝送ではエネルギー密度の低下に伴って、貫通溶接速度限界速度が低下したが、ダイレクト照射の場合では、5022合金の挙動が異なり、低エネルギー密度でも貫通溶接可能速度が速くなった。また、6016合金でも、低エネルギー密度ではダイレクト照射がファイバ伝送よりも高速での溶接が可能であった。

これは細長いビーム形状の影響と考えられる。ダイレクト照射では溶接方向に順次入熱されるため、低エネルギー密度においても、総入熱量への影響が少ないと考えられた。

4. まとめ

高出力半導体レーザを用いてダイレクト照射及び光ファイバ伝送によってアルミニウム合金のメルラン溶接を行った。その結果、各光学系、各合金で貫通溶接可能速度に差が認められた。ビームの長いダイレクト照射が低エネルギー密度でも、比較的高速での溶接が可能であった。

参考文献

- 1) 前田ら：溶接学会全国大会概要第70集(2002-4), 117.

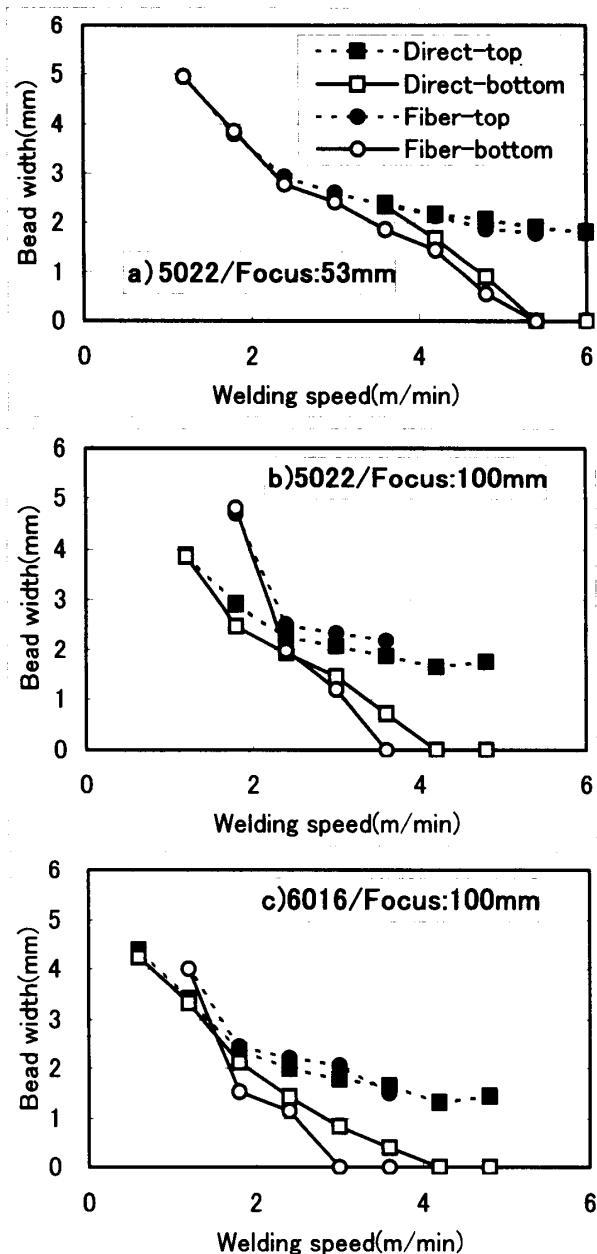


Fig.1 Relationship between bead width and welding speed

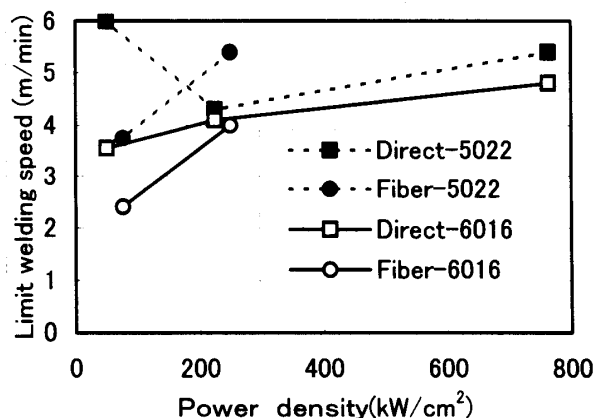


Fig.2 Relationship between power density and limit welding speed of full penetration