

218 レーザ・アーク併用溶接の開先内現象に関する検討

日立建機(株) ○中嶋 徹 櫻井 茂行
三柳 直毅 高野 悠敬

Radiation phenomena in groove with Laser-Arc Combination Welding

by Toru Nakajima, Shigeyuki Sakurai, Naoki Miyanagi and Yutaka Takano

1. 緒言

近年、レーザとアークを併用させ両者のエネルギーを共有させることにより深溶込みを得ることを目的とした研究が盛んに行われている。これまでの報告より CO_2 レーザとアークとを複合させる際、レーザアーク間距離(以下 D_{LA} とする)の違いにより溶融断面形状が異なることが知られている⁽¹⁾。しかし、その溶融断面形状の違いを引起す現象については未だ報告されていない。そこで本報告では、 D_{LA} の違いによる開先内部の発光現象の観察を行うと共に、溶融断面を基にエネルギー効率と最大到達深さを検討した。

2. 実験方法

本実験では、出力 5kW の CO_2 レーザと 10kW(270A, 37V) の MIG 溶接を組み合わせるレーザ・アーク併用溶接を行った。Fig.1 に実験装置の配置及び開先の形状、溶接条件を示す。 D_{LA} の違いによる開先内部の発光現象を観察するために溶接進行方向前方より開先内部を CCD カメラにて撮影した。溶接後のサンプルについては溶接方向と直角に切断し研磨した後、溶融断面積及び表面からの溶込み深さ(以下、最大到達深さとする)を測定し D_{LA} の違いによる影響を調べた。

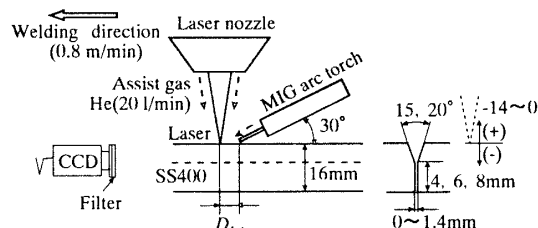


Fig.1 Experimental setup of Laser-Arc Combination welding

3. 実験結果及び考察

3.1 発光現象と溶融断面形状

Fig.2 に D_{LA} をかえた場合の溶接時の開先内部における発光現象について示す。

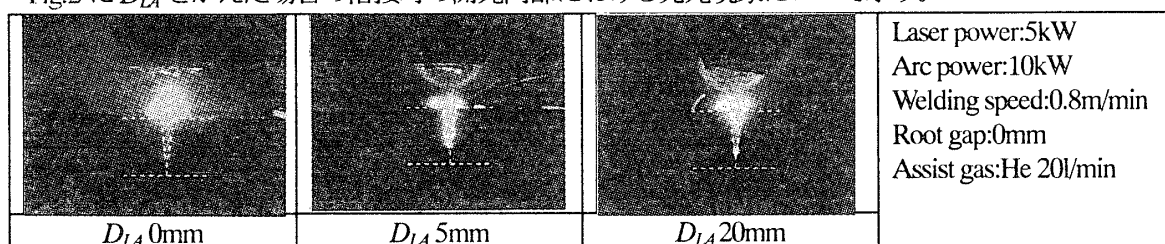


Fig.2 Appearance of radiation phenomena in groove with CCD camera from front side

D_{LA} の違いにより発光の位置が大きく異なっていることが分かる。(a) $D_{LA}0$: 材料表面より上方で発光する。(b) $D_{LA}5$: 開先内部を中心に発光する。(c) $D_{LA}20$: レーザによる開先底部と MIG による開口部付近が互いに分離して発光する。

Fig.3 にそれぞれの D_{LA} でのフォーカス位置、ルートギャップ、ルート長をかえた今回の実験範囲内における分離した場合を除いた最大の溶融断面積と最大到達深さを示す。溶融断面積は D_{LA} が大きくなるほど大きな値を示し、最大到達深さは、 $D_{LA}5$ において最大となる。このような傾向を示す理由を含めエネルギー効率について検討を加える。

3.2 エネルギー効率

Fig.4 にレーザ単独、MIG 単独溶接及びそれぞれの単独の和について、ルートギャップを変えた時の溶融断面積を示す。レーザ単体では、ルートギャップが大きくなるほど溶融断面積が小さくなり、ルートギャップが 0.8mm 以上では材料は溶融されない。MIG 単体はギャップによらず 24mm^2 程度である。よってレーザとアークとを併用しないレーザ単独、MIG 単独の和の最大はギャップ 0 時の 40mm^2 である。

溶接学会全国大会講演概要 第67集(2000-9)

CO₂ レーザと MIG とを併用すると CO₂ レーザはプラズマによって吸収されるため、 D_{LA} が小さいほどエネルギー効率低下の要因となる。Fig.3 においてもその傾向を示すが、Fig.4 に示す MIG 単独とレーザ単独のそれぞれの溶融断面積の和である 40mm² を基準とすると、 $D_{LA}5$ では 19%、 $D_{LA}20$ では 31%面積、すなわちエネルギー効率が上昇している。 $D_{LA}5$ においては、Fig.2 に見られるように、開先内部を中心にプラズマが発生しており、このプラズマの熱源、及びアーク電流の開先内部への分散化がエネルギー効率上昇の原因と考えられる。一方、 $D_{LA}20$ では、プラズマは分離しており、プラズマによる加熱効果やアーク電流の分散化は期待できない。

Fig.5 に $D_{LA}20$ でフォーカス位置、ルートギャップを変えたときの溶融断面積を示す。図によるとフォーカス位置を材料表面にした A の場合の方が溶融断面積が大きく、また写真に示すように溶融部が分離しない。この結果と Fig.2 に示す光源の分離から、先行するレーザによって開先内部が加熱され、その加熱部が追従してくる MIG によって容易に溶融する現象が推定される。そのためフォーカス A の場合、上下の溶融部がつながると共に、レーザによる加熱を有効に利用して溶融部が拡大しエネルギー効率も上昇したと考えられる。

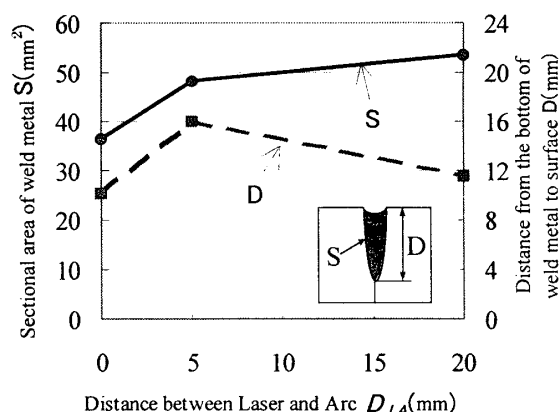


Fig.3 Relationship between D_{LA} and sectional area of weld metal, and distance from the bottom of weld metal to surface

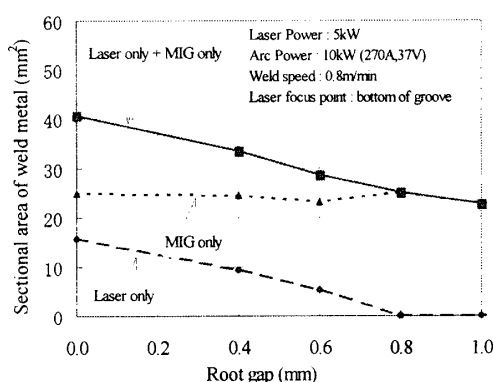


Fig.4 Relationship between root gap and sectional area of weld metal

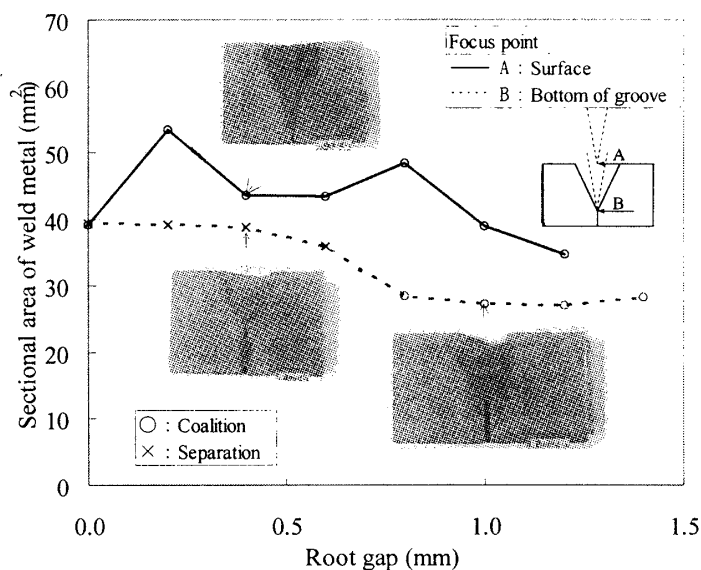


Fig.5 Relationship between focus position and sectional area of weld metal

4. 結言

レーザとアークとの複合溶接により板厚 16mm の突き合わせ溶接を行い溶接時の開先内部の発光現象を観察し、 D_{LA} が溶融断面積及び最大到達深さへ及ぼす影響について調べた。

- (1) D_{LA} の違いにより発光の位置が大きく異なる。発光位置は、(a) $D_{LA}0$: 材料表面より上方 (b) $D_{LA}5$: 開先内部を中心 (c) $D_{LA}20$: 開先底と開口部付近とに分離する。
- (2) $D_{LA}0 \sim D_{LA}20$ の範囲では溶融断面積は D_{LA} が大きくなるほど大きな値を示し、最大到達深さは $D_{LA}5$ において最大となる。
- (3) $D_{LA}20$ ではフォーカス位置を材料表面にした方が開先底にした場合に比べ溶融断面積が大きくなり、溶融部は分離しない。

参考文献

- 1) 阿部, 梶田, 林, 土谷, 三原: 溶接学会全国大会講演概要, 第 63 集 (1998), p.272-273