アルミニウム合金の CO₂ レーザ溶融性に及ぼす ポリシラザン被覆の影響

西田典秀*, 國次真輔*, 金谷輝人**, 大家利彦***, 米田理史***

Effect of Polysilazane Coating on CO₂ Laser Melting of Aluminum Alloys

Norihide NISHIDA*, Shinsuke KUNITSUGU*, Teruto KANADANI**,
Toshihiko OOIE*** and Masafumi YONEDA***

Key Words : CO₂ Laser, Laser Welding, Aluminum Alloys, Transparent Absorbent, Polysilazane

1. 緒 言

アルミニウムは軽量, リサイクル性に優れた材料として, ますますその利用が期待されている材料である。一方, アルミニウム合金のレーザ溶接は, 電子ビーム溶接のように真空を必要としない, 高パワー密度で低入熱の溶接が可能, 深溶け込み溶接が可能, 遠隔操作, 局部加工, 高速溶接が可能で高能率生産を達成し得るなどの理由から, 各種輸送用機械等における薄板の接合法として注目され¹⁾, 多くの検討がされている²⁾。

しかし, アルミニウム合金のレーザ溶接にあたっては, 溶融部におけるポロシティなどの欠陥の発生がしやすいことに加え, レーザ光に対する反射率が高いことが, アルミニウム合金のレーザ溶接の実用化を阻害する要因の一つとされている¹⁾。

著者らは, アルミニウムに透明膜を形成しうる無機高分子化合物のポリシラザンを被覆することで, 被加工物の外観を損なうことなく, 市販黒鉛塗布剤と同等の CO₂ レーザ光吸収効果が得られることを既に示した³⁾。ここでは, アルミニウム合金の CO₂ レーザ溶融性に及ぼすポリシラザン被覆の影響を調べ, レーザ溶接用被覆剤としての可能性を検討した。

2. 実験方法

基板には溶接に適した Al-Mg 系合金, JIS

A 5052 (JIS 規定成分 (%) Mg : 2.2~2.8, Mn : 0.10 以下, Cr : 0.15~0.35), A 5083 (同 Mg : 4.0~4.9, Mn : 0.40~1.0, Cr : 0.05~0.25) を選択し, 厚さ 4 mm の市販合金板を 50 mm×200 mm に切断し, アセトンによる超音波洗浄後実験に供した。ポリシラザン⁴⁾ (東燃燃製 以下 PHPS) の被覆はディッピング法を採用し, キシレン-20 wt% ポリシラザン溶液からアルミニウム板を引き上げ被覆した。引き上げ後, 150℃で 30 分加熱処理することで溶剤を飛散させ, 厚さ 1.4 μm の PHPS 皮膜を形成させた。なお, 被覆層の厚さは断面の顕微鏡観察より求めた。レーザ照射は最大出力 5 kW の CO₂ レーザ (三菱電機 (株) 製 ML 6050 C) を用い, 出力 : 2 kW, 2.5 kW (cw), 送り速度 : 1~4 m/min, ジャストフォーカス (f=254 mm), シールドガス : Ar の条件で行った。照射後の溶融部の断面組織の顕微鏡組織観察を行い, 溶融部の深さを測定することでレーザ加工性の評価を行った。

3. 結 果

図 1 に, A 5052 材におけるレーザ出力 2.5 kW での送り速度と溶け込み深さの関係を示す。PHPS 被覆材では 4 m/min の送り速度において 1.8 mm の溶け込み深さが得られ, 送り速度の低下とともに溶け込み深さは増加し, 1 m/min の送り速度で 2.5 mm の溶け込み深さが得られる。一方, 未処理材においては, 溶け込み深さは被覆材に比べ格段に小さく 0.2 mm 程度になる。なお, 未処理材において送り速度 2.5 m/min 以下での照射は, 反射光によりレーザ加工機の光学系を損傷する可能性があるため行っていない。次に, PHPS 被覆材, 未処理材での代表的なレーザ溶融部の断面組織を図 2 に示す。溶け込みの形態は, 未処理材では熱伝導型であるが, 被覆材では深溶け込み型の溶融形態が得られている。このように, PHPS の被覆によりレーザ溶け込み深さ, 形態に明瞭な差が生じる。

* 岡山県工業技術センター (〒701-1296 岡山県岡山市芳賀 5301)

Industrial Technology Center of Okayama Pref. (5301, Haga, Okayama-shi, Okayama 701-1296)

** 岡山理科大学 (〒700-0005 岡山県岡山市理大町) Okayama Univ. of Science (Ridai-cho, Okayama-shi, Okayama 700-0005)

*** 四国工業技術研究所 (〒761-0301 香川県高松市林町 2217 -1) Shikoku National Industrial Research Institute (2217 -1, Hayashi-machi, Takamatsu-shi, Kagawa 761-0301)

Fig. 1 Effect of PHPS coating on penetration depth of laser melted zone in A 5052 alloy at various traverse speed.

Fig. 2 Optical micrograph of cross section of the laser melted zone in PHPS coated A 5052 alloy (a) and non coated A 5052 (b) at the condition of laser power of 2.5 kW and the traverse speed of 3.5 m/min.

図 3 に A 5083 材での送り速度と溶け込み深さの関係を示す。被覆材においては出力 2 kW で深溶け込みが得られている。A 5052 材に比べより低出力で深溶け込み型の溶融への移行が得られるのは、合金成分の Mg 含有量が A 5083 材で多いためと考えられ、従来の報告と一致する⁵⁾。一方、未処理材での深溶け込み型への移行は、被覆材より高出力の 2.5 kW のレーザー照射で生じた。未処理材、被覆材ともに深溶け込み型の溶融が得られる出力 2.5 kW の照射条件下においても、板厚を貫通する溶け込みになる 1 m/min を除いて、すべての条件下で被覆材の溶け込み深さが未処理材のそれを上回っている。一般に、金属材料のレーザーに対する反射率は、金属が溶融すると大きく低下することが知られている。このため、未処理材においても一旦溶融が生じると、被覆材と同程度の溶け込みが得られることになる。しかし、切断や溶接などレーザー照射部が移動する加工においては、照射部の先端に未溶融部があることになり、高反射率の表面の

Fig. 3 Effect of PHPS coating on penetration depth of laser melted zone in A 5083 alloy at various traverse speed.

影響が残ることになる。これが、2.5 kW での照射における、被覆材と未処理材の差になったものと考えられる。このように、PHPS 被覆により同一の溶け込み深さを得るためのレーザー出力の低下が期待でき、入熱過剰による溶け落ちなどの欠陥⁶⁾を減少させる可能性を示唆している。

4. 結 論

アルミニウム合金 A 5052, A 5083 の CO₂ レーザ溶融性に及ぼすにポリシラザン被覆の影響を検討した。その結果 1.4 μm 厚さの PHPS 被覆により未処理材に比べ、熱伝導型から深溶け込み型の溶融への移行がより低出力下で生じることが確認され、PHPS 被覆が CO₂ レーザ溶接におけるレーザー吸収率向上に有効であることが示された。

(Received May 31, 1999; Accepted August 25, 1999)

文 献

- 1) 軽金属溶接構造協会レーザー溶接委員会; 軽金属溶接, 30, 297 (1992)
- 2) 例えば片山誠二, Carl D. Lundin; 軽金属溶接, 29, 295 (1991)
- 3) 西田典秀, 國次真輔, 野上輝夫, 金谷輝人, 大家利彦, 米田理史; 溶接協会第 23 回表面改質委員会資料 (1997)
- 4) 東燃ポリシラザン資料; 東燃陶セラミック事業室 (1997)
- 5) 片山誠二, 松縄 朗; 第 43 回レーザー熱加工研究会論文集, p. 33 (1998)
- 6) 松本 剛, 吉田正敏; 第 43 回レーザー熱加工研究会論文集, p. 72 (1998)