

技術紹介

亜鉛めっき鋼板のハイブリッド溶接におけるシールドガスの影響

Effect of Shielding Gases on Laser-Arc Hybrid Welding of Galvanized Steel Sheets

亀井 俊和*

KAMEI Toshikazu

1. はじめに

自動溶接機が普及している自動車産業では、生産性向上のため溶接の高速化に対する要求が強い。

溶接の高速化には、レーザ溶接の適用が最も有効であるが、レーザ溶接は深溶け込みの高速溶接が可能である反面、開先精度の要求が厳しいことや高コストであることから適用部位が限られている。一方、アーク溶接は低コストで様々な継手形状に対応でき、適用部位は広範囲にわたるが、溶け込みが浅く、アークの安定性の面で溶接の高速化には限界がある。そこで、近年レーザ溶接とアーク溶接を併用することにより、高速で深溶け込みかつ幅広ビードの溶接が実現できる、レーザ・アークハイブリッド溶接法（以下ハイブリッド溶接と略す）が注目されており、その特長から自動車溶接分野への適用が期待されている¹⁾。ここでは、自動車の構造部材として多用されている亜鉛めっき鋼板の溶接にハイブリッド溶接を適用した場合の、欠陥発生に及ぼすシールドガスの影響評価を行った結果を紹介する。

2. 亜鉛めっき鋼板溶接の特徴

亜鉛めっき鋼板は耐食性に優れることから、近年の自動車部品の特に足回りを中心に多用されるようになってきている。しかしながら、亜鉛めっき鋼板は表面にめっきされた亜鉛の沸点（約900℃）が母材の融点よりも低いため、溶接を行った場合には接合界面から発生した亜鉛蒸気により、表面欠陥（ピット）や内部欠陥（ブローホール）が発生しやすいという問題がある（図1）^{2,3)}。ハイブリッド溶接においても同様の

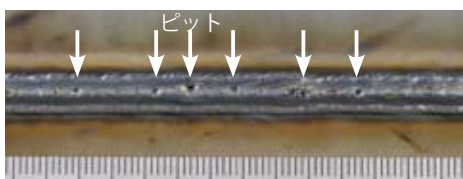


図1 亜鉛めっき鋼板の溶接ビード外観

*開発・エンジニアリング本部山梨研究所溶接技術センター

欠陥が生じやすく⁴⁾、自動車溶接分野への普及を妨げる一因ともなっている。

3. 欠陥発生に及ぼすシールドガスの影響

3.1 評価試験概要

ハイブリッド溶接では、入手の容易さから主としてマグ（MAG：Metal Active Gas）溶接用のシールドガスが用いられており、亜鉛めっき鋼板の溶接でも同様のシールドガスが使用されている。そこで、一般的なマグガスと炭酸ガス（CO₂）及び酸素ガス（O₂）を適量混合したアルゴン（Ar）ベースの混合ガスを用い、これらの違いが亜鉛めっき鋼板ハイブリッド溶接の欠陥発生、特にピット発生に及ぼす影響を評価した。また、高速度カメラを用いて溶滴移行現象を観察し、シールドガスの違いによる溶融池挙動への影響を確認した。

3.2 溶接条件

実験では出力2kWのYAGレーザ及びパルスマグ溶接機を用いた。供試材として板厚1.6mmの合金化溶融亜鉛めっき鋼板（亜鉛目付け量45g/m²）及び市販の軟鋼用ソリッドワイヤ（JIS YGW17相当φ1.2mm）を用いた。継手形状は重ね隅肉継手であり、重ね合わせ部のギャップを0とした。溶接方向はレーザ光を先行とし、溶接速度は2.0m/minとした。シールドガスはマグ溶接用として一般的なAr + CO₂系のAr + 20% (volume) CO₂とAr + O₂系のAr + 5% (volume) O₂に加え、ArにCO₂とO₂を適量混合したAr + CO₂ + O₂を用いた。溶接条件を表1に、溶接方法の概要を図2に示す。

表1 溶接条件

レーザ出力	2.0kW
溶接電流	180A
シールドガス	Ar + 20% (volume) CO ₂ , Ar + 5% (volume) O ₂ , Ar + CO ₂ + O ₂ ガス流量：20L/min
レーザ・アーク間距離	2.0mm
溶接速度	2.0m/min

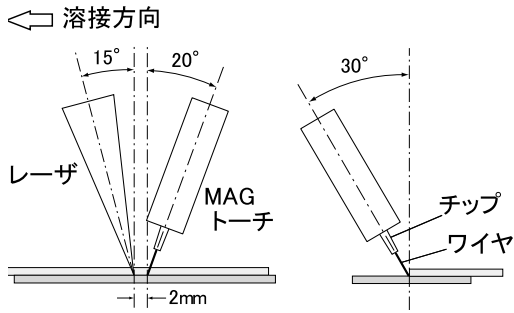


図2 溶接方法概要

3.3 試験結果

図3に各シールドガスを用いて溶接を行った場合のビード外観を、図4にビード500mm当りの表面ピット発生数を示す。Ar + 20% (volume) CO₂及びAr + 5% (volume) O₂は多数のピットが発生し、Ar + 5% (volume) O₂には径の大きいピットの発生が目立つことがわかる。一方、Ar + CO₂ + O₂はピット発生が少なく、平坦な形状の安定したビードが得られた。

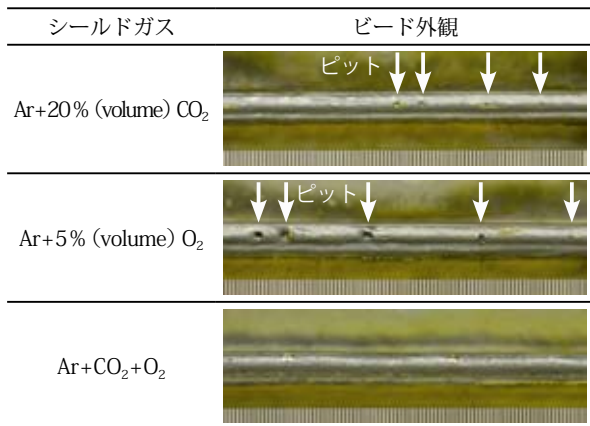


図3 ビード外観

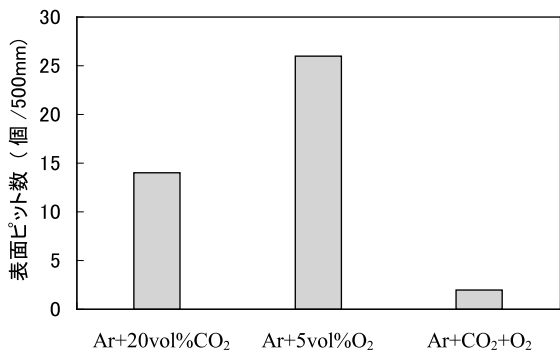


図4 各シールドガスのピット発生数

図5は高速度カメラを用いて観察した溶滴移行現象の代表例を示したものである。レーザーが先行していることにより、溶融池はアーク前方で形成し溶滴は溶融池内へ移行しているのがわかる。Ar + 20% (volume) CO₂を用いた場合、亜鉛蒸気の排出が不

分であるため、アーク直下の溶融池に亜鉛蒸気放出に伴う開口部(図中矢印部)が断続的に生じ、溶滴移行が不安定となり度々大粒のスパッタが発生した。Ar + 5% (volume) O₂では溶滴先端が伸びる移行形態となり、スパッタの発生は少ない。アーク直下では亜鉛蒸気による開口部が発生するが、溶融池はAr + 20% (volume) CO₂に比べ安定していた。しかしながら、溶融池後方ではAr + 20% (volume) CO₂, Ar + 5% (volume) O₂共に亜鉛蒸気が浮き上がり排出される現象が観察され、その過程でピットが発生した。一方、Ar + CO₂ + O₂を用いた場合には、溶滴移行及び後方の溶融池は安定しており、ピット発生に繋がる亜鉛蒸気の浮き上がりは確認されなかった。

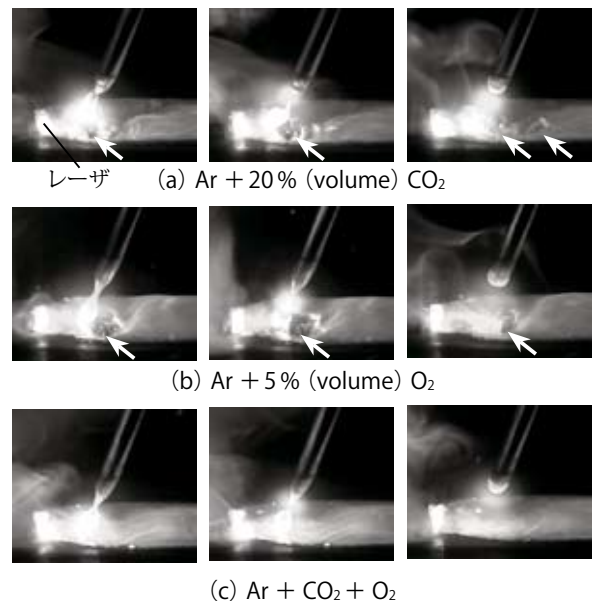


図5各シールドガスの溶滴移行現象の比較

4. まとめ

亜鉛めっき鋼板のハイブリッド溶接において、ピット発生に及ぼすシールドガスの影響を評価した。その結果、シールドガス中の炭酸ガスと酸素ガスの添加濃度を最適化することにより、溶滴移行と溶融池とを安定化させることができ、一般的なマグ溶接用シールドガスを使用した場合に比べ、ピット発生を低減できた。

参考文献

- 1) 小野守章, 真保幸雄, 吉武明英, 大村雅紀. NKK 技報. (176), 70-74 (2002).
- 2) 竹之内優, 冷水孝夫. 溶接学会誌. 60 (6), 490-494 (1991).
- 3) 松井仁志. 溶接学会誌. 66 (6), 423-427 (1997).
- 4) 陳亮, 中野利彦, 輿石房樹, 鷹尾則克, 中田一博, 田中学, 牛尾誠夫, 上山智之. 溶接学会第187回溶接法研究委員会資料. SW-2999-04 (2004).