



Title	自動車用亜鉛めっき鋼板へのパルスマグ溶接の適用に関する研究
Author(s)	松井, 仁志
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42767
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 まつ い ひと し
松 井 仁 志

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 5 8 5 0 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 13 年 1 月 29 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 2 項該当

学 位 論 文 名 自動車用亜鉛めっき鋼板へのパルスマグ溶接の適用に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 黄 地 尚 義

(副査)
教 授 牛 尾 誠 夫 教 授 豊 田 政 男 教 授 小 林 紘 二 郎

論 文 内 容 の 要 旨

自動車では、軽量化と寿命向上の観点から、亜鉛めっき鋼板が利用される。亜鉛めっき鋼板のアーク溶接では、スパッタの発生と気孔の形成が、継手強度の低下を招くのみならず、生産性を著しく阻害している。このような観点から本研究は、亜鉛めっき鋼板のマグ溶接におけるスパッタと気孔の発生機構を明らかにし、その抑制策について検討することを目的としたものである。

本論文は、8つの章から構成されている。

第1章では、本研究の背景と目的ならびに研究遂行の方針を述べている。

第2章では、亜鉛めっき鋼板のアーク溶接における気孔形成現象を詳細に観察し、板合わせ部の溶融境界に隣接する熱影響部で発生した亜鉛ガスが、溶融池に侵入し気孔の原因となることを明らかにしている。

第3章では、スパッタの発生現象について検討し、低入熱条件では、溶融池前方の亜鉛の蒸発不足がアークの不安定を誘発し、高入熱条件では、短絡時における亜鉛の蒸発の停滞が溶融池への亜鉛の混入をまねき、スパッタ発生の原因となることを明らかにしている。またスパッタを抑制するためには、アーク熱の確保と短絡の防止が必要であることを指摘している。

第4章では、矩形波出力パルス電源を開発し、パルス電流波形および溶接ワイヤ組成の改良により溶滴を細粒化し、スパッタを防止することにより高速溶接条件域が拡大できることを示している。さらに、量産ラインの外乱要因に対し、微小短絡を検出し、パルスの波形および周期を調節して、高速溶接に必要な短絡限界アーク長および規則的な溶滴移行状態を維持する適応制御方法を開発している。

第5章では気孔の低減策について検討し、溶融池への亜鉛ガスの侵入防止対策として、継手間隙の設定が有効であること、さらには酸素混合シールドガスの酸化作用による気化の抑制を併用することにより、気孔の発生がほぼ皆無となることを示している。

第6章では、板間が密着した場合の気孔低減策として、溶融池底部から侵入する気泡を溶融池から排出する手法について検討している。具体的には、低周波重畳パルス電流により、溶融池底部に振動的な溶融金属の流れを誘起させ、気泡をその起点で断ち切り浮上させることにより、気孔が皆無となることを示している。

第7章では、本研究で得られた知見を量産ラインに適用するため、ワイヤ先端の振れを抑制するトーチ、およびノズルに堆積するスパッタの除去装置を新たに開発している。

論文審査の結果の要旨

自動車では、軽量化と寿命向上の観点から亜鉛めっき鋼板が利用される。本論文は、自動車用亜鉛めっき鋼板のアーケ溶接現象について検討したものである。亜鉛めっき鋼板のマグ溶接においては、スパッタの発生と気孔の形成が、健全な溶接部の確保を困難にするのみならず、生産性を著しく阻害している。本研究はこのような観点から、スパッタと気孔の発生機構を明らかにするとともに、その抑制策を提案している。さらには提案した手法をロボットによる量産溶接ラインへ適用し、提案した手法の有効性を実証している。

本論文で明らかにされた主な点は以下のとおりである。

- (1) 亜鉛めっき鋼板のアーケ溶接における特有の気孔は、板合わせ部を起点として発生していること、また、その原因物質は溶込み境界に隣接する熱影響領域から蒸発した亜鉛であることを明らかにしている。
- (2) 亜鉛めっき鋼板のアーケ溶接におけるスパッタの発生が、とくに200A程度以下の溶接電流域で顕著となることを示し、その原因が溶融池前方から混入する亜鉛によるアーケの不安定にあることを明らかにしている。
- (3) スパッタの原因となる亜鉛の混入が、入熱の低下および短絡の発生につれて増加することから、スパッタの防止対策として、溶接の高速・大電流化と短絡の防止が有効であることを指摘している。
- (4) 以上の検討結果をもとにアーケ溶接の制御性に優れたパルスマグ溶接法に注目し、短絡防止の観点から、溶滴の細粒化とアーケ長および溶滴移行の安定化を図り、スパッタの発生しない条件領域を高速度側に拡大できることを明らかにしている。
- (5) 気孔の防止策についても検討し、板の合わせ面に間隙を設けることで、亜鉛ガスの溶融池への侵入を防止し、気孔の発生が抑制できること、また板が密着した場合でも、溶接中に母材を機械的に振動させると、振幅および周波数の増加につれて気孔が減少し、ほぼ皆無となることを明らかにしている。
- (6) 溶融池に振動を与えるため、低周波重畳のパルス電流を亜鉛めっき鋼板のマグ溶接に適用し、広い周波数範囲で気孔が消失することを明らかにしている。すなわち板が密着している場合でもパルス電流波形を制御することにより、気孔の形成を普通鋼板の場合と同程度にまで低減できることを示している。
- (7) 本研究で示したスパッタと気孔の低減策を量産ラインへ適用するため、ロボット溶接用のワイヤ整形型トーチと、トーチノズルに付着したスパッタを電磁的に除去する装置を新たに開発し、ロボットの稼働率を普通鋼の場合と同程度にまで改善できることを示している。

以上のように、本論文は、亜鉛めっき鋼板のアーケ溶接において問題となるスパッタの発生と気孔の形成メカニズムを明らかにするとともに、その防止策について検討したものである。すなわち、制御性の良いパルスマグ溶接法の特性を活用し、得られた研究成果をもとに、その発生の抑制に成功している。また、提案した手法をロボットによる量産溶接ラインに適用し、所期の目的を達成している。その成果は、アーケあるいはレーザーによる溶接・接合プロセスの条件設定・制御、また産業用ロボットの知能化・機能化に応用され、溶接工学および知能・機能創成工学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。