

# 電磁力を用いた亜鉛めっき鋼板溶接のブローホール低減の検討

埼玉大学 理工学研究科 ○町田貴明 金子裕良

## Study of blowhole reduction of galvanized steel plate welding using electromagnetic force

by Takaaki Machida , Yasuyoshi Kaneko

キーワード：亜鉛めっき鋼板，溶融池，電磁力，ブローホール

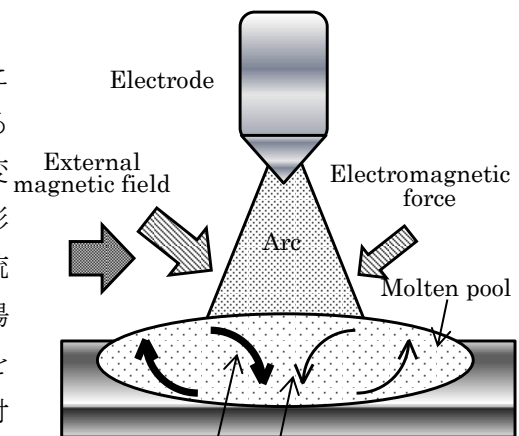
Keyword: Galvanized steel plate, Molten pool, Electromagnetic force, Blowhole

### 1. 緒言

亜鉛めっき鋼板のアーク溶接では，気化した亜鉛が原因で溶接ビードにブローホールやピットが発生しやすい．これらを低減する方法として，母材の振動や溶接電源波形の制御により，溶融池の振動を促すことで溶け込んでいる亜鉛を取り除く方法がある<sup>1)2)</sup>．しかし，溶接中の振動は損傷を招く可能性があり，溶接電源波形は溶滴移行やスパッタ低減等の他の目的で制御されることも多い．本研究では外部磁場により溶融池を振動させ，気化した亜鉛を取り除く方法を提案し，ブローホール低減の有効性について検討した．

### 2. 電磁力による溶融池振動

Fig.1 は溶融池内部の対流および磁場を付加した時の対流の変化を示している．外部磁場を付加することで，部分的にアーク周辺の電磁力の大きさが変化する．電磁力はアークだけではなく溶融池にも影響を及ぼし，電磁力の変化に伴い溶融池内部の対流にも変化が生じる．この原理を用いて周期的に磁場を付加することで，対流の変化による溶融池振動を引き起こす．溶融池には固有振動数が存在し<sup>3)</sup>，付加する磁場の周波数により，溶融池の振動の大きさが変わる．振動の大きさは気化した亜鉛の離脱に大きく関わるため，付加する磁場の周波数によってブローホールが減少すると考えられる．そのため，今回の実験ではブローホール低減に有効な磁場の周波数について検討を行う．付加した磁場は溶融池の他にアークにも直接影響を与えるため，パルス電流を用い，ピーク電流期間にのみ磁場を付加する．また，効果的な磁場の強度に関しても今回の実験で検討を行う．



The convection caused by electromagnetic force

Fig.1 Convection of the molten pool inside and change in the convection when it is added to the magnetic field

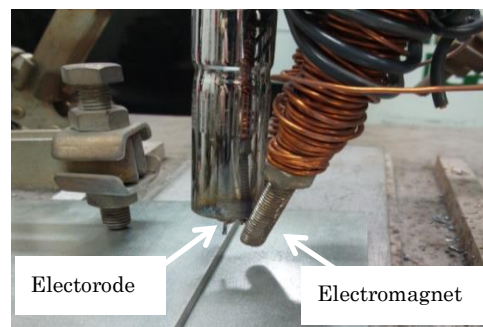


Fig.2 Overview of the experimental apparatus

### 3. 溶接実験

溶接実験の様子を Fig.2 に示す。ブローホールやピットが生じやすい重ね溶接で評価を行う。母材の板厚は 4mm とし、外部磁場は鉄心に直径 1.4mm の銅線を 400 回巻きした電磁石から付加する。電磁石はトーチに取り付け、電極との距離が 10mm、また母材との距離も 10mm となるように設置する。溶接電流はピーク 350A、ベース 80A、周波数 100Hz のパルス電流で行い、Ar97%+O<sub>2</sub>3%のシールドガスを用いた。ワイヤ送給速度 70mm/s、溶接速度 80cm/min、アーク長 15mm とした。



Fig.3 Weld bead normal



Fig.4 Weld bead of the magnetic field upon addition

通常の溶接ビードを Fig.3 に示す。ビード表面にピットが生じているのがわかる。また、磁束密度 6.0mT、周波数 50Hz の磁場を付加した時の溶接ビードを Fig.4 に示す。通常の溶接ビードよりもピットの個数が減少しているのがわかる。これは、外部磁場により熔融池が振動した効果である。今回は磁場による有効性を確かめるため、ピットの個数で評価を行う。まず、磁場の強度に関して検討を行う。熔融池振動に十分であり、かつ、アーク切れが生じない強度の範囲で設定する必要があるため、電極での磁束密度は 4.0mT および

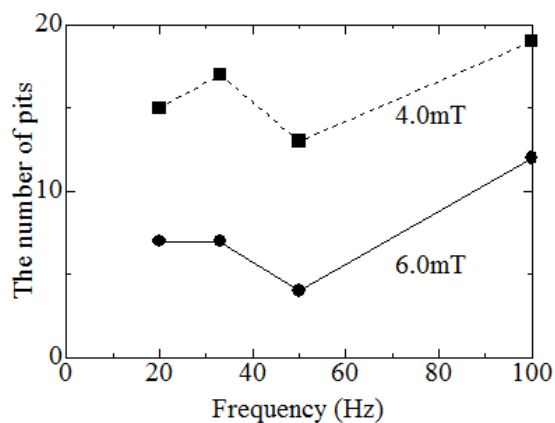


Fig.5 Relationship among number of pits, frequency and strength of electromagnetic field

6.0mT の 2 パターンに設定した。また、周波数は 20Hz から 100Hz の範囲に設定し、それぞれ実験を行った。その結果を Fig.5 に示す。磁束密度が 6.0mT および周波数が 50Hz 時にピット数が少なくなり、熔融池振動の効果が大きいことがわかる。この結果より電磁力によるピットの低減が実現可能であり、ブローホールの低減にも応用が可能と考えられる。

### 4. 結言

亜鉛めっき鋼板溶接において、外部磁場による熔融池振動の方法を提案した。また、重ね溶接において熔融池振動によるピットの低減を示し、電磁力を用いたピットおよびブローホール低減の有効性について示した。

#### 参考文献

- 1) 松井, 塩野谷, “亜鉛めっき鋼板のアーク溶接における熔融池振動による気孔の低減”, 溶接学会論文集, Vol.16, No.1 (1998)
- 2) 泉谷, 山崎, 鈴木, “自動車向け亜鉛めっき鋼板用新溶接法「J-Solution<sup>TM</sup> Zn」”, 神戸製鋼技報, Vol. 63, No. 1 (2013)
- 3) 丸尾, 平田, “熔融池の固有振動数と振動モード”, 溶接学会論文集, Vol.11, No.1 (1993)