

107 亜鉛投射によるメカニカルプレーティングの基礎的研究

千葉工業大学大学院 学 ○植松 克重

千葉工業大学工学部 正 船見 国男

1. 緒言 近年、鋼材との親和力が強く、適当な硬度を有する金属粒子を母材に投射することにより、母材表面上に機械的にめっき皮膜を作製する表面処理法が開発された。この方法は前処理として表面の洗浄、および粗化のために金属表面に投射粒子を高速で投射させ、次に鉄を核とし、周囲を亜鉛で覆った粒子を投射する。そしてこの粒子が鋼材表面に当たった衝撃により亜鉛が転写され、鋼材表面に亜鉛を薄片状に積層し圧着させて、鋼材を防錆する方法である¹⁾。従来の溶融、電気メッキに比べこの方法は、設備及び工程、作業手順の簡素化、常温のメッキ法のため金属脆化が起らない、酸処理や電解反応がないため水素脆性が起らない、ブラストによるピーニング効果により機械的性質が向上する等の長所がある。しかし短所は、亜鉛付着効率が著しく低く、コストが高いのが現状である。従って本研究では、亜鉛付着をより効果的に行うため、付着効率に及ぼす諸因子の影響を調べ、定量的な評価を試みる事を目的とする。

2. 実験装置及び試験片 投射装置の略図を図1に示す。投射ガスにはアルゴンガスを使い、ノズル直径は7 mmである。

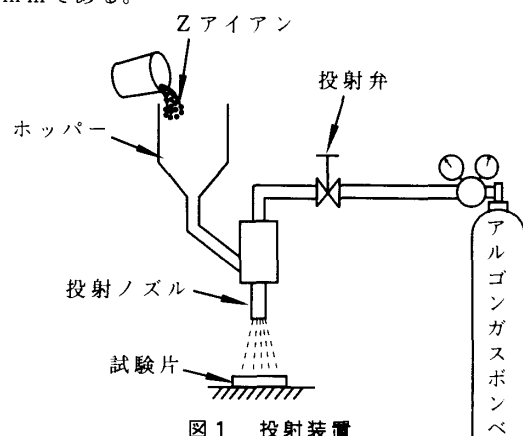


図1 投射装置

試験片は30×30×厚さ5 mmの寸法のものを用い、材質はSS41、S45C、銅(C1100)である。投射直前に表面の油、ゴミ、酸化被膜を取るため、#400エメリー紙で1分間同方向に研磨した。投射粒子は図2に示すような内部に鉄核をもつZn-Fe系合金粒子である同和鉄粉工業製のZアイアン

を使用し、ふるいで次のような6段階の粒径(0.1以下、0.1~0.2、0.2~0.5、0.5~0.7、0.7~1.0、1.0 mm以上)に分類した。その断面は粒径0.2~0.5 mmまでは鉄核が1~4個入っているが、0.1~0.2 mm以下は入っていないことが観察された。

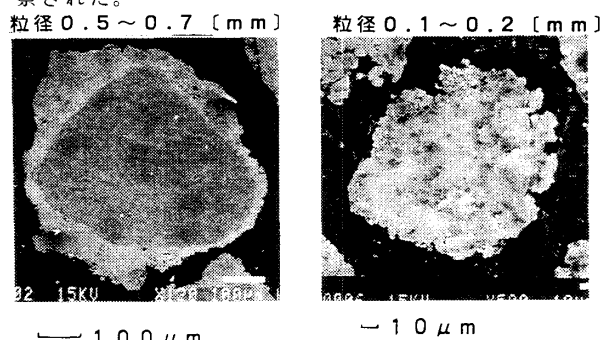


図2 Zアイアン粒子断面

3. 実験方法 試験片と投射ノズル間の距離を一定とし、アルゴンガスで噴射を開始した直後、フィードホッパーに一定量の投射粒子を投入し、投射後、試験片を取り出し、重量測定より付着量を求めた。

また、図3のようなフォトダイオードを利用した装置を用いて粒子速度を測定した。

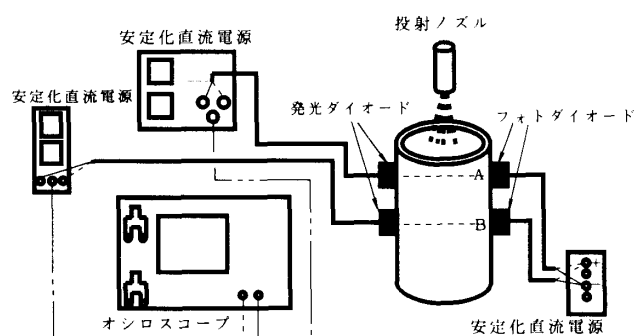


図3 速度測定装置

図4にその出力結果を示す。投射中の粒子を遮っていた板を瞬間的に取り除いたときの最初の粒子群がA地点を通り過ぎたとき最初のセンサーの反応が画面に現れて、それからB地点を通過したときに次のセンサーの反応が現れる。

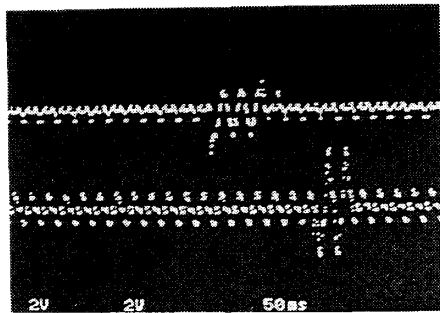


図4 オシロスコープ出力結果

フォトダイオード間の距離、画面から出力信号間の時間より以下のように粒子速度が求められる。

$$\text{粒子速度 } v \text{ (m/s)} = \frac{\text{フォトダイオード間の距離 } L \text{ (m)}}{\text{出力信号の時間 } t \text{ (sec)}}$$

このようにして各ガス圧 (0.1~0.6 MPa) と粒子速度の関係を求めた。次に1回の投射量は500gにして、その速度における亜鉛被膜付着量を測った。

4. 実験結果及び考察

各ガス圧 (0.1~0.6 MPa) における投射粒子速度は図5のようになった。

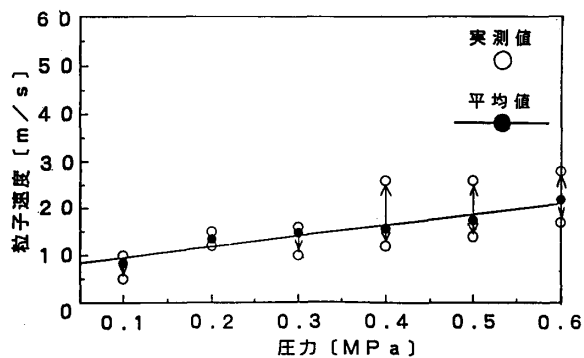


図5 各圧力に対する粒子速度

高圧力ではバラツキが大きくなってしまいが平均してみると、圧力はこの範囲内で速度とほぼ比例関係であることが分かる。一方、粒子速度と付着量の関係を図6に示す。

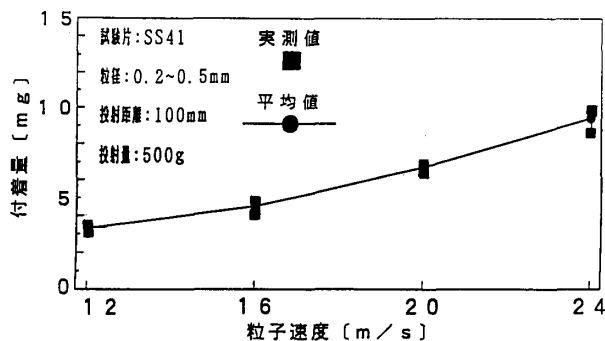


図6 粒子速度に対する付着量

この結果より、速度の速い方が運動エネルギーが大きくなるので衝突時の試験片表面の酸化被膜を破りやすく、また粒子の塑性変形が促進され接触面積が拡大し、

そのため金属凝着が促進されて付着量が増加するものと考えられる。粒度の違いによる付着量の影響を図7に示す。

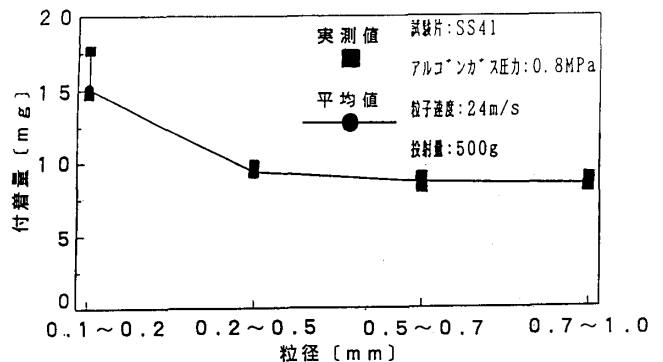


図7 各粒度に対する付着量

Zアイアンは内部に鉄核を持ち、その核の周りに亜鉛との合金層を有し、適度な硬度があるので付着がよいと報告されている¹⁾。しかし、我々の実験では鉄核のない粒径0.1~0.2mm (比重量3.19 [gf/mm³]) の小さなものが付着効率が良くなっている。粒径が小さいほど付着量が多いのは試験片に衝突する粒子の数が多く、粒子が軽い方がガスにより加速されやすいと考えられる。図8は銅に投射量2kg、速度24m/s (圧力0.8MPa)、投射距離100mmで投射し、試験片を試料埋込用樹脂で固め、研磨し、断面をSEMで撮ったものである。このほかにSS41にも同じ条件で投射し、膜厚を比較すると銅の方が3倍くらい厚い。この結果より、試験片が軟らかい方が付着効率がよいのではないかと思います。

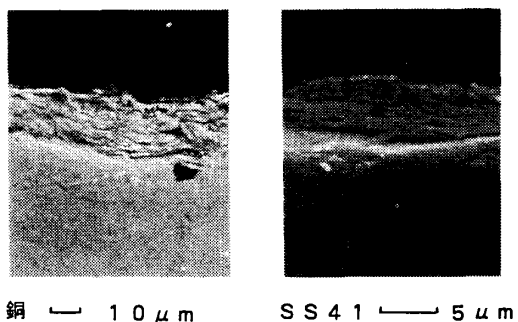


図8 表面皮膜断面 (SEM)

5. 結言

- ・粒子の投射速度が高いほど運動エネルギーが大きいので付着効率がよい。
- ・同じ投射量ならば、粒子径が小さい方が試験片に衝突する粒子の数が多いので付着効率がよい。
- ・試験片が軟らかい方が付着効率がよい。

参考文献

- 1) 逢坂智博 長野泰久 渡辺正次 著
表面技術 Vol.43, No.8, 1992