

# 第 7 章 概 論

4-3 電流効率 .....	19
4-4 卑な金属と貴な金属 .....	19
3 練習問題の解答 .....	20
<b>第5章 品質と検査</b>	
1 学習のねらい .....	21
2 用語解説と補足説明 .....	21
5-1 チョークテスト .....	21
5-2 自動疵検出器 .....	21
3 練習問題の解答 .....	23
<b>第6章 利用技術</b>	
1 学習のねらい .....	24
<b>第7章 今後の動向</b>	
1 学習のねらい .....	25
[参考文献] .....	26

## 1. 電気亜鉛めっき鋼板の歴史

19世紀において、鉄鋼が広範囲に使用されるようになってから鉄鋼の防錆法が重要な問題となり、この目的のために、亜鉛が使用されたのは100年以上も前であった。

記録が残っている最初の製品は1829年New YorkのDr. John W. Revereによって、国立歴史文化会館に持込まれた電気亜鉛めっきされた針である。持込んだ針は亜鉛被膜が鉄に対してすぐれた防食効果があることを立証するため1872年から海風と海水にさらしたものであった。

電気亜鉛めっきに関する最初の特許は英国で1852年に公布されている。1852年にWallに与えられた英国特許951号で鉄面に電氣的に亜鉛を付着するための溶液が記述されており、めっきがボルタ電池<sup>\*1-1</sup>で行われたと述べている。

また、他の有名な英国特許としてPerson (1854年 951号) Puls (1855年 1276号) Brown (1857年 1175号) がありこれらすべては、鉄面へ電気化学的方法<sup>\*1-2</sup>によって亜鉛を付着させることが主要なポイントとなっている。

アルカリ亜鉛シアンめっき浴は早くも1855年に特許になっているが、この種のめっき浴が工業化されたのは1916年以降である。

米国での最初の電気亜鉛めっきに関する特許は、1862年に出願されているが、実用化するには、バッテリーへ電力を供給する発電機の開発を待たねばならなかった。というのは、その当時のバッテリーといえ、直並列の6つのダニエル電池<sup>\*1-3</sup>のバッテリーが10時間に120A・hoursの出力しかなく、これでは4.80ozの亜鉛を付着するのにやっとの電力であったからである。最初の実用的な発電機(dynamo)は1880年頃出現しているが、欠陥が多く、その後改善され確かなものとなったのは20世紀当初の頃であった。

1880年から1903年の間に英・独・仏・米で49件の特許が出されているが、その主流はめっき溶液に関するものであった。

20世紀に入り電気亜鉛めっきの工業化が発達しはじめた。そのいくつかの例をあげると、1905年にMeakerによって開発されたMeaker法である。

この方法は、「酸洗系で残留する不純物スケール等は、めっきでかくされるから、前処理は雑な酸洗で充分」という従来の考えを打破し、前処理の重要性とめっき浴を組合せたいわゆる現在のめっき作業の一般方法を確立したものである。

1932年～1933年に開発されたTainton and Bethanizing法は、不溶解の銀—鉛陽極※1-4を使用した鋼線めっき浴である。

この方法は、約65%の亜鉛を含む鉱石を培焼し、この培焼亜鉛を硫酸に溶解して、亜鉛をめっき液に補給する方法である。

線材のめっきに使われる電流密度は1000～2000A/ft<sup>2</sup>と非常に高く、めっき厚みはワイヤーの送り速度で調整している。

最初の大規模な亜鉛めっきプロセスとしては、ドイツのLangbein-Pfanhauser Worksで開発されたHerman法である。

この方法は50～100A/ft<sup>2</sup>の電流密度で、亜鉛陽極を使用した鋼線めっき方法である。適正な亜鉛付着量、高度の製造技術を確立し、商業ベースに乗ったワイヤー処理方法としては最初のものであった。

1940年頃になると、アルカリめっき法であるHubbel-Weisberg法が発達した。

この方法の特徴は、原料に亜鉛ドロス※1-5等の不純物の多いものでも使用可能で、陽極にグラファイト製の不溶解陽極を使用したことである。

1940年代の初期Hanson-Van Winkle Coは酸性浴の新タイプRapid Zinc法を開発した。

この方法の電解液は若干の添加物を除いて塩化亜鉛と酢酸亜鉛で構成される単純なもので、電流密度は40～1000A/ft<sup>2</sup>であった。陽極にはAlを含んだ亜鉛※1-6が使用され、陽極効率は100%であったといわれている。

また同じ1940年代初期にCorrosizing法と呼ばれる二重めっき法が紹介されているが、これはニッケルめっきしたあと、亜鉛またはスズめっきをほどこし、500°F以上の温度で6時間加熱される。温度はベースメタル（素地）の厚みによって条件設定されている。

この工程はクリーニング（カソーディック処理）※1-7 → ピックリング（アノードック処理）※1-8 → 亜鉛めっき（酸性浴） → 後処理である。

以上述べたように、20世紀前半で、ほぼ現在のめっき浴成分が開発された。これらは大きく2つのタイプに分けられる。

一つは酸性電解液であり、もう一つはアルカリ電解液である。

前者は、硫酸塩・硫酸塩—塩化物・塩化物・塩化物—酢酸塩及びホウフッ化塩浴であり、それらが主な成分である。

アルカリ浴はシアン浴、または亜鉛化合物とピロリン酸塩※1-9がその代表である。

酸性浴は、アルカリ浴に比較して高速めっきで、操業コストが低い。一方、アルカリ浴は酸性浴に比べてすぐれたThrowing Power（つきまわり）※1-10を有し、一長一短をもっている。

したがって、酸性浴はつきまわりの点では劣るが高速めっき、低操業コストであるためストリップやワイヤーのめっきに広く用いられている。アルカリ浴はそのすぐれたつきまわり性のため、いろいろな形をしたもののめっきに用いられている。

1920年代末になって深絞り性を備えた安価な鉄鋼材料提供が可能になり、帯鋼への電気亜鉛めっきが飛躍的に発展した。

1927年の連続熱間圧延機に続いて、1929年には帯鋼の冷間圧延法の開発が行われた。この2つの技術革新によって、大量の広幅帯鋼が電気亜鉛めっきその他種々のプロセスに用いられるようになった。連続的に移動するストリップ上に亜鉛を電気めっきする方法を発明しようと、ただちに研究が開始された。最初の製品は幅20インチ以下、大部分は12インチ以下であった。ある鉄鋼メーカーは、30年代には、より広い帯鋼の電気めっき専用パイロットラインを持っていたようである。そのプロセスは不溶解陽極を使用しており、めっき溶液への亜鉛の補給として、低品位の鉱石とくず鉱を利用し、濾過と精製工程を循環させることによって維持されていたといわれている。

1939年にはWeirton steelのブリキ用のパイロットラインが亜鉛めっき用に改造された。ここではHubbel-Weisberg浴が採用され、アンモニア性塩化亜鉛錯塩が添加された。

戦争中には弾薬箱がさびによって損傷するというので、耐食性をもたせるため、電気ブリキラインがストリップ用の電気亜鉛めっきラインへと改造されていった。

これらラインで採用されている電解液は、硫酸亜鉛・硫酸ソーダ・硫酸マグネシウム・硫酸からなるものであった。

硫酸ソーダは電導性を与える塩としての作用をするが、硫酸マグネシウムは

めっき面に光沢を与えるものであった。

また、亜鉛の品位が品質に影響することが判明して以来、陽極亜鉛は純度99.99%程度のものが使われている。このようにして新しい電気亜鉛めっき専用ラインが設置されるにともなって、品質の均一性を保証する制御システムの採用・品質管理体制の整備・検査の自動化・近代設備と管理による大量生産体制が確立され今日にいたっている。

我国の電気亜鉛めっき鋼板は1953年、新日鐵(株)八幡製鐵所より市販されたボンデ鋼板が最初であった。

3g/m<sup>2</sup> (片面) 前後の亜鉛めっきに後処理してりん酸被膜をつけたもので、塗膜の密着性と塗装後の耐食性をおねがえた塗装下地鋼板である。その後より高耐食性のものという市場の要請により1961年新日鐵(株)広畑製鐵所より10g/m<sup>2</sup> (片面) 以上の亜鉛目付量を標準とする電気亜鉛めっき鋼板が「ジンコート」の名称で登場した。以後1966年日本鋼管(現JFEスチール)は「ユニジンク」、1967年川崎製鐵(現JFEスチール)は「リバージンク」、1968年住友金属は「スミジンク」、1967年東洋鋼板は「シルバートップ」、1974年神戸製鐵は「コーベジンク」の名のもとに大手各社がコイル専用の近代的な電気亜鉛めっき設備を設置し、自動車、電機、建材等の需要の伸びに支えられ生産量も増加した。更に近年、北米に於て、冬期の道路凍結防止のために散布する塩分による自動車車体の腐食が問題化し、自動車用鋼板は従来の冷延鋼板に替って、亜鉛系表面処理鋼板の使用比率が増加している。自動車用鋼板には、厳しい加工性、溶接性及び塗装仕上り性などが要求されることから、冷延鋼板を原板とする電気めっき鋼板の比重が高まっている。北米では、60~135g/m<sup>2</sup>という溶融亜鉛めっき鋼板なみの厚めっき材が使用されつつあり、国内では、耐食性、溶接性、塗装仕上がり性など各種の特性を考慮した合金電気めっき鋼板が開発され、実用化されている。その主なものは、①Zn-Ni系合金めっき、②Zn-Ni系合金の表層に有機皮膜を施した鋼板、③Zn-Fe系合金めっきの3つに大きく分けられ、また合金組織を変えた2層めっき鋼板もある。また、従来の冷延鋼板の外観及び塗装性が必要ということから、片面のみにめっきした片面めっき鋼板も使用されている。

## 2. 電気亜鉛めっき鋼板の一貫製造工程

亜鉛めっき鋼板は、溶融亜鉛めっきと、電気亜鉛めっきの2種類に分類される。その一貫製造工程は、熱延—冷延工程まで同一工程である。溶融亜鉛めっき鋼板の代表的な製造工程は、冷間圧延後、直接連続式溶融亜鉛めっきラインにて製品となる。電気亜鉛めっき鋼板の場合は、更に工程が長い。冷間圧延後、焼鈍工程(バッチ式焼鈍又は、連続式焼鈍がある)に入る。バッチ式焼鈍工程から、調質圧延工程を経由して、電気亜鉛めっき工程に流れる。一方、連続式焼鈍工程を流れる材料は、そのラインの調質圧延機により、同時に圧延処理されるので、ただちに、電気亜鉛めっき工程に流れてくる。これらの工程を流れる原板は、冷延鋼板であるが、熱延鋼板は、熱間圧延・酸洗・調質圧延を通して、めっき工程に流れる。電気亜鉛めっき鋼板は、その需要用途から、製品の機械的性質、製品形状、製品疵欠陥および製品外観は、充分注意して、用途別に製造しなければならない。

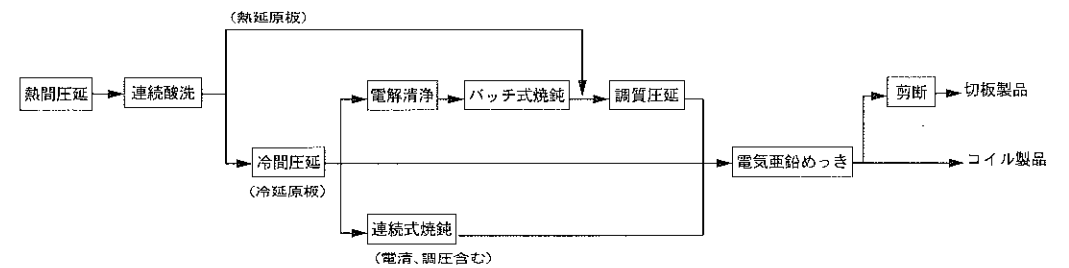


図1-1 電気亜鉛めっき鋼板の一貫製造工程

## 3. 電気亜鉛めっきの特徴

電気亜鉛めっき鋼板は、冷延鋼板または、熱延鋼板に、片面当り3~50g/m<sup>2</sup>のめっきをしたものが大部分であり、溶融亜鉛めっき鋼板のめっき量60~305g/m<sup>2</sup>/片面にくらべ、めっき量は、少ない。しかし、原板母材の加工性能が、そのまま生かされるので、需要用途としては、自動車・電気器具・建材厨房器具等の塗装部品または、耐食性を比較的求めない無塗装部品に広く用いられている。

溶融亜鉛めっきにくらべ、表面平滑度は、非常に良好であるので、特に外観を重要視する部品には、電気めっき鋼板が最適である。また、電気めっきであ