液体給電法による アルミニウムの表面処理

Surface Finishing of Aluminum by Liquid Contact Process

林 美 克 *
Yoshikatsu Hayashi*

液体給電法は、特に薄板の高速連続処理において威力を発揮する。
ここでは、接触給電法との違いを述べるとともに、実験プラントによ
って得られた電解エッチングとアルマイトに関する結果を紹介する。

1. まえがき

アルミニウム材の電解処理には、バッチ方式と連続方式がある。バッチ方式では、複雑な加工形状のものを処理できる反面、被処理物に電気接点をとるためのラッキングの作業に工数がかかり、合理化がしにくい。また、表面積の大きい薄板を処理する場合、腰折れやキズをつけやすいのが難点である。

連続方式によればこれらの欠点は解消され、さらに大量生産が可能であることから今日、建材、ネームプレート、印刷版、電解コンデンサー、自動車・航空機部材用のアルミニウムが、電解エッチングあるいはアルマイト用の一連のラインによって処理されている。

従来連続方式といえば、接触金属ロールによって直接コイルに給電する方法が主に紹介されてきたが、薄板の高速連続処理に対しては、電解液を介して間接的に給電する、いわゆる液体給電法のほうが優れている面が多い。

ここでは処理方式の違いを概説し、さらに、液体給電方式の実験プラントによって得られた結果を紹介する。

2. 液体給電法

2-1 電解槽の構成

液体給電法は被処理物に直接電気接点がとられないことから、無接触通電法とも呼ばれている。図1にバッチ処理および連続処理の場合の接触および無接触通電法に用いられる電解槽のモデル図を示した。

Aはアルミニウム材に直接電気接点を取り、対極との間に電圧を印加する、普通に行なわれているバッチ処理である。一方Bは、電解槽を2つに仕切り、電解液が2つの室の間を行ききしないように絶縁板を設けたその中央部にアルミニウム板を置いて、2つの室にそれぞれ置かれた電極間に電圧を印加して電解する液体給電法によるバッチ処理である。

Bの場合、正電極に対向したA1面は負極に、また負電極に対向したA1面は正極になるので、両室にたとえば硫酸電解液を入れると、A1の左室面では水素発生反応が、また右室面ではアルマイト皮膜生成反応が生じる。両極間に交流電圧を印加するとA1面の極性が変換するので、両面とも皮膜が成長する。

C, DはそれぞれA, Bを連続処理方式にした

*住友軽金属工業(株) 技術研究所
〒455 名古屋港区千早3-1-12
☎ 052-651-2128

*Sumitomo Light Metal Industry Ltd.
1-12, Chitose 3-chome, Minato-ku, Nagoya-shi,
Aichi 455

場合の電解槽のモデル図である。Cでは金属ロールを介してアルミニウムコイルに給電される。この際、Alと金属ロールとの接触面積が小さいため、大電流を流すとジュール熱により局部加熱が生じ、コイルが溶融したり、肉厚の薄いコイルだと溶断したりすることがある。そのため実生産ラインでは $15 \sim 20 \text{ A/dm}^2$ の平均電流密度で処理されている。

一方、Dでは左側の給電槽と右側の電解槽にそれぞれ挿入された電極間に電圧が印加され、Bと同様、バイポーラー作用により、給電槽内のアルミニウムコイルは負極に、電解槽内のアルミニウムコイルは正極となる。電極面積が大きいので、大電流を流すことができる。

2-2 液体給電法の特徴と改良¹⁾

連続処理方式の目的の一つは高電流密度電解を行なうことによって短時間処理を可能とし、生産性を上げることであるので、電流密度増加のための種々の改良がなされてきた。

(1) 電解槽

図1のDのような方式だとコイルが空中に出た際に発熱し、コイルが局部加熱される。そこで電解槽の入側で電解液により冷却が行なわれる。槽の入側はまた電流が集中するところでもあるので、

縞状のムラが生じないようにここに導入絶縁板が設けられる。

空中発熱防止のために図2のように、給電槽と電解槽を一体とした電解槽も一般に使用されている。この場合、発熱は中央隔壁部の電解液中で生じるため、電解液を急速に移動させて熱を発散させる方法がとられる。高速化のために、コイルの上下運動をなくしたストレート型電解槽によれば、電解液をコイルの動きと対向移動をさせることによって、より効率よく冷却が行なわれるが²⁾液もれが生じないように特別な槽の設計が必要となる。

(2) 電極

コイルの長手方向に均一な電流密度分布が得られるよう、図2のように電極を分割して多段としたり、各電極に抵抗を入れて電圧、電流密度を調整する方法が行なわれている³⁾。

コイル幅方向の均一化に対しては、とくに問題となるコイル端部への電流集中を避けるため、コイル端部を絶縁物でマスクしたり、コイルを適当な形状に端部処理したりする。また、片面処理のためには、ゴム、プラスチックのベルトコンベアをコイルの裏面に密着させながら電解する。

(3) 電解液

液体給電法は電解液を介して給電されるため、

図1 各種電解槽のモデル

図2 液体給電法による改良電解槽

接触法に比べて電圧の IR ドロップが大きくなり、高電圧を必要とする。そこで、比較的高温高濃度の電解液を使用することにより、電解電圧を低下させなければならない。塩化ナトリウム、塩化マグネシウム等の塩化物を添加することにより分極抵抗を小さくする試みもなされている。⁴⁾

3. 適用例

図2に基づく実験プラントを試作し、電解エッチングおよびアルマイトに対し適用した例をつぎに示す。なお、本実験プラントの設備仕様はつぎのとおりである。

最大コイル幅	300 mm
最大ライン速度	10 m/min
最大負荷電流	2000 A
電流種	交流または直流

3-1 電解エッチング⁵⁾

アルミニウム印刷版は感光樹脂層との接着性を上げ、また、保水性をよくするために、粗面化処理が行なわれる。この粗面化処理は通常、サンド

ブラスト、ナイロンブラシなどによって機械的に行なわれることが多いが、電解法によれば、高速処理が可能で、電流量と電解液を選択することにより、表面粗さと砂目パターンをコントロールすることができるので、とくに高級印刷物を対象とした印刷版の下地処理として使用されている。

図3に硝酸浴中で得られた粗面の表面粗さと電流量の関係を示した。印刷版として通常要求される表面粗さは $0.4 \sim 0.8 \mu\text{Ra}$ 程度であるので、本方法で十分対処できる。なお、ここで用いたみかけ上の最大電流密度は 180 A/dm^2 で処理時間は14秒程度である。材質的には Fe 量の多い 1100 材の方が 1050 材より表面粗さが大きくなる。

写真1は硝酸系電解浴中で交流エッチング処理したコイルの表面エッチングパターンで、 $2 \sim 7 \mu\text{m}$ のピットがきれいにハニカム状に並んでいる。一方、写真2は塩酸系電解浴中で交流エッチング処理したコイルの表面エッチングパターンであり、開口部 $10 \mu\text{m}$ 程度のクレータ状ピットが生成している。なおいずれの場合も、電解エッチング後の

図3 表面粗さと電流量の関係（硝酸浴）

表面には水酸化アルミおよび添加剤から成る皮膜が生成しているので、デスマット処理を完全に行なわなければ、写真1, 2のような鮮明なパターンはみられない。

塩酸系電解浴中で、直流電解エッチングを行なった場合には貫通型の深いピットが生成するので、表面拡大率を要求する電解コンデンサー用高純箔のエッチングに用いられている。

電解エッチングはアルマイト以上に素材の材質および表面状態の影響をうけるため、ロール等の接触はできるかぎり避けることが望ましい。また、板厚は印刷版では0.2～0.3mm、電解箔では0.1mm以下と極めて薄いため、液体給電法がこの分野では効果的に用いられている。

3-2 アルマイト

アルミニウム表面に塗装を行なう場合、塗膜との接着性および耐食性を向上させるためにクロレート等の化成皮膜処理が行なわれているが、薄い

写真1 HNO₃系電解浴中で交流エッチング処理した純アルミニウムコイルの表面 SEM

写真2 HCl系電解浴中で交流エッチング処理した純アルミニウムコイルの表面 SEM

アルマイト皮膜もまた接着性にすぐれているので、塗装の下地処理として適用することができる。

図4は50℃の硫酸浴中で直流アルマイト処理をした場合の皮膜重量と電流密度の関係を示す。2 μm(約50 mg/dm²)以下の薄い皮膜では電流密度に対しほとんど直線関係に皮膜が成長する。

一方、図5のリン酸浴アルマイトではリン酸の溶解作用が激しいため、高電流密度、長時間電解となるにつれて、皮膜の生成速度が小さくなる。なお電解電圧は硫酸浴で20～40V、リン酸浴で20～50Vであったが、硫酸浴の場合、浴温を70℃まで上げると電圧は3～7V低下した。この条件下においても生成皮膜は外観上ムラ、ヤケともになく均一であった。

写真3は硫酸アルマイト皮膜の表面電顕写真を

図4 硫酸浴直流アルマイトの皮膜重量
20wt, % 硫酸, 50℃

図5 リン酸浴直流アルマイトの皮膜重量
30wt, % リン酸, 50℃

示す。低電流密度のバッチアルマイト皮膜に比べて、高温高電流密度の本皮膜は表面粗れの大きいのが特徴で、電解初期には島状の皮膜が生成する。

このような皮膜が塗膜との接着性において優れた性質を示すのは、表面粗さと激しい溶解作用により生じた皮膜孔径の拡大、ならびに表面に生成するゲル状層に基づくものと思われる。

4. あとがき

液体給電法の原理とその適用例を紹介させていただいた。実験データについては古くなっていて現在の工業技術の進歩にそぐわない点があるが、ご容赦いただきたい。

著者は10年ほど前に、塩ビ管およびアルミ管を電解槽にして中央部に絶縁隔壁を設け、アルミ線およびアルミ板を静止させて、図2の構造に基づく液体給電法によるエッチングおよびアルマイト処理をしたことがあるが、無接点であるにもかかわらず接触法と同様な仕上がり面が得られ大いに感激したことを覚えている。

この分野は文献も少ないので、特許等を参考にしながら、まずはトライしてみて、改良を重ねてゆかれることをお勧めする。実生産設備については設備メーカーと相談されたい。

(82S-H39, 二段レプリカ法)

0.2μm

写真3 硫酸浴直流コイルアルマイト処理板の表面電顕写真

参 考 文 献

- 1) E. Herrmann: Aluminium, 29, 465, 1953
- 2) Modern Metals, 27, 9, 1964
- 3) E.F. Barkman: Symposium on Anodizing Aluminium, 115, 1967, Aluminium Federation
- 4) F. Csokan: Werk u. Korros., 4, 307, 1964
- 5) 鈴木敏夫, 林美克: 金属表面技術, 30 (1979), 541.

叩 * 4,000台突破 *
めっき厚の品質管理に!!

金めっきまで測れます。

**● 電解式めっき
厚さ測定器**

株式会社 **中央製作所**

NEW MODEL

(カタログ送呈)

名古屋瑞穂区内浜町2丁目75番地
〒467 ☎ <052> 821-6111(大代表)
東京 <03> 432-1571
大阪 <06> 762-1901
福岡 <092> 522-1785
新潟 <02563> 4-8394