

# アルミニウムの陽極酸化の現状と今後についての一考察（ ）

佐 藤 敏 彦 ）

## 2. アルミニウム陽極酸化の実務工程での現状と将来

40年以上、「アルマイトの世界」にお世話になっている筆者であるが、工場勤務の経験は全くないので、「実務工程での現状と将来」の執筆には適任でないが、2.1.1で紹介した、中小企業総合事業団編による「アルミニウムの陽極酸化処理に係わる技術・技能」(平成12年7月)のマニュアルを参照しながら、筆者が工場見学などで体験した私見を述べる。同マニュアルは全212ページで、詳細目次だけでも4ページである。以下に第1章～第12章の大目次だけを表1に示す。

表1 「アルミニウムの陽極酸化処理に係わる技術・技能」の目次

1. 被処理アルミニウム材料	5. 着色法	9. 処理品目の代表的なプロセス
2. 前処理	6. 水洗	10. 品質管理
3. ジグ付け（ラッキング）	7. 封孔処理	11. 環境管理
4. 陽極酸化	8. 工程管理	12. 安全衛生

### 2.1 「被処理アルミニウム材料」について

昔は、材料の入荷、製品の出荷など「入荷伝票」や「出荷伝票」などは手書きであったが、今は小さいアルマイト会社もパソコンで処理し、受・発注先、材料の種類による陽極酸化条件など詳細に管理されている。また、アルミ材質についての最小限の知識がないと、アルマイト処理が健全にできない。

### 2.2 「ジグ付け（ラッキング）」について

ラッキングについては多数の蛍光灯を設置した「一段と明るい場所」で作業しているのを見かけたことがある。昭和40年代は、アルミ・サッシのラッキングについて、「立て吊りか？横吊りか？」が検討された。

### 2.3 「前処理」について

前処理では、主にアルカリ浴を用いる処理法が一般的であるが、各種の前処理法がある。環境面では、前処理用アルカリ浴からのミストが飛散するので、現在、殆どのアルマイト工場では、ミストの飛散を防止する設備が設けられている。今後アルマイト工場を新設する場合には、工場の内外へのミストの飛散を防止する設備を必ず設置する必要がある。

### 2.4 「陽極酸化」について

「アルミニウムの陽極酸化処理に係わる技術・技能」のマニュアルでは、「4.2節 硫酸

）元芝浦工業大学

法」、「4.3節 しゅう酸法」、「4.4節 硬質陽極酸化法」が取り上げられている。

現在、アルミニウムの陽極酸化は、そのアルマイト皮膜の 90%以上が硫酸浴を用いて行われている。次に述べるしゅう酸浴を用いる陽極酸化法は、日本で発見、開発された方法であり、古くは、主流をなしていた。しかし、現在は、安価、液管理の容易さに加え、遊離硫酸の濃度、溶存アルミニウム、電流密度、浴温度、電解時間、電流波形など、また、生成する皮膜の物理的、化学的性質や皮膜構造への影響など、研究はし尽された感があり、更には、電解液である硫酸やアルミニウムの回収などクローズドシステムもほとんど完成されている。以上のことから、容易に陽極酸化が行える環境にある。しかし、硫酸浴アルマイトについては、「硫酸浴アルマイト皮膜に含まれている硫酸根 ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) が悪影響を及ぼすので、プラズマ・チャンバーやペリクルなどでは硫酸浴アルマイトを使わない」という報告もある。

欧米のホームページでは、日本では、しゅう酸浴アルマイト法による黄褐色のアルミ鍋、アルミ急須が使われていて、馴染みが深い。昨年はしゅう酸浴による「小型高速アルマイト設備および小型排水クローズド設備の実用化」が表面技術協会の技術賞に選ばれている。しかし、欧米のホームページでは、「日本には、しゅう酸浴アルマイト法と言う特殊なアルマイト法がある」との記述もある。

硬質アルマイト法には低温浴法と硫酸・有機酸混合浴の場合がある。Hv 350 前後のアルマイト皮膜が硬質アルマイトであるが、「弊社の硬質アルマイトは Hv 500 です」などの広告もある。さらに、「プラズマ電解酸化法による皮膜の硬度は Hv 800」との報告もある。

米国のアルマイト規格 (Mil Spec 8625 F) はタイプ (クロム酸浴皮膜)、タイプ (硫酸浴皮膜)、タイプ (硬質アルマイト) の 3 種類である。( [http://www.anodizing.org/Reference/reference\\_guide.html](http://www.anodizing.org/Reference/reference_guide.html) )。ボーイング社のほう酸・硫酸混合浴 (BSAA)、エアバス社の酒石酸・硫酸混合浴 (TSA) など多くの有機酸・硫酸混合浴が報告されているが、日本では馴染みのない陽極酸化浴である。

陽極酸化処理の電源は直流法が一般的であるが、交流法、交直重畳法、パルス法、Duty法、高周波法も提案された。広く普及した方法と一時の話題で終わった電解法もあった。

## 2.5 「着色法」について

第 5 章で、「5.1節 染色法」、「5.2節 電解着色法」、「5.3節 自然発色法」がまとめて解説されているが、多くの先輩のアルマイト技術者たちが上記の 3 種類の技術を改良してくれたので、今日の「業界標準の技術」が確立した。

## 2.6 「水洗」について

第 6 章では「陽極酸化と水洗」と「着色後の水洗・湯洗」の 2 テーマに分けて解説しているが、不十分な水洗はアルマイト皮膜の耐久性や外観に著しい損傷を及ぼす。

## 2.7 「封孔処理」について

純水高温封孔処理と酢酸ニッケル封孔処理の 2 種類の封孔処理法が、昭和 40 年代の「常温封孔処理法」の出現で、3 種類の封孔処理のいずれの方法を採用するかが、アルマイト技術者の「技術ノウハウ」にもなった。数年前に、リチウム塩による封孔処理が話題になったが、その後、どうなったのだろうか？

## 2.8 「工程管理」について

アルミ・サッシ会社などに就職した卒業生が、「研究開発が配属希望であったが、現場に配属でした」と残念がっていた。「工程管理は大切だよ！」と慰めた。巨大電解槽での均一表面処理は高度な工程管理でないと不可能である。

## 2.9 「処理品目の代表的なプロセス」について

建材、装飾品、台所用品、硬質陽極酸化の各プロセスでの注意事項などが解説されていたが、各種の筐体のアルマイト処理への言及が無いのは、平成12年(2000年)のマニュアルだからである。時代によるアルマイト処理品の変遷を感じた。

## 2.10 「品質管理」について

アルマイトJISに関連する事柄が解説されているが、「JIS試験をクリアーしました！」では品質保証にはならない時代が来るかもしれない。なぜなら「電子顕微鏡で高性能の原因を立証できました」が要求される時代が来ているからである。しかし、JISで定められた陽極酸化皮膜の性能試験や検査などは、装置があれば誰にでも簡単に出来るが、電子顕微鏡や他の分析装置などは、誰もが必要なときに使用できる装置ではない。専任のオペレーターを常駐していなければならないなど、高度な操作技術を必要とし、各社で購入するには高額すぎる。このような機種を使用して品質を管理するには、遠い将来では可能かもしれないが、そう簡単に変わるとは考えられない。現在のJISは、使用環境に合った性能試験や検査が定められているため、簡単には変更されないであろうが、皮膜の等級や試験方法などの内容については、今後少し変えられるかもしれない。

## 2.11 「環境管理」について

本節の「環境管理」と次節の「安全管理」が製造業での最重要事項になった。環境規制を遵守するのは当然で、「我が社の環境宣言」を公開している会社も多い。従業員に資格試験の受験は、従業員の技術屋としての能力の向上になり、会社のメリットにもなる。

## 2.12 「安全管理」について

大学生の時に、化学薬品Aと化学薬品Bを加えたら、異臭が発生した。そして、指導教授から強く怒られた。「キミ！その化学反応は旧ドイツ軍が使った"ホスゲン"の化学反応だ！」と言われた。「ホスゲン」という化学物質を初めて知った。その後、芝浦工業大学でアルマイト実験をしたが、何度も事故に遭遇した。硫酸アルマイト浴を廃液処理するのに粒状の水酸化ナトリウムを投入したら沸騰状況になった。電流は小さかったが、650ボルトの直流電源でアルマイト電解していた試料を、電源を切らずに、手で持ってしまった。手の肘(ひじ)の部分に今も電気火傷の跡がある。……これらの体験談で言いたいことは、事故防止のために、「注意の上にも注意が必要」である。

## 2.13 「アルミニウム陽極酸化の実務工程での現状と将来」の目的と結論は？

学術雑誌にふさわしくない言葉で恐縮あるが、倒産した多くのアルマイト会社、やっと生き延びているアルマイト会社、会社名称は同じであるが、全くの別人が継承しているアルマイ

ト会社、統廃合された多くの大手アルミ・サッシ会社、新たな設備投資や増築をしたアルマイト会社、海外進出したアルマイト会社、…。この違いの原因は何か？

さらに、歴史的な事例がある。東京商工リサーチのホームページに、「公開日：2013.04.2 ～地域経済活性化支援機構の支援企業では初の破綻～」の倒産速報がある（[http://www.tsr-net.co.jp/news/flash/1237351\\_1588.html](http://www.tsr-net.co.jp/news/flash/1237351_1588.html)）。抜粋を以下に引用した。

「旧：コロナ工業（株）（現：CRN（株））の創業は昭和23年に遡る老舗メーカー。アルミ表面処理加工を得意とし、家電や自動車製品に用いられる部品の表面処理加工を行っていた。技術力には定評があり、大手メーカーなどとの取引関係を有し、平成21年3月期は年商52億5600万円をあげていた。しかし、……。 (中略) ……こうしたなか、平成23年5月、メインバンクの商工組合中央金庫および事業スポンサーの伊藤忠プラスチックス（株）との連名で（株）企業再生支援機構（現：（株）地域経済活性化支援機構）に再生支援の申込みを行い、5月20日付けで再生支援決定を受けた。……。 (中略) ……業績回復には至らず、25年3月期は年商13億5400万円、純損失1億7000万円を計上。今後は新しいスポンサーのもとで再建を目指すこととして今回の措置に至った。」

補足説明をする。大正末期に理化学研究所の宮田聡が「アルマイト」を発明した時に同所に勤務していた技術者がコロナ工業（株）の創業者で、古いアルマイト便覧に原稿執筆もしている。2代目の社長は80歳超えであるが、元気である。旧ソ連へネームプレート技術を輸出したり、軽金属学会誌に長文の「アルミニウム表面処理」の技術解説を書いている。

## 2. むすび

以上、アルミニウムの表面処理の現状と、将来についての願望について述べてきたが、アルミニウムの陽極酸化については、電解条件と皮膜の性質との関係、浴管理、クロードシステムなどによる廃液の処理法、使用浴成分が安価であること、その他アルミニウムの陽極酸化に関してほぼ完全に研究されていることより、『中性洗剤による脱脂・水酸化ナトリウム溶液を用いるエッチング 硫酸浴を用いる陽極酸化 沸騰水を用いる封孔処理』の基本行程は数十年後でも変わりはないと思われる。しかし、特殊な形状の材料や特別な用途に使用される製品では、特殊な電解方法や特別な混合浴を使用して陽極酸化が行われると思われるが、各社各様で一般には公表されないかも知れない。今後遠い将来において、排水基準が厳しくなることや、現在使用されている劇毒物が、大学や公共の研究機関などでは使用が可能であっても、一般企業では使用禁止になる可能性もあり、さらに、場合によっては製造が中止される事態が起こるかも知れない。したがって、将来はできるだけ無害で、安価な扱い易い工業薬品を使用することに限定されるように思われる。

「近畿大学学術情報リポジトリ」のお蔭で、会員も非会員も、「近畿アルミニウム表面処理研究会誌」を読めるので、気軽にアクセスして下さい。

## 3. 参考文献

- 1) 前嶋正受 近畿アルミニウム表面処理研究会、平成 26年度特別講演会要旨集、p14, 平成 26年 12月