揺動型バレルめっき装置の生産性について

Productivity in Automatic Rocking Barrel Plating

杉 本 章 郎*

Akio Sugimoto

回転型バレルの諸特性と比較しながら、揺動型バレルの生産性について実務的見地から報告する。

1. は じ め に

技術進歩の目覚しい中にあって、比較的立遅れの感ぜられるものの一つにバレルめっき装置が挙げられるのではなからうか。

従来のバレルめっき処理の欠点を認識しつつも、その具体的改良、改善について懈怠していたと思われる。また、これらに関する実務的資料、文献も極めて乏しい。

そこで装置更新の機会に回転型から揺動型バレルに切換え、その諸特性、並びに生産性を確認したので実務的見地からこれを紹介する。

なお、理論的解析等は諸兄にゆだね、また自動投入、排出についての詳細は割愛した。

2. 揺動型バレルの選定

装置更新に際し、以下を目標とした。

- ①生産性の向上
- ②製品の投入・排出の自動化
- ③歩留の向上（不良率の低減）

この目標を達成し得ると思われるバレルとしては、自動開閉蓋を備えたものと、より原始的に蓋のない、いわゆる揺動型バレルとがあり、また本体構造としては変形多角型と丸型とがあった。

そこで、第一に処理特性の向上が期待でき、かつ自動投入等のできるものとして開孔率の大きい揺動型を選定した。その根拠としては、開孔率一通電効率ないし電流効率等の理論により沿うものと判断したわけで、これは静止型（ラック型）とバレル型の特性の差異という経験則からも当然とみたわけである。

第二に、上記③を達成するものとして、後述するごとく、バレル内の製品の挙動特性から変形多角型の一つを選定した。

3. 製品の挙動特性

3-1 採否判断基準

新規な装置を設置する場合、生産性、品質確保は、少なくとも既設によるものと同等以上でなければ、多少の目新しさは製造者、運

* 三精工業(株)化学研究室長
〒934 富山県新湊市奈呉ノ江13-8
☎07668(4)4861

* Sansei Industry Co.,
13-8, Nagonoe, Shinminato-shi, Toyama 934

用者にとっては何ら意味のないことであり、諸氏の一致するところと信じる。

かかる観点から、当社では揺動型の採用に際し、バレル内の製品の挙動、いわゆるかくはん性をその採否判断基準と定めた。

具体的には、製品サンプルを色分けし、透明な揺動型バレルでテストをしてみた。所定数の揺動回後、その混合状態で良否判断を行った。

3-2 結果

いずれのサンプル（回転型で歩留の悪い形状を重点的に選択した）においてもかくはん性は極めて良好であった。

しかも、従来、製品自体がバレル回転に伴って絡み合い、球状体化していた薄板曲加工品や相互に一面が密着し、不良率の高かった平板状製品等については、それら現象が生ぜず予想外であった。当然ながら丸物、短尺棒状品に関しては問題なかった。

これは、図1に示すごとく回転型では上滑り状態でかくはんされるのに対し、揺動型では反転動作のたびに上部と下部とが入れ替わるようかくはんされることによると思われる。

後述する生産性等からみても、この判断基準は妥当であったと考える。

なお、当社製品種類から上記の形状を選定したが、製品種類によっては他の変形状を選ぶべきことも必要と思われる。変形状態にかくはん性の秘密があるようだからである。

4. プロセス及び装置の概要

1) プロセス

- めっき種類：亜鉛めっき
- めっき浴：アルカリジネート浴

2) 装置

型式：全自動・揺動型バレル

図1

めっき装置（自動投入排出機構付）

バレル型式：変形多角形型（600A型）

バレル容量：600φ×1,000L×8t,
240ℓ

3) 製品

形状：150種以上（図2に後記するテストサンプルを示す。）

5. 揺動バレルの諸特性

ほぼ密閉構造たる回転型では、バレル内の液が更新されにくいという事実から、金属塩が減少し、陰極電流効率が低下し、液温が上昇し、まためっき仕上げ状態が劣悪化する。従って、静止型に比較して諸特性が劣るとされている。そこで、揺動型は回転型に比べてのように改善されているのかを検討してみた。

結論的には、おのおのの現象、特性でとらえるべきでなく、電流効率等も含む生産性から判断すべきと思われるが、製造者によって一つの特性に注目して採用すれば、その目的を達成できる例も多いと考えるため、表1

図2

表1 揺動バレルの諸特性

項 目	揺 動 型 判定〔 〕内は条件	回 転 型 判定〔 〕内は条件	特 性 比 較 (回転型に対する揺動型の得失)
液の更新性 (バレル内容積相当量の更新時間)	1.8~2.5秒(5秒毎) 〔1分間に6往復回転〕	2分40秒 〔正六角形(外径d)、0.933d浸せき6rpm運転によるポンプ効果〕	著しく改善されている。 又、陰極相互間の衝突をも考えれば陰極表面極近状態は十分なエヤレーションを行なった静止型のそれと同等以上と考えられる
液のかくはん性	還流するので極めてよい	還流しない。	著しく改善されている。 従って、陰極有効面積の増大が期待できる
製品のかくはん性	良好 〔1分間に6往復回転〕	普通〔6rpm〕	皮膜厚一性及び歩留の向上が期待できる
製品の投入量 製品の処理適応性	形状・嵩比重・要求品質による多量高品質製品 密着化、球状化しやすかった製品その他回転型で不良率の高かったもの	同左 多量低品質製品 変形、破損しやすく1rpm以下の運転を要するもの等	処理適応性との関係による } 製品に最適なバレル形状を選定できる
開 孔 率	15.2%〔無蓋部が上方にあるときの平均〕 28.7%〔無蓋部が真横にあるときの平均〕 58.2%〔無蓋部が真横にあるときの無蓋部側平均〕	15.2%〔全体の平均〕	1往復回転の平均開孔率は平均36.7%となり、回転型に対し約22%増大している
電 圧 降 下 (壁板での電圧降下)	1.03V 〔A.Kenneth Grahamの実験式において、 t=8mm, I=600A ρ=52Ω-cm, r=36.7%〕	2.24V 〔同左、但しr=15.2%〕	めっき電圧を6Vとすれば回転型に対し極間電圧を16.7%低くできる。従って、16.7%の電力消費量の軽減がき得る
高 速 性 液 濃 度(活量) 陰極表面液濃度 拡 散 層	期待できず 〔初期保有量で十分〕 期待できる 〔製品と液のかくはん性から〕 期待できる 〔製品と液のかくはん性から〕	Base Base Base	陰極表面の液濃度と拡散層の改善が期待されるため高速化が図れ得る。 例えば、表2のテストによる電解時間と皮膜厚から回転型と比較すれば約42%の高速化が達成できたことになる。

にまとめてみた。

6. 生産性

以上の諸特性の差異が結果として、生産性にどれ位の効果を生ずるのか、電流効率と膜厚均一性から判断すべく比較検討した。

6-1 電流効率

従来運用していた回転型を基準として、同一条件の下揺動型の電流効率を実測した。

回転型は、薬品メーカーの推奨する電圧、電流密度、液温、液組成での運転基準値は10.8 μ mを得るのに80分の電解時間を要し、電流効率は47.9%であった。

表2の実測値より、平均電流密度0.905 A/dm²、平均膜厚17.9 μ mであるから、理論値に対する電流効率は87.7%である。なお、サンプル2は、特殊として取除いてみたときの電流効率は66.2%となる。そして、各測定誤差を+5%、-0と仮定すれば63.0%となる。

結局、揺動型の電流効率は、63.0~87.7%の間にあることは確実視できるから、回転型（平均として47.9%とする）の電流効率に比較して31.5~83.1%向上したことになる。

6-2 膜厚均一性

結論的にいって、バレル内各所および製品内各所の膜厚は回転型のそれに対し、総じて均一化していた。従って歩留は極めて向上し、表2のテストにおいても不良品は皆無であった。

ただし、膜厚の均一性は製品の形状、要求品質等によって、その許容値もまちまちであろうから、表3および図3に一例を述べ諸氏の判断にゆだねるものとする。

6-3 光沢度、密着性等

光沢度、密着性などの皮膜特性は、勿論製品として満足し得ることを前提とし、目標を達成している。

表2 電流効率と膜厚均一性の比較

槽	サンプル	処理量 dm ² / バレル	電 流 量		平均 膜厚 μ m
			A *	A/dm ²	
1	サンプル1	600	600	1.00	17.9
2	"	630	600	0.95	14.6
3	"	590	610	1.03	18.1
4	"	610	580	1.05	18.0
5	"	570	580	1.02	17.5
6	"	650	620	0.95	16.3
7	"	540	580	1.07	19.0
8	"	590	600	1.01	18.3
9	サンプル2	440	530	1.20	27.5
10	"	424	510	1.20	26.0
11	サンプル3	524	540	1.03	14.0
12	"	524	500	0.95	14.0
13	サンプル4	787	540	0.68	13.0
14	"	787	600	0.76	14.0
15	"	787	620	0.78	14.3
16	"	787	590	0.75	14.0
17	"	787	530	0.67	13.2
18	"	787	580	0.74	13.8
19	"	787	630	0.80	14.5
合計		12,201	10,940		
平均		642.2	576	0.928	16.7

(条件)

液 組 成: Zn濃度9%/l

NaOH125%/l

液 温: 28°C

電 圧: 10~11V(制御盤メータの読取)

電 流: Max.12,000~AV10,000~min.

10,500A(制御盤メータの読取)

*印は槽壁上両側にそれぞれクランプメータ設置、メータの読取平均

膜 厚: パーマスコープ非破壊式

3個×2点×3回測定の平均

処 理 量: dm²はサンプル2個の実測平均値×総個数

めっき時間: 80分

運 転 状 況: 19連槽一括運転、各バレル6往復揺動

7. 考 察

揺動型バレルを採用した結果、目標値は十分達成できた。

表3 バレル内各所および製品内各所の膜厚の測定値

測定箇所		製品内測定場所							バラッキ*
		①	②	③	④	⑤	⑥	Ave.	
バレル内 サンプリング 箇所	①	21.7	17.2	19.2	16.8	19.7	19.5	19.0	0.98
	②	20.7	17.5	19.8	17.8	20.3	22.0	19.7	1.07
	③	22.8	16.3	21.3	17.0	19.2	19.8	19.4	1.00
	Ave.	21.7	17.0	20.1	17.2	19.7	20.4	19.37**	
	バラッキ*	1.12	0.88	1.04	0.89	1.02	1.05		

注1) バラッキ*は、平均値**に対する各Ave.の比率によって求めた。

注2) バレル内サンプリングは無作意に3ヶずつ行ない、1時間乾燥後測定した。測定値は3ヶの平均値である。

図3

以下、目標に対しての考察をまとめると、

① 生産性の向上

揺動型は回転型に対して、製品投入量がやや少なくなるのではないかと当初懸念していたが、歩留りをも考慮するとほぼ同等であり、また電流効率の飛躍的向上、処理可能製品の拡大等から高速処理ができる。さらに、製品投入・排出作業、処理後の良否選別作業およびクロメート処理作業に要していた労力の削減ができた。従って、総合的に見て生産性は著しく向上した。

なお、製品の形状、嵩比重によって最適投入量を運用上把握すれば、より向上でき得るものと期待している。

② 製品の投入・排出の自動化

製品の形状等にかかわらず安定した運転ができた。この点、無蓋である構造自体に基づき確実性は維持できると考える。

なお、自動排出においては、さらに機構的考慮を加えれば、より品質向上に直結できるのではないと思われる。

③ 歩留の向上（不良率の低減）

従来、球状体化、相互間密着化しやすかった製品が、それら現象を生じないことから不良率は減少した。従って、前述の生産性向上に直結した。

④ その他

クロメート処理においては、揺動回数を少なくすることが望ましく改良した。

8. お わ り に

製品の投入・排出の自動化という目的から揺動型バレルを採用したが、その結果はバレル構造自体に基づく諸特性の改良点から生産性の向上が確認できたこと、および電流効率、製品のかくはん性など興味深く、また実用的データーの一端を入手できたので紹介した。実務者諸氏の参考に供すれば幸いである。

終りに、現場測定には設備を担当した東洋技研工業㈱、富士技研工業㈱のご協力を戴いた。

参 考 文 献

- 金属表面技術協会編；メッキ技術資料集〔4〕“工業用めっき”
- A.Graham；Electroplating Engineering Handbook, Van Nostrand Reinhold Company
- 中村経営研究所編；めっき工業におけるクローズドシステムの理論と応用