めっき装置の今とこれから

松 下 哲 夫^a^a 松下技術士事務所(〒354-0035 埼玉県富士見市ふじみ野西 2-1-1 アイムふじみ野西 2-1201)

Plating Equipment: Its Present and Future

Tetsuo MATSUSHITA^a^a Matsuhita Consulting Engineering Office (Aimufujimino W2-1201, 2-1-1, Fujimino nishi, Fujimi-shi, Saitama 354-0035)**Keywords** : Batch Type Plating Equipment, Continuous Type Plating Equipment, Total Productive Maintenance

1. めっき装置の分類と種類

めっき装置の生産方式には、図1に示すようにバッチ式と連続式がある。装置の種類とジグとの組み合わせで構築されるので多岐にわたる。

2. バッチ式めっき装置

バッチ式めっき装置の代表的な搬送方式はキャリア式である。キャリア式では、片(個)の製品を群にして搬送し、前処理からめっき、乾燥までを行う。キャリア式には被めっき部品のサイズに応じた方式があり、小型には片持ち式(図2(a))、中小型には天井走行式(図2(b))、中大型には門型式(図2(c))の装置が使用される。

一方、単一工程で処理される小型部品のめっきには、ピッチ送り式装置が使用される。ピッチ送り式には、エレベータ式とプッシャー式がある。エレベータ式は、図2(d)に示すように、モーターでスプロケットを回転し、昇降機構(エレベータ)を1ピッチずつ前送りする装置である。また、プッシャー式は、図2(e)に示すように、前送りシリンダーでプッシャーを押し、ジグ吊り下げアームを1ピッチずつ前送りする装置である。

バッチ式めっき装置では、片のものを群にするためにジグを使う。ジグにはバレル(図3(a))、引っ掛けジグ(図3(b))、クリップジグ(図3(c))等があり、搬送系との組み合わせで多種類のめっき装置が構築される。

図1 めっき装置の生産方式

図2 バッチ式めっき装置

図3 ジグの代表例

高度成長期の日本においては、良い製品を大量・安価に生産することが製造現場の使命であったため、今でも良品を大量・安価に生産する技術は世界に誇れるものと考えている。ところがバブル崩壊後は、いろいろな種類を少し生産するいわゆる多品種・少量生産が生産方式の主流になっている。

このような状況のもと、新製品の開発現場では、かつての大量生産機を用いた新製品のめっきが、試行錯誤を重ねて行われる。その結果、完成した良品サンプルをユーザーに提出し、実際にサンプルが承認されたら大変である。製品は正式受注になり、めっき生産はサンプルづくりの条件を維持しなければならない。処理条件ぎりぎりのところで生産するため、少しでも条件が狂うとめっき装置はたちまち不良品の大量生産機となる。

多品種・少量生産では品種の切り替えや処理条件の設定などに時間がかかる。さらに、納期確保のため作業や監視がおろそかになり、不良をだしてしまうのは目に見えている。

3. 連続式めっき装置

めっき処理システムにはバッチ式処理のほかにもうひとつ連続式処理がある。連続式処理には、連続した製品(フープ材)のめっき処理と、片(個)のものをコンベアを利用し連続的に搬送(製品の自走)しながらめっき処理をするコンベア式とがある(図4)。

バッチ式処理と連続式処理の大きな違いは品質にある。連

続式処理は同じ方向に同じ処理が施されていくため、品質は均一になるという大きな特徴がある。

連続式処理の代表であるコネクタ金めっき装置では、省金を考慮した部分めっきが主流である。部分めっきは現在10種類以上の方法が採用されている。これは多品種・少量生産のため1種類の部分めっき方法では仕様に合わず、何種類もの部分めっき方法が必要になるからである。最近ではPCBも板厚が薄くなり(40 μm 程度)ロールの状態で連続処理するものが増えている。どちらも R to R (reel to reel / roll to roll) と呼ばれ生産現場における生産基準も変化してきている。連続式めっき装置の導入により生産現場では作業ルールも少しずつ変わってきている。連続式めっき装置では製品をロード側にセットすればその製品(例えば reel / roll)のめっき処理が終わるまで作業者は他の作業ができるので、一人で複数の装置を操作することができる。別の装置で別の製品がめっきできることはそのまま多品種・少量生産に対応できることになる。

4. 多品種・少量生産

多品種・少量生産では当然のことながら品種の切り替えが頻繁に行われているため、従来のような大型機(大量生産機)では、

- ①品種切り替えに時間がかかり装置の停止時間が増える
- ②少量生産に大型機を運転しなければならずエネルギーの

(a) 連続搬送式：ローラーコンベア

(b) 連続搬送式：ベルトコンベア

図4 連続式めっき装置
(写真提供：三友セミコンエンジニアリング㈱)

表 1 不合理点の合理化

大量生産装置の不合理点	不合理点の合理化
品種の切り替え時装置停止	限定能力の小型装置を複数設備する
少量受注に大型装置稼働	小型装置のみ稼働すればよい
トラブル発生時全生産停止	複数装置が同時にトラブルを起こすことはほとんどない
設計条件の不適合	小型装置は設計変更、改造が安価
対象製品の変化	小型装置の入れ替えをすればよい

無駄

③トラブル発生時にめっき装置が停止するため全生産が停止する

④設計条件に不適合な製品は生産が難しい

⑤対象製品のめまぐるしい変化に装置が追従できない

など対応が難しくなっている。

表 1 に不合理点の合理化をまとめた。大量生産機の不合理点は、小さな能力の装置を複数設置し多品種・少量生産に対応することで解決できる。

日本では大量生産の時代は既に終わり、多品種・少量生産（それも超が付くほど）に対応する装置，人，ルールが必要になってきている。

5. 6つの工学

めっき装置は機械，電気，化学，流体，熱，材料の6つの工学を駆使しなければ設計，製作はもとより使うこともできない。生産装置で6つの工学を使わなければならない装置は他には見当たらない。6つの工学がめっき装置のどの部分に使われているかを表 2 にまとめた。

表にまとめたようにめっき装置は，いかに「計算でなりたち，数値で管理が可能である」ということがわかる。

このようにめっき装置は6つの工学を使って設計し，製作し，使い，しかもこの6つの工学が満足して初めて良いめっきができる。そのため，めっき現場ではこの6つの工学を管理する技術者が必要になってきている。今後めっき現場では，めっき，品質管理の技術者はもちろんのこと，機械，電気の

技術者も育成しなければならない。すでにこのことに気がつき積極的にめっき現場に機械，電気の技術者を採用している企業もある。それと同時に保守・点検・整備の重要性も増している。

6. 保守・点検・整備

保守・点検・整備とは，読んで字のごとく，良い状態を保ち，それを守るため，点検し整備することである。それほど難しく考える必要はない。良い状態を保ち守るため何をすれば良いかを考えれば良い。これができる会社は自然と生産性が良くなる。

「整備」とは，悪くなりそうなところを，早期に発見し手を加え，正常に戻すことであり，事故・故障などが発生してから直す「修理」とは別である。悪くなりそうなところを整備することは誰にでもできる。例えば，ボルトが緩んでいたら締める，部品が摩耗していたら交換するなどで，標準的な工具を使える人であれば誰にでもできる。

点検して悪くなりそうなところを見つけるためには異音を聞く。「定期・定点・定則」点検をすれば異常を見つけることができる。

6. 1 異音および振動

トラブルの現象は，ほとんどの場合，異音から始まる。毎日の作業中，昨日と違う，午前中と違う音が聞こえたら，要注意である。

1) カタカタ，コツコツ，コトコトなどは衝突音で，機械・装置のどこかが衝突している音である。機械・装置の音

表 2 6工学のめっき装置への応用

工学	機械	電気	化学	流体	熱	材料
応用場所	キャリアの走行・昇降駆動計算	機器動作駆動源検討	電気化学	ポンプ容量計算	加熱工程熱収支計算	耐熱・耐食検討
	速度計算(ギア比による駆動計算)	装置総電力計算	めっき前処理	液流速計算 配管径計算	乾燥機熱収支計算	強度検討
	駆動モータの機種選定	照明	電気めっき	液循環計算	冷却熱収支計算	SUS 材検討
	揺動駆動計算	PLC/PC	化学めっき	排気計算	加熱用ヒータ計算	樹脂材質検討
	バレル駆動計算	制御設計 PLC プログラム	めっき後処理	排気ダクト径計算	加熱用蒸気計算	ゴム材質検討
	連続搬送駆動計算	PLC 選択	自動液補給	排気ファン・スクラパー計算	冷却用冷水計算	タンク材質
	チェーン・ベルト強度計算	電線許容電流	タンク材質	部分めっき流路・流量計算		
	架台強度計算	配線経路(動力と信号)		ろ過器計算		
	シャフト径計算			エアー攪拌計算		
	R to R 駆動計算			エアーナイフ計算		
	タンク板厚計算			エアーシリンダ検討		

の出ている付近、周辺を注意して観察すると、必ず緩みや摩耗がある。

2) キーキー、キシキシなどは、擦れ音である。音の発生源の周辺には、油切れ、ボルトの緩みなどがある。

3) カリカリ、クックッなどは、かじり、きしみ音である。これも音の周辺には、油切れ、ボルトの緩みがある。

異音は必ずなにかの原因で発生する。その原因を早期に見し対策すれば、大きなトラブルに発展することを防ぐことができる。

異音の始まりはカ行の音である。カ行の音をそのままにしておくと、ガ行の音に変わる。すなわち、カタカタ⇒ガタガタ、コトコト⇒ゴトゴト、コツコツ⇒ゴツゴツ、キーキー⇒ギーギー、キシキシ⇒ギシギシ、カリカリ⇒ガリガリ、クックッ⇒グググッのように、カ行⇒ガ行に音が変化する。カ行のうちに整備すれば良いが、ガ行になると、機械・装置は破損につながる。異音観察の要点は、カ行は『保守・点検・整備の警告』、ガ行は『修理の警告』ということである。ガ行になると振動も始まる。振動は触診でわかる。

6. 2 保守・管理

機械・装置、薬品に共通して言える保守・管理の基本は、『正しいもの』と比べることである。『正しいもの』とは、正常に稼働している状態をいう。前項の異音も、正常な運転状態では発生していない。動作不良も正常運転時には円滑な動きのはずである。

(1) 機械・装置

機械・装置導入時の運転状態が『正しいもの』になる。動作時間、サイクル時間、停止時間など、機械・装置の動作は時間で管理されているため、その時間を記録しておくことが基本である。

(2) 薬品

これは言うまでもなく、薬品メーカーの仕様を基に数値で管理できるので、定期的な分析で数値を確実に管理する。

(3) TPM の実施(全員参加の保守・点検・整備)

日々の点検の中で、故障の前兆を発見することが、TPM (Total-Productive-Maintenance) になると考えている。不具合箇所を見つける方法は、異音、異動作、異臭、変色など日常の製造現場を巡回するだけで確認できることが多く、また、誰にでもできることばかりである。

このように、誰にでもできる確認こそ TPM の基本であると考えている。できるだけ多くの人に参加してもらえよう社内各部門で定期的に工場巡回を行い、巡回参加者に気がついたことを報告してもらおう。前回と音が違う、塗装が剥がれていた、部品が落ちていた、床が濡れていた、装置が汚いなど、どんなことでも良い。これはめっき装置に限らず他の生産設備、装置、機械にも当てはまることである。

謝 辞

掲載写真の提供にご協力いただいた企業に感謝いたします。

(Received June 22, 2017)

~~~~~