

カチオン電着塗装工程の無水洗化の探索

Application Study of Non-rinse Cationic Electrodeposition Coating System



工業塗料本部
第4技術部(東京)
中瀬茂
Shigeru
NAKASE

新技術開発

1. はじめに

昨今、地球環境問題がクローズアップされる中で、各企業は省資源、省エネルギー、さらに廃棄物削減などを最重要課題として取り組んでいる。

そうした中で、塗装を必要とする製品を生産する企業や塗装専門業者は、次の塗装プロセスを模索する必須条件として、従来の低コスト、効率化に加え、環境への配慮を最重要項目として捉えている。将来塗装系として挙げられるのは、粉体、水性、電着であり、特に電着塗装はランニングコスト、塗装作業性、環境負荷低減において、最も有力な塗装仕様とされる。しかしながら、前処理から乾燥までの長大なライン工程と附帯設備による膨大なインシアルコストがその採用の障害となっていることも事実である。

そこで、前処理工程はともかく、我々電着塗装技術の立場から電着塗装の工程において、3槽、4槽と大きなスペースを必要とし、廃水の発生源にもなる水洗工程が不要な無水洗化システムの可能性を探索した。

2. 代表的な工業用カチオン電着ライン

電着塗装後については、UF(限外濾過)もしくはRO(逆浸透膜濾過)による水洗回収システムになっており、その水洗槽は2から3槽が一般的である。さらに、仕上り性向上、上塗付着安定性面から最終水洗槽があり、給水オーバーフローでその固形分濃度を0.10~0.05%以下で管理している。

したがって、無水洗化により、水洗槽・UF・ROシステムスペース、純水水洗からの大量の廃水がなくなることになる(図1)。

3. 無水洗化により予想される長所、短所

今回は、特に無水洗化による短所の確認と改良方策について検討した(表1)。

また、ライン設計面からの指数比較を行なうことにより、水洗なしのコストメリットが明確になった(図2)。

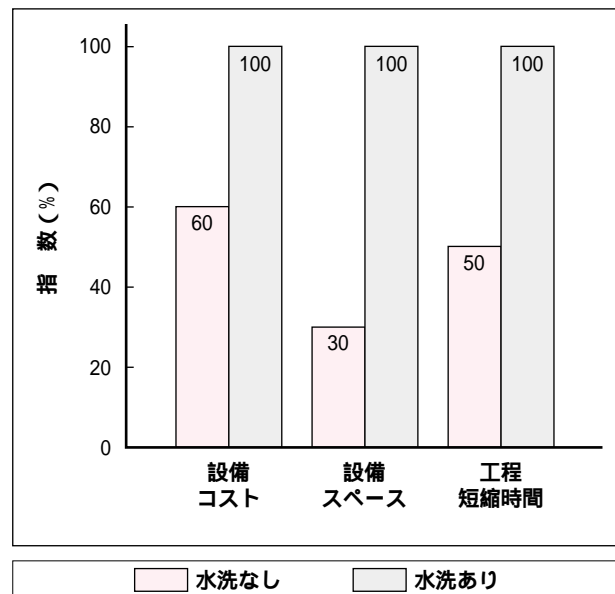


図2 設備コスト・スペース・時間の指数

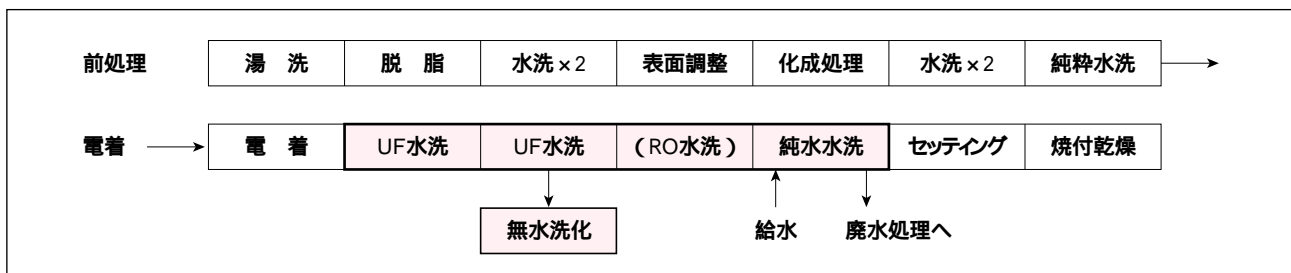


図1 電着塗装におけるライン構成

4. 水洗あり、なしでの塗装性、塗膜性能比較

4.1 実験条件

通常のラボ塗装においては、水洗は純水スプレーのみであるが、水洗なしとの比較であるため、以下のようにUF水洗ディッピング～純水スプレーとした。

表1 塗装条件

	水洗あり	水洗なし
素 材	SPCC + リン酸亜鉛 TPサイズ：100 × 300	
電 着	エレクロンKG400グレー 固形分：19% 10秒スロー2分通電	
水 洗	UF～純水	なし
セッティング	20 × 5分放置	
焼付乾燥	140 × 25分パス	

4.2 膜厚バラツキ

電着塗装は膜厚が均一になることが特徴とされている。上記電着条件で塗装したパネルの膜厚は、水洗なしの場合、水洗ありに比較して、3～5μm増膜した。また、電着後のセッティング時間を長くしても影響は少ないことが判明した。さらに、膜厚差(バラツキ)もほとんど変わらないことも判明した。

このことは、無塗装パネルを電着液にディッピングした場合でも2μm程度の膜厚が確保できることが経験的に明らかであるが、電着後の水洗なしの場合、それ以上の安定した増膜効果が期待でき、パネル上下の液付着量にも差がないことを示している(図3)。

また、セッティング時間が長くなれば、膜厚が低下することも予想されたが、特に膜厚変化も認められなかった(図4)。

	水洗あり	水洗なし	膜厚差
30cm	○	○	→ 3~4
上	20~21	23~24	
20cm	○	○	→ 3~4
中	20~22	24~25	
10cm	○	○	→ 5~6
下	20~21	25~26	

図3 膜厚分布(μm)

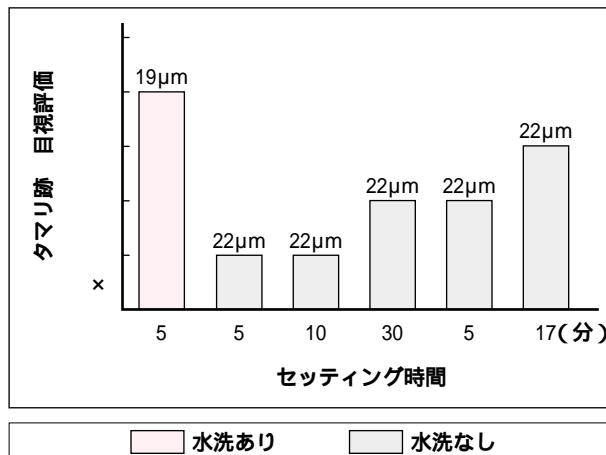


図4 セッティング時間の影響

4.3 仕上り性

平面部仕上り評価

電着後の水洗は、電着残存液を洗い流すことであり、仕上り性や上塗適性の向上に繋がるとされる。また、同時に、UFシステムにより塗料持ち出しロス、5%以下の目標を可能にしている。

しかし、今回の実験では、水洗なしの場合でも、パネル平面部で仕上りは良好であり(表2)、表面粗度分析でも特に問題はなかった(図5)。

ただし、底部タマリ部、合わせ部仕上りは水洗ありに比較して劣っていた。

表2 仕上がり性評価

		水洗あり	水洗なし	
一般部	目 視			
	表面粗度	Ra	0.22μm	0.24μm
		平均粗さ	(2コート:0.04μm)	(2コート:0.05μm)
	3次元粗度			
底 面 部			タマリ ×	
合わせ部 2次タレ性			×	

4.3.2 タマリ部対策

ここで言うタマリ部は、電着後の電着液ダレにより、部材下部に液が溜まり、それが、乾燥後の仕上がり不良になることである(写真1)。

対策としては、以下の4点が挙げられる。

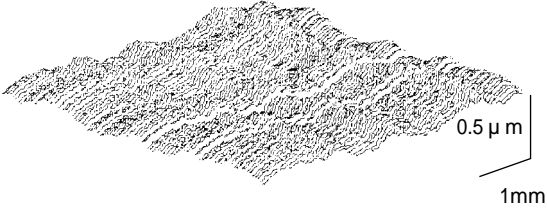
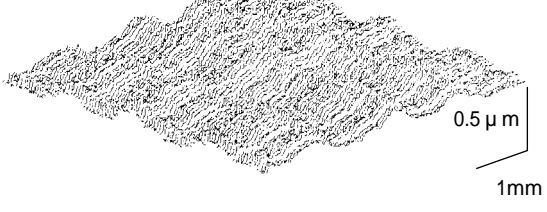
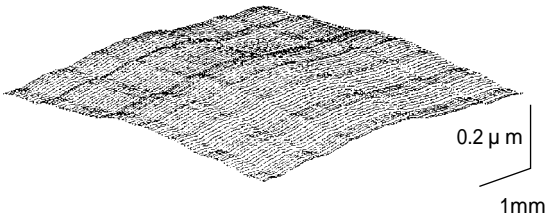
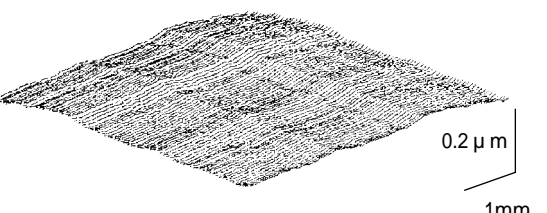
	水洗あり	水洗なし
電着		
電着 + 上塗		

図5 仕上がり性評価(3次元表面粗度)

- ① 電着液からの引き上げ速度を遅くして、析出膜表面に付着する電着液量をできるだけ少なくする。
- ② 電着液濃度そのものを下げ、付着電着液のタマリ部固形分濃度を下げ、乾き跡が残らないようにする。
- ③ 乾燥前のセッティング時間を長くして、タマリ部液の落下と蒸発を促進する。
- ④ 部材に傾斜を与え、タマリ部を集中させ、落ちやすくする(エアブローもあがる)。







	水洗あり	水洗なし	水洗なし(傾斜)
垂直			
L字			

写真1 仕上がり性評価(タマリ部)

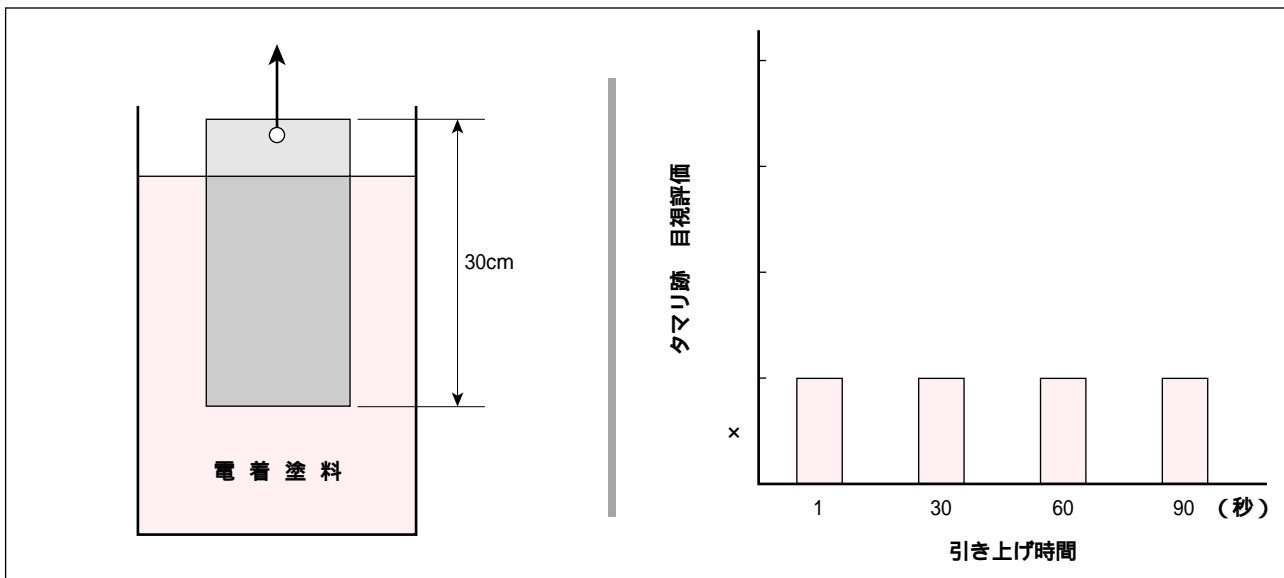


図6 引き上げ速さの影響

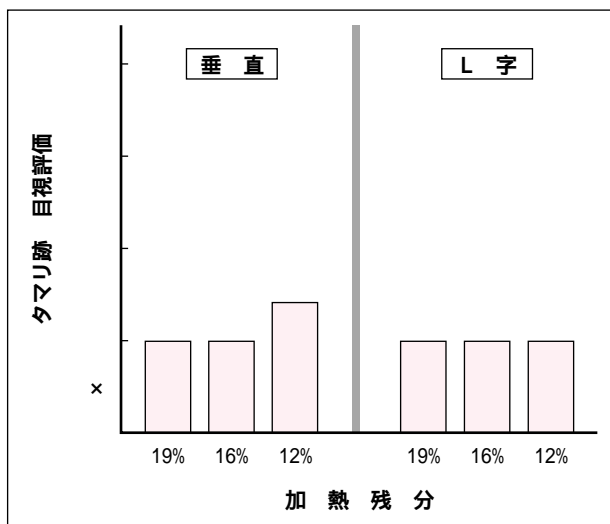


図7 加熱残分の影響

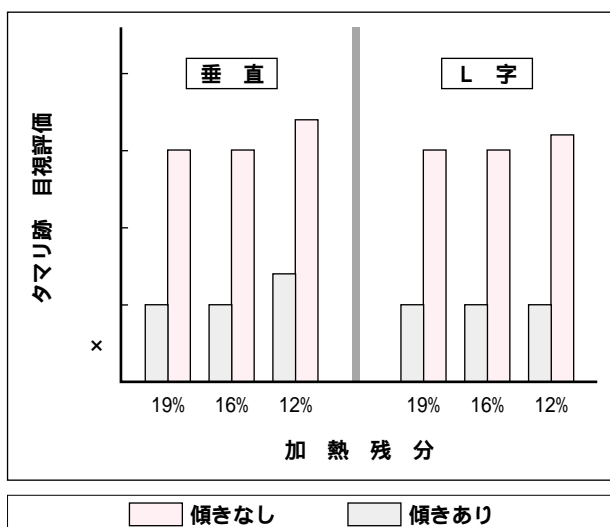


図8 素材 吊り方の影響

結果として、引き上げ速度の効果は少なく(図6)、目視判定でも付着量差はあまりなかった。また、固形分低下の効果も少ない(図7)、セッティング時間延長も効果が確認できるのは30分以上となり、現実的ではなかった(図4)。

最終的には、部材に傾きを与えることが最も効果があった(図8,図9)。

4.4 塗膜性能

4.4.1 電着単膜塗膜性能

水洗あり、なしの塗膜性能比較では、基本的にはほとんど変わらない(表3、写真2)。しかし、水洗なしの特徴である、つきまわり塗装部の膜厚拡大による総合的防食性の向上(写真3)、さらにエッジ部カバーによるエッジ防食性が向上することがわかった(写真4)。

	傾きなし	傾きあり
垂直		
L字		

図9 素材 吊り方の影響

表3 塗膜性能評価

ED単膜

		水洗あり	水洗なし	
物 性	鉛筆 硬度	キズ	H	H
		ヤブレ	3H	3H
	耐衝撃性		50cm	50cm
耐 塩 水 噴 霧 性	密着性		100/100	100/100
	480h	一般部		
		カット部	0.5~1.0	0.5~1.0
	720h	一般部		
		カット部	0.5~1.5	0.5~1.5
	エッジ	エキスパン ド メタル		△
つきまわり		×		
耐 水 性	480h			
	960h			
耐 湿 性	480h			
	960h			

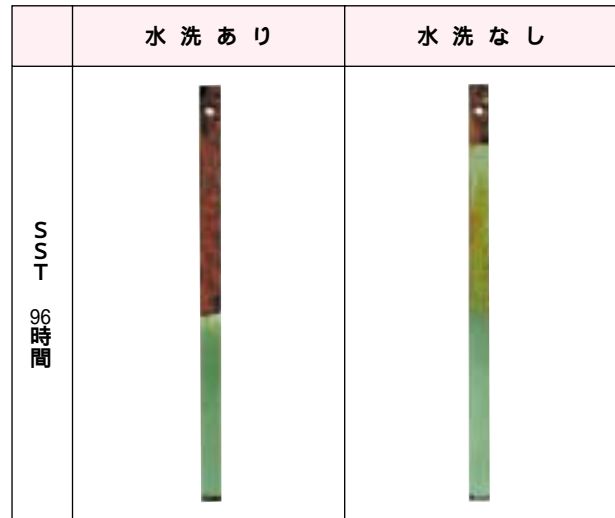


写真3 塗膜性能評価(つきまわり耐食性)

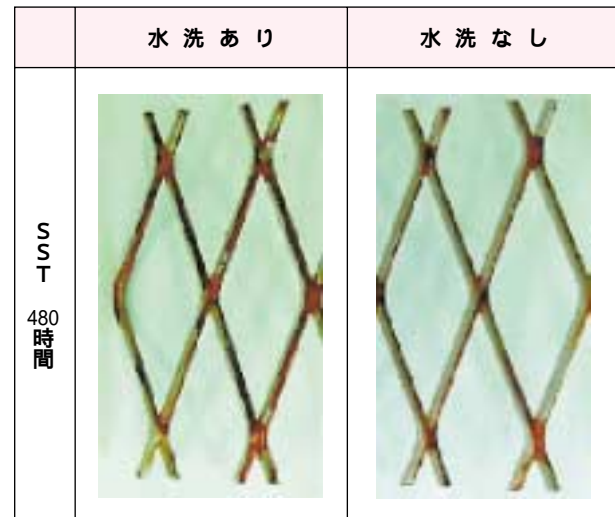


写真4 塗膜性能評価(エッジ耐食性)

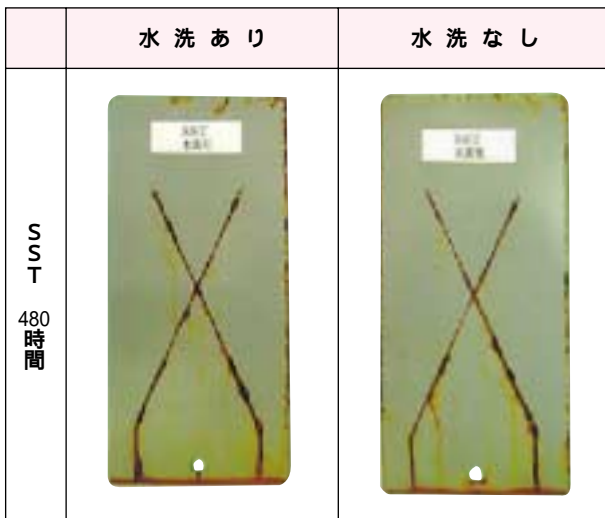


写真2 一般面(電着単膜)耐食性

4.4.2 上塗り塗膜性能

懸念された上塗り(メラミン焼付け)適性、塗膜性能も問題なかった(表4)。ただし、電着液タマリ部においては湿潤試験(耐水、耐湿)で密着不良が発生した(表5)。

5. 考察

今回のラボモデル試験において、電着無水洗化の長所、短所が明確になった(表6)。特に、エッジ、つきまわり防錆が

表4 ED + 上塗り塗膜性能評価

		水洗あり	水洗なし	
物 性	耐衝撃性	50cm	50cm	
	密着性	100/100	100/100	
耐 塩 水 噴 霧 性	480H	一般部		
		カット部 (mm)	0.5~1.0	0.5
	720H	一般部		
		カット部 (mm)	0.5~1.5	0.5~1.0
耐 水 性	480h			
	960h			
耐 湿 性	480h			
	960h			

外観評価 上塗: アミラック #1000

表5 付着性(2次付着)

		ED単膜		ED+上塗り	
		水洗あり	水洗なし	水洗あり	水洗なし
耐水性	一般部	100	100	100	100
	底部		タマリ部		タマリ部 ×
耐湿性	一般部	100	100	100	100
	底部		タマリ部		タマリ部 ×

表6 まとめ

長所	(1)膜厚	3~5μmの増大	
	(2)仕上がり性	一般面は水洗ありと同等で良好	
	(3)防錆	エッジ、つきまわり防錆が向上	
	(4)設備	コスト、スペース、工程時間が大幅に低減	
短所	仕上がり性	底部	タマリが発生する 吊り角度によって良化
		合わせ部	2次タレ性が低下

向上することを確認できた。また、仕上がり性については、タマリ部の解消方法が実施にあたっての最大の課題となることがも再認識させられた。

本検討では、吊り形などの設備的な改良に言及せざるを得なかったが、また、塗料的な改良の余地も残されていると考える。今回は、工業電着主力製品である「**エレクロンKG400**」(低温硬化型エポキシ電着塗料)で確認したが、タマリ部仕上り不良は「**エレクロンKG400**」の持つ撥水性の影響が大きいと推定される。したがって、塗料性状的な検討でも改善がありうると考える。

今後、電着塗装が環境対応型塗装システムとして、大きく市場を広げるためには成分の無毒化や無公害化とともに、塗装ラインの効率化が必須条件になると考えられる。電着ラ

インだけでも全長200m以上、所要時間2時間以上、設備費用億単位、付帯廃水処理設備などあまりに莫大なイニシアルコストは、このままでは、時代にそぐわない塗装システムとして衰退させてしまうものと言わざるをえない。電着無水洗化が非現実的な方策であると断定せずに今後とも検討していくべきと考える。

6. 参考文献

- 1) 産業技術サービスセンター:最新表面処理技術総覧、p.688~690
- 2) 松本高明:「塗料と塗装」、No.510、p.36-40 (1993)