

徹底した設備・品質・運用管理による 粉体塗装

編集部（取材協力：(株)北浦工業）

粉体塗装は、塗膜強度、耐薬品性、耐食性、耐候性を保持し厚膜で高品質な塗膜を形成できる、有機溶剤をほぼ使用しないため、塗装作業時における大気汚染、火災、中毒のリスクを大幅に低減できる、塗料を回収、再使用できる、塗装作業性が非常に優れており、塗装ラインの自動化が容易である、熟練したスプレーマンが必要ないなどのメリットと、塗装外観性(ユズ肌)が劣る、塗装ブースなどの専用の設備が必要、色替えが面倒、少量多品種生産に不向き、リコートに不向きなどのデメリットもある。しかし、近年では、塗料・塗装機器メーカーの努力によりそのデメリットも解消されつつあり、品質・環境・作業性の面でメリットの多い粉体塗装を導入する企業は多い。

本稿では、1961年(昭和36年)の創業以来、金属加工を中心にした事業を展開し、現在では金属プレス金型の製作、粉体塗装をメインとする塗装・組み立てまでの一貫生産体制を確立している(株)北浦工業の100%出資子会社である(株)北浦工業野田塗装(CAL: Coating Assembly Logistics)で行われている(写真-1参照)、粉体塗装のポイントとその品質管理・設備メンテナンスの特徴を紹介する。

1. 会社概要

同社は、1961年(昭和36年)に、北浦和雄氏が東京都荒川区荒川に北浦工業を設立。主に金属加工を目的とし、タップ加工およびプレス加工を主業務として操業開始した。1984年(昭



写真-1 本社工場の外観

和59年)、工場を東京都荒川区町屋に移転、資本金500万円をもって株式会社北浦工業に改組し設立。以降、金属プレス加工に特化してきた。しかし、2014年(平成26年)、同社の100%出資子会社として金型製作を行う(株)共立工業を埼玉県八潮市大字古新田に設立、昨年には、同じく100%出資子会社として塗装・組み立てを行う(株)北浦工業野田塗装を千葉県野田市西三ヶ尾に設立、金型製作～金属プレス加工～塗装～組み立て～出荷までの生産工程を内製化し、一貫生産体制を構築、生産効率の向上、安定的な品質、納期の確保を確固たるものとし、ユーザーからの高い要求に応(こた)えている。

そのため同社では、①前処理や塗装などの設備管理、②お客様に納得のいく品質を提供するための品質管理、③その二つを達成させるための運用管理、の三つの柱をベースに、日々、課題や問題点の洗い出し、効率的な生産を実現す

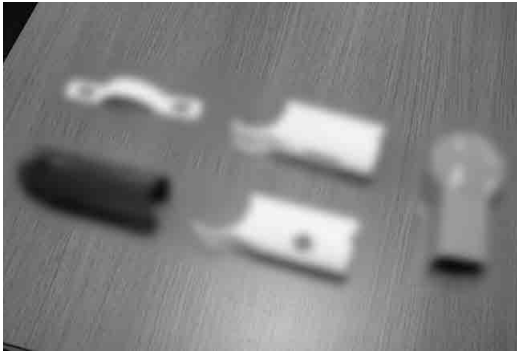


写真-2 塗装品の一例

るための生産技術、美観維持に最大限こだわった塗装技術の向上を目指して、ムダを極力省き、やるべきことに集中して作業を行うことを徹底している。

主な取り扱い製品は、建築用部品(ユニットバス用部品、体育館用内壁・床部品、屋根部品、角ナット、パネル固定具、フリーアクセスフロア用部品など)、フェンス・ガードレール用部品、文具(バインダー部品)、自動車(パワーステアリング油圧部品、ブレーキドラム用補助部品、リテイナーなど)、電気部品(ヒートシンク)、オフィス家具用部品、束金物など200種類以上にも及ぶ製品の数々で社会貢献を果たしている。

写真-2に、塗装品の一例を示す。

このように多くの製品を世に送り出している同社では、「人づくり」、「製品づくり」、「企業づくり」の企業理念に基づき、誠実な心と柔軟な発想、需要をつくりだす製品を社会に提供できるように心掛け、「需要をつくりだす心あるものづくりを目指して— Made with Heart」をスローガンに、日々業務に取り組んでいる。

2. 塗装ラインの概要

注目すべきはそのコンパクトな塗装ラインである(設備設計は㈱エスジー)。制限されたスペースの中に配置された塗装ラインの工程は(第1図参照)、①生地入荷→②生地入庫検査(入荷された塗装前製品に不具合がないかを確認)→③生地在庫帳記入→④塗装指示書作成→⑤一次ピッキング→⑥塗装ラインに着荷→⑦前処理→⑧水切り乾燥→⑨粉体塗装→⑩ハイブリッド焼き付け乾燥(中赤外線ヒーター+バーナー)

→⑪脱荷→⑫塗装検査→⑬塗装在庫帳記入→⑭二次ピッキング→⑮セット化(組み立て)→⑯出荷前検査→⑰出荷

塗装ラインの全長は、126m。ラインスピードは、1.1m/min。ハンガーピッチは、300mm。

本ラインでは、生産効率、品質管理、環境対策の面で多くの工夫が散見されるのでポイントを紹介したい。

(1) 塗装ライン管理室

塗装ラインには11箇所に定点カメラを設置しており、1分間に60枚もの写真データ・温度データを記録する。これにより何か問題が発生した場合に、過去数年間に戻って、いつ、どこで、何が起こったかをトレースできる仕組みとなっている。そのデータは東京の本社とネットワークでつながっており、どこでも確認・迅速な指示ができる。

また、塗装する前にはクロスカット用のサンプル材(プレート)を用意して、その日塗る色数すべての塗装サンプルを管理室に毎日掲示し、品質管理に努めている。

この塗装ラインの管理システムにより、問題の早期発見と解決、安定的な品質の維持を図ることができる(写真-3～6参照)。

(2) 前処理システム

塗装前処理は、客先の仕様基準によりリン酸亜鉛皮膜処理を行う。

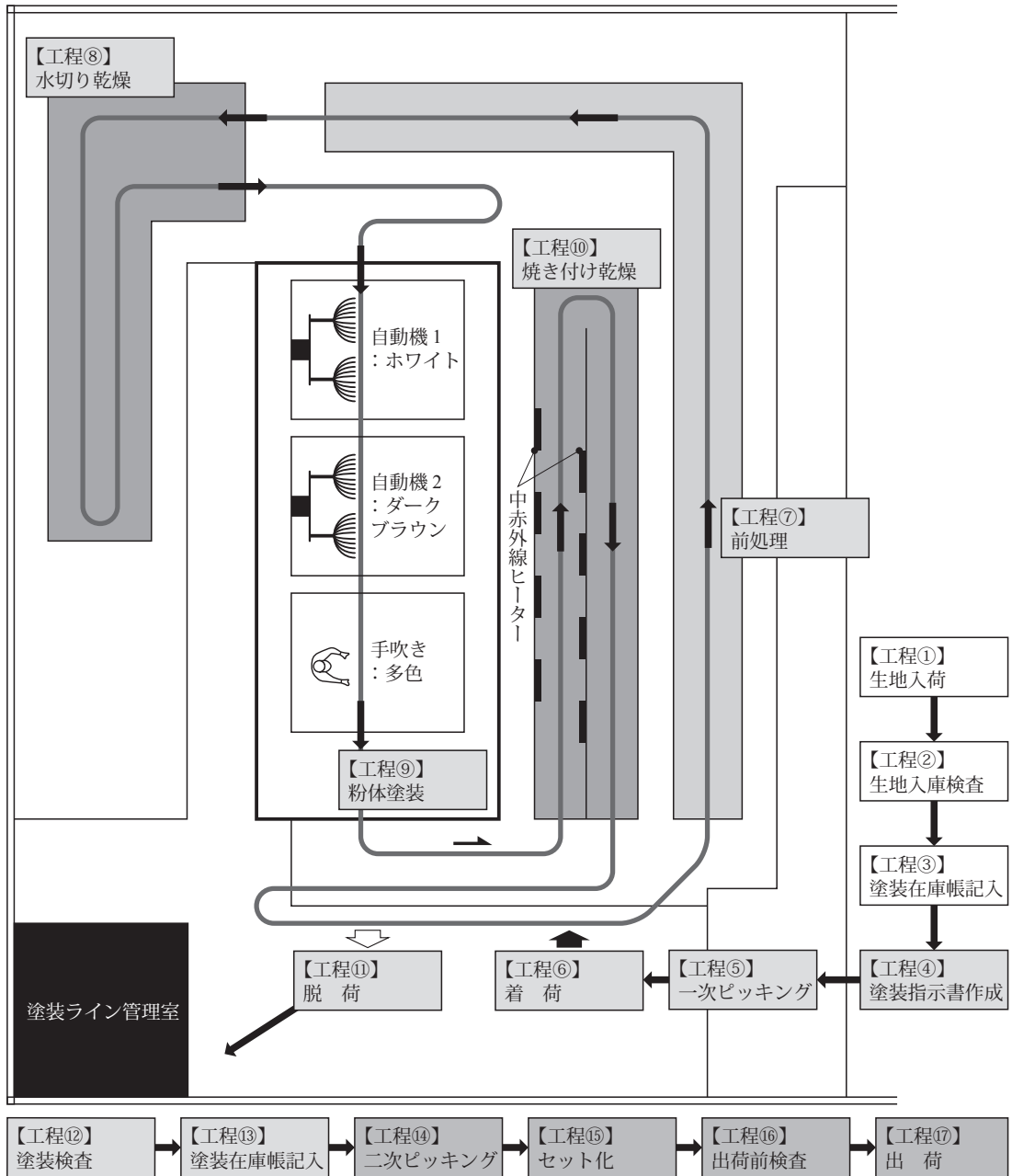
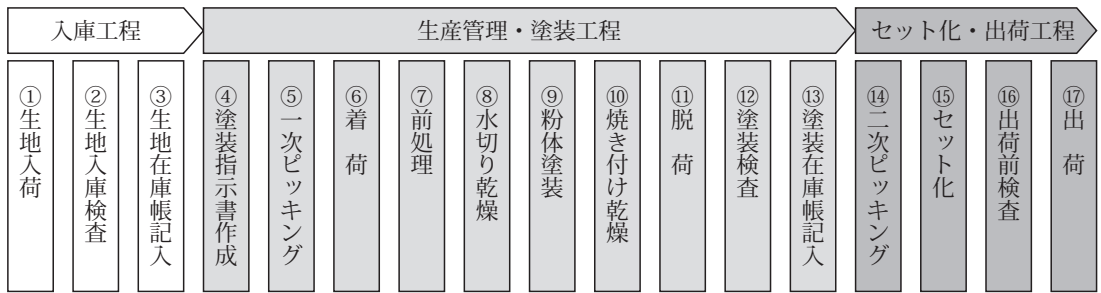
その工程は、①予備脱脂→②本脱脂→③第1水洗→④第2水洗→⑤表面調整→⑥化成処理→⑦第3水洗→⑧第4水洗→⑨純水水洗→⑩水切り乾燥(110℃×15～20min)

①予備脱脂、②本脱脂、⑥化成処理での液加温の加熱源としては一般的には蒸気を用いた蒸気加熱が多いが、本ラインでは、塗装の焼き付け乾燥の排熱を利用して加熱しており、ボイラーは使用しない。排熱による加温については、焼き付け乾燥の項目で詳細を記す。

液管理は、薬品メーカーとオンラインにより管理され、安定した稼動により品質を維持している。

前処理の排水処理についても効果的な処理システムを導入している。

前処理装置の排水処理システムは、カルシウムを使用することにより、リン酸亜鉛を効果的に除去し、最終段階では別の金属イオンも除去



第 1 図 塗装工程と自動粉体塗装ラインの概要



写真-3 塗装ライン管理室



写真-5 塗装ラインをカメラで管理

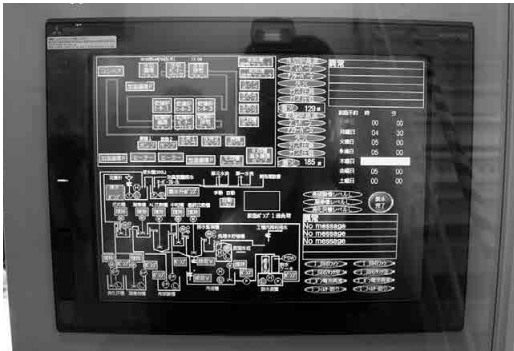


写真-4 塗装ラインの管理画面

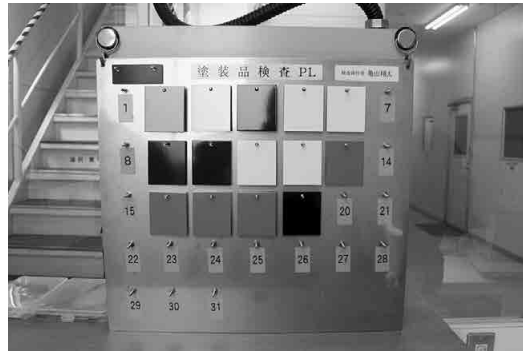


写真-6 塗装品の検査を毎日行う

している。このため、水洗水への再利用も可能となっている。

水切り乾燥の熱源もハイブリッド焼き付け乾燥から出た排熱を再利用しているなのでこの詳細も後述する。

(3) 自動粉体塗装システム

アウターブース内に設置されている粉体塗装システムは(塗装設備・機器共に、旭サナック(株)製)、進行方向手前からホワイト色専用の自動機ブース(1レシプロ2ガン)、DB(ダークブラウン)色専用の自動機ブース(1レシプロ2ガン)、そのほかのカラー(黒やグレーなど8色程度)と補正用の手吹きによるブースが直線的に並ぶレイアウトとなっており、アウターブース内の空調をコントロールすることで安定した塗膜の形成を実現させている。

自動ガンは、摩擦帯電式粉体自動ガン T-3a(トリボガン)を装着している。

200種を超える多彩な被塗物は、複雑な形状のものが多い。そこで、塗料の付き回り性が良く、入り込み性に優れ、厚膜でも平滑な仕上が

りを実現する同ガンが採用された。また、シンプルな構造のためメンテナンスが容易で、被塗物の形状に合わせて豊富なノズルバリエーションも魅力の一つである。

多種多様な品物を扱う同社には最適な塗装システムと言える。

(4) ハイブリッド焼き付け乾燥

一番の注目は、中赤外線ヒーター(株)ヘレウス製)とガスバーナー(株)日本S.T. ジョンソン商会製)によるハイブリッド焼き付け乾燥炉である。

前述したとおり、設置場所のスペースに限りがあり、炉の形状を山型にできない事情があったため、特に乾燥炉の炉長を短くする必要があった。

そこで、乾燥炉入り口から三つのエリアで中赤外線ヒーターを配置し、ガスバーナーと併せて短時間で炉内を昇温させ、効率的な焼き付けを実現している。実際のところ、炉内滞在時間12分程度での硬化ができる。

焼き付け炉の温度設定基準は、



写真-7 自動粉体塗装ラインにワークを着荷



写真-9 水切り乾燥炉の出入り口



写真-8 前処理設備の出口付近



写真-10 トリボガンによる粉体塗装

① 薄物(1.2～1.6mm厚)

設定温度:185℃, ヒーター1:100%, ヒーター2:0%, ヒーター3:0%

② 中厚物(2.3mm前後)

設定温度:185℃, ヒーター1:100%, ヒーター2:0%, ヒーター3:0%

③ 厚物(3.2mm以上, カスガイやボルト)

設定温度:200℃, ヒーター1:100%, ヒーター2:100%, ヒーター3:100%

などの基準を設けており, 被塗物の大きさや形状によって効率的に乾燥できるよう温度管理を徹底している。

乾燥炉は塗装工場省エネの大きなポイントである。

同社では, 180～200℃にもなる硬化炉側の排熱を, 前処理液の加温と水切り乾燥炉の熱源

に再利用する, 国内でも稀(まれ)な画期的なシステムを導入している。

まず前処理液の加温(40℃)には, 硬化炉内に通した配管内に水を通して排熱により水を加温し, 加温された水により前処理液の加温を行っている。

水切り乾燥では, 110℃の設定温度が必要となるが, 90℃分を硬化炉側からの排熱を使用し, 残り20℃分をガスバーナーにより補完している。

このように, ハイブリッド焼き付け乾燥炉の採用で,

① 焼き付け炉長を短くできることで, 塗装ラインのコンパクト化を実現。

② 中赤外線ヒーターの使用で, 焼き付け温度のコントロールが容易になった。



写真-11 中赤外線とガスバーナーによるハイブリッド焼き付け炉



写真-13 セット化工程(アッセンブリー)



写真-12 ワークを脱荷



写真-14 整理整頓された倉庫で在庫管理

③ ガス使用量の低減および排熱の効果的な再利用により、環境負荷およびランニングコストの削減を実現。など多くのメリットがあり、今後注目の乾燥システムになるのは間違いない。

(5) ジグの剥離

同社では塗装で使用されるジグの剥離(はくり)を自社で行い、現在では薬液による剥離を行っている。ジグの剥離を適切サイクルで実施することで、静電塗装の塗着効率の向上に寄与し、品質の安定化を図っている。

塗装終了後には、厳正な検査、組み立て、在庫管理を経て出荷される。

写真-7～14までに、塗装・組み立て・在庫管理・ジグ剥離の工程を示す。

3. 品質管理と設備メンテナンスの概要

「品質」と「納期」を守るというのが同社の最重要事項であるが、そのためには塗膜の管理と日々の設備メンテナンスが重要となる。

(1) 塗膜の管理

同社では、高品質の製品を供給するため、多くの物性試験を実施している。主に、膜厚、クロスカット、鉛筆硬度などによる塗膜検査を行う。

第1表に、塗装性能試験結果を示す。

(2) 設備メンテナンス

同社では、設備の検査スケジュール表を作成し、工程別に必要となる日々のメンテナンスと月ごとのメンテナンス項目が一目でわかるように一覧に管理している。

日々の管理項目としては、

① コンベヤー

給油箇所、タレの確認、動作確認

② 純水装置

動作確認、漏れの確認、ポンプの確認、純度計の確認

③ 水切り乾燥炉

動作確認、バーナー本体の確認、破損がないかどうかの確認

④ 塗装装置(レシプロ)

オーバーランの確認, スムーズは動作の確認, ランプ点灯, 配管等の漏れ確認, ノズルのツマリ確認, 集塵(しゅうじん)装置の確認

⑤ 塗装装置(ハンドガン)

動作確認, ノズルのツマリ確認, 配管等の漏れ確認, 集塵装置の確認

⑥ 焼き付け乾燥炉

動作確認, バーナー本体の確認, 破損がないかどうかの確認, 赤外線ランプの確認, 設定温度とランプ出力確認

が挙げられる。

第2表に, 月ごとに実施する設備定期メンテナンス項目一覧を示す。

設備定期メンテナンス項目一覧には, 実際に掛かったメンテナンス費用を書き込み, メンテナンスコストの管理にも使用される。

(3) 不適合品への対処

万が一不適合品が出た場合, まず社内不適合と社外不適合とに分類する。その後, 現場対応, 原因究明, 恒久対策を実施し, 不適合品を二度と出さないように, 異常処理・是正処置フロー図に基づいて生産管理を徹底している(第2図参照)。

このように, 同社では徹底された設備管理, 品質管理, 運用開発をきめ細かく実行し, それを社員が共有して常に高い意識を持って業務に当たることによって, 塗装実績を確実に積み重ね, ユーザーから高い信頼を勝ち得ている。

4. 今後の展開

同社では, 現在自動機での塗装と手吹きでの塗装の割合が, 以前の7:3から6:4と手吹き塗装の仕事が多くなってきている現状や, 手吹き塗装は最低限の補正のみにして, スプレーマンの作業環境の改善を図る, 塗料をなるべく回収・再利用して塗料使用量および産業廃棄物量を減らすことでさらなるコストダウンを狙(ねら)うなどから, 手吹きブースを自動機ブースに更新する計画が進行中である。

また, 薬液による剥離方法について検討の余地があると考えている。現状, 薬液による剥離には多くの時間が必要なおえ, 水, ガス, 排水のための費用がかかる。今後は, ショットブラストやオープンによる剥離方法も考慮して, 時間や手間, ランニングコストを重視した剥離方法の選定を検討中だ。

さらに, 客先仕様となっているリン酸亜鉛皮膜による前処理方法の変更も, スラッジの減容

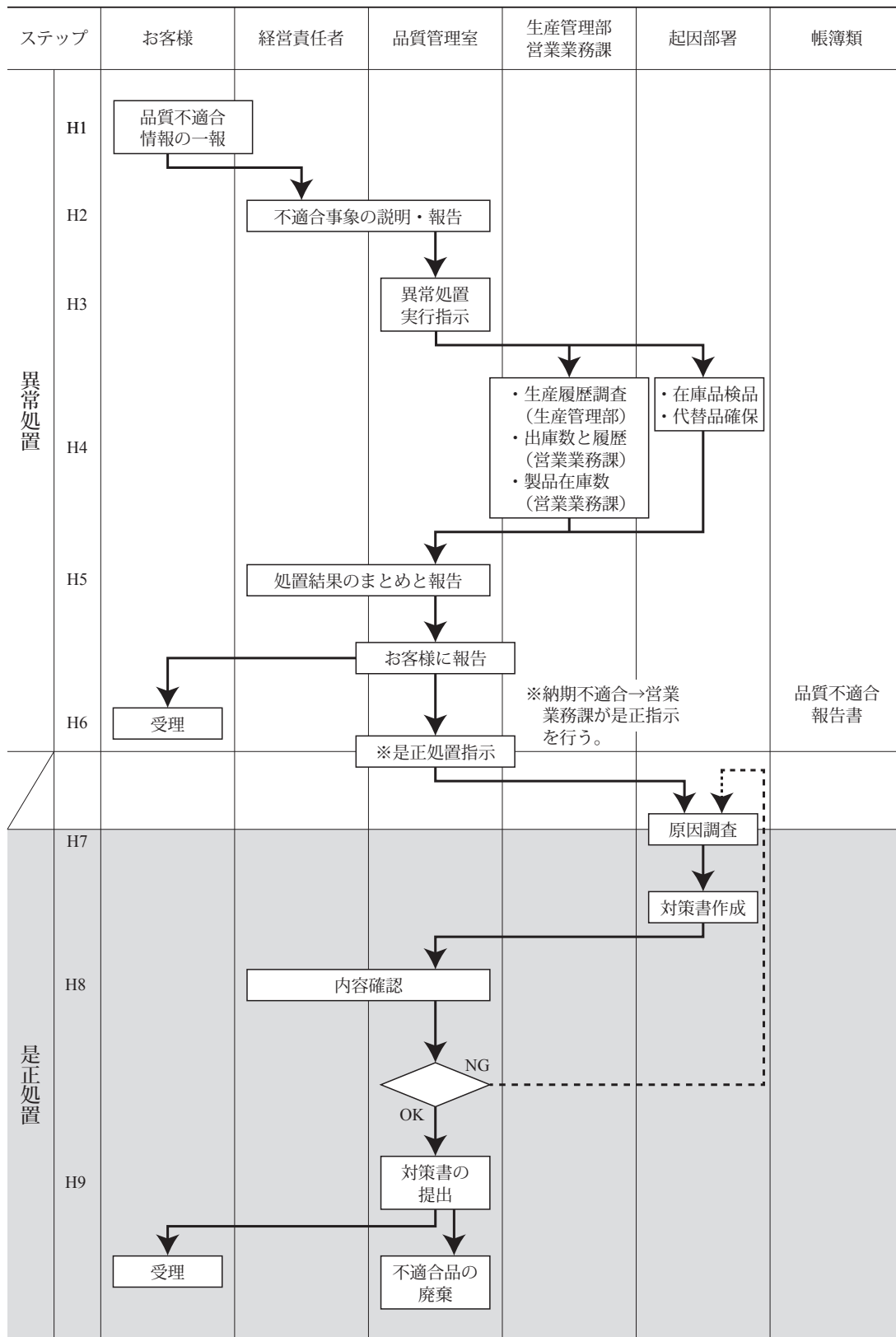
第1表 塗装性能試験結果

No.	素材	板厚(mm)	下地処理		■条件 下地処理:リン酸亜鉛皮膜 粉体塗装: 試験片サイズ:150×70mm×板厚
			メッキ	メッキ厚(μm)	
1	プレメッキ鋼板	1.2	Z27	54μm(両面)	■試験項目 1. 衝撃性 デュボン式(旧JIS K5400 8.3.2) 2. 環境負荷 ①塩水噴霧(旧JIS K5400 9.1) ②耐湿性(旧JIS K5400 9.2.2) ③耐アルカリ性(旧JIS K5400 8.21) ④耐酸性(旧JIS K5400 8.22)
2	プレメッキ鋼板	1.6	Z27	54μm(両面)	
3	プレメッキ鋼板	2.3	Z27	54μm(両面)	
4	プレメッキ鋼板	3.2	Z27	54μm(両面)	
5	プレメッキ鋼板	1.6	F12	26μm(両面)	

No.	衝撃性	耐アルカリ性(240Hr保持)	耐酸性(240Hr保持)	塩水噴霧(500Hr保持)			耐湿性(500Hr保持)	
				外観(フクレ・ヒビ割れなどなし)	クロスカット(3mm以内合格)	基盤目(100/100合格)	外観(フクレ・ヒビ割れなどなし)	基盤目(100/100合格)
1	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	0~2mm	100/100	異常なし	100/100
2	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	0~1mm	100/100	異常なし	100/100
3	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	0~1mm	100/100	異常なし	100/100
4	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	0~1mm	100/100	異常なし	100/100
5	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	0~0.5mm	100/100	異常なし	100/100

第2表 設備定期メンテナンス項目一覧

	項目	区分	頻度	内容	
全体	塗装設備関係定期点検	定期点検	6カ月	エスジーによる点検(破損・消耗品等は別途となる)	
	・前処理・塗装ライン関係点検		12カ月	エスジーによる点検(破損・消耗品等は別途となる)	
	・レシプロ装置、手吹きブース点検		12カ月	エクセルによる点検(破損・消耗品等は別途となる)	
	・レシプロブース点検		12カ月	旭サナックによる点検(破損・消耗品等は別途となる)	
	・純水装置・排水装置点検		12カ月	東洋計装による点検(破損・消耗品等は別途となる)	
	ハウスエア用コンプレッサー	定期点検	18カ月	日立サービスによる年次点検	
		メンテナンス		年次点検後交換	
	ハウスエア用コンプレッサードレンエレメント	消耗品	12カ月	定期消耗品	
	ハウスエア用コンプレッサー(補助)				
	カーテンシャッター	メンテナンス	24カ月	定期点検	
前処理設備	予備脱脂槽のシャワーポンプ	都度修理	6カ月	過去に修理履歴あるが現在まで破損なし(2016/3/13以降)	
	予備脱脂槽の循環ポンプ	都度修理	6カ月	修理対応	
	本脱脂槽のシャワーポンプ	都度修理	6カ月	修理対応	
	本脱脂槽の循環ポンプ	都度修理	6カ月		
	脱脂液交換(予備, 本脱脂ともに)	廃却と建浴	4カ月	4カ月に1回(4, 8, 12月目安)	
	第1水洗シャワーポンプ	都度修理	6カ月		
	第2水洗シャワーポンプ	都度修理	6カ月		
	第1, 第2水洗槽交換	目視点検	6カ月	基本必要なし 常に循環しているため	
	表面調整シャワーポンプ	都度修理	6カ月		
	表面調整のメンテナンス	メンテナンス	1カ月	1カ月に1回 100L づつ入れ替える	
	化成処理槽のシャワーポンプ	修理	6カ月		
	化成処理槽の循環ポンプ	予備品	6カ月	予備品を1台準備し, 漏洩時の交換に備える	
	化成処理槽のメンテナンス	メンテナンス	3カ月	3ヶ月に1回セットリングタンクを使ってスラッジの除去を行う 化成処理の液はリサイクルする	
	前処理ノズルの清掃交換	メンテナンス	1カ月	ズルチップと本体セット 30個の予備品とノズルチップ 90個を 交換洗浄しながら実施中	
	化成処理用のライザー管清掃	メンテナンス		メーカーによる清掃実施	
	第3, 第4水洗槽交換	目視点検	6カ月	基本必要なし 常に循環しているため	
	予備脱脂槽の補助ヒーター	消耗品	2年?	消耗品交換対象	
	本脱脂槽の補助ヒーター	消耗品	2年?	消耗品交換対象	
	化成処理槽の補助ヒーター	消耗品	2年?	消耗品交換対象	
	純水装置	プレフィルター交換	消耗品	4カ月	活性炭フィルターの交換 交換は社内でも可能
		RO膜メンテナンス	予備品	6カ月	購入先:環境テクノス
	コンペヤー	コンペヤ走行状態確認	メンテナンス	1カ月	チェーンテンションなどコンペアの走行状態を確認する
		グリスアップ	メンテナンス	2カ月	
オイル補給		メンテナンス	常時	オイルの補給は稼働後2時間滴下し、止める	
レシプロ 塗装ブース 関係	自動ガン関係メンテナンス(ホワイト)	メンテナンス	年1回	部品のみ手配し, 社内で交換実施	
	自動ガン関係メンテナンス(DB)	メンテナンス	年1回	部品のみ手配し, 社内で交換実施	
	集塵(しゅうじん)1次フィルター	消耗品	5年		
	自動ガン清掃	メンテナンス	週1回		
	レシプロ装置/タイミングベルト	メンテナンス	年1回	キズなど確認	
	／リニアール	メンテナンス	3カ月	給油作業	
	／装置全体清掃	メンテナンス	6カ月	装置下部カバー内粉体清掃	
	小型回収精選装置	消耗品	3カ月	消耗品(フルイ網, パッキン等)	
手吹き 塗装ブース 関係	フィルターエレメントの交換	消耗品	12カ月	フィルターエレメントは消耗品の為	
	フラットノズルの塗料固着・摩耗確認	メンテナンス	不調時		
	ラウンドノズルの塗料固着・摩耗確認	メンテナンス	不調時		
	ハンドガン消耗品	消耗品	6カ月		
焼き付け 乾燥炉関係 (水切り乾燥 炉含む)	吸気フィルター清掃	メンテナンス	月1回	吸気フィルターの清掃	
	炉内温度測定	自主定期点検	12カ月	焼き付け乾燥炉の焼き付け温度と時間の確認を定期的実施	
	バーナーユニット・循環ファン	自主定期点検	6カ月	振動・異音・ベルトの緩み・ボルトの緩み・ベアリングにグリスアップ	
	バーナーユニット・循環ファン	年次点検	年1回	日本 S.T. ジョンソン商会にて実施 別途点検項目表有り	
	中赤外線ヒーター	消耗品	2年1回		
剥離施設 関係	ジャケット内水の交換	消耗品	週1回	加温用循環水の定期交換	
	ガスバーナーのフィルター清掃	メンテナンス	月1回	フィルターの清掃	
	ガスバーナーの年次点検	年次点検	年1回		
	剥離槽/水洗槽内清掃	メンテナンス	6カ月	510SS 上澄みセットリングタンク+バキューム水洗	
廃水処理 施設関係	pH計清掃	メンテナンス	週1回	1) 反応槽, 2) 中和槽, 3) 排水監視槽の pH 計清掃	
	pH計校正	メンテナンス	月1回	1) 反応槽, 2) 中和槽, 3) 排水監視槽の pH 計校正	
	消石灰ストレーナー清掃	メンテナンス	週1回	注入ポンプ吸い込み口のストレーナーの清掃	
	pH電極	消耗品	3~4年		
	脱水濾過袋	消耗品	1~2年		
	脱水ポンプダイヤフラム	消耗品			
	水中ポンプ	消耗品	2~4年		
	排水水質検査	定期点検	年1回		



第2図 異常処置・是正処置フロー図

化、低温化を図るべく、今後の検討項目の一つとなっている。

最後に同社・北浦秀明代表取締役は、「弊社は、お客様の要望を最優先に、高品質と納期を実現できる素晴らしい設備を導入しました。しかし、まだ改善の余地があると考えています。社内に目を向けますと塗装作業環境の改善、皆が共通意識を持って仕事ができる環境づくりなど、社内外でやるべきことは多くあります。休日にもかかわらず惜しみなく相談に乗っていただき、塗装ライン最大の特徴であるコンパクトかつ排熱を再利用する環境に配慮した画期的な設備を設計をしてくださった㈱エスジーの奥山岑長社長、難しい問題に直面しても、いつも心よく誠実に対応し、塗装設備・機器を導入していただいた旭サナック㈱の佐々木英寿氏、山桜のように誰(だれ)がほめてくれるわけでもなく、どこにいても真実をつくせる人、美観を大切にす



写真－ 15 工場をご案内いただいた北浦秀明代表取締役(左)と井上清一郎課長(右)

ることで製品に付加価値を与えることなど、公私共に教示いただいた元郷塗装工業㈱の西澤政芳社長に感謝を述べると共に、今後ご指導ご鞭撻(べんたつ)を賜りたい」と締めくくられた。