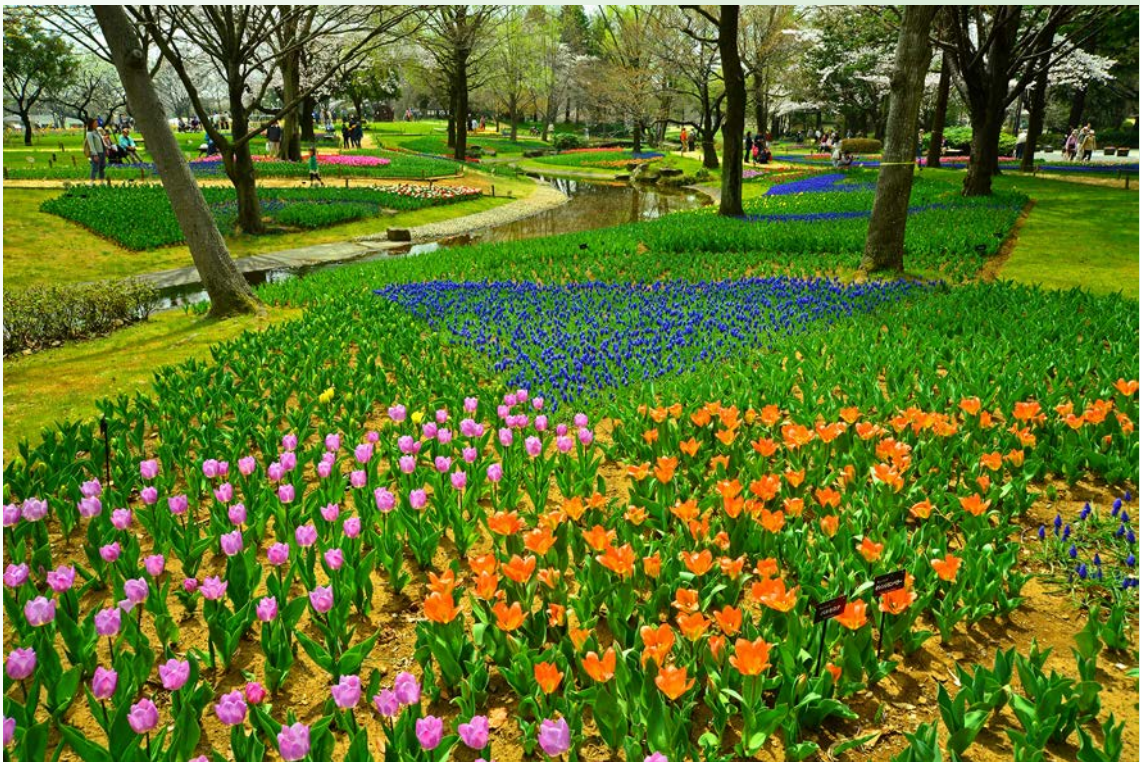


パウダーコーティング

2020年春季号

Vol.20 No.2



パウダーコーティング

2020 年春季号

トピックス

粉体塗装工程における異物対策と作業上の留意点	6
------------------------------	---

平田 政司

特集：粉体塗装機と粉体塗装設備（2）

株式会社桂精機製作所	12
------------------	----

第 29 回神奈川工業塗装まつり／塗装技能コンクール	15
----------------------------------	----

事務局

塗装業最前線（1）：「粉体塗料を製造するヘンな塗装会社！株式会社邦和工業」.....	17
--	----

<組合便り他>

組合便り

1. 2019 年（平成 31 年 - 令和元年）度を振り返って	25
--	----

2. 2020 年（令和 2 年）1 月－3 月の主な組合活動報告	29
---	----

第 98 回理事会議事録	31
--------------------	----

後付	33
----------	----

編集委員会

編集委員長 河合 宏紀（カワイ EMI）

編集委員 荒川 孝（日産自動車株）

壺岐 富士夫（日鉄防食株）

竹内 学（茨城大学）

佐川 千明（関西ペイント株）

桜井 智洋（コーティングメディア）

野村 孝仁（日本ペイント・インダストリアルコーティングス株）

吉田 誠二（日本パーカラライジング株） 柳田 建三（旭サナック株）

掲載広告目次

株式会社ケット科学研究所	1
AGC 株式会社	2
久保孝ペイント株式会社	3
グラコ株式会社	3
株式会社小野運送店	4
日本ペイント・インダストリアルコーティングス株式会社	4
ロックペイント株式会社	5
ナトコ株式会社	5
株式会社三王	20
株式会社板通	21
横浜化成株式会社	21
株式会社明希	22
城南コーテック株式会社	22
株式会社アック	22
パーカーエンジニアリング株式会社	23
筒井工業株式会社	23
株式会社マルシン	24
大日本塗料株式会社	24

デュアルタイプ膜厚計 LZ-990「エスカル」

膜厚管理、丸く収めます。

高性能で多機能、しかも小型でシンプルな膜厚計を……。
相反する要求を丸く収めると、膜厚計は新しいカタチになる。



デュアルタイプ膜厚計 LZ-990「エスカル」は必要最低限の操作キーだけを備えた膜厚計です。シンプルながら膜厚管理に必要な機能は充実し、アプリケーション(検量線)メモリ、測定データメモリ、膜厚管理の上下限設定、統計処理、データ出力などの15種の機能を装備しています。1台で鉄や鋼などの磁性体金属に施されたペイント厚やメッキ厚等の測定と、アルミや銅などの非磁性体金属に施されたペイント厚やアルマイト被膜厚等の測定が可能です。しかも、素材を自動判別しその測定モードへ切り替わります。プリンタや測定スタンド、外部出力ケーブルなどのオプションも充実しています。

- 電磁・渦電流式兼用膜厚計
- 素地自動判別機能
- アプリケーションメモリ機能
- 充実した付属品
- データ出力USB端子搭載
- 各種オプションを用意



●角棒の測定例



●丸棒の測定例



●キャリング・ポーチと付属品



■オプション
測定スタンド LW-990
プリンタ VZ-330



USBケーブル



プリンタケーブル



JIS K5600規格
適合商品

Kett

株式会社ケット科学研究所

東京本社 東京都大田区南馬込1-8-1 〒143-8507 TEL(03)3776-1111

大阪支店(06)6323-4581 札幌営業所(011)611-9441 仙台営業所(022)215-6806 名古屋営業所(052)551-2629 九州営業所(0942)84-9011

●この商品へのお問い合わせは上記、またはE-mailでお願いいたします。 URL <http://www.kett.co.jp/> E-mail sales@kett.co.jp

AGC

ECO

ここからはじまるECO
塗料用フッ素樹脂粉体
実績と信頼



AGC化学品カンパニー
AGC株式会社

100-8405 東京都千代田区丸の内1-5-1 新丸の内ビルディング Tel 03-3218-5040 Fax 03-3218-7843 URL <http://www.lumiflon.com>

塗料の運搬を始めて 110余年 !

創業明治二十九年

危険物運搬、塗料系の 廃棄物収集運搬はお任せ下さい

TEL・FAXにて 当社の産業廃棄物依頼表をご請求下さい
すぐにお送りいたします。

小缶からドラム缶
粉体フレコンバッグも処理します
廃材、ビニールシート廃ローラー、ウェスなどの産廃物も収集いたします
電着槽 塗装ブースの清掃も承ります



収集運搬費・処理費用は別途ご相談に応じます

お客様の気持ちを運ぶ

東京都塗装工業協同組合、東京都塗料商業協同組合
埼玉県塗料商業会、日本塗料商業組合神奈川県支部
神奈川県工業塗装協同組合 埼玉県工業塗装協同組合

指定業者

東京都 品川区南品川4丁目2番33号
まずは ご連絡下さい <http://www.ono-unso.co.jp/>
営業担当 里吉まで

TEL 03-3474-2081
FAX 03-3474-2838



株式会社小野運送店



エコかんまくん



① Kg からオーダーメイドできる粉体塗料

耐候性向上タイプ新発売！

超小口短納期調色粉体塗料

アルファ

ビリュージア アルティカラー[®] α

PERFORMANCE



経済的！ 1Kg から発注OK！



オーダー色を短納期で
お届け致します
(当社通常粉体塗料よりも短納期でお届けいたします)



粉体塗料を混合し
お好みの色に調色できます

QUALITY



超微粒子により塗膜外観に優れ、
美しい仕上がり肌が得られます



無溶剤で環境に優しい粉体塗料
RoHS 指令対応



耐候性に優れています
(ビリュージア アルティカラー[®] α 対比)



日本ペイント・インダストリアルコーティングス株式会社

〒140-8675 東京都品川区南品川4-1-15 TEL 03-3740-1130



工業用塗料

<http://nipponpaint-industrial.com/>

47077®

超美粧性粉体塗料

第3世代
HAA
粉体塗料

つや消し性と
高平滑性の両立

▶推奨用途

デスク

ロッカー

配電盤

発電機

間仕切り

什器

照明機器

など



ロックペイント 株式会社

詳しい使用方法等については、最寄りの営業所へお問い合わせください。

東京営業部 / 〒136-0076 / 東京都江東区南砂2丁目37番2号
TEL (03)3640-6000 FAX (03)3640-9000
大阪営業部 / 〒555-0033 / 大阪市西淀川区堀島3丁目1番47号
TEL (06)6473-1650 FAX (06)6473-1000

ロックペイントのホームページ <http://www.rockpaint.co.jp>

エコな粉、ええコナ

粉体塗料

エコナ®

1ケースからの少量・短納期を実現
特長ある品種

- 薄膜・高平滑タイプ
- 低温硬化タイプ
- ヤニ臭改善型 (PRTR 法対応)
- 高耐候性タイプ
- 艶消しタイプ
- ファインレザータイプ、
レザーサテンタイプ
- エッジカバータイプ



ユニークな発想で新しい価値を創造する◎

ナットコ株式会社

〒470-0213 愛知県みよし市打越町生賀山18

営業管理 TEL 0561-32-9651 FAX 0561-32-9652

支店 中部(愛知)・東部(埼玉)・西部(大阪)・西南部(福岡)



粉体塗装工程における異物対策と作業上の留意点

平田 政司*

はじめに

塗装工程は、製品の意匠を高める重要な製造工程のひとつである。一方、お客様の要求仕様はますます厳しくなっており、建機などの粉体塗装においても例外ではない。塗装工程における外観や機能不具合はコスト悪化の主要因になっており、今まで以上の工程改善が求められている。

一般に塗装工程の外観や機能不具合の約6～8割がゴミ・異物のコンタミネーション（混入汚染）であり、その主な原因は、いわゆる浮遊ゴミ、すなわちホコリである。

塗装工程のホコリ対策は、工場経営にとって永遠の課題である。なぜなら、ゴミ・異物不良はいろいろな対策を取ってもなかなか無くならないからである。

なぜ無くならないかという、その原因である浮遊ゴミ、ホコリ、落下ごみは目に見えないため原因に肉薄した的確な対策が取れていないからである。つまり、ホコリも、そのホコリが漂う空気の流れも、目に見えないからである。

現場では、ホコリに関してどのような現象が起きているかが、見えているようで見ていないことが多い。見ていないから対策の取りようがないわけである。まるで、見えない敵を追っかけているという感じである。

そこで私は塗装工程のゴミ・異物対策に「見える化」を提案し、コンサルティングで活用している。現場の「見える化」ができると、ゴミ・異物不良の発生メカニズムが分かる。メカニズムが分かると、取るべき対策が見えてくる。

本稿では私の「見える化」ツールを中心に、現場ですぐに役立つノウハウと対策事例を紹介する。

1. 会社の痛みの「見える化」と共有化

ゴミ対策の中で最も重要で、かつ最初に取り組まなければならないのが、会社の痛みの「見える化」と共有化である。

ゴミ対策は製造部門だけで解決できる課題では無い。最前線の作業員はもとより品質管理や生産技術、設計部門などと横断的なプロジェクトチームを作り、推進しなくてはならない。その場合、不良率の数値だけでは改善活動の重要性が掴みにくい。なぜなら不良率では会社の痛みが分かりにくいからである。ここで言う「痛み」とは、不良による損失利益のことである。

そこで会社が日々被っている利益の損失金額を不良率から計算し共有化すると、無味乾燥な不良率という

数値がお金という指標に変換できるため、会社の痛みを肌で感じることができるようになる。すなわちここで重要なことは、「全員で会社の痛みを覚える」ということである。

損失金額には、修正の研磨費、塗料費、光熱費、変動費、素材廃却費など原価試算で計算できる「目に見えるコスト」が上げられるが、それ以外の見えないコストの削減効果も大きい。たとえば外観不具合が少なくなれば、保管場、パレットが不要になり、手直し前の仕掛かりが減る。その他、不具合品を管理する費用や不具合品を再塗装することによる浪費作業時間、不具合製品に掛かった工数時間などが浮く。

更には、溶剤塗料で再塗装する場合は再塗装に使われる溶剤塗料が少なくなることにより、溶剤排出規制（VOC）対策にも貢献する。

2. 気流の「見える化」

浮遊ゴミは気流に乗って飛散する。そのため、最初に現場の気流を「見える化」することが重要である。

簡便な気流の可視化方法を2つ紹介する。ひとつはフォグマシンで、もうひとつはネブライザーである。写真1にフォグマシン、写真2にネブライザーを示す。

フォグマシンは、プロピレングリコールを加熱して白煙にする舞台装置である。100Vを電源とし、スイッチを入れるだけで多量の白煙が発生するため、スモークテスターよりも広範囲の気流を観察することができる。なおプロピレングリコールの白煙の塗装工程への影響は現段階では経験していないが、各自で事前にコンタミの影響を確認すること。

もうひとつの便利な可視化ツールは、喉の奥に薬剤



写真1 フォグマシン

* 平田技術士事務所



写真2 ネブライザー

を噴霧するネブライザーという装置である。このネブライザーは、加湿器と同じ原理で超音波で水をミストにしている。私が使っているオムロン NE-U22 は単3乾電池駆動のハンディタイプなので機動性が高く、数多くの測定ポイントを迅速に調査するのに適している。

3. 浮遊ゴミの「見える化」

3.1 HID ライトによる浮遊ゴミの「見える化」

朝、押し入れへ布団をしまうときにホコリがよく見えるという現象は誰でも体験していると思う。この現象は「ティンダル現象」という物理現象である。ホコリに光が当たって光が散乱し、ホコリが光って見えるわけである。この現象を利用すれば、空气中に浮遊する微粒子ゴミを観察することができる。

このティンダル現象をライトで再現する場合、光の強度と直進性がポイントである。市販されているライトでは、ポラリオンクリーンルームライトがある。光源はHIDで、3400ルーメンの光で約10 μm 以上のホコリが写真3に示すように可視化できる。

電源が充電式リチウムイオン電池なので、塗装ブー

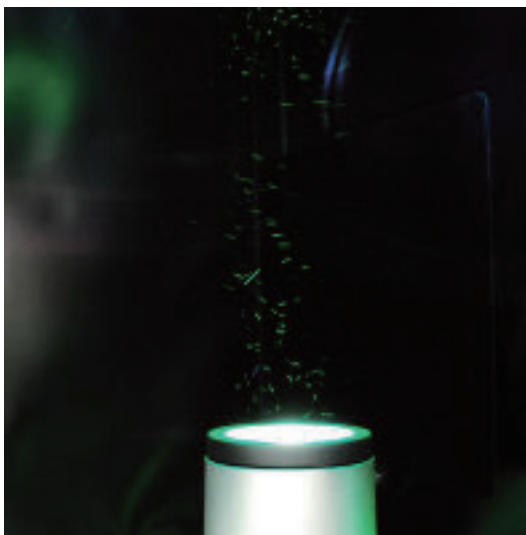


写真3 ポラリオンクリーンルームライト

スの他、ブースの間の搬送経路や冷えた状態の焼付炉の内部でも手に持って観察することができる。また搬送ラインのレールや治具から飛散するゴミの観察にも適している。

そのほかの事例としては、アウターブース入口やインナーブース入口の塗装直前の素材表面や完成品やラインの中間工程の製品表面の付着ゴミの観察にも適している。なお付着ゴミの観察には、光を真上からではなく、斜めから当てるとホコリがよく見える。HIDライトの光は散乱が少なく直進性が良いので、ホコリの影が浮かび上がるからである。

このHIDライトは極めて照度が大きいので、照射光を直接目に入れないように厳重な注意が必要である。

3.2 グリーンレーザーシート光源による浮遊ゴミの「見える化」

グリーンレーザーシート光源は、半導体製造工程で用いられている最先端の微粒子可視化技術である。波長532 nmのグリーンレーザーを幅2メートル程度のシート状にすることで、そのシートビームを通過する浮遊ゴミを可視化する。光は厚み数mmのビームであり、約10 μm 以上のホコリがキラキラ輝いて、「見える化」できる。

この可視化装置により、たとえば人が歩いた時に床面から舞い上がるホコリや、箒で床面を清掃したときに飛散するホコリをダイレクトに観察することができる。塗装ブースの微妙な給排気バランスの崩れにより、ホコリがブースの入口から吸い込まれてしまっている様子も観察できる。私が使用している装置は、カトウ光研株式会社製の出力1 W (1000 mW) であり、装置を写真4に示す。

このレーザーシート光源は照射範囲が広いので、工場全体や大型の塗装ブースなど一度に広範囲の調査をおこなうことができる。また前述のフォグマシンの白煙を室内に流してレーザーを照射すると、まるで墨流しのように室内の詳細な気流を可視化することができる。このテクニックを使うと、工場全体やブースの乱流や気流の溜まりの場所が分かり、「ホコリの巣」を



写真4 カトウ光研(株) グリーンレーザーシート光源



写真5 オムロン粗粒子パーティクルセンサー

特定することができる。

なお、レーザー光線の使用に当たっては、照射光を絶対に目に入れないよう厳重な管理が必要である。直接レーザー光線を目に入れると失明の恐れがある。グリーンレーザー専用のサングラスの使用を推奨する。

3.3 粗粒子パーティクルセンサーによる浮遊ゴミの「見える化」

光による可視化装置でホコリの挙動を可視化することができたが、次に必要になるのが浮遊ゴミの数の計測、すなわち定量化である。

従来のパーティクルカウンターは、塗装不良の要因にならない $0.5\ \mu\text{m}$ 以上の微粒子数を計測している。このため塗装工程で不良の原因となる粗粒子を定量的に測定することができなかった。そのなかでオムロンの粗粒子パーティクルセンサー「ZN-PD50-S」は漏斗状の吸引構造と大容量吸引ファンとの組み合わせで、 $5\sim 100\ \mu\text{m}$ 程度の粗大粒子を計測することができるようになった。装置を写真5に示す。

この装置は $100\ \text{V}$ 電源が必要であるが、市販のパソコン用の外部バッテリーを購入し接続すればポータブルにすることができる。

$100\ \text{V}$ 電源の場合でも外部バッテリーの場合でも、スイッチを入れるだけで、現場の粗粒子数を簡単にリアルタイムで測定することができる。たとえば、センサーを置いた床の近くを歩くと、すぐに粒子数が跳ね上がる。またセンサーのまわりに散水すると瞬く間に粒子数が減少していく。窓や資材搬入口が開くと、清浄度への影響がすぐにわかる。焼付炉の清掃前後で炉内の粒子数を測定すれば、清掃の効果や清掃レベルを数値化することができる。

4. 落下ゴミや付着ゴミの「見える化」

4.1 LED ライトによる「見える化」

前項までは浮遊ゴミの観察方法について記載したが、次は落下ゴミや付着ゴミの観察ツールである。LED ライトは光の直進性に優れるため、付着ゴミの視認性が良い。私は $200\sim 1000$ ルーメンのハンディ型 LED ライトを、コーティング前の素材観察や中間

工程の被塗物表面の観察に多用している。

さらにはブースの壁や装置や机の上などの表面を観察すると、予想以上のホコリが認められ驚くことが少なくない。

なお HID ライトのところで述べたように、光を真上からではなく、斜めから当てることがポイントである。

この LED ライトは HID ライトよりは光が弱いので、浮遊ゴミの観察には適さない。

4.2 ラベル用紙による「見える化」

HID ライトやレーザーは、現場に浮遊しているホコリの挙動をダイレクトに観察することができる。しかしホコリの数や形状を測定することはできない。

一方パーティクルセンサーは、浮遊するホコリの数の測定はできるが、ホコリの形状の観察はできない。そこで私は簡便に現場のホコリの数や形状を観察する方法として、パソコンの印刷用紙であるラベルシートを用い、空気中の落下ゴミ（落下塵）を捕捉するという方法をおこなっている。

ラベルシートの裏側の糊面の紙を剥がして、粘着面を上にして測定したい場所に一定時間置いておく。暴露後に OHP シートを糊面に貼り付けて現場から回収する。

あとは検査場など十分な照明があるところで、自社の検査基準に基づいてゴミや異物の大きさと数を計測、記録する。そのときに暴露時間で数を割れば、1 時間あたりの不具合レベルを定量化することができる。また日々改善活動が続けていく中でこの数字を継続的に追跡していけば、改善効果を「見える化」することができる。

ラベルシートに捕捉されたホコリは、デジタルマイクロスコープで観察することができる。これも「見える化」である。ゴミ・異物をズームアップして観察すると、形状や色により発生源を特定できる場合がある。私は安価な「Dino-Lite DigitalMicroscope」というデジタルマイクロスコープで $200\sim 500$ 倍に拡大して観察している。

4.3 ダストサンプラーによる「見える化」

落下塵調査で強力な武器となるのが、NTT-AT クリエイティブ社のダストサンプラーという落下塵調査用の粘着シートである。ダストサンプラーをブースやセッティングゾーンで暴露し、粘着面に捕捉できた浮遊ゴミや落下塵をデジタルマイクロスコープで観察する。

写真6にダストサンプラーを、写真7に暴露後に測定面に貼り付ける裏面の保護フィルムを示す。

5. 粉体塗料中のゴミの「見える化」

私のコンサルティング経験では、浮遊ゴミや落下塵よりも塗料配管内の付着異物（以下、コレステロールと呼ぶ）の要因の方が大きかったことが少なくない。

様々な塗装方法があるが、ここではガンによる塗装の異物の見える化について述べる。



写真6 ダストサンプラー



写真7 ダストサンプラーの保護フィルム

ガン先から吐出する塗料の中に混入しているコレステロールやゴミが見える化する方法は、ふるいを使う。ガンから吐出する粉体塗料を回収し、50～80メッシュのふるいでふるうと粉体塗料経路のコレステロールが観察できる。

ホース内面のコレステロールは、ホースを叩いたり曲げたりするとかさぶたのように取れる。スポンジを入れてエアで押し出す方法もあるが、ホース内面の傷に注意が必要である。

また流動槽にネオジム磁石を吊り下げると、インナーブースに落下した搬送ごみがよく取れる。

6. 対策事例

発塵したホコリは気流によって拡散する。つまり塗装工程においては、気流は「風まかせ」ではなく、気流を「制御する」という考えが重要である。気流の「見える化」により、ホコリの発生源とその拡散方向を把握することが必要である。

また塗装工程の環境維持には、クリーンルームの清浄度の維持をおこなうための4原則の遵守が求められる。

る。

- ①工程内にゴミを持ち込まない。
- ②ゴミを発生させない。
- ③ゴミを堆積させない。
- ④ゴミを除去する。

6.1 原則1：工程内にゴミを持ち込まない。

クリーンエリアにゴミを持ち込まないためには、次の3つの対策が有効である。

- i) クリーンエリアを囲う
- ii) クリーンエリアに適切なフィルタを設置して給気する
- iii) クリーンエリアを陽圧にする

クリーンエリアを囲ってホコリから守るという原則は一般によく知られている。エリアの入口はいつも必ず閉める習慣が必要である。求められるクリーン度によっては入口に数段階のゾーン（ゾーニング）やエアシャワーを設置する場合もある。

ところが塗装工程では熱の排気が必要な場合が多い。工場の天井に排気ファンがあるにも係わらず給気がされていない場合は、扉を開けた瞬間に外気が乱入する。これは工場全体の給気と排気のバランスが陰圧になり、開口部から外気が入るといった現象である。そのような工場ではシートシャッターが工場の内側に膨らんでいるので給排気バランスが取れていないことがすぐにわかる。また工場のドアの開閉が重いことでも判断できる。このような場合は、いくらクリーンエリアを囲っても空気は隙間を探し、かなりの速度で外気が入ってくる。すなわちクリーンエリアでは排気装置だけでなく、給気装置も備え、若干陽圧（5～20 Pa）になるように給排気バランスを取る。

この給排気バランスは工場全体だけでなく、アウターブースにおいても重要である。外部に対して陰圧になっているアウターブースをグリーンレーザーで観察すると、工場の出入り口などからブースへホコリが一直線に向かっていることがわかる。塗装ブースがホコリの集塵機になっているわけである。

囲うという意味においては、除塵工程も塗装ブースと同じように囲う必要がある。また囲うだけでなく給気と排気を行い、製品から発生したホコリを集塵する必要がある。

6.2 原則2：ゴミを発生させない。

クリーンエリア内では作業員からの発塵が最も多い傾向にある。そのためラインの自動化、無人化は有効である。またラインの駆動部の振動対策、発塵対策、集塵対策も重要である。

作業員からの発塵を止める方法は、次の3つである。

- i) クリーンスーツの着用
- ii) クリーンスーツの毎日の洗濯
- iii) クリーン環境でのスーツの保管

作業の際に衣服がこすれ合って、人から発塵する。特に作業服が綿や短繊維の化学繊維の場合、レーザーやHIDライトで著しい発塵を観察することができる。したがってクリーンエリアでは長繊維ポリエステル製

低発塵クリーンスーツが必要となる。

クリーンスーツには通気性の無いタイプと、適度な通気性が設けられているタイプがある。

一般に市販されている半導体製造用のクリーンスーツは、低発塵性、制電性は備えているが、通気性や吸汗性が良くない。それは、半導体製造工程は一定温度の作業環境であり、作業量も塗装工程と比べると小さいのでスーツに通気性や吸汗性がそれほど必要ないからである。

一方、塗装工程は夏暑く冬寒く、腕の往復動作や歩行作業もあるので、半導体製造用のスーツでは蒸れてしまうという問題が発生する。つまり、塗装工程用クリーンスーツには半導体製造工程のクリーンスーツとは異なる機能が更に必要であるということである。

その機能とは、吸汗性、水分の速乾性、通気性である。特に通気性に関しては、快適性とポンピング現象防止という2つの機能が求められる。ポンピング現象とは、通気性の低いスーツで作業をしたときに、作業に伴いスーツ内部のホコリが首回りなどからブワッと出てくる現象を言う。そこで生地にも適度な通気性を持たせるとスーツ全体がフィルターの役目となり、ポンピング現象を防ぐことができる。以上の機能を持った粉体塗装用クリーンスーツが、(株)ガードナーから発売されている。

また、クリーンスーツは維持管理がとても重要である。せっかく現場にクリーンスーツを導入しても、スーツにホコリが付着しては意味がない。あるブースでクリーンスーツの洗濯の有無による1週間の塵埃量を比較調査したところ、毎日洗濯有りの週のブース内の塵埃量は洗濯無しの週の3分の1であった。これは作業時のクリーンスーツからホコリが飛散していることを意味する。また朝からの経過時間では着用してからの時間が長いほどブース内の塵埃量が多いことも分かった。すなわち朝一番のスーツはきれいであっても、作業中にスーツにホコリが付着し時間が経過するごとに発塵量が増すということである。以上のことから、クリーンスーツは毎日洗濯が必要であると言える。

最後に保管方法だが、洗濯したクリーンスーツを焼付炉の裏側などに無造作に吊しておくなどは論外である。パイプを組んで帯電防止の樹脂カーテンで囲い、クリーンスーツ専用のロッカーを用意する必要がある。天井にFFU（ファンフィルターユニット：クリーン給気装置）を設置すればなお万全である。

6.3 原則3：ゴミを堆積させない（清掃）

人が歩くと床面からホコリが舞い上がる様子を前述のグリーンレーザーシート光源で観察することができる。すなわち床には、目では見えないホコリがたくさん降り積もっているわけである。

私の調査では、塗装工程の2大発塵源は床と人であった。場内を歩行すると、床と人の両方から発塵する。半導体製造業界では、これを「ホコリのオーラ」と呼んでいる。人からオーラのようにホコリが出るわけである。この言葉は、ホコリの発塵メカニズムをうまく表現できていると思う。

また稼働中の現場のホコリの量を高さ方向で測定すると、床面からの高さが低いほどホコリが多いことがわかった。床面50 cmのホコリの量は、高さ1 mに対して約2倍であった。

更に、球状の粒子を静止空气中で落下させると空気の粘性を受けて一定速度になる。これを「ストークスの終末速度」と呼ぶ。たとえば50 μm のケイ砂（比重2.7）の落下速度はたったの0.2 m/sである。鉄（比重7.7）でさえ、0.6 m/sである。このことから、一度舞い上がってしまったホコリは、いつまで経っても浮遊したままで沈静化しないということが分かる。

以上のメカニズムから、塗装工程の毎日の清掃方法についてその一例を紹介する。

- i) まず大原則として、歩くだけでホコリが飛散し終日沈静化しないわけであるから箒の使用は厳禁である。
- ii) 朝一番、床に沈静化したホコリを起こさないように静かに掃除機を掛ける。
- iii) 拭き取り後、場内全面に散水する。その後始めて場内の給排気ファンを稼働する。すなわち寝た子を起こさないことがポイントである。アウターブースなど散水できない工程の場合は、クイックルワイパーのような湿式の床用ワイパーで拭く。
- iv) 掃除機は、床面に排気するタイプはホコリを舞い上げてしまう。ケルヒャーの掃除機のように、上方、クリーン排気の種類を推奨する。

6.4 原則4：ゴミを除去する。

浮遊しているホコリは、製品への付着を防ぐためすみやかに除去することが必要である。

そのため工程内の適切な気流管理が必要である。

塗装工程を浮遊するホコリは、散水やネットで捕捉することができる。このときに大切なことは、気流の「見える化」を行い、その流れを「利用する」ということである。ホコリは気流により拡散するため、その流れの通り道に仕掛けを作ると効率の良い捕捉ができる。たとえば、気流の流れの途中の床面に水を撒くとか、ステンレスの水パンや市販されている「保水マット」を設置することで、床面からのホコリの離脱を防ぐことができる。床面の散水は効果の大きいホコリ対策である。しかし定期的に散水しなければ、直ぐに乾いてしまい効果が得られない。散水ホースを現場の近くに設置するなど、散水しやすい環境整備が必要である。

浮遊するホコリの捕捉には、ネットや金網が有効である。金網の場合はアングルを組んで網を張る。一方、ネットの場合は施工が簡単である。浮遊するホコリを積極的に捕捉する仕掛けとして粘着剤をネットに塗布した、「ダストキャッチネット」が市販されている。金網は静電誘導があるので帯電したホコリを捕捉するちからが強い。なお、これらの対策は行き当たりばったりで設置するものではない。工程内の風速、風向、ホコリの飛散状況を測定し、場内のマップに記録することで、どこに設置をすれば最適であるかを十分

に吟味することが必要である。

おわりに

本稿では、様々な現場のホコリの「見える化」ツールをご紹介した。これらの「見える化」の情報はそれぞれ単独で存在するのではなく、すべて発塵メカニズムによって繋がっている。したがって数個のデータだけでは、ホコリの犯人像は見えない。様々な視点から「見える化」の情報を増やし、それらの点を線で繋いでいき、最後は面にして犯人を捕らえる。つまり、ゴミ・異物対策で最も重要なことは、発塵メカニズムの解明であると私は考えている。

「見える化」は、見えないものを見えるようにすることである。見えると気づきが得られ、行動につながる。

「見える化」には、情報の共有化というメリットがあるが、一番のメリットはゴミ・異物対策がゲーム感覚で打ち込めるようになり面白くなるという点である。現場で気流やホコリの状況をご覧いただくと、担当者から「やっぱり！」とか「そうだと思った。」という声をお聞きする。これは、普段現場で感じていることが可視化できたということであると考ええる。やはり答えは現場にあるということである。