

月刊

食品の生産拠点を支援する情報誌

食品工場長

2

FEBRUARY 2017

No.238



背景：伊藤ハム株 西宮工場



背景：米久株 夢工場



Top Interview —トップインタビュー—

伊藤ハム米久ホールディングス(株)
代表取締役社長

宮下 功氏

特集

・食品の冷凍・解凍技術
・品質管理のための静電気対策



ルポ&インタビュー
井辻食産(株)
新工場紹介
(株)大森 本社工場

品質管理のための 静電気対策

製造現場における静電気は、現場スタッフの感電のみならず、工程の不具合を引き起こしたり、異物混入、包装不良など製品に対する危害要因になったりもする。「静電気はどのようなプロセスを経て何をしでかすのか」私たちは品質管理の視点からこれらを論理的に整理する必要があるだろう。

科学的根拠に基づいた現場改善、危害対策を図るためにはまずは静電気について正しい知識を持つことが一歩となる。本特集では、さまざまな角度から静電気対策をフォーカスし、実践に役立つ情報をお届けする。

CONTENTS	
47-52	◆ 基調解説 クレインテクノ コンサルティング
53	◆ テーマ解説 1 春日電機(株)
54-55	◆ テーマ解説 2 ミドリ安全(株)
56-57	◆ テーマ解説 3 (株)メイワボックス
58	◆ テーマ解説 4 アキレス(株)

◆ 基調解説

静電気の基礎知識と 除電対策

品質管理の定義は「お客さまの要求する品質 (Quality)、価格 (Cost)、納期 (Delivery) を提供すること」ですが、皆さんは自工場が要求する静電気除去 (帯電防止) レベルを十分に把握していますか。レベルが分からず対策が不十分だったり、逆に要求品質以上の高価な装置を購入したりしていませんか。要求品質を知るには、目には見えにくい静電気を「見える化」することが重要です。本稿では静電気に関わる基礎知識を整理しながら、見える化の方法や具体的な対策などを紹介します。



クレイン テクノ コンサルティング 代表
門真 博行

【プロフィール】

1974年松下電器産業(株)入社、光ビック自動化ラインの品質、設備改善を担当。2004年より中国・広州の携帯電話向け液晶パネル工場での品質、設備改善を担当し工場立ち上げを支援。13年より中小企業を対象とした品質、生産性の改善コンサルティングを開始、製造スタッフ向けの静電気除去管理の指導・教育も実施している。

Hiroyuki Monma

静電気と相対湿度

乾燥時 (相対湿度[※] 10 ~ 20%) と湿潤時 (同 65 ~ 90%) の発生要因別の静電気帯電量は、**図 1** に示すように乾燥時で 20 倍以上も多いたことが分かります。その変化点は相対湿度 50% 付近にあり、50% を切ると急激に帯電量が高くなります (**図 2**)。では、日本で相対湿度が頻繁に 50% 以下になる時期はいつでしょうか。

※相対湿度・ある温度で空気が含むことができる最大の水分量に比べて実際に含んでいる水分量の割合。

一般的に冬季は静電気が発生しやすいイメージがありますが、実は日本で 50% 以下になる日は少なく、乾燥していると思われる東京でも平均で 50% を切るのは 1 月だけです。逆に日本海側は冬の相対湿度が高くなる傾向にあります。また一日の変化では、日中は気温が上がるため相対湿度が低くなり、夜は気温が下がるため高くなり、冬場の東京でも夜間は 50% 以上を確保しています。

冬場に静電気が発生しやすい大きな原因は、室内の暖房です。暖房による室温上昇に伴い、その温度の飽和水蒸気量が上昇して相対湿度が低くなります。 **図 3**

図2 相対湿度の変化と静電気帯電量の関係

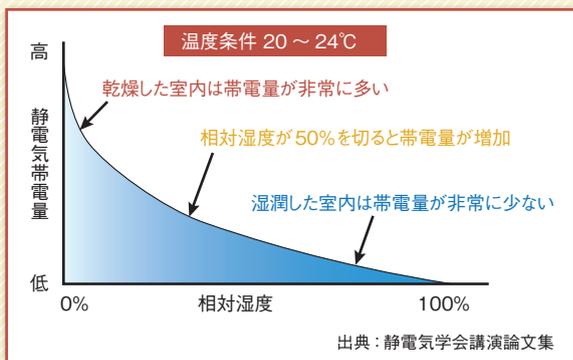


図3 暖房と相対湿度の関係

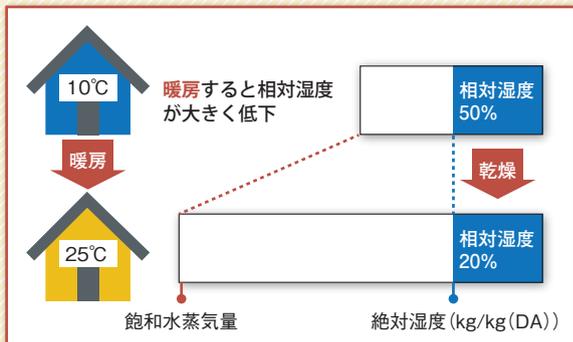


図4 剥離帯電の原理

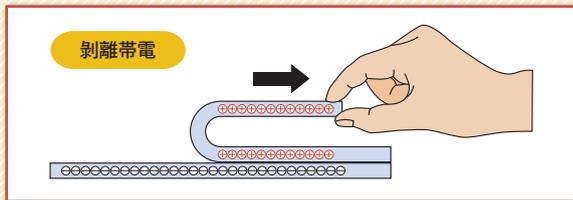
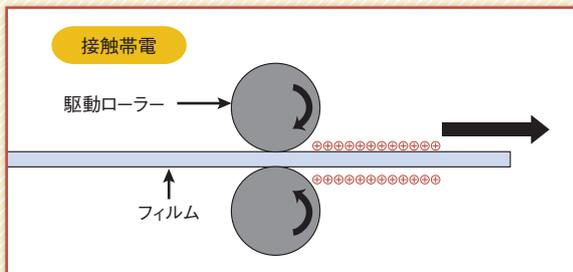


図5 接触帯電の原理

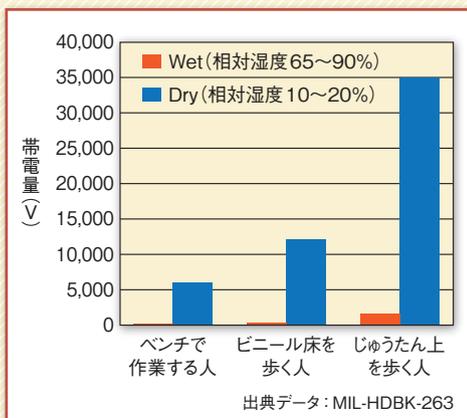


静電気トラブルを改善する場合、問題を正しく認識した上で、QCサークルなどでもよく使用されている以下のステップで改善を進めます。

① 現状把握

品質管理は正しい測定から始まります。静電気トラブルの改善も、初めに客観的データに基づいて現状把握をします。まず静電気測定器で現場の帯電量を測定します。目に見えない静電気も、測定して数値化すれば「見える化」が可能になります。グラフなどで表現すれば、改善前との差も誰が見ても分かるように

図1 相対湿度 (%) と静電気帯電量 (V)



の例のように、温度10℃、相対湿度50%の室内の場合、温度25℃になると相対湿度は20%まで大きく低下します。かつ、冬場は太平洋側で降雨(雪)量が少なく、それに伴って絶対湿度(1kgの空気中の水分量)も低くなります。よって、春夏・

秋では特に問題が見られず、冬場に静電気トラブルが発生する場合は、相対湿度が改善のポイントとなるわけです。

人・設備・製品に対する障害

静電気が人・設備・製品に及ぼす障害は次の通りです。

■ 人体への障害

静電気による人体へのショックは1kV程度の帯電量では全く感じられず、3kVの帯電量からチクリとした痛みを感じ、6kVでは強い痛み、1万V以上になるとと手全体に強い痛みを感じます。

■ 設備への障害

デジタル制御機器や精密測定器などは、静電気放電のノイズによる誤動作やリーク電流による内部IC破壊などの恐れがあります。静電ノイズは接地した金

網ケースを用いた静電気シールドを実施することで影響を解消できます。

■ 製品への障害

① 固体(シール)

剥離帯電▼自動プラ袋供給機で袋を取り出す際などに発生する剥離帯電(図4)により、一枚一枚の袋の供給がうまくいかず、数枚が一度に運ばれて設備が停止する障害が冬季に頻繁に発生します。

接触帯電▼高速で回転する駆動ローラーから発生する接触帯電(図5)によるごみの付着、フィルム変形によるチョコ停の増加が起こります。プラ容器内にごみが付着すれば異物混入となります。また、フィルムへの印字の際、静電気によってインキが引つ張られ、文字や柄のエッジにヒゲのような模様が見れるなど、印刷不良が発生する場合があります。

② 粉体▼粉体は表面積が大きいため、固

静電気トラブルの改善

体と比べて静電気が発生しやすくなります。特に供給パイプの曲がり部分では非常に大きな静電気が発生し、粉が設備や製品に付着して品質トラブルの要因になります。また発生する帯電量が数万Vにもなるとときがあり、この場合は人体へ与えるショックもかなり大きくなります。

③ 流体▼パイプ中に液体を流すと帯電し、これを流動帯電と呼びます。液体と固体のパイプ壁が接触すると、パイプ壁に正か負の電荷を帯びた原子(イオン)が吸着され、液体側に反対符号のイオンが残ります。食品工場ではあまり使用しませんが、可燃性流体を輸送中に静電気発火による爆発事故が発生したケースもあります。またノズルから液体を噴出させる場合、水のような導電性液体でも帯電し、同様に水蒸気も帯電します。これは雲が帯電して雷が発生する原理と同じです。

図6 特性要因図の例

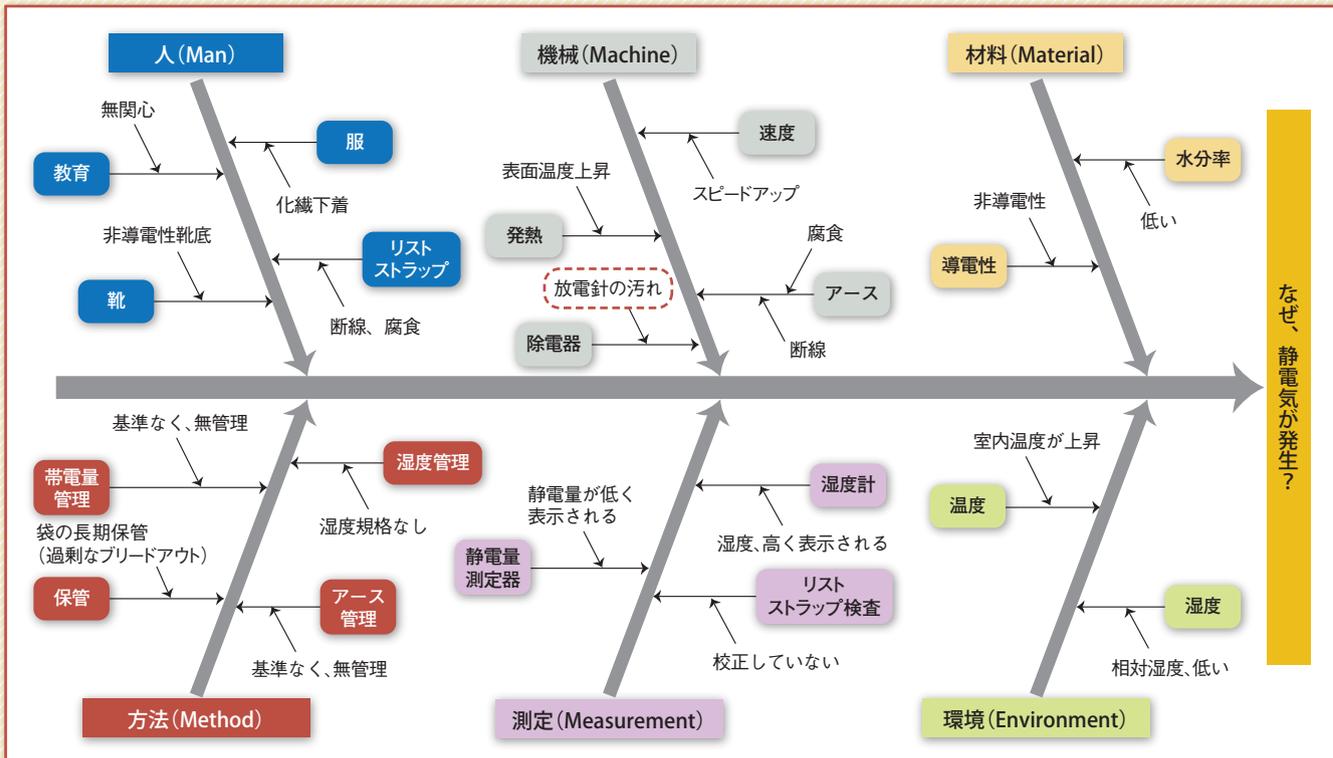
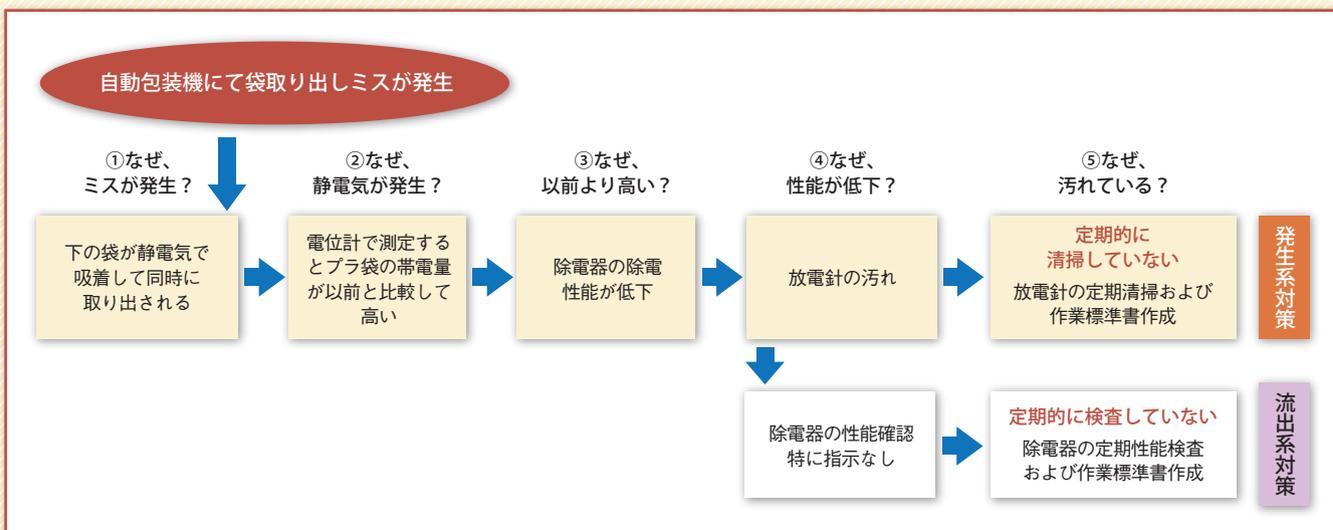


図7 なぜなぜ分析の例



なります。また、現在の歩留まり率、チョコ停率などのデータ収集も重要です。静電気測定器は、半導体工場では数Vの静電気で半導体が破壊されてしまうので精度や信頼性の高い機種が必要ですが、食品工場では数百Vからトラブルが発生するケースが多いため、測定精度は少し低いものの安価な2万円前後の静電気測定器でも使用できます。

②原因分析
収集した客観的データは、そのままの数値では分かりにくいので、品質管理の基本ツールである「QCの七つ道具」(特性要因図、パレート図、ヒストグラム、グラフ、管理図、チェックシート、散布図、層別)を活用して原因分析を行います。

図6は、ある食品工場での具体的な事例を基に作成した静電気発生時の「特性要因図」です。問題点に対してその原因を全員で提起し視覚的にまとめ、的を絞った効果的な改善を推進するための手法です。特性が起きる要因として考えられる事象(5M+1E: Man, Machine, Material, Method, Measurement, Environment)を挙げ、それを大骨として矢印で記入し、次に中骨、小骨を記入します。この事例では「自動プラ袋供給機トラブルによるチョコ停が増加。この設備異常は、プラ袋の帯電除去用を使用されている除電器の放電針が汚れ、除電不足を引き起こしていたことが原因だった」との認識が得られました。

次に、対策を検討するため、不良や不具合など問題の真因を追求する手法である「なぜなぜ分析」(図7)を実施します。一

③対策&立案
 静電気トラブルの真の原因が分かっただら、対策を考えて実行します。その際には次の二つの対策を検討します。
静電気トラブル発生系対策▼静電気トラブル発生の原因に対する対策。この事例の場合は放電針の定期清掃。
静電気トラブル流出系対策▼流出、検査ミスした要因に対する対策。この事例の

図8 対策前後の帯電量



場合は除電器の定期性能検査。
 ④効果確認
 放電針を清掃する前後のプラ袋の帯電量を測定し、比較します(図8)。
 ⑤歯止めと標準化
 静電気トラブル対策に効果があれば、その対策を継続させるために作業標準書を作成して、誰もが実施できるように教育します。

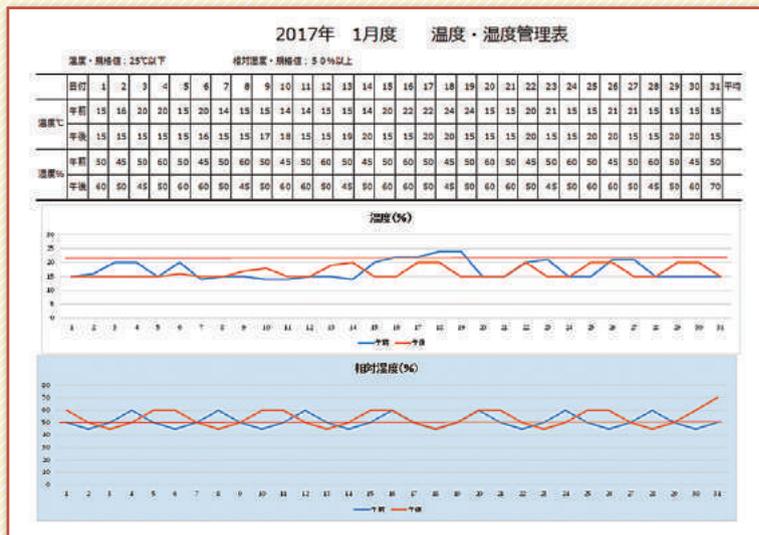
除電方法例と管理のポイント

静電気はさまざまな場所で時間や季節ごとに変化しますので、その対策は容易ではありません。まして姿が見えないので厄介です。また、新規に除電機器や除電機を購入しても、メンテナンスがおろそかだと除電効果は激減します。除電管理方法を決めて作業標準書を作成し、常に規定の性能の除電効果が確保されるようにします。管理のポイントを把握しておけば、静電気トラブルを改善する際に非常に役に立ちます。
 以下に、工場環境と製造ラインの除電方法例と管理のポイントを示します。

工場環境編

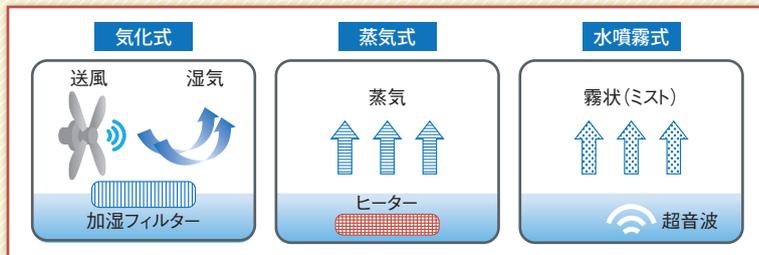
半導体工場では弱い静電気でも製品故障に直結するため、厳しい静電気管理体制の下で生産し、また静電気教育も徹底しています。一方、食品工場で発生する静電気トラブルは数百V以上からであり、半導体工場の管理レベルと比べれば低いのですが、基本的な静電気除電の管理方法は同じです。

図9 温度・湿度管理表の例



①相対湿度の測定管理
 温湿度計は温度と相対湿度の管理幅を決めて設置し、日々、相対湿度を測定・記録します(図9)。湿度が高くなれば材料表面の吸着水分量が増加し、電気伝導性が向上し、結果的に電荷の漏えい(リーク)を加速することができます。
 ②加湿器の設置
 加湿は静電気対策の基本であり、最も重要な対策の一つでもあります。加湿器には次のような方式があり、設置する場所や用途に応じて選択します(図10)。
 ③静電用アースの取り付け(電荷を大地に放電)

図10 加湿器の種類



ターがないので電気代が安く済むが、送風ファンの音がある。
蒸気方式▼水を100℃または100℃以上の蒸気にして噴霧。ヒーターを使用するので消費電力は大きくなるが、殺菌効果があり、すぐに加湿が可能。
水噴霧方式▼常温の水を霧化させ、送風機で拡散。消費電力は少ないが、水に雑菌があると拡散される。
 なお、加湿器の設置に当たっては、高湿度による設備へのさびや腐食、カビの影響などを考慮しなければなりません。

図11 自己放電式除電器の原理

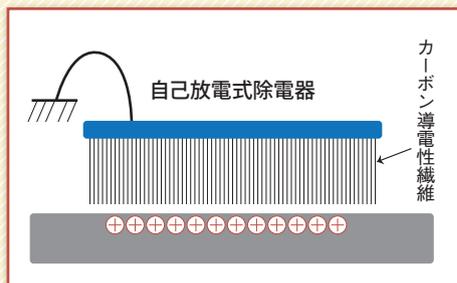


写真1 電気式除電器の例(ファンタイプ)

高価な除電装置を導入しても、一本のアース線が断線や腐食していたために除電効果が出ない場合があります。必ず設備からアースを取って電荷を大地に逃がし(接地)、定期的に接地抵抗計、テスターなどによって抵抗値を測定します。接地は第一種、第二種、第三種、特別第三種があり、接地線の太さ、設置工事方法が指定されていますが、静電気を大地に流す目的であればどのタイプでも問題ありません。

■製造ライン編

①除電装置

除電装置(除電器)は「イオナイザ」とも呼ばれており、帯電体の電荷の極性と逆極性のイオン(ガス分子のイオン)を発生させ、これによって帯電体電荷を中和し除電する装置です。

自己放電式除電器は、価格が安くメンテナンスも容易です。細い導電性繊維を並べたものを接地して帯電体に接近させるとコロナ放電が起こり、帯電体電荷を

除去する作用を持ちます(図11)。

電気式除電器(写真1参照)は、先端のとがった針電極(放電針)でコロナ放電を起こしてイオンを発生させ、帯電体の電荷を中和する装置です。コロナ放電を使う点で自己放電式除電器と除電原理が同じですが、高圧電源を用いてその放電を自発的に行う点が異なります。交流式や直流式などさまざまなタイプがあり、比較的高価ですが、上手に使いこなせば劇的に帯電量を減らすことができます。

メンテナンスは、放電針の定期的な清掃と交換が必要です。またイオンの発生調整を間違えると、逆にさらに帯電させてしまう場合があるので注意が必要です。

②導電性容器

工程内の容器は導電性があるもの(写真2参照)を利用し、さらに置き台にもアースを取り付けると除電効果が得られます。導電性容器の導電方法には、プラスチック材料の表面に金属被膜を形成する表面導電化、カーボンをプラスチック材

あなたの身近にいつも…アキレス

Achilles

防虫 防災 静電気対策

食品工場が持つ悩み・課題を
機能性フィルムカーテンで解決

防虫・防災・紫外線吸収など多くの機能を備えた
カーテン用軟質フィルム、アキレス ソフトパーティション。
1枚の軟質フィルムで、工場内の品質管理・
作業効率の向上が望めます。

食品工場での実績も多数!まずはお問い合わせください。

化成産事業部
フィルム販売部 **03-5338-9266**

WEB その他にも様々な機能を持つ
フィルム製品を多数ご用意!
アキレス ソフトパーティション 検索

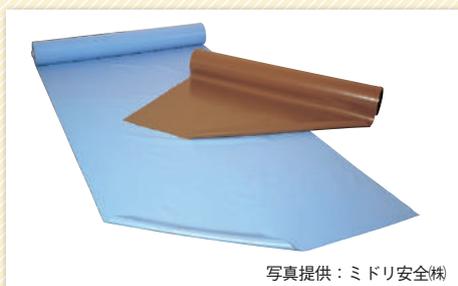
アキレス株式会社 本社：〒169-8885 東京都新宿区北新宿2-21-1 新宿フロントタワー <http://www.achilles.jp>

図12 台車へのチェーン取り付け例



写真提供：ミドリ安全株

写真2 導電性ボックスの例



写真提供：ミドリ安全株

写真3 導電性マットの例

③導電性マット床
 人体の帯電を防ぐ方法として、静電服や静電靴を活用する方法がありますが、床が導電性でないと電荷が大地に流れないため効果はありません。また、移動する台車に金属チェーンを取り付けて除電する場合にも、床が導電性であることが前提となります。従って、床に導電性塗装を施したり、導電性マット(写真3)を敷いたりすることが望まれます。

④台車、作業椅子、棚
 台車、作業椅子、棚などの帯電防止のために、チェーンを取り付ける方法があります(図12参照)。この場合、チェーンに通電していなければ意味がなくなってしまうので、導通テストを定期的に行います。

⑤帯電防止剤
 古くから活用されている帯電防止剤(界面活性剤の一種)の使用も導電化の一つであり、プラスチック材料に塗布する

と親水性が得られるため、空気の水分を吸着し、導電性を持たせることができ、電荷を速く漏えいさせます。しかし、帯電防止剤は乾燥時には効果が少なく、また表面を拭き取ったり洗浄したりすると容易にその効果はなくなってしまう。

⑥高温部
 ホットローラーやヒートシーラーなどの高温部分の表面は、部屋の相対湿度が高くても高温によって乾燥するので、帯電量が多くなると推定されます。ここも要注意ポイントです。対策としては、除電ブラシおよびブロー式除電器を取り付けることで発生イオンを中和させる方法があります。

改善事例「自動プラ袋供給機の静電気トラブル」

最後に、筆者がコンサルティングを担当した食品工場での実際の改善事例を参考までにご紹介します。この工場では次のようにして対策の方向性を決めました。

現状▼自動プラ袋供給機にてプラ袋を取り出す際に静電気での袋が吸引し、位置ずれなどのトラブルが発生していたが、工程スタッフが調査した結果、同じプラ袋でもロットが異なるものは異常が全く発生していなかった。

原因▼異常発生品のロットNo.を袋メーカーに連絡。調査の結果、製造工程で静電気防止添加剤を塗布しているパイプが詰まり、塗布量にばらつきが発生し、規格外のものが出たことが判明した。

対策▼袋メーカーにて以下の対策を実施。

【発生系対策】製造ラインにおいて、界面活性剤の塗布パイプの定期清掃を実施。

【流出系対策】出荷検査の際、静電気防止添加剤の含有量を調べるなど、検査規格内容の見直しを行う。

いくら高価な除電装置を導入しても、使用・管理する人に静電気の知識がなければ宝の持ち腐れです。いつまでたっても静電気トラブルはなくなりません。まずは、基礎的な静電気除電の知識をスタッフ全員に持たせることが何よりも重要です。作業スタッフが基礎的な除電知識を習得すれば、静電気トラブルの問題点を含めて現場はより見える化が進み、その結果、現場改善が進み、品質も生産性もより向上します。

大空間用オーバーヘッドイオナイザ IOHシリーズ

EKASUGA 春日電機

天井設置のイオナイザ

コンベヤ上や、作業台等の広いエリアにイオンを照射して、帯電物質を除電
異物付着防止に最適

(意匠・特許取得済)

- ・IOH-03 寸法:171×940×90mm 質量:約5.0kg
- ・IOH-02 寸法:171×640×90mm 質量:約3.6kg

エアシャワー用イオナイザ AIS-1型

イオンエアで付着ゴミを完全除去

既設のエアシャワーに組込み可能

静電気の制御技術を開発する……

EKASUGA 春日電機株式会社

http://www.ekasuga.co.jp E-mail: info@ekasuga.co.jp

営業本部 〒212-0032 神奈川県川崎市幸区新川崎 2-4
TEL 044-580-3511