

樹脂部品塗装ラインの ゴミブツ診断

"Dust Diagnosis" in Paint Application Process for Plastic Automotive Parts



SD センター
第1部
津田益二
Masuji
Tsuda

SD センター
第1部
鏡山真行
Masayuki
Kagamiyama

SD センター
第1部
岩村達也
Tatsuya
Iwamura

1. はじめに

自動車、部品、工業の塗装ラインでは、環境対応・工程短縮・高品質といった課題に対して生産効率を向上させるために、設備・工程・管理面の改善が進められている。しかし、その阻害要因として塗装外観不良による修正工程が発生している。近年、塗装設備や塗料の機能と性能向上により、塗膜外観品質に影響するタレ・ワキ・ツヤビケ・肌荒れなどの不良は減少し、ゴミブツが塗装不良の大部分を占めるようになった(図1)。弊社のゴミブツに特定したライン診断業務は、当初、自動車ボディの直行率向上「品質向上」を目的に約20年前(1990年～)から着手し、現在に至っている。ライン診断では、下塗り電着(ED)工程、中塗り工程、上塗り工程において定点調査を基本に、各工程において塗膜に付着している不良項目となる突起ブツを観察し、そのデータを基に「ゴミブツ」の発生件数・形状・大きさ・偏りを塗色・工程・日間・日内で層別し、傾向を解析して原因を導き出した。その結果を基に、設備面、作業面、工程面での対応策を含めて、ライン診断報告を行ってきた。近年、特に樹脂成型部品塗装ライン(バンパー・スポイラーなど)からのライン診断要求が多くなってきている。樹脂成型部品塗装ラインは、成型直後から素材が帯電しており、浮遊しているダストを素材表面に誘引し付着させてしまう特性を持ち、その対応には各塗装ラインで日々改善が繰り返されている。ここでは、樹脂成型部品

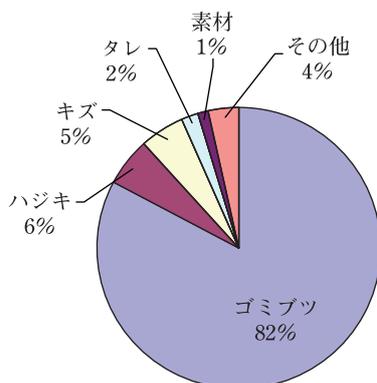


図1 樹脂成型塗装ラインの塗装不良内容

塗装ラインのゴミブツ診断における取り組み方とその実施効果について説明する。

2. 樹脂成型部品塗装ライン診断へのアプローチ

2.1 樹脂成型部品塗装ラインの特徴

一般的な樹脂成型部品塗装ラインでは、プライマー・カラーベース・クリヤーの3wet工程で連続的に塗装される。これが自動車ボディ塗装ライン工程との違いである。自動車ボディ塗装ライン工程では、下塗りED・中塗りの焼付乾燥後にブツ修正(主要部位の突起ブツを研磨しフラット化する)したのち、除塵工程を経て次工程に進む。一方、樹脂成型部品塗装工程では、素材表面に付着したブツ原因物質やプライマー塗装工程で発生したブツが修正されることなく、最終工程であるクリヤー塗装工程から乾燥炉に進んで行き、突起ブツ物質は蓄積され、塗膜外観品質に影響を及ぼし修正が必要となる。このことが直行率を低下させ、生産効率向上の阻害要因となっている。樹脂成型部品塗装工程では、素材の保管状態から塗装・乾燥工程に至る下流から上流全域のゴミブツ原因物質の発生源を的確に探り当てる必要があるため、そのための調査方法についても、種々検討と試行錯誤を重ね現在に至っている。

ここで、樹脂成型部品塗装ライン工程の代表的なレイアウトを示す(図2)。樹脂成型を自社で行っている場合と外注調達の場合がある。絶縁物である樹脂成型部品は成型直後で10kvに及ぶ帯電電位を示す場合があり、外部調達では保管場所や流通条件(梱包状態)などによって、周囲環境からの浮遊ダストが帯電により確実にゴミブツ原因物質として樹脂成型部品全面に誘引され、付着してしまうことになる(図3)。樹脂成型部品ラインにおいては、付着したゴミブツ原因物質は前処理工程で除去されるが、搬送やエアブローなどの空気摩擦により、樹脂成型部品の帯電電位が上昇してしまう工程があり、除電装置を随所に設け対応しているが、その工程に対し試行錯誤で各社各様の改善を加え塗膜外観品質を確保する努力をしているのが現状といえる。

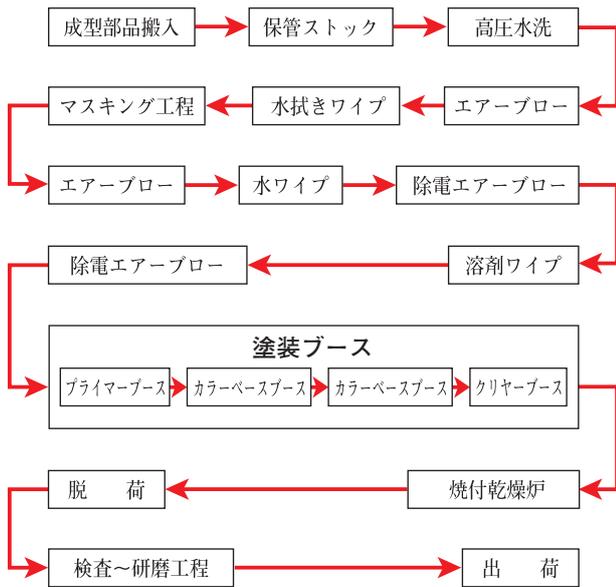
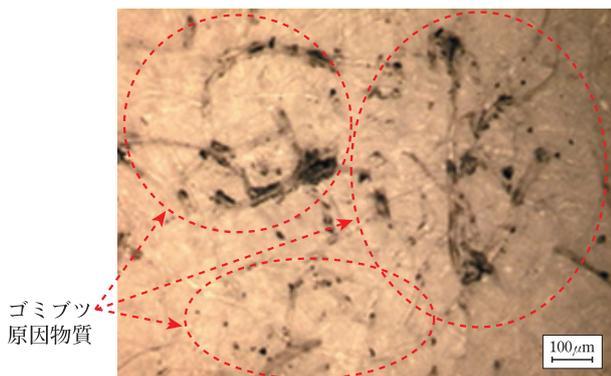


図2 樹脂成型部品塗装ラインの工程例

図3 素材裏面の汚染状態
部品成型搬入後の素材汚染

2.2 ブツ原因物質の発生要因

ライン診断においては、塗装ライン工程別にブツ原因物質を調査していくことが基本となる。チェックポイントは、①素地(除塵精度)、②人の作業、③塗料とその供給経路、④副資材、⑤塗装工程、⑥塗装条件、⑦塗装環境などが挙げられるが、それぞれの項目に対して変動要因を列挙し、それらがブツ原因物質の発生源なのか、誘発要因なのかを区別することが対応策に結びつく重要な役割となっている。弊社がこれまで実施した数多くのライン診断の知見を基に詳細にブツ発生原因の要因解析を行い纏めたものが診断マップである。これは改善対策の管理及び効果チェックも可能なライン診断ツールとして完成度が高く、ライン診断業務には常に活用している。

3. 樹脂成型部品塗装ライン診断内容

実際にライン診断を行うまでのプロセスについて述べる。

3.1 事前情報収集

(1) ブツの発生特性を把握する(ラインの実態把握)。

- ①検査不良率データ(直行率、ブツ発生率)
- ②素地の持込ブツ(除塵能力)やブース周辺のブツ誘発要素
- ③温湿度、風速などのライン管理状況
- ④塗料供給方式、調合時の管理、メンテナンス頻度

(2) ブツの固有特性を把握する。

ラインで塗装された代表的な実塗装部材のブツ欠陥塗膜を分析

これらの情報をできるだけ多く収集し解析することで、塗装不良の傾向とその原因系を把握することができる。図4は、塗膜下層のプライマー塗装工程と上層のクリヤー塗装工程にゴミブツが検出される傾向を事前に掴んだことから、実ライン調査では工程を絞込んだ塗装ライン診断が可能となった事例である。

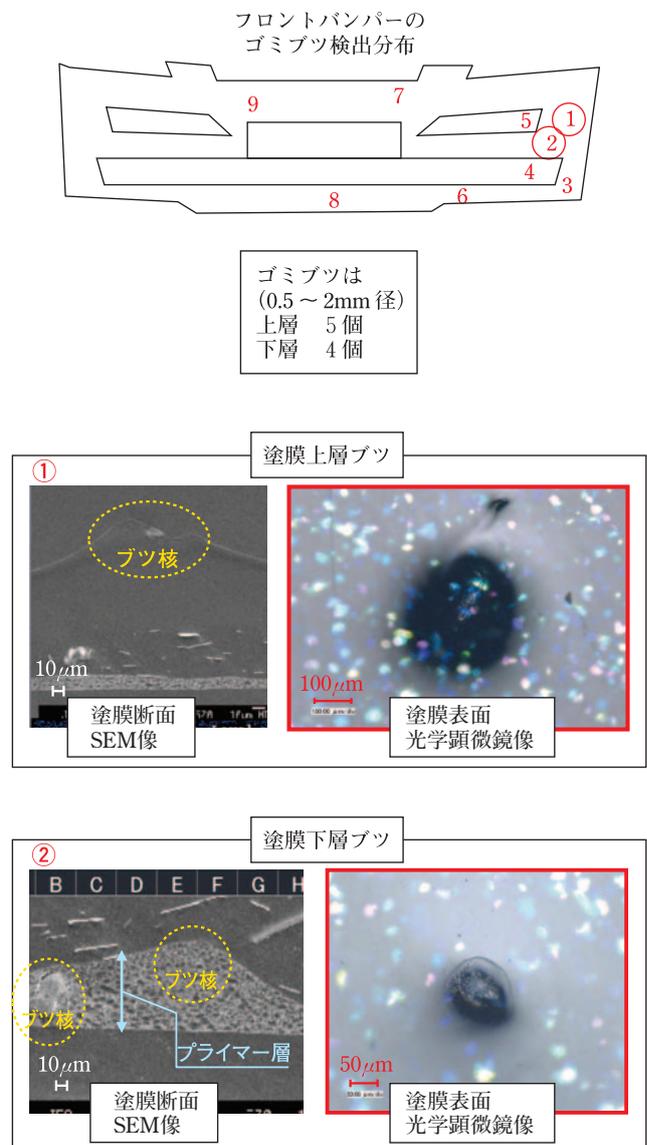


図4 ライン実塗装部材のゴミブツ分析

3.2 主なライン診断調査内容

- (1) 素材帯電量測定、素地汚染調査
- (2) 環境ダスト観察(図5)
- (3) 塗装環境調査(風速、風向、温湿度)
- (4) 塗料濾過特性(濾過残渣)

4. ライン診断によるゴミブツの発生源特定事例

4.1 事例1

図6は、各ブースで塗装粘度に希釈された塗料と塗料供給循環ポンプを経由し塗装機のガン先端から吐出された塗料各1リットル当たりの濾過残渣量を表したグラフである。希釈された塗料に比べ、塗料供給経路を通過し塗装機のガン先端から吐出された塗料の濾過残渣が増加していることが判明した。これは、塗料供給経路内のブツ原因物質が蓄積し、誘導され、塗装機のガン先端から吐出しブツを発生させていた事例である。

4.2 事例2

図7は、プライマー塗装後とクリヤー塗装後及び焼付乾燥炉から出てきたそれぞれの実塗装パーツ1台当たりのゴミブツ発生個数を調査した結果である。クリヤー塗装後に比べ、乾燥炉から出てきた焼付後のゴミブツ発生個数が明らかに多いということが判明した。このことからゴミブツ発生源としては、クリヤー塗装後のセッティングエリア～乾燥炉内と特定でき、塗膜外観品質に影響を及ぼすゴミブツ発生原因が存在することが明確となった。

場所	プライマーブース 床	プライマー乾燥炉～カラー1stブース	プライマーブース乾燥炉入口
組成	ポリアミド	エアフィルター繊維	メラミン樹脂/アクリル樹脂
光学顕微鏡像			
場所	クリヤーブース 床	ベース1st～2ndセッティング 床	ワーク準備場
組成	ガラス+鉄サビ	アクリル樹脂/メラミン樹脂	クレー/他
光学顕微鏡像			

図5 塗装ラインの環境ダスト

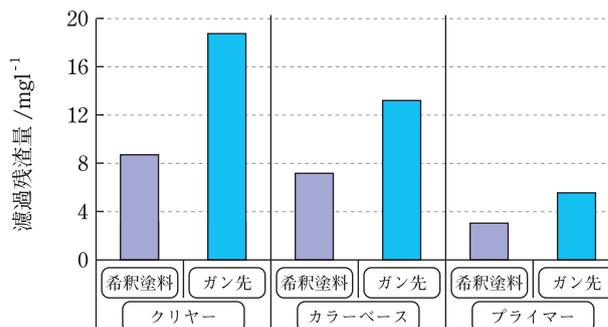


図6 サンプル塗料の濾過残渣量 /mg^l-1 (ラインの希釈塗料と塗装機のガン先)

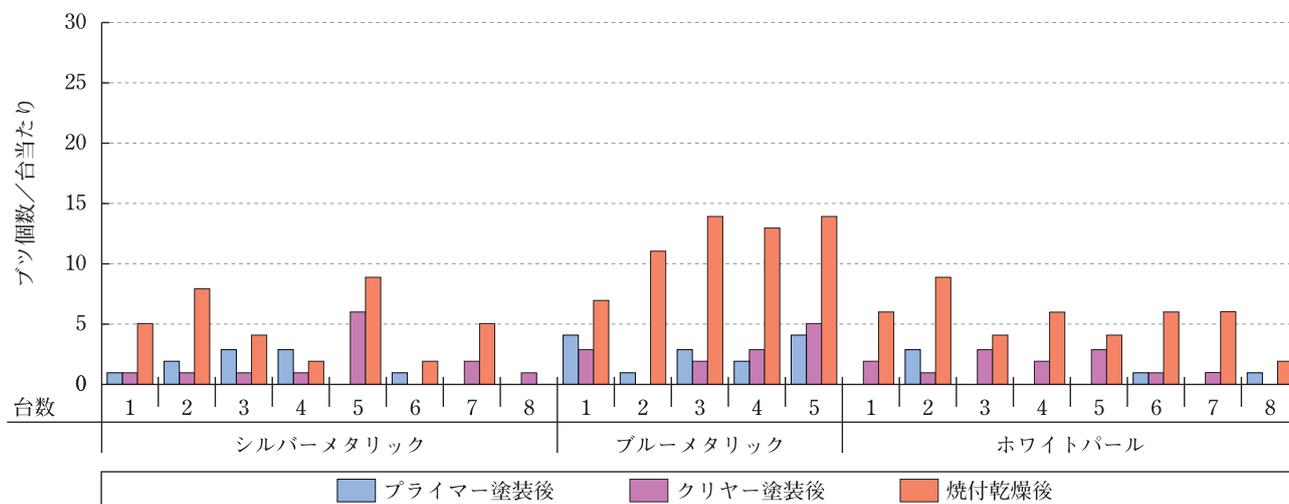


図7 各工程別のブツ発生個数の推移

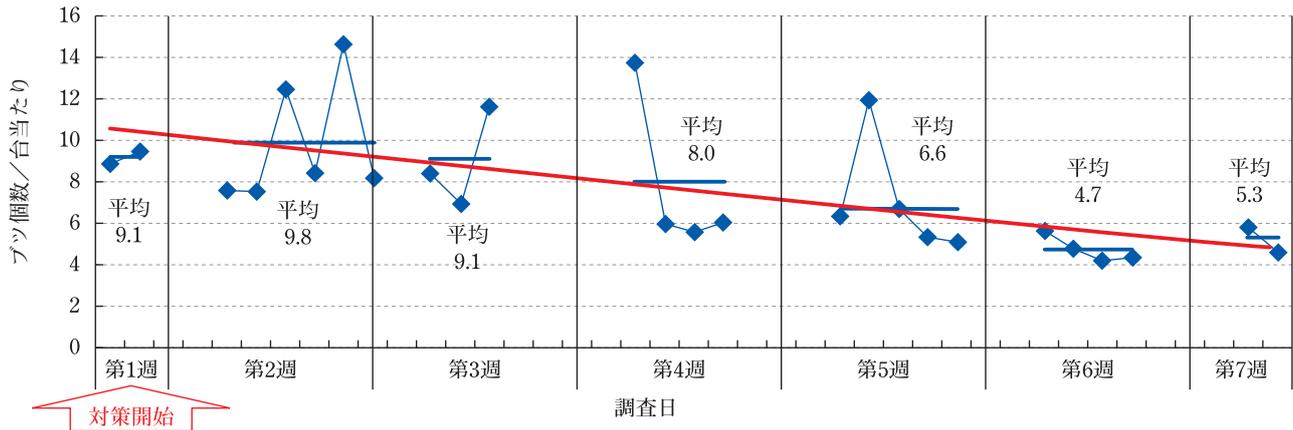


図8 ライン診断に基づく対策実施効果

5. 対策実施効果の確認事例

ライン診断後、複数の原因とその対策案を提示し、その中から当面実施可能な対策をラインで展開した事例をここで紹介する。塗料供給経路、ブース周辺環境、除塵工程の管理方法の見直しと対策強化を継続実施した効果を、台当たりゴミブツ個数推移で示したのが図8である。対策前に台当たり平均のゴミブツ発生個数が9個あったものが、対策後、約半数の5個まで減少した事例である。また、この塗装ラインでは、塗装品質検査後の修正項目の中でリコート工程（全面再塗装）が対策前約20%を占めていたが、対策後5%まで減少した。そのことから、ゴミブツの台当たり修正コストが半減した。

6. 今後のゴミブツライン診断に向けて

塗装ラインの共通した課題はゴミブツの削減であり、ゴミブツによる塗膜外観不良は直行率を向上させるための天敵であり阻害要因である。今後は、今までのライン調査で蓄積された診断技術の活用と共に診断技術力を高め、さらに精度の高い調査を目指していく。また、樹脂成型部品特有の帯電と除電サイクルにおける最適な除塵工程の仕様検討などを進める。