

～雨ニモマケズ 風ヲミカタニ テーマリーダー初挑戦!! 若手 上原の奮闘記～
マスト塗装ラインにおける 後面肌不良の撲滅

会社・事業所名 (フリガナ)

株式会社 豊田自動織機 トヨタL&Fカンパニー

発表者名 (フリガナ)

ウエハラ ナカ
 上原 威佳

繊維機械事業部
 エンジン事業部
 自動車事業部
 フォークリフト
 物流システム機器
 トヨタL&Fカンパニー
 0.5t 小型
 1t 中型
 20t 大型
 愛知県
 本社 刈谷市
 高浜工場
 ニッポンの物流美
 TOYOTA L&F

TOYOTA L&F 産業車両総括グループ
 TMHMS (SWEDEN)
 TAILIFT (CHINA)
 TIK (CHINA)
 TICO (JAPAN)
 TMHM (USA)
 TMHM (FRANCE)
 TAILIFT (TAIWAN)
 TMHM (BRAZIL)
 Raymond Corporation (USA)
 Raymond Muscatine (USA)
 高浜工場
 海外10拠点のマザー工場
 製造第四課
 職場紹介
 生産機種
 商品名「リノバ」
 リーチタイプ
 電動フォークリフト
 1,050台/月
 マスト
 粉体塗装
 2018年 組立
 生産ライン立ち上げ
 リーチ電動フォークリフトのマストの粉体塗装工程を担当

当社は、愛知県刈谷市に本社を置き、県内にある9つの工場で様々な製品を製造しています。私達の高浜工場ではフォークリフトや物流機器を製造し、トヨタL&Fのブランドで『ニッポンの物流美』をコンセプトにお客様に最適な物流ソリューションを提供しています。

高浜工場は、海外10拠点のマザー工場、私達が所属する製造第四課では、工場内で生産したフォークリフトに取り付け、『マスト』という荷物を上下させる荷役部位の生産を行っています。その中でリノバと呼ばれる、電動フォークリフトのマストの粉体塗装を担当しており、工場再編に伴い2018年に立ち上がったばかりの生産ラインとなります。

2018年 下町ペインティングサークル 誕生 (3/30)
 弱み
 強み
 個人レベル表
 年齢 勤続年数
 1 リーダー 森 裕一 34 16
 2 メンバー 石川 光輝 51 32
 3 メンバー 石川 晴久 47 16
 4 メンバー 小島 潤也 29 11
 5 メンバー 近藤 得太 29 11
 6 メンバー 栗山 潤一郎 25 5
 7 メンバー 文田 大地 25 5
 8 メンバー 上原 威佳 22 4
 サークル能力
 2.9 3.9
 弱み 運営能力と 会合能力が低い
 次期リーダーの育成で弱みの克服だ!!
 サークル課題「次期リーダー育成」

20年1月 上原の想い
 理想) テーマリーダーに挑戦してみたい!!
 現実) QCCの知識が無く、活動していく自信が無い
 やる気はあるが、自信がなく、歩みが踏み出せない
 20年2月 転機到来
 新班長
 溶接出身
 QC社外大会
 優秀賞経験
 優秀QC金賞
 複数回受賞
 QC活動 経験豊富
 班長交替
 20年3月 信じたい光景
 活動停滞
 20年3月 互いの想い
 やります!!
 サークルの成長が望める
 一歩を踏み出す
 サークル最年少の上原が挑んだ活動をお聞きください

下町ペインティングサークルは生産ラインの立ち上げと同時に誕生したサークルで、サークルレベルはCゾーン。Bゾーンを目標に取り組んでいます。サークルの強味として人間関係が良好で、職場のルールが守れるサークルです。弱みとしては運営能力が低く、活発な活動が出来ていないことです。サークルの課題として、サークルを引っ張っていく次期リーダーの育成と各メンバーのレベルアップが課題となっています。

しかし、私達のサークルは活気が無く、活発な活動がお世辞にも出来ているとは言えません。そんなサークルの現状を変えたく、テーマリーダーに挑戦してみたい私でしたが、QCをまとめる力や能力はまだ無く、なかなか一歩が踏み出せず。そんなある日、サークルリーダーが新しく森サークルリーダーに交替。森サークルリーダーが会合の様子を覗いてみると、今までの悪さが露呈し、会合が成り立たず。次期リーダーを早期育成したい森サークルリーダーの想いと、テーマリーダーにチャレンジしたい私の想いが共感し、テーマリーダーに立候補。

20年3月 上原の個人レベル
 活動前 22 4
 活動後 23 5
 「QC手法」「運営能力」の2項目を重点強化だ!
 評価基準
 講師ができる
 指導ができる
 「実践ができる」を目標に!!
 実践ができる
 意味を知っている
 理解していない
 20年3月 運営能力・会合の企画と準備 (円滑な進行とコロナ禍での情報共有)
 スムーズな運営と情報の共有化をする為には?
 QC手法
 ・バレット図 (使用目的の理解と作成)
 ・特性要因図 (主語・述語を用いる)
 QCとは? 理解を深める為には?
 猛勉強!!
 独自のアレンジを実施
 咬きメモ
 コロナ禍でも情報共有は密に!
 過去の報告書
 QCノート
 社内教育受講
 下調べシート
 下調べシートで会合前準備に
 スムーズな運営を目指す!
 QC手法・運営能力のレベルUPを目指す!

粉体塗料とは?
 粉末状の固体を使用した塗料の一つ。塗装後、加熱することで塗料が溶けだし、化学反応を起こし、均一な塗装面が出来上がる。
 溶剤塗料
 液体 形状 粉体
 有り 有機溶剤含有 無し
 悪い 環境面 良い
 多い 人体への有害性 少ない
 劣る 塗装耐久性 高い
 多い 塗料ロス 少ない
 多種多様な塗装が可能
 設備環境 環境配慮が求められる
 安心 安全な 環境配慮型の塗料
 細やかな条件管理が必要
 粉体塗装は粉体塗料を使用した塗装工法

しかし、テーマリーダーをやるには『QC手法』と『運営能力』のレベルが低く重点強化を実施。QC手法では社内QC教育や過去の資料で猛勉強。運営能力ではQCノートに独自のアレンジを実施。『下調べシート』では会合前に下調べを行い、それを基に会合を行いスムーズな運営を目指しました。コロナ禍で会合人数を制限される中、活動内容を共有化する為、会合後のノートをメンバーに回し、気付かや疑問に思った事などを自由に書ける、『咬きメモ』のスペースを作り、コロナ禍でも情報は密に活動を進めていきました。

ここで私達が使用している、粉体塗料について説明します。粉体塗料とは粉末状の固体を使用した塗料で、加熱すると化学反応を起こし、塗料が溶け、均一で強固な塗装面に仕上がります。皆さんが思い浮かべる代表的な溶剤塗料は、多種・多様な塗装が出来る反面、人体や環境への配慮が必要となります。一方、粉体塗料では、人体・環境に配慮された安全な塗料で、塗装後の耐久性も良い反面、粉体の性質上、細やかな良品条件の維持・管理が求められます。

QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)		発表形式
	下町ペインティング	(シタマチペインティング)	
本部登録番号	69-809	サークル結成年月	2018年 4月
メンバー構成	8 名	会合は就業時間	(内)・外・両方
平均年齢	32 歳 (最高 52歳、最低 22歳)	月あたりの会合回数	4 回
テーマ暦	本テーマで 5件目 社外発表 1件目	1回あたりの会合時間	0.5 時間
本テーマの活動期間	2020年 4月 ~ 2020年 9月	本テーマの会合回数	24 回
発表者の所属	高浜工場 製造部 製造第四課		勤続 4 年

職場紹介 (7/30)

従来の工法【メリット】

- 複雑形状の塗装に適する
- ロボット
- 塗装後マスト

【デメリット】

- 広いスペース
- 高コスト

新しい工法【メリット】

- 省スペース
- 短時間でラインを立ち上げる
- 低コスト
- 電界塗装設備
- 粉体塗料 (例: 海水)
- 電気 (例: 雷)
- エア (例: 上昇気流)
- クラウド (例: 雲)
- 塗装済マスト

【デメリット】

- 複雑な条件関係
- 未塗装マスト

「エア」「粉体塗料」「電気」で塗装を行う工程

私達の職場では従来のロボット塗装ではなく、電界塗装という当社初の設備で生産しており、イメージしやすいよう『天気』を例えに説明します。まずブース内の塗料にエアを噴射します。(海面に上昇気流が発生した状態)するとクラウドと呼ばれる塗料の雰囲気形成され、(上昇気流により海水が「雲」に変化する現象)そこに塗料が付きやすい電気(雷)を流し、帯電した塗料がワークに付き均一に塗装されます。省スペース・低コスト、短時間でラインを立ち上げられる反面、複雑な条件管理が求められます。

1.テーマの選定 (9/30)

工程内不良の内訳

2020年 1月 2月 3月

1月: 0.157 (7.8%)
2月: 0.122 (6.1%)
3月: 0.166 (8.3%)

肌不良の内訳

2020年 1月 2月 3月

1月: 0.095 (4.7%)
2月: 0.089 (4.4%)
3月: 0.106 (5.3%)

3月度の内訳

不良件数: 0.106 (63%)

肌不良ハジキ 触り ハガレ その他

班目標を未達しており、63%が肌不良

工程内不良件数をみると慢性的に班目標を未達しており、3月度を見ると粉体塗装による肌不良が全体の63%を占めています。肌不良の件数を月別で見ても、慢性的に発生していることがわかりました。

1.テーマの選定 (11/30)

トン数別

大きな差は無い

1t: 0.038, 2t: 0.036, 3t: 0.032

種類別

大きな差は無い

アウター: 0.0424, インナー: 0.0424, ミドル: 0.0212

部位別

82%

後面: 0.009, 側面: 0.007, 前面: 0.003

【後面肌不良の撲滅】をテーマに取り上げ、活動することに

肌不良をマストの『トン数別』や構造の違いによる『枠種別』で見ても大きな差は無く、発生箇所を調査するとマスト後面で全体の82%を占めています。マスト後面とは車輛になった時、運転席から見える範囲を言います。以上の事から、工程内不良 班目標件数を達成させる為、『粉体塗装マスト後面肌不良の撲滅』をテーマとして活動することにしました。

2.現状把握 (13/30)

発生源の調査

後工程から遡り、目視確認を実施

実施日: 6/15 担当: 上原・小島

工程: ショット → スパッタ取 → 電界塗装 → 補正

塗装時のマストの姿: 寝かせた状態で塗装。

加熱 → 冷却 → 品質確認

次にどの工程で肌不良が発生しているか、後工程から遡り、目視確認を実施。『品質確認』『冷却』『加熱』工程では既に肌不良が発生しており、塗装後の『電界』『補正』工程では塗装面が凸凹の状態なのを確認。塗装前の『ショット』『スパッタ取り』工程では素材に問題が無かったことから、電界塗装工程を再度、調査する事にしました。

1.テーマの選定 (8/30)

新体制での初QC会合 修正方法

【2020年度 課方針】 工程内不良の対策を確実に実施し、低減する

2m以上の高所作業 修正作業者のつらさ

No.	分類	問題点	評価基準				安全性	サークルの実力	重要性	緊急度	異困り	総合評価	順位
			安全	参加	発揮	効果							
1	C	指定色塗料使用量が多い	△	△	○	△	○	○	○	○	△	16	4
2	Q	工程内不良が多い	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	40	1
3	D	可動率が目標を下回る	△	○	○	△	◎	○	○	△	△	20	2
4	D	呼び出し回数が多い	△	◎	○	○	○	△	○	△	△	18	3

『工程内不良が多い』が最も高い評価に

テーマの選定。職場問題点を評価した結果、『工程内不良が多い』が最も高く、上位方針とも一致。更に、塗装修正作業は作業内容が多く作業者の負荷が高い事や、高所作業による不安全作業が伴い、『安全を全てに優先する』という会社方針とも一致し、この問題に取り組むことにしました。

1.テーマの選定 (10/30)

肌不良とは? 修正時の問題

色が合いづらい

拡大

こんなリフトはいらないです

検査規格 = 高さ0.5mm以上がNG

異常

盛り上がり

0.5mm以上は規格外

断面

塗装面

素材(マスト)

粉体塗装の修正は色ムラが発生しやすい

正常な塗装面は平滑な状態をしているのに対し、今回の肌不良は何らかの影響で塗装面が盛り上がり検査規格高さ0.5mm以上となった物を言います。肌不良の修正には溶剤塗料を使用する為、色が合いづらく完成したマストに色ムラがあるとお客様の信頼も失ってしまいます。

2.現状把握 (12/30)

部位別

データで傾向はある程度掴めました!

ここからは現地で調査

塗装面調査

拡大

塗面断面図

塗料の隆起

異物なし

塗装面

素材(マスト)

肌不良の原因は、塗装面の盛り上がりが原因

現状把握。肌不良の原因を調査する為、不良箇所を削り、状態を調査。すると塗装内に異物や空気の膨らみ等は無く、塗料が盛り上がった状態だということわかりました。

2.現状把握 (14/30)

【発生源の調査】

工程: 電界塗装

自動設備

塗装後の状態

凸凹している

塗装後の状態

加熱前

加熱後

拡大

電界塗装工程内で「凸凹」に塗装されている

電界塗装工程から出てきたワークを確認したところ、ワーク後面で凸凹に塗装されている箇所を発見。その箇所を加熱してみると、不具合と同じ現象が発生しました。

2.現状把握 電界塗装工程の4M調査 (15/30)

人【Man】

自動設備により、人が存在しない工程
条件 保全作業による点検等の変化点無し

問題なし

材料【Material】

電界内の粉体塗料に異物、固まり等の異常は無し
ドライエアーで常に攪拌しおり粉の状態良好

問題なし

方法【Method】

表3.工程別条件評価表

項目	管理水準	測定値
電圧	-45kV±4	-45kV
エアー圧	0.043MPa±0.002	0.043MPa

電界塗装の条件は「水準値範囲内」で動作し問題無し

問題なし

設備【Machine】

稼働後、電極上部に粉体塗料が積もっている状態を確認

問題あり

電極上部に粉体塗料の堆積を確認

電界塗装工程で凸凹に塗装され肌不良が発生する事実から、4M調査を開始することに。人・材料・方法で調査したところ発生条件に関連する内容はありませんでした。設備を調査していると電極上部に粉体塗料の堆積を発見。再度、電極周辺の調査をする事になりました。

2.現状把握 (16/30)

電極とは？

電極の設置場所は塗装条件の関係上、ブース上部に固定されており、移動することはできません。

生産技術部

稼働前と稼働後の状態を確認

時間経過

稼働前: 塗料 堆積無し

稼働後: 塗料 堆積有り

稼働中に塗料が堆積することが判明

電極とは塗装時に電気を発生させる装置で、ブース内上部に設置してあります。ブース内は日々、稼働前に清掃をしており、稼働前の上部には塗料の堆積は無く、稼働後の状態を見ると堆積していることが分かりました。

2.現状把握 QC手法 (17/30)

事実を掴む

「吹きメモ」

電極上部から塗料が落下

カメラ撮影

落下イメージ

電極上部から塗料が落下

マスト後面に落下

事実を照合

発生別肌不良発生ハレート図

後面 側面 前面 その他

後面に集中

図9.発生別肌不良発生ハレート図

いつ塗料が落下し肌不良が発生しているか調査を開始

塗料の堆積を確認したものの肌不良発生の実事が掴めず悩んでいた時、回ってきたQCノートの吹きメモを読むと『カメラで撮影してみよう』と、中堅メンバーからのアドバイスが書かれており、早速撮影することに。撮った映像を見返すと、堆積した塗料が電極上部から落下するのを確認。塗装する時はマストの後面が上を向いた状態となる為、塗料落下のタイミングが重なるとマスト後面に落下し、肌不良になることが分かりました。

2.現状把握 (18/30)

落下の調査

表4.塗料落下の時間経過

稼働経過時間	15分	30分	45分	60分	75分	90分	105分	120分	135分
塗料落下	無し	無し	無し	無し	無し	無し	有り	有り	有り

正確な落下のタイミング

表5.塗料落下の時間経過と電極上部堆積高さ

稼働経過時間(5分間隔)	100分	105分	105分	120分	135分
塗料落下	無し	有り	有り	有り	有り
塗料堆積高さ	4.5mm	5mm	5mm	5mm	5mm

特性【稼働105分後から電極上部に5mm以上の塗料が堆積し落下する】

特性が決定し要因解析を行うことに

電極からいつ落下するか調査を開始。稼働後90分までは落下せず、105分を経過してから落下を確認。落下の有無と堆積高さに関係があると思い調査を開始。すると塗料落下が始まる105分を超えてから5mmの堆積があり正確な落下時間を調査する為、90分から105分の間を5分間隔で再調査した結果でも105分を超えてから落下する事が分かりました。以上の結果から、『稼働105分後から、電極上部に5mm以上の塗料が堆積し落下する』を特性として要因解析を実施することにしました。

3.目標の設定 安全第1 (19/30)

表6.目標の設定

2020年3月の粉体塗装マスト後面肌不良件数 0.087(件/台)

2020年4月から2020年9月末までに 0.02(件/台)

0.087

不安全作業は撲滅するんだ!!

いつの何を

2020年3月の粉体塗装マスト後面肌不良件数 0.087(件/台)

どれだけに

0.02(件/台)

いつから

2020年4月から

いつまでに

2020年9月末までに

目標値の根拠

工程内不良率目標 0.02(件/台)に設定する為(参考:0.100件/台=5件/日×20日稼働=100件/月)

図10.後面肌不良台当たり件数の対策後の目標値

表7.活動計画

実施項目	担当者	期	完了日
1. 勉強会	森	3/9-3/31	3/31
2. テーマの決定	文田	6/1-6/9	6/9
3. 現状把握	小島	6/9-7/1	7/1
4. 目標の設定	近藤	7/1-7/9	7/9
5. 要因解析	栗山	7/9-7/17	7/17
6. 対策	石川	7/17-8/14	8/14
7. 効果の確認	石川	8/14-9/14	9/14
8. 標準化と管理の定着	近藤	9/14-9/21	9/21

不安全作業を撲滅する為、目標を0件に!!

不安全作業を撲滅する為、目標を0件に!!

目標の設定) 工程内不良率目標0.1件/台を達成する為、2020年3年度の0.087件/台発生しているマスト後面肌不良を0.02件/台以下に目標を設定。しかし副世話人の想いで0件に目標を変え、活動することに。活動計画) 各ステップで私と中堅・ベテランのペアで活動を実施し、中堅・ベテランの知識・経験と私のやる気や相互のレベルアップを狙い互いが円滑に活動できるよう森サークルリーダーが繋ぎ役の架け橋となり活動を進めました。コロナ禍で活動自粛期間もありましたが、なんとか期間内に活動を終わることが出来ました。

5.要因の解析 QC手法 (20/30)

表8.要因解析

電極上部まで塗料が舞う

舞上がった塗料が蓄積する

舞上がった塗料がブース外に搬出されない

上部に塗料が吸い寄せられる

集塵機の吸い込み力が弱い

舞上がった塗料がそのまま落下してくる

SSに関する特性で模擬練習を実施

稼働105分後から電極上部に塗料が堆積し落下する

「上部が平らな形状をしている」を重要要因として、要因の検証を実施

要因の解析

特性要因図を作成しようとしたところ、苦手なメンバーが多いたことが判明。自分達が得意とする『5S』に関する特性を用いた模擬練習を実施。更に、ポストイットを使用し、多くの要因が出せるように工夫して進め要因を洗い出し、重み付けをした結果、「上部が平らな形状をしている」を重要要因とし、検証を進めることにしました。

5.要因の検証 要因 上部が平らな形状をしている (21/30)

仮説: 上部の形状が平らな為、塗料が堆積しやすい(5mm以上溜まった塗料)が塊で落下するのでは?

検証: 上部の形状を変更することで塗料が蓄積状態と落下する塗料状態に変化が確認できるかを検証する

形状

反例: 平ら

検証: 丸

堆積状態

反例: 合計堆積量=40cm³ 採取量=27.7g

検証: 合計堆積量=4.0cm³ 採取量=3.6g

落下状態

反例: 多量

検証: 少量

電極上部が平らだと塗料が堆積しやすい

要因『上部が平らな形状をしている』電極上部の形状が平らな為、塗料が堆積しやすいのではないかと仮説を立て、上部の形状を変更させ、堆積状態の変化を検証することに。検証方法として電極上部にパイプを置き、パイプ上部の堆積状態を調査。丸みを帯びた形状にしたことで堆積する量が減り、40立方センチから10立方センチへ減少。塗料が落下しても少量な為、肌不良は発生しませんでした。以上の結果から対策必要と判断し、対策を進める事としました。

6.対策の立案 検討 (22/30)

表9.対策立案系統図

目的: 電極上部の蓄積を5mm以下にする為には

方針①: 堆積させないようにする

方針②: 堆積した塗料を除去する

評価項目

対策案	期待効果	費用	期間	品質	実現性	評価点	判定
電極の特注品を製作する	○	×	×	◎	×	8	不採用
電極上部にカバーを設置する	◎	◎	◎	◎	◎	19	採用
エアーで塗料を飛ばす	◎	○	○	○	○	17	不採用
振動で塗料を落とす	△	○	○	△	○	11	不採用

対策内容を電極上部にカバーを設置するに決定

対策の立案・検討。対策案をメンバーで評価したところ、『電極上部にカバーを設置する』が最も評価が高く、採用することにしました。

