

発表No.	テーマ	<h1>電着塗装機UF水洗槽泡あふれ撲滅</h1>
113		

会社・事業所名 (フリガナ) カブシキガイシャ ティーエフメタル 株式会社TF-METAL 新居事業所	発表者名 (フリガナ) タケコシ シン 竹腰 心
--	---------------------------------------



塗装機の泡あふれにより、職場環境が悪化。泡の特性を利用した改善により、問題を解決した事例です。

電着塗装機 UF水洗槽 泡あふれ撲滅

株式会社 TF-METAL
FG サークル

発表者：竹腰 心 アシスタント：山本 剛志
たけこし しん やまもと たけし

1/35

会社紹介

『会社名』(株) TF-METAL ・本社所在地：静岡県 湖西市

社員数(本拠点)
約2,000人
TFM 他拠点
国外：4

企業理念
モノは、たゆまない技術の力で
産して、価値ある製品を届届。提供し、
お客様の期待と信頼を得る専門
メーカーになる。

イメージキャラクター

海外拠点

製品設計
製品開発

設備設計
工場・工場

プレス

熱処理
電気塗装

組立

品質
検査

設計開発から加工・検査まで
一括して内製できるのが当社の強み

製品紹介

【私の会社は...】
安全で快適に使っていただける様々な自動車用シート
部品を皆様へご提供しています。

【リクライナー】

※パワー
※マニュアル

【シートフレーム】

【スライドレール】
※マニュアル ※パワー

【ロック機構】

【サイドフレーム】

品質最優先に徹し、お客様の喜びと信頼を得る製品を提供しつづける。 3/35

職場紹介

モノづくり本部	生産技術課	工程設計、標準化 合理化改善	在籍人員：6名 男性 6名、女性0名	
	生産部門	プレス技術課	金型設計、製作 既存金型の改善	在籍人員：7名 男性 7名、女性0名
	生産技術部	工機課	治具設計、製作、補修 設備基準の作製、評価	在籍人員：15名 男性14名、女性1名
		試作課	新規加工法の開発 専門性の高い加工技術	在籍人員：11名 男性11名、女性0名

【プレス】

【熱処理】

【組立】

【塗装】

専門性の高い加工技術の『試作や工法開発、条件設定』が主な業務。

QCサークル紹介		サークル名	FG サークル
本部登録番号	2746-2	サークル結成時期	2023 年 4 月
構成人員	6 名	月あたり会合回数	4 回
平均年齢	35.5 歳	1回あたり会合時間	2 時間
最高年齢	54 歳	会合は	就業時間内・就業時間外・両方
最低年齢	28 歳	テーマ暦・社外発表	1 件目 ・ 1 回目
(所属部署) 生産技術部			

サークル紹介①

TF-METAL

活動方針：『頭も体も足も動かせ！立ち止まらずに、みんなで相談！』

【メンバー構成】

メンバー 6名
平均年齢 35.5歳
男性6名

ベテラン

中堅

若手

年齢軸：Z世代 (20-25), Y世代 (25-40), X世代 (40-50)

1

サークル紹介。
私たちFGサークルは、✓様々な世代にまたがり平均年齢35.5歳、男性6名で構成。運動不足が気になる年齢のサークルでもあるので「頭も体も足も動かせ！立ち止まらずにみんなで相談！！」これを活動方針としました。

サークル紹介②

TF-METAL

サークルスキル評価

職場の能力 平均：2.7点

サークルの能力 平均：2.8点

サークルのレベル Cゾーン

目標：3.5点

目標：3.5点

目標：3.5点

2

サークルスキル評価。
職場及びサークル能力はこの様になっており、サークルレベルは現状Cゾーン。目標のBゾーンに向け、日々QC活動を通して精進しています。

サークル紹介③

TF-METAL

【個人スキル評価】…強みは伸ばし、弱みは強みに。

【テーマリーダー】

Y軸	明るい働き甲斐のある職場	X軸	サークル能力
72%	4 3 4 3 4	石田伸行	4 4 3 4 4 76%
60%	3 2 4 3 3	佐藤祐輔	4 3 2 3 4 64%
52%	2 3 3 3 2	竹腰心	4 3 3 3 3 64%
48%	3 2 2 2 3	山本浩太	3 2 2 3 3 52%
44%	2 2 2 2 3	山本雅志	2 3 2 2 2 44%
44%	2 2 2 2 3	堀野伊武	2 2 2 2 1 36%

【サークルリーダー】

全体能力を向上させ、Bゾーンを目指す！

3

個人のスキル評価。
今回の活動では、テーマリーダー竹腰とサークルのリーダーである山本を中心に、全体の能力を向上させ、Bゾーンを目指します。

テーマ選定理由

TF-METAL

●2024年度 課方針より

皆が快適に仕事できる職場環境の実現

No.	問題・課題	重要度	緊急度	実現性	評価
1	熱処理品質検査工数時間増	△	x	○	9
2	電着塗装機のUF水洗槽泡あふれで作業環境悪化	△	○	○	13
3	最新の自動化設備に標準が無い	○	x	△	9
4	組立ラインの負荷が高く、作業負担が大きい	△	○	△	11

※電着塗装機のUF水洗槽泡あふれ撲滅に決定

Point 01 汚れが無くなり作業環境改善に！

Point 02 泡の廃却が減れば、産業廃棄物削減に！

Point 03 廃却ロスが減るから合理化に！

4

テーマ選定理由。
サークルメンバーで現場の問題や課題を取り上げ、重要度、緊急度、実現性で評価。その結果、No.2の『電着塗装機のUF水洗槽泡あふれで作業環境悪化』がとくに現場で困っている喫緊の問題であると判断。この問題の解決は、上位方針✓『皆が快適に仕事できる職場環境の実現』とも合致していると判断し、今回、✓『電着塗装機 UF水洗槽 泡あふれ撲滅』をテーマとして選定。

工程概要①

TF-METAL

●そもそも…電着塗装とは？

電着塗装とは、電気力を利用し金属に塗装をおこなう塗装方法。広範囲に均一な塗装が短時間で可能。製造業で広く採用されている。製品は塗装することで見た目が良くなるだけでなく、錆にも強くなる。

※TF-METALは、全60分の自動工程。2台保有。

乾燥

前処理

電着塗装

5

工程概要。
電着塗装は、電気力を利用し金属に塗装をおこなう塗装方法。広範囲に均一な塗装が短時間で可能という特徴から、製造業では広く採用。製品は塗装することで見た目がよくなるだけでなく、錆にも強くなります。TF-METALでは、60分かけて全自動で塗装をおこなう電着塗装機を2台保有しています。

工程概要②

TF-METAL

●電着塗装機の泡あふれ発生工程は？？

細分化すると13工程で構成。各工程は重要な役割を担う。

13工程 焼付乾燥炉

12工程 水切り予備乾燥炉

11工程 セットアップ

発生工程

8工程目 UF水洗①

8工程目のUFシャワー水洗①で、泡あふれが確認できた

6

その電着塗装機は、細分化すると13工程で構成。今回の泡あふれは、8工程目の『UF水洗①』という工程で発生。想像以上にひどい状態でした。

工程概要③

●泡あふれが発生しているUF水洗工程①とは？

余分な塗料を落とす3段階の洗浄工程のうち、シャワーで洗浄している1段階目の工程。その後、製品は2段階のDIP水洗を経て、乾燥工程へ進む。

7工程目 電着塗装

8工程目 UF水洗①

9工程目 UF水洗②

10工程目 UF水洗③

乾燥工程へ

7

泡あふれが発生していた、UF水洗①は、7工程目の電着塗装工程から出たワークに付着した余分な塗料を洗浄する最初の工程。シャワーで製品に洗浄水をかけて洗浄。その後製品は、さらに2段階のDIP洗浄を経て、乾燥工程へ進みます。

工程概要④

●泡あふれが発生しているUF水洗工程①とは？

余分な塗料を落とす3段階の洗浄工程のうち、シャワーで洗浄している1段階目の工程。塗料から固形成分を取り除いたUF水と呼ばれる洗浄水で洗浄をしている。

7工程目 電着塗装

8工程目 UF水洗①

9工程目 UF水洗②

10工程目 UF水洗③

※拡大

UF: ウルトラフィルタ 固形成分と液体成分を分離できる。固形成分は流れない。

塗料の成分
● 固形成分
● 液体成分
= UF水

8

ここで洗浄に使用する洗浄水は、通常のフィルターと比較し極めて目の細かいウルトラフィルターを通ったUF水と呼ばれる塗料の液体成分のため、UF水洗と呼ばれています。UF水は、8工程目から10工程目のUF水洗工程で製品に付着した余分な塗料を洗浄し、7工程目の電着塗装工程に戻ります。UF水洗は、UF水で洗浄することで余計な水を使わずに塗料を回収できる、画期的な洗浄システムなのです。今回の泡あふれは、シャワーにより洗浄をおこなっている8工程目のUF水洗①で発生していました。

現状把握①

●泡はどのようにあふれているの？

シャワーにより押し出されるように、メンテナンス用の窓からあふれる。泡は次から次へと発生し、あふれ放題である。

- ①.製品をシャワーで洗い流す
- ②.シャワーが液面に到達
- ③.液面から泡が発生
- ④.繰り返しにより泡が膨らんでいく
- ⑤.右側(メンテナンス用窓)に到達
- ⑥.泡が床面にあふれ出る

泡泡泡泡

9

現状把握。まずは、泡がどのようにあふれているのか、現地で現状を確認。シャワーが動作すると、液面で泡が発生。その繰り返しにより泡はふくらんでいき、右側の窓に到達すると床面にあふれ出る様子が確認。

現状把握②

設備動作時間

1時間ごとにUF水洗5回分の泡を採取

【泡あふれ量の測定】

泡あふれ量: AVE=203g/時間

わかったこと！

- ① シャワー動作と連動し、常時泡あふれ発生
- ② あふれ量は、年間で推定1,189kgに...

10

次に、実際にあふれている泡の量を、重量を測る方法で調査。その結果、シャワー動作と連動し、泡あふれは常時発生していること、そしてその量は年間で1,189kgにもなっていることが分かりました。

現状把握③

●製品ごと、塗装機ごとの発生量調査

塗装している製品毎の発生量及び、塗装機別での発生量を調査実施。

製品ごと有意差は無い

塗装機ごと有意差は無い

11

次に、製品ごと、ラインごとの泡あふれ量に違いはあるのか調査を実施。すべての製品で同じように発生あり、有意差無し。また、2台ある塗装機で確認したところ、どちらの塗装機でも同じように発生。こちらも有意差無し。

現状把握④

●シャワー拡散量の違いによる泡あふれと洗浄力を調査

水の流れが弱く、洗浄力不足の懸念

洗浄範囲、洗浄力共に良好

洗浄範囲が狭い。泡の発生も顕著になる。

12

次に、シャワーの拡散量を変更した場合の泡あふれと洗浄力を調査。ミストシャワーは、泡あふれこそ少ないですが、洗浄水の勢いが弱く、洗浄力が不足。現状のストレートシャワーは、洗浄範囲、洗浄力共に良好。泡あふれは一定量発生。ジェットシャワーは、洗浄範囲が狭くなってしまふことに加え、泡あふれも顕著に。泡あふれは一定量発生するものの、塗装品質も加味すると洗浄範囲も洗浄力も共に良好な現状のストレートシャワーが工程には最適であることが分かりました。

現状調査⑤

●泡の発生メカニズムを観察

●実際の映像

【改めどころ】
泡が残ってしまう

現状調査⑥

●泡あふれの発生しているUF水を調査

●緊急会議

●【メーカーに確認】UF水の泡がのこってしまうのは良い？

【メーカー回答】
塗装後塗膜を均一にする溶剤成分が泡の残存性を高める泡が残る = 正常な塗料の管理状態である、とも言える

【正常】
泡が残らない塗料は塗料製品NGC...

最後に、泡の発生メカニズムを水槽で検証。
 ✓水滴は水面に✓着水した後✓沈降しますが、その際空気も水中に入り込みます。
 ✓水面は戻るようになるため、気泡が閉じ込められ✓浮上すると気泡の膜が発生。
 ✓この気泡の膜が消えず、残ってしまった場合、『泡』となります。
 泡は弾けて消えれば残存しないことがわかったため、
 ✓泡が残ってしまうところに改めどころを見つけることができました。

次に、発生工程で使用しているUF水の調査。
 UF水は水道水と比較し、泡が長く残りやすい性質をもつ液体であることがわかりました。
 ただ、メーカーに確認した結果、泡が残りにやすいのはUF水に含まれる溶剤成分が原因で、正常とのこと。
 この泡が残りにやすい液体で泡あふれを撲滅しなければならないことがわかりました。

活動計画と活動実績

●サークルメンバーと共に活動でQC手法レベルup

おおよそ計画通りに活動できた。

目標設定

2024年10月までに塗装機の『泡あふれ』発生を『ゼロ』に！

18千円/年 149千円/年 122千円/年 ノーストレス

活動計画。
 サークルリーダー山本、テーマリーダー竹腰を中心に若手が勉強しながらサポート、ベテランが知識を生かしフォローアップするような編成で活動計画を立案。
 この編成はうまく機能し、今回の活動はおおよそ計画通りに活動することができました。

目標設定。
 2024年10月までに塗装機の泡あふれ発生をゼロにすることを目標として設定しました。

要因解析

重要要因！
泡が残ってしまう

要因解析結果の検証

●重要要因は真因が判断どうか…グループで相談。さらに他部署の経験と知恵を拝借。

【真因】
『泡を消す仕組がない』とした。

要因解析。
 特性要因図により、『泡が残ってしまう』という特性に対し4Mから重要要因をあぶり出し、まず、今回の泡あふれは常時発生している、慢性的な不具合ではないことから、✓人のミスなどは重要要因ではないと判断。また、UF水は泡が残りにやすい性質であることは正常であるとの塗料メーカー見解から、✓塗料に起因する要因も今回重要要因候補から外しました。さらに、シャワーの水圧など、品質不具合の担保に必要な要因も✓重要要因候補から外しました。残った重要要因候補の中で、サークルメンバーで検討した結果、✓『設備に泡を消す仕組がない』こと、これを、『泡が残ってしまう』重要要因として検証していくこととしました。

要因解析結果の検証。
 重要要因『設備に泡を消す仕組がないこと』、に関してサークルメンバーで聞き込み実施。✓しかし、経験や知見がなく真偽を掴むことができず…。そこで、
 ✓他部署の知見を持った方々を集め会議を開催。立上げ当初から塗装機に関わっている他部署の方々の経験と知恵は豊富で泡あふれは、塗料品質改善の歴史の中で顕著になったこと、そして、泡あふれの真因は、✓『泡を消す仕組がない』ことだとわかりました。

対策の立案①

TF-METAL

要因解析で掘った真因を解決するための対策案を洗い出し、有効なものから優先的に実施していく。

目的	方策	対策案	評価項目				評価点	優先順位
			費用	期間	実現性	期待効果		
泡あふれの撲滅	泡を消す仕組みを設備に追加する	泡の上から、シャワーをかける	◎	◎	◎	○	16	1
		泡を回収して消す	○	○	○	○	12	2
		泡の上からエアを掛ける	◎	○	△	△	10	3

◎:5点 ○:3点 △:1点 ×:0点

19

対策の立案。
泡溢れ発生の真因が、『設備に泡を消す仕組みが無い』こととして、対策方針を『泡を消す仕組みを設備に追加する』こととしました。対策案は費用、期間、実現性、期待効果で評価。◎点数の高いものから優先して実施していくこととしました

対策の立案②

TF-METAL

泡を消す仕組みを設備に追加して、泡あふれを撲滅！

★PDPC法を用いた目標達成への方策

【スタート】：泡を消す仕組みを設備に追加する。

【ゴール】：塗装機のUF水洗泡あふれを撲滅！！

20

また今回、優先順位の高い対策案✓から計画的に実施していくためにPDPC法を使用して対策の方針を策定。実際の対策は、この方針に沿って実施していきました。

対策実施①

TF-METAL

実際に泡の上からシャワーをかけて対策実施

★シャワーを泡に掛ける作業

★PDPC法を用いた目標達成への方策

【スタート】：泡を消す仕組みを設備に追加する。

【ゴール】：塗装機のUF水洗泡あふれを撲滅！！

① シャワーを掛ける対策 【対策効果あり】
泡のシャワー圧力により消す

② 泡の位置が安定せず、標準化が大変 【標準化が難しい】

21

まずは方策に沿って、『泡の上からシャワーをかける』対策を実施。シャワーにより押しつぶされ泡は消え、泡あふれの発生抑制には効果あり。しかし、泡発生位置の不規則からシャワーをかける位置が安定せず、標準化が難しいことからこの対策は✓不採用。次の✓『泡を回収して消す』対策を実施していくこととしました。

対策実施②

TF-METAL

泡を回収し消す、『外付けの消泡装置』製作へ

泡を吸い込んで戻す！

Point!

ベール管内部のイメージ

ベール管側面に衝突し泡は消す！

構想した消泡装置！

- ① 完全物理的処理、品質に影響ゼロ！
- ② 無人運用が可能、手間ゼロ！

22

『泡を回収し消す』対策として、その具体的な手段について悩みましたが、以前、清掃時にバキュームで吸い込んでいた泡がベール間の中で液体となっていたことをメンバーが思い出し、泡を回収し消す、外付けの消泡装置を構想。この消泡装置は、✓泡を吸い込み、ベール間の側面にぶつけることで衝突させて消し、液体として戻すことで泡を消し去る装置。完全物理処理のため、UF水の品質に影響を与えません。また、無人運用も可能で手間がかかりません。

対策実施②

TF-METAL

外付けの消泡装置、『FGバキューマー』製作。

1. 事前トライの実施

2. 製作

3. 遂に完成か？！

構想した消泡装置は若手が中心となって自主製作。手を真っ黒にしながらかつ構想通りにうまくいくかどうか確認する✓事前トライや✓普段あまり工具を握らないメンバーが✓苦労して✓組付をすることで、✓何とか形にすることが✓出来ました。✓FGサークルの知恵と苦労を具現化した、『FGバキューマー』、誕生！

23

構想した消泡装置は若手が中心となって自主製作。手を真っ黒にしながらかつ構想通りにうまくいくかどうか確認する✓事前トライや✓普段あまり工具を握らないメンバーが✓苦労して✓組付をすることで、✓何とか形にすることが✓出来ました。✓FGサークルの知恵と苦労を具現化した、『FGバキューマー』、誕生！

対策実施②

TF-METAL

泡を回収し消す、『FGバキューマー』を設置

【スタート】：泡を消す仕組みを設備に追加する。

【ゴール】：塗装機のUF水洗泡あふれを撲滅！！

24

効果確認。
製作したFGバキューマーはうまく機能し、吸い込んだ泡を液体に戻してくれました。設置後は泡あふれが全く発生せず、その他問題も確認できませんでした。

効果確認① TF-METAL

2024年10月 塗装機『泡あふれ』撲滅達成！！

活動前

203g/Lの泡あふれ

活動後

泡あふれゼロ

品質に影響を与えず、問題を解決することができた。

29/35

効果確認② TF-METAL

2024年10月 塗装機『泡あふれ』撲滅達成！

塗料ロス

ゼロ

18千円 / 年

塗料廃却費

ゼロ

149千円 / 年

清掃時間

ゼロ

122千円 / 年

職場環境

ゼロ

ノーストレス職場

活動前 24.7月 | 活動後 24.10月

25

効果確認。活動後、泡あふれは無くなり、撲滅達成！！

26

有形効果。当初設定目標通り、塗装機の泡あふれ発生は、ゼロに。
 ◎年間28万9000円の改善効果を出すことができました。
 同時に職場環境の改善にもなり、ノーストレス職場づくりへ大きく貢献。

効果確認③ TF-METAL

【サークルスキル評価】

作成者：山本 剛志
作成日：2024年11月07日

職場の能力

改善前：2.7点
改善後：3.5点

サークルの能力

改善前：2.8点
改善後：3.5点

サークルのレベル

Bゾーン

効果確認④ TF-METAL

【個人スキル評価】

Y軸	明るく働き甲斐のある職場					X軸					サークル能力		
評価率 (%)	F4	F3	F2	F1	SS	メンバー	目標	自主	QC	目標	改善	能力	評価率 (%)
88%	5+	4+	5+	3	5+	石田博行	5+	4	4+	5+	4	88%	
72%	4+	3+	5+	3	3	佐藤地輔	5+	3	3+	4+	5+	80%	
68%	3+	4+	5+	3	2	竹腰心	4	3	3	4+	4+	72%	
64%	4+	3+	3+	2	4+	山本剛志	4+	2	3+	4+	3	64%	
64%	4+	3+	3+	3+	3	山本剛志	3+	3	3+	3+	3+	60%	
60%	3+	3+	3+	3+	3	横野孝志	3+	2	3+	3+	2+	52%	

サークル能力及び個人能力向上、BゾーンへUP

【テマリーダー】

竹腰 心

【サークルリーダー】

山本 剛志

27

次に無形効果。
 今回の活動を通し、特に若手の自主性や問題解決の考え方には著しい成長が見られ、サークルのレベルも目標のBゾーンにレベルアップ。
 個人もサークルも今回の活動を通して、大きく成長することができました。

28

個人スキル評価。
 私個人は、今回の活動を通じて、他部署を巻き込む力が向上。それにより改善能力も向上したと感じました。
 同様に、各個人も今回の活動を通し、成長することができました。

標準化と管理の定着 TF-METAL

標準化

周知徹底

管理の定着

5W1H	What:何を	Why:なぜ	Who:誰が	What:いつ	Where:どこで	How:どのように
スタッフ	(項目)	(理由)	(担当)	(期間)	(場所)	(方法)
標準化	ノウハウ集	脱盲点防止	生技：山本	2024年11月08日	現場	写真添付 図面化
	作業作業集	作業標準化	生技：山本	2024年11月08日	現場	標準類改訂 写真添付
周知徹底	使用方法の教育と訓練	再発防止	生技：竹腰	2024年11月08日	現場	現地現物確認
管理の定着	保守	故障防止	生技：佐藤	1回/月	現場	清掃

5W1Hで、標準化・周知徹底・管理の定着を実施

反省と課題 TF-METAL

手順	良かった点	反省点	今後の進め方
P	作業標準：いつも読んでおられる方が多かった	知り込み時間が長かった	丁寧な説明を心がけていく
D	数値データを元に、削減効果を確認できた	数値データと実態が一致しなかった	数値データと実態を照らし合わせる
C	目標が達成できた	数値として表現できなかった	数値で表現できないものは、写真や図面などで表現していく
A	標準化と管理の定着	標準化によりメンバーの負担が増えた	標準化の進捗を定期的に行い、負担を軽減していく
全体	専門的知識が豊富で、現場に合わせた対応ができた	専門的知識が豊富で、現場に合わせた対応ができた	専門的知識が豊富で、現場に合わせた対応ができた

【次回活動】

産業廃棄物削減活動

ゼロエミッション

自動車部品の塗装前

洗浄水から出来た

廃棄物を

副産肥料へ

(工場の緑み)

【次期テマリーダー】

【次期サークルリーダー】

山本 剛志

横野 孝志

29

標準化と管理の定着。
 5W1Hで整理し、歯止めを実施。
 標準類を改訂し、現地現物にて管理方法など教え込みを実施。
 また、今後同様の問題を再発させないために、周知、図面化。さらには、定期保守点検も定着させ、維持管理も徹底しました。

30

反省と課題。
 定量的な説得力がある議論が不十分だった反省はありますが、現地で現物の現実を見て現状把握できたことや、積極的な新しいQC手法の挑戦、若手の体験は大きな成長へ繋がりました。今後も頭だけでなく、体や足も動かし、様々な挑戦を積極的に続けていきます。