

GDターボ組付におけるFIPG塗布不良の撲滅 ～受け継ぐ意思、芽生えた自信、井阪の成長日記～

会社・事業所名 カプシキガイシャ トヨタジドウシヨッキ ヘキナンコウジョウ
(株) 豊田自動織機 碧南工場

発表者名 イサカ チカイ
井阪 盟

1.会社紹介 1/30

社名: 豊田自動織機株式会社
創業: 1924年
従業員数: 60,000人
売上高: 275億円
生産設備: 262,148機

愛知県
豊田工場
東知多工場
安城工場
碧南工場
東海工場
石浜工場
大府工場
長津工場
共和工場
刈谷工場

1.職場紹介 2/30

エンジン事業部 → 碧南工場 → 製造第二部 → 過給第一課 → 第1組付

GD型エンジン → ターボチャージャ

ディーゼルエンジンの開発、設計、製造
ターボチャージャの開発、設計、製造

当社は1924年に無停止付換式豊田自動織機を発明した社祖・豊田佐吉翁によって愛知県刈谷市に設立し創立97周年を迎えた伝統と歴史ある会社です。県内に10工場を持ちさまざまな製品の生産を行っています。私たちの働く碧南工場は三河湾に囲まれた愛知県碧南市にあります。

エンジン事業部ではディーゼルエンジンの開発、設計、製造を行っており私たちのサークルは、碧南工場、製造第二部 過給第一課 第1組付に属し、GD型エンジンのターボチャージャを生産しています。

2.サークル紹介 3/30

極サークル構成メンバー
バランス良く構成

QCサークル経験年数
経験値が二極化

レベラップに期待

スローガン
みんなで楽しく元よく!
経験の浅いメンバーをベテランがサポートし活発な意見を円滑に進めていきます!

2.サークル紹介 4/30

弱みを克服「できる!」を増やす

レベルアップターゲット

司会者をフォロー 結団周りを工夫

経験二極化 緩和策

《何でもノート》 スクリーン経路

ベテラン×若手でグループ化、しっかり参画

各自気づきを記入し会合の活性化

サークルの構成は若手からベテランまでバランスよく配員、一方、QC経験でみると半数以上は経験が浅く二極化。レベルはCランクで、弱みを強化しレベラップを目指しています。スローガンは、みんなで楽しく元よくでベテランがサポートし、円滑に進めていきます。

X軸ではベテランのサポートで若手をフォロー、出来る!を増やす。Y軸では何でもノートを活用! 会合時、気づきをメモすることで意見交換の活性化。今回のレベラップターゲット井阪についてみていきます。

2.サークル紹介 -井阪AS 開花への道- 5/30

体制見直し
次期リーダーの育成が必要!

ライン外の井阪を抜擢!
頑張ります!!

テーマリーダー任命

井阪の弱みを活かして今やれることをやっとう!

井阪の弱み「下からのプレッシャー」

いま注目、伸び代しかない期待の新人
動画をって積極的に活動

期前従業員
追い越されないか不安

正社員

2.サークル紹介 -井阪AS 開花への道- 6/30

運営の仕方
会合実施状況

【弱み要素】
問題解決を繰り返す遅く逃げられる
効果的対策の絞り込みができる
話題のきっかけや突っ込みをつくれる
結論を焦らないで十分満ちる

4項目に的を絞る

種を蒔こう!
努力すれば きっと、花は咲く!!

躍進条約締結

自分の弱みを知り、克服することで不安は目標に変わります!

やってみます! フォローしてください!

極サークルは班長二人体制でしたが、2022年度より管理体制見直し。そこで、次期リーダー候補にライン外経験の長い井阪を抜擢! 頑張ります!! とは言ったものの...下からのプレッシャーで追い越されないか不安。井阪の良さを活かして今やれることをやっとう! 黒瀬班長の熱い言葉でやる気アップ!

井阪の弱みは運営の仕方、会合実施状況です。そこで強化対象を4項目に絞り込み能力向上に願いを込め4つの種を蒔くことにしました。努力すればきっと花は咲く! 熱い決意から躍進条約締結。

QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)		発表形式
	極サークル	(キリミ)	プロジェクト
本部登録番号	69-917	サークル結成年月	2015年 1月
メンバー構成	13名	会合は就業時間	内・外・両方
平均年齢	34歳 (最高 51歳、最低 19歳)	月あたりの会合回数	2回
テーマ暦	本テーマで12件目 社外発表 1件目	1回あたりの会合時間	1時間
本テーマの活動期間	2021年 10月 ~ 2022年 3月	本テーマの会合回数	12回
発表者の所属	エンジン事業部 製造第二部 過給第一課		勤続 16年

3. テーマの選定 【工程内不良内訳】

7/30

2021年度組付ライン工程内不良推移

月	不良数	不良率
1月	123	0.81%
2月	149	0.56%
3月	227	0.73%
4月	178	0.99%
5月	227	0.86%
6月	235	0.86%

目標 0.2%

慢性的に未達!

2021年9月度 n=100

42%がFIPG塗布不良

92%が塗布切れ (9月度影響 0.33%)

工程内不良バレット図

2021年9月 n=235 作成者: 坪阪

42%がFIPG塗布不良

塗布切れってどんな不良?

軌跡が均一に塗布されず規格幅を満たせない状態です

テーマの選定 2021年度工程内不良の推移は、目標に対し慢性的に未達。9月度の内訳ではFIPG塗布不良が全体の42%。また、塗布不良の中でも『塗布切れ』が92%を占めている。『塗布切れ』とは軌跡が均一に塗布されず規格幅を満たせない不良のことです。

3. テーマの選定 【FIPG塗布切れ不良の詳細】

8/30

カメラ判定

細い 巻き

2つが塗布切れ

異常処置作業

ノズル清掃で機内へ立ち入る

リスクレベルII

流出すると圧縮空気漏れ!! 重大品質問題!!

テーマ 『FIPG塗布切れ不良の撲滅』

塗布切れはカメラで判定、細い・巻きの2つが発生。また異常時にノズル清掃で機内に入るためリスクレベルIIとなっている。さらに流出すると圧縮空気漏れの重大品質問題となり、災害へのリスクも上がることから『FIPG塗布切れ不良の撲滅』をテーマに活動していきます。

4. 現状把握 【工程の概要-発生工程詳細】

9/30

GDターボラインマップ

OP70 工程レイアウト (FIPG塗布機)

1. 塗布する 2. 空気中の水分と結合 3. 硬化 (3分後)

次に、発生について調査しよう

工程概要 ターボ組付ラインは組付1~4ラインで構成されており1、2ライン共に同じ設備を使用。FIPG塗布の流れは、タンクを加压しホースよりFIPGを圧送、ブースターにて塗布。FIPGとは液状ガスケットのことで接合面に塗布すると一定時間後に硬化し漏れを防止します。

4. 現状把握 【発生メカニズムについて】

10/30

現地・現物で確認しよう!

ちょっと待って〜!! なぜこの不良は発生しているの?

設備で異常が起きているからです

では、なぜ異常は起きるの?

万有引力の法則ってあたりまえに起きているの?

原理原則ですね!

塗布切れは、これらを満たしているのか?

現地・現物で確認しよう! ちょっと待って! なぜこの不良が発生しているの? 万有引力の法則は当たり前前に起きているかな? そうだ! 原理・原則だ! ここで結論焦らず学びました。ケチャップをホットドッグに塗るイメージに置き換え正常時は容器をしっかりと握り均一な太さで塗れるが、異常時は握りが弱く均一に塗れません。均一に塗るには、握力が十分で、汚れがなく、スピードが適正。これらの条件を満たしているか確認しました。

4. 現状把握 【FIPG塗布機 設備条件確認】

11/30

握力

塗布開始部

塗布サイクルの圧力推移

塗布開始部が規格幅を満たせず!

開始部

同じ仕様なのに圧力が0.4Mpa低い

『細い』

まず塗布圧力はどうか? 同設備を使用し不良の無い2ラインと比較。塗布開始部から圧力が上がり過ぎておらずさらに圧力がそのまま低いことが判明。圧力が低いと塗り始めが細くなります。

4. 現状把握 【FIPG塗布機 設備条件確認】

12/30

塗布圧力

塗布速度

清掃後、90分経過して塗布幅が狭くなる

アドバイザーも調べて調査!

汚れると開始部が巻き付いて規格幅を満たせず!

『切れ発生』

次に塗布圧力の調査。清掃後90分でノズルの先端に汚れが付着し塗布状態が悪化。ここでアドバイザーよりなぜ先端が汚れるの? う〜ん...現状把握の基本は現地現物だよ! これをきっかけに現地にて調査。塗布後の残りカスが固まって、付着していることが分かりました。先端が汚れると巻くように吐出されてしまいます。

4. 現状把握 【FIPG塗布機 設備条件確認】

13/30

塗布速度

ロボット動作プログラム

塗布速度...塗布動作時の速度のごとで、50mm/1s進む

速度が速いと、規格幅を満たせず!

開始部

『細い』

2ラインと比較、大きな違いは見られず。

最後に塗布速度の調査。塗布速度は塗布動作時の速度のごとで1秒間に50mm進みます。加速度は塗布開始、終了時の速度変化のことをいい、これも2ラインと比較、大きな違いはありませんでした。

4. 現状把握 【塗布切れ不良の問題点】

14/30

調査より

① 塗布圧力

同じ仕様なのに圧力が0.4Mpa低い

1ライン 0.39Mpa 2ライン 0.79Mpa

圧が半分しかかかっていない!!

塗布開始部が細く規格幅を満たせず!

『細い』

② 塗布速度

ノズル先端に汚れが溜まる

汚れると開始部が巻き付いて規格幅を満たせず!

『巻き』

2つを特性とし、要因解析実施

現状把握まとめ、FIPG塗布切れ不良は問題が2つあり ①塗布圧力が0.39Mpaと低い ②ノズル先端に汚れが溜まる、2つを特性とし要因解析していきます。

5. 目標の設定 / 活動計画

【目標の設定】
 <何>
 2021年9月の
 ①塗布圧力0.39Mpa
 ②ノズル先端汚れで起きている塗布切れ不良92件を
 <いつまでに> <どれだけ>
 2022年2月28日 0件に
 <目標設定の根拠>
 ①②を対策することで、塗布切れ不良の
 不良率0.33%を撲滅して粗目標の0.2%に近づける！

【活動計画】

No.	実施項目	実施	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計画	完了
1	チームの画策	実施							10/9 1:23	10/9 1:23
2	現状把握	実施							11/9 1:02	11/9 2:23
3	現状の調査と活動計画	実施							11/9 2:02	12/9 3:21
4	原因解析	実施							12/9 2:12	1/9 2:12
5	対策案の検討と実施	実施							1/9 1:52	2/9 1:52
6	効果検証	実施							2/9 1:42	2/9 1:52
7	標準化と報告の準備	実施							2/9 2:52	2/9 1:52
8	報告と今後の進め方	実施							2/9 2:52	2/9 2:52

目標の設定 ①塗布圧力0.39Mpa②ノズル先端汚れで起きている塗布切れ不良92件を2022年2月末までに0件に。目標設定の根拠、塗布切れ不良率0.33%を撲滅することで目標の0.2%に寄与。活動計画は手法の勉強会を随所に取り入れたことで遅れもありましたが、何でもノートの効果で粘り強く活動し成果を出すことが出来ました。

6. 要因解析

※ 一人2回挙手にて重みつけ

要因① 圧力が3stに取られて足りない
要因② ホースが長い
要因③ 清掃の手段がないため汚れていく

要因解析【同じ仕様なのに圧力が0.4Mpaと低い】と【ノズル先端に汚れが溜まる】を特性とし重み付けを行った結果、①圧力が3stに取られて足りない ②ホースが長い ③清掃の手段がないため汚れていくの要因が洗い出されました。これらの3つの要因に対し検証を行っています。

6. 要因検証一 【問題点 同じ仕様なのに圧力が0.4Mpa低い】

要因① 圧力が3stに取られて足りない ⇒ 2つの条件を比較

検証 Mpa
 塗布開始部 塗布サイクル圧力推移
 ●●●● 3stワーク洗浄あり
 ○○○○ 3stワーク洗浄なし

ワーク洗浄とFIPG塗布を同時に作業しても圧力に変化なし

要因①圧力が3stに取られて足りないを検証。工程ワーク定位位置は3st・4stで常に各stにワークがありワーク洗浄の影響があるのか？通常稼働と洗浄stワーク未投入の2パターンで検証。結果、同時にしても、圧力に影響がなかったため、問題なし。

6. 要因検証二 【問題点 同じ仕様なのに圧力が0.4Mpa低い】

要因② ホースが長い

2ラインの3倍の長さ！
 短いホースで圧力上昇

要因②ホースが長いを検証。2ラインの3倍長いことが分かりました。例えとして、ストローが長しとより多くの吸引力が必要となる事をきっかけに設備でも同じなのか？保全課より短いホースを借りてトライ。短ければ圧力が上昇することが判明したため、問題あり。

6. 要因検証三 【問題点 ノズル先端に汚れが溜まる】

要因③ 清掃の手段がないため汚れていく

【捨て打ちサイクル】
 60秒無動作でサイクル起動
 【捨て打ちとは...】
 先端の塗布を切り捨てること。

【捨て打ちなしサイクル】
 タクトタイム45秒のため通常時は捨て打ちなし

要因③清掃手段がないため汚れていくを検証。設定では60秒無動作で捨て打ちサイクルを起動させています。捨て打ちサイクルとは、ノズル先端のFIPGを削ぎ取ることで先端を綺麗に保つサイクルです。しかし、45秒のタクトタイムで通常稼働では捨て打ちサイクルが行われず汚れが蓄積。そこで、毎回の捨て打ちサイクルに変更し検証。結果、汚れをノズルが合う悪循環が発生。捨て打ちに工夫が必要なが分かったため、問題あり。要因②③を対策していきます。

7. 対策案の検討・実施

対策① 遊休設備を撤去し距離を近づける

No.	対策案	効果	費用	順位
1	タンクの位置を近づける	○	△	11
2	上部タンク距離を作業	△	△	9
3	遊休設備を撤去し距離を近づける	○	○	13

Before: ホース長さ 490cm
 After: ホース長さ 300cm
 ホース短縮成功！

要因②ホースが長いでは、遊休設備を撤去し、距離を近づけるを採用。タンクを移動させ対策前490cmあったホースを、対策後300cmにすることができました。さらに、生技担当者立ち合いのもと取り回しや塗布状態に異変がないか確認。対策後圧力は0.62Mpaに上昇し開始部の塗布幅も均一にすることができました。

7. 対策案の検討

対策② コーターで擦る

要因③ 清掃カスを拾ってしまう 清掃の手段がない

No.	対策案	効果	費用	順位
1	清掃ポイントを増やす	△	○	11
2	ゴムをラフインに選ぶ	△	△	5
3	フィルターで擦る	△	○	10
4	コーターで擦る	○	○	13

Three Bond コーター-R
 今回の使い方は...
 上部でスパーン!!
 下部でゴリゴリ!!
 常に清潔を保つべし

要因③の清掃カスを拾ってしまうでは、コーターで擦るを採用。コーターとは片手作業で接着剤を塗布するローラーです。今回はコーターを利用してノズル先端のカス汚れを擦り取ります。

7. 対策の実施

対策② コーターで擦る

試作1号機

60分足らずで薄い膜が貼る
 風が付くのか!
 スクレーパーだけでは拭き切れない!!
 判定NG

パイプを使用し試作1号機作製。順序は先端の汚れをコーターで取りスクレーパーでコーターのカスを落とすに受けに回収。スクレーパーの形状も工夫。しかし...。薄い膜が付着してしまい 判定NG。何かいい方法は無いのか？

7. 対策の実施 対策② コーターで擦る **「アイデア」** 23/30

「意見交換」 樹脂とFIPGの相性が良くないかな？ スクレーパーをもっと近づけるかな？ 乾燥するから引っついて取れなくなるのでは？

「問題点」 汚れはないけどカスが落ちて パラフィン使用量増

「解決策」 バラフィン使用量増 使い方の工夫だよ！ 「気付き」 カスとパラフィンは別で管理が必要がある

「着眼点」 バラフィンが必要な時に必要な分だけ塗布

意見交換からヒントを得て、硬化防止のパラフィンを採用！パラフィンとは、軟化性がありFIPGを取り除くには最適な液体です。スクレーパーで樹脂についてパラフィンとFIPGを除去できるよ設置し再トライ。樹脂の汚れは無くなったが、カスがパラフィンを含み使用量が増加。リーダーより使い方を工夫しよう！とアドバイス。カスとパラフィンは別管理が必要なおことに気づきました。着眼点 パラフィンを必要な時に必要な分だけ塗布できないか？題してパラフィンのジャストインタイム大作戦！

7. 対策の実施 対策② コーターで擦る **「アイデア」** 24/30

「ごんにやせゼリー」 3Lの本量子がポン！ 食べたい分だけ押し出す！ ⇒ 押し潰すことで液体を持ち上げれない？

「チューブポンプ」 一保全に相談！ チューブポンプとは チューブを押し出し、負圧を発生させて液体を吸い込む機構のポンプ。

「チューブポンプ」 ① コーター（動力型） コーターに穴を開け、ボルトでチューブの径を再現。（カラー必須アイテム） ② 2 シリコンチューブ 少しの圧力で吸み上げるようにΦ2mmのチューブを選定。 ③ 3 中継部品（ダンパ） Φ4mmエアホースで固定

何かい方法は無いかなと考えながら自宅でのこと。子供がごんにやせゼリーを食べようとしている。これだ！ごんにやせゼリーは弾力があり食べたい分だけ押し出している。押しつぶすことで液体を持ち上げれないか保全課に相談するとチューブポンプに似ているとのこと。チューブポンプとは・・・ローラーがチューブを押しつぶすことで液体を吸い込むポンプです。コーターを利用しボルトを付けシリコンチューブを通し作製しました。

7. 対策の実施 対策② コーターで擦る **「アイデア」** 25/30

「最終型完成」 「循環動画」 「開始即塗布状態」

「直接効果」 異常処置回数低減による設備侵入時のリスクの低減 RA評価 リスクレベルⅡ ⇒ Iへ低減

「作業RA評価」

項目	リスク評価(前)	リスク評価(後)	評価点	リスクレベル
整備時間	4	2		
災害の可能性	4	1	5	I
被害の程度	6	2		

「不良率目標達成！」

パラフィンを循環させることで使用量を増加させず、塗布状態は始点・終点とのラップも問題なく連結。ノズルを清潔化し規格幅で安定して塗布出来るようになりました。

8. 効果の確認 **「アイデア」** 26/30

「直接効果」 異常処置回数低減による設備侵入時のリスクの低減 RA評価 リスクレベルⅡ ⇒ Iへ低減

「作業RA評価」

項目	リスク評価(前)	リスク評価(後)	評価点	リスクレベル
整備時間	4	2		
災害の可能性	4	1	5	I
被害の程度	6	2		

「不良率目標達成！」

効果の確認 対策を実施したことで対策後1ヶ月0件継続中。また塗布切れが撲滅したことで不良率目標も達成。直接効果として設備侵入時のリスクレベルⅡからIへ低減。処置工数月1335分削減。

8. 効果の確認 **「アイデア」** 27/30

「チェックシートマトリクス図」 「レベルアップターゲット」 「意見交換の活性化」

「サークルレベル分布」 「（最も向上した方策）-手法の使い方-」

パレート図など手法の勉強会を開いたことでX軸がレベルアップ。Y軸はペアで活動したことで意見が活発化しチームワークが向上。レベルはやや向上しました。最も向上した方策として身近な問題をもとに手法勉強したことで理解が深まりました。そして今回のターゲット弁版は？

8. 効果の確認 **「アイデア」** 28/30

「（一人一冊でもノートを活用した会合）」

「的を得た。フォローで時は種はすべて花を咲かすことができた！」

「躍進条約解消」

何でもノートからヒントを得て意見交換が活性化し、的を得たフォローですべての花を咲かすことができ、個人レベルも全て評価4以上に上昇。第1組付ラインは僕が背負っています。リーダー育成成功！

9. 標準化と管理の定着 **「アイデア」** 29/30

対策No.	課題 What (何を)	動機 Why (なぜ)	対象 Who (誰が)	時期 When (いつ)	場所 Where (どこで)	手段 How (どのように)
対策①	良品条件	基準を明確にするため	弁版	8月27日	組付1ライン	良品条件つくりこみシートに追加
対策②	からの確認方法	誰でもメンテナンスができるよう	弁版	8月31日	組付1ライン	からの図面作成 チェックシート作成
管理①	ノズル先端の汚れ状況点検	ノズルを清潔に保っているか確認	弁版	1回/週 (初回管理期間3ヶ月)	FIPG塗布機	目視確認
管理②	FIPGカス回収	使用中の劣化	弁版	1回/週 (初回管理期間1ヶ月)	FIPG塗布機	図面に確認
対策③	FIPGカス回収 コーター清掃状況	清掃方法の確認 は正しいか確認	弁版	1回/週 (初回管理期間1ヶ月)	FIPG塗布機	手順書にて教育・作業観察

「この改善が自分たちだけで終わることなく後世へ繋がっていくよう、手順書や図面、良品条件つくり込みシートに落とし込みました。」

5W1Hで再発防止 標準化：だれでもからのメンテナンスが出来る様図面を作成。管理の定着：カス回収の清掃方法を手順書にて教育。

10. 反省と今後の進め方 **「アイデア」** 30/30

「一つのことにごたわり過ぎて、活動が止まってしまった」

「世界に一つしかない改善ができた」

「QCの楽しさを味わってもらえるよう、達成感を持たせるフォローに尽力をかける」

反省と今後の進め方 悪かった点は、一つのことにごたわり過ぎて活動が止まってしまった。良かった点は、世界に一つしかない改善ができた。今後の進め方は、QCの楽しさを味わってもらえるように達成感を持たせるフォローに尽力をかける。