

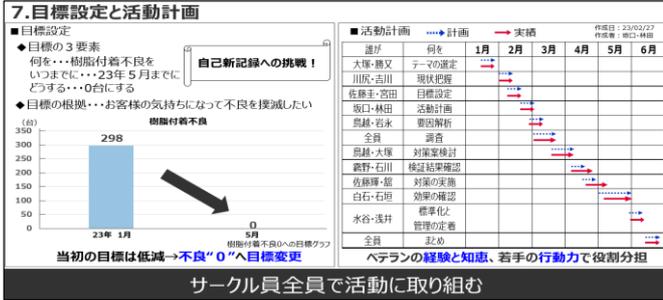
【5.現状把握①】

樹脂付着不良が発生する注入・硬化工程を説明します。
組付品はアンボット品と呼ばれ、予熱ゾーンを通過し、注入ゾーンで樹脂が注入されます。
その後、硬化ゾーンで145度の熱を加え樹脂を固めた後、性能検査工程へ送り出されます。
部品同士の絶縁をする目的でエポキシ樹脂を注入する工程となっております。



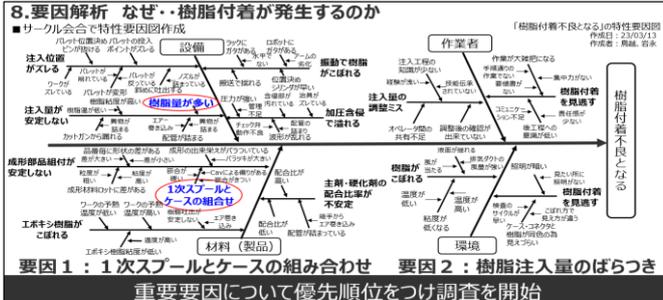
【6.現状把握②】

樹脂付着不良とは、注入工程において何らかの要因で樹脂がケースから外れ、製品に付着しているモノを言います。
この樹脂付着不良は23年1月に298台発生しており部位別では、「フランジ側」「ケース側面側」「コネクタ側」の3か所に層別され、それぞれ、まんべんなく発生している事が判りました。
この分析結果をサークルメンバー全員で共有し、活動を開始しました。



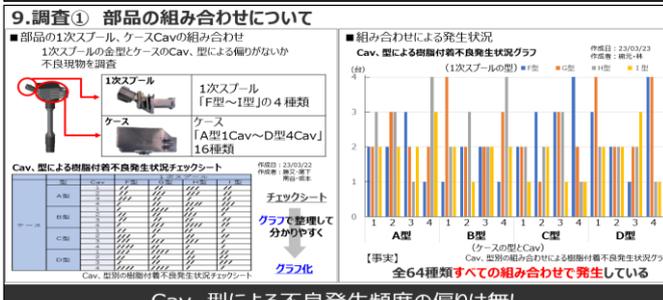
【7.目標設定と活動計画】

目標設定と活動計画として、当初は不良低減を目標にしていたが、会社方針の自己新記録への挑戦から、23年1月 298台ある樹脂付着不良を23年5月までに"0"にする目標としました。
活動計画はQCステップ、手法を活用して、大所帯の特長を活かしてベテランの経験と知恵、若手の行動力で役割分担を決めサークル全員で取り組んでいく事としました。



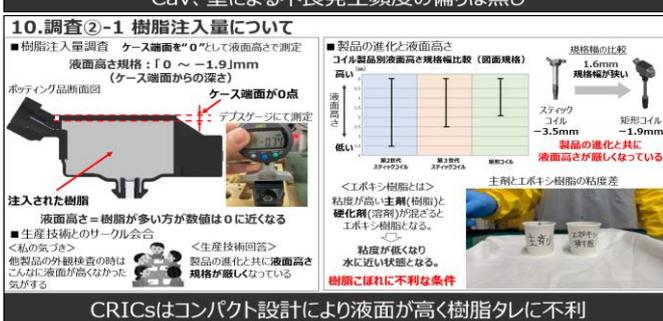
【8.要因解析】

過去の経験を踏まえてメンバーで意見を出し合い、特的要因図で要因の洗い出しを行いました。
その結果、「1次スプールとケースの組み合わせ」「樹脂注入量にバラツキがある」ことを主要因にあげて調査を開始しました。



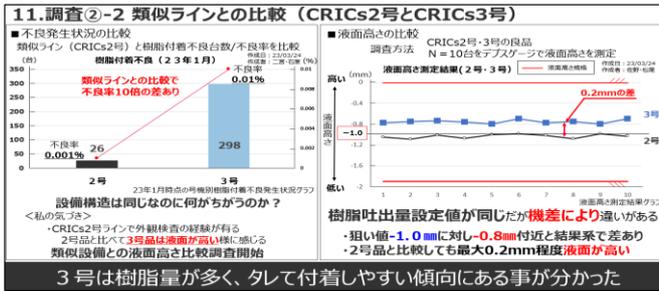
【9.調査①】

1次スプールとケースの組み合わせについて不良品の調査を行い、チェックシートに記入し、分かりやすいように各部品を型別にグラフ化してみると、全64種類のキャビティがあり比較すると、全てのキャビティで不良が発生していることから判り部品の組み合わせによる不良発生頻度の偏りがないことが分かりました。



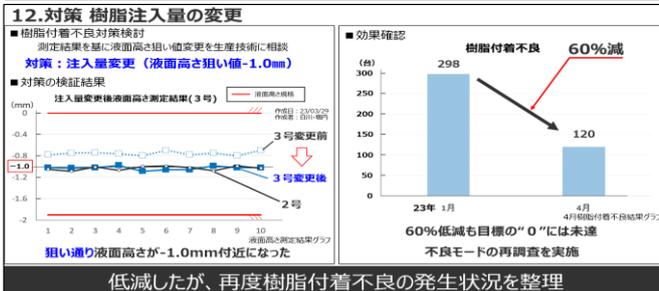
【10.調査②-1】

次に樹脂の注入量調査をしました。製品に樹脂を注入する量は26.675g ~ 28.325gで注入後の液面高さはケース端面をゼロ基準としてマイナス1.9mmが図面規格となっています。樹脂が多いほど、数値はゼロに近くなります。他製品の検査経験がある私は「こんなに液面が高くなかった」と疑問に思っていました。サークル会で、生産技術の方に確認すると、コイル製品の進化に伴い液面高さの図面規格も厳しくなって来ている事がわかりました。それに加え、注入するエポキシ樹脂は粘度が低く水に近い状態となる為、私たちの担当するCRICsは液面が高く樹脂タレに不利な加工条件となっている事がわかりました。



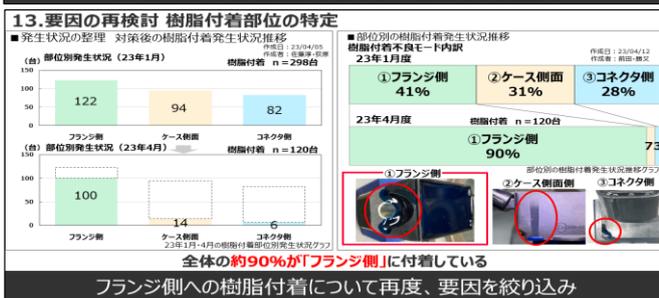
【11.調査②-2】

そこで、私の担当であるCRIC s 3号ラインと類似ラインのCRIC s 2号ラインで樹脂付着不良の発生状況を比較してみることにしました。設備構造、生産台数など、同じ環境であるのに対して担当ラインの樹脂付着不良の発生率は約10倍となっていました。液面高さの比較では、樹脂吐出量設定値が同じでも機差による違いから3号品は狙い値-1.0mmに対して-0.8mm付近と液面が高く、2号品と比較しても最大0.2mm程度液面が高いことから3号は樹脂量が多く、タテて付着しやすい傾向にある事がわかりました。



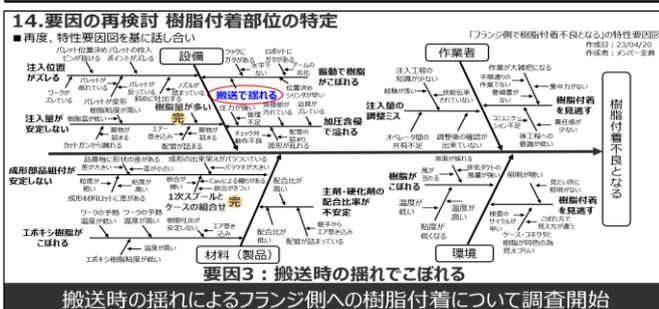
【12.対策】

この事実から、生技に依頼して樹脂注入量の条件を変更し検証を行いました。規格内での設定で、液面高さ狙い値を現状のマイナス0.8mmからマイナス1.0mmとしてテスト流動開始。その検証結果として、狙い通りに液面高さがマイナス1.0mm付近になり2号品と同等レベルとなりました。効果確認として、対策前1月度の樹脂付着不良298台が4月度には120台と60%低減する事が出来ました。しかし、目標の撲滅には程遠い為、再度、樹脂付着不良の発生状況を整理することにしました。



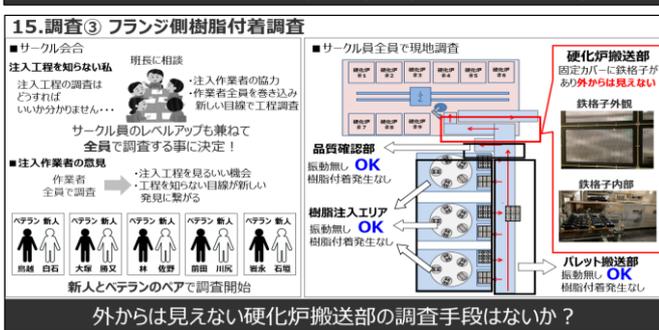
【13.要因の再検討】

対策後の樹脂付着部位別発生状況を不良現品で層別して確認。ケース側面側とコネクタ側は大きく低減したのに比べ、フランジ側はあまり低減しておらず全体の90%がフランジ側に付着している事がわかりました。では、なぜフランジ側に樹脂付着が集中するのか、再度、特性要因図で要因を洗い出す事にしました。



【14.要因の再検討】

サークル会合では、注入工程のベテラン経験者から意見が多く出され、その中で、ケース端面ギリギリの液面が搬送中の振動で揺れる事で、樹脂がこぼれるんじゃないかという意見が出され、サークルではこの意見に賛同。主要因として採用し、搬送時の揺れによるフランジ側への樹脂付着について、調査を開始しました。



【15.調査③】

メンバー全員で注入工程を調査するにあたり、工程を知らない目線が新しい発見に繋がるのでは、という意見から注入工程においての新人とよく知るベテランのペアで、ワークが揺れる箇所の現地調査を開始。各関所に張り付き、調査が進む中、振動もなく、樹脂付着の発生もなしという結果が出る中、硬化炉の搬送部だけ、固定カバーで設備内の確認が出来ないと報告がありました。外からは見えない隠れた場所で、何かが起きているのではという疑問が沸き、硬化炉搬送部の調査をする手段は無いか話し合いました。



【16.調査④】

昔はロボットのガタを調査するのに振動ロガーを使っていたとベテランから意見が出されました。現在はワイヤレスでリアルタイムに動作確認出来るタイプがある事を知った若手メンバーは、注入パレットにセットした振動ロガーと小型カメラをタブレットと連動させる事で、見えない振動を見る化。ベテランの経験と、若手のアイデアを融合し、搬送中の振動状況をリアルタイムに確認する方法で調査を開始すると、振動ロガーの波形に異常が見られ、タブレットでリアルタイム映像を確認すると、硬化炉への搬送部レーンのパレット回転部で樹脂がこぼれていることを瞬時に特定する事が出来ました。

17. 仮説と検証 現地現物でテスト

■設備調査で判明した事
フランジ側に樹脂が付着している物はパレットの外周側で多く発生している傾向がある

仮説：振動 + パレット回転時の遠心力でパレットの外周側となるフランジ部へ樹脂がこぼれる

■検証…再現テスト
パレット回転部にテストワーク流動
※粘度が低い 最悪条件
パレット回転部
テストワーク
パレット回転部を流動し現象を確認

■再現テスト動画
フランジ側に水がこぼれ、仮説が立証された

テスト結果
不良モードと同様となりフランジ側に水がこぼれた
→不良の再現

パレット回転部の振動の原因を調査

【17. 仮説と検証】

現地・現物にてテストを実施。私たちが立てた仮説は、搬送時の振動とパレット回転時の遠心力でパレット外周側にセットされているワークのフランジ側に樹脂がこぼれるという仮説です。

その仮説から再現テストを実施。

テスト方法は、組付完了品(アンボット)に、樹脂の代用としてより粘度の低い最悪条件の水を入れて流動。

振動箇所であるパレット回転部に定点カメラをセットして現象を確認することに、テストの結果は不良モードと同様にフランジ側に水がこぼれる現象を再現できた事で、パレット回転部の振動の原因調査を開始する事にしました。

18. 調査⑤ パレット回転部で何が起きているのか

■パレット回転部の調査
パレット回転部
アソソバ
回転軸の少し下側に取付
→衝撃を吸収

■アソソバ写真
正常品
破損品
衝撃緩和部が破損
衝撃が緩和されず振動が大きくなった

■フランジ側樹脂こぼれのメカニズム
樹脂こぼれ発生時
90°パレット回転前
90°パレット回転中
90°パレット回転終了時

アソソバが衝撃を吸収できず振動発生

■樹脂がフランジ側にこぼれる要因

回転速度が速くなる	遠心力が大きくなる	外周側に力が増える	フランジ側に樹脂がこぼれる
回転速度が遅くなる	遠心力が小さくなる	衝撃が小さくなる	
アソソバの寿命が短くなる	アソソバの寿命が長くなる	衝撃が大きくなる	

パレット外周側ワークのフランジ側に樹脂がこぼれやすい状態となっていた

適正な「パレット回転速度」「アソソバ寿命」の算出

【18. 調査⑤】

パレット回転部で何が起きているのかを知る為に振動の原因調査をした結果、衝撃を吸収するアソソバ内部でオイル漏れが発生し、衝撃緩和機能が失われていることが判明しました。

この事実から、パレットの回転速度が速い事で、遠心力が大きくなり、パレット外周側に力が掛かる、それに加え、アソソバへの負荷が大きく、寿命も短くなり、衝撃・振動が大きくなる事で、パレット外周側ワークのフランジ側に樹脂がこぼれ易い状態になっていました。

私たちは関係部署と協力し、適正なパレット回転速度とアソソバ寿命の算出を行うことにしました。

19. 検証の結果

■パレット回転速度の適正スピードとアソソバの適正寿命
生産技術・保全を交えて勉強会開催

■パレット回転部速度テスト
樹脂よりも条件の悪い水を使用してテスト

回転数	4秒	5秒	6秒	7秒	8秒	9秒	10秒
アソソバ有効(衝撃緩和)	初	初	無	無	無	無	無
アソソバ無効(衝撃緩和)	初	初	初	無	無	無	無

サイクルタイム 入る 入る 入る 入る 入る 入る 入る

パレット回転速度 8秒に設定

■アソソバの寿命

メーカー推奨 (カタログより)	200万回 (約2年)	アソソバの交換を1年に設定
破損時の使用回数	150万回 (約1年半)	

樹脂がこぼれない為の適正条件を管理下に置くことができた

【19. 検証の結果】

パレット回転速度の適正スピード、アソソバの適正寿命について生産技術や保全にサークルに参加してもらいメカニズムを教えてくださいました。

その知識を基に、樹脂よりも条件の悪い水を使用してパレット回転部速度を4秒から10秒までで条件を設定しテストを開始。

その結果から、サイクルタイム内で、樹脂こぼれが発生しない回転速度 8秒に設定しました。

アソソバの寿命は、今回の現象を受けて 1年で定期交換に設定。

樹脂がこぼれない為の条件を管理下におく事が出来ました。

20. 対策と効果の確認/標準化と管理の定着

■対策
・アソソバの交換/パレット回転速度の適正化
・兆候管理としてパレット回転速度監視回路追加

■効果の確認
樹脂付着不良
298
120
10
2023年1月 4月 5月
活動前後の樹脂付着発生状況グラフ

フランジ側樹脂付着撲滅により97%低減!!
目標“0”に拘り継続して活動を進める

発生源対策をした事で、私たち検査員の仕事も楽になりました

■付帯効果

ムダ作業の項目	ムダの削減	1月口入削減	5月口入削減	効果
不良集計時間	330秒/回	338.0分/月	208.0分/月	▲130.0分/月
不良排出ロス	7.2秒/回	35.5分/月	1.5分/月	▲34.0分/月
樹脂付着品の仕掛費	約400円/個	112千円/月	4千円/月	▲108千円/月
限度見本との照合時間	20秒/台	99.5分/月	3.5分/月	▲96.0分/月

■標準化と管理の定着

何を	どうする	いつまで	誰が
アソソバ定期交換	注入年額メンテナンスへの落とし込み (1/Y)	23年 5/20	水谷
液面高さ	工程内管理規格の見直し	23年 5/20	洗井
パレット回転速度	回転速度監視回路追加 (6秒以下で異常停止)	23年 5/24	水谷

【20. 対策と効果の確認】

23年1月度、298台の樹脂付着不良が注入吐出量の変更、パレット搬送回転部アソソバの交換により23年5月度には10台となり、97%低減する事が出来ました。

付帯効果としてムダな作業、コストを削減、活動で実施した調査、仮説、対策は標準化と管理に落とし込み5W1Hで継続していきます。

今回の樹脂付着不良ゼロへの新記録挑戦は、目標にわずかに届きませんでした。発生源対策をした事で、たくさんムダが削減する事ができ、私たち外観検査員の仕事も楽になりました。

21. 活動のまとめと今後の課題

■サークルレベル評価
サークルの能力
活動前
活動後
平均: 3.8点

■活動のまとめ
若手の知識向上、対策実施後の成功体験により平均能力、職場共に向上することができました。

■今後の課題
・目標“0”に向けて
不良現物を更に精査して、発生頻度の低い現象をデジタルデバイスを活用して捉え、対策に繋げて不良“0”を達成する
・サークルのレベルアップに向けて
まずは若手メンバーの分析能力の向上が必要
現地現物にこだわって活動を進める

■全員参加のサークル活動 (サークルと組織の成長)

- 自分のために…無限の可能性を最大限に発揮する
- 職場のために…明るく活力ある職場を実現する
- 会社のために…体質改善で組織の発展に貢献する

デジタルデバイスをフル活用して全員参加で推進
常に自己新記録に挑戦を続けて、お客様へ良品を送り続けていきます

【21. 活動のまとめと今後の課題】

サークルレベル評価として、若手の知識向上、メンバー間のコミュニケーション向上、メンバー全体の改善意識が向上した事で平均3.8ポイントと活動前の2.5ポイントから1.3ポイント上昇。

CゾーンからBゾーンに到達しました。

今後の課題として、目標“0”に向けて、不良現物を更に精査して、発生頻度の低い現象をデジタルデバイスを活用して捉え、対策に繋げて不良“0”を達成します。

サークルのレベルアップに向けては、若手メンバーの分析能力向上と現地現物にこだわり、活動を続ける事でレベルアップを図ります。

これからも、デジタルデバイスをフル活用しながら全員参加のサークル活動で常に自己新記録に挑戦を続けて、お客様へ良品を送り続けていきます。