

クリップ飛び不良の撲滅

会社・事業所名 (フリガナ)

カブシキガイシャ デンソー タカタナセイサクショ
株式会社 デンソー 高棚製作所

発表者名 (フリガナ)

ハヤカワ リョウ
早川 諒

会社紹介

◆会社概況

設立 1949年12月16日
本社 愛知県刈谷市
資本金 1,875億円
従業員数 連結 164,522人
単独 44,758人
※2024年3月31日

◆拠点

先導技術研究所
広瀬製作所
安藤製作所
西尾製作所
本社
藤田テストセンター
幸田製作所
瀬西製作所
豊橋製作所
久保製作所
高橋製作所
香取製作所
豊橋製作所

◆事業分野

サーマルシステム
エレクトロニクス
モビリティ
エレトロニクス
インダストリアル
ソリューション
オートモーティブ
エレクトロニクス

◆担当製品

製品名：MOSレクチ
機能：オルタネータにて発電した三相交流を直流化する
(2品種)
第一世代 2in1
第二世代 4in1
オルタネータ

お客様にご満足頂ける製品を提供

【1.会社紹介】

当社は自動車技術、システム・製品を提供する、グローバルな自動車部品メーカーです。
私たちの事業分野は先進デバイスで、生産拠点は高棚製作所となっています。
担当製品はMOSレクチというオルタネータにて発電した三相交流を直流化する機能を担う製品を
2品種、提供しています。

サークル紹介

◆サークル構成

○リーダー ○私 △メンバー ☆期間従業員

社員6名 期間社員2名
大ベテランとアフター世代が中心メンバーで
若手社員と期間社員との世代間ギャップ大

若手社員主体のサークルを推進

◆サークルレベル把握 (活動前)

3.0

◆サークルの課題点

生産が減少傾向で人員削減され、最低人数での生産となり
サークルの活動も中堅メンバーで進めてしまうため、
一休が不足し、各世代の員も見られる。

◆目指すサークル像

各世代の育成を踏まえ、中堅メンバー主体から若手の育成を
メインに据え、ベテランも巻き込みサークルレベルの底上げを
行い、全員参加のQCサークル活動を目指す。

【2.サークル紹介】

サークルメンバーは社員6名、期間社員2名の職場です。サークルレベルは3.0となっており、課題点として
人員削減から最低人数での生産となりサークルの活動も中堅メンバーで進めてしまうため、
各世代毎に溝があります。
そこで目指すサークル像は、今後の世代構成を踏まえ、中堅メンバー主体から若手の育成をメインに据え、
ベテランも巻き込みサークルレベルの底上げを行い、若手社員主体の全員参加のQCサークル活動を
目指します。

【製品の紹介】

製品名：MOSレクチ・・・車用オルタネータで発電された三相交流を直流に変換させる機能

2品種 合理化ラインの組付工程を担当

品種：2in1 製品1台に2つのチップが搭載
チップ フレーム単位で流動 (6個/1フレーム)
チップ 個片別流動 (5個/1フレーム)

品種：4in1 製品1台に4つのチップが搭載
チップ フレーム単位で流動 (6個/1フレーム)
チップ 個片別流動 (5個/1フレーム)

同一の合理化ラインで2品種を切替流動している

【3.製品の紹介】

製品の紹介です。
私たちはMOSレクチ2品種の組付工程を担当し、2in1は1台に2つのチップ、4in1は1台に4つのチップが
搭載されており、フレーム単位で流動しています。
2in1は1フレーム6個取り、4in1は1フレームで5個取りで右から個片①、②・・・と数えています。
特徴として4in1は2in1の次の世代となり、高集積化小型化を実現したのとなっています。
モールド成形後の姿はこのような形になっており、最終的にオルタネータに搭載されお客様ののもとに届きます。
また、同一のラインで2品種を切り替え流動しています。

【品質指標】MOSレクチ不良率 20年4月～21年12月

不良率 (%)

20年度不良率 目標 1.50% 実績 1.43%
21年度不良率 目標 1.20% 12月実績 1.25%

不良率の目標達成はこれまで同様、厳しい状況

【過去AQC取り組み】

中堅メンバー主体
専ら発注ビュー
今後は自分が中心となり活躍したい！
不良低減に専ら取り組む

不良率目標達成に向け、不良低減に拘り活動を継続

【4.品質指標・過去の取り組み】

そんな私たちの職場の品質指標がどのようになっていいるか見てみると、青い折れ線の不良率の目標達成はこれ
まで同様厳しい状況です。
これまでのAQC活動は主に喜屋原班長、渡辺副班長、小川リーダーが行っており、私は参加しているもの
の見ていただけという状態でした。前回のコンデンサ落下不良撲滅活動で初めて発表を担当し、今後は自分
が活動の中心となり活躍したいという思いで今回の活動に参画しました。
そして、職場の不良率目標達成が厳しい状況を受けて、不良低減に拘り活動を継続していくことを
決めました。

【テーマ選定】品種別 不良率パレート図 (12月実績) 担当：組付工程

品種：2in1 クリップ飛び不良発生 0%

品種：4in1 ワースト1 クリップ飛び不良発生 0.15%

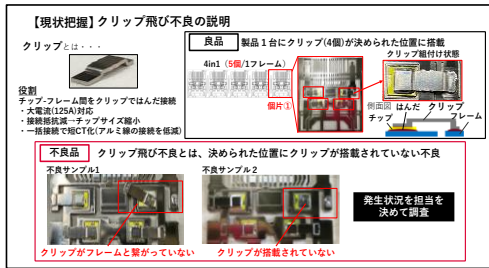
クリップ飛び不良発生は、早川の未習得工程
OJT進捗管理表

未習得工程の活動で
全工程マスターを奪いたい！思いが強い
テーマ【クリップ飛び不良撲滅】に決定

【5.テーマ選定】

そこでテーマ選定としてまずは組付工程で実際にどんな不良が出ているか、調査しました。
先ほど話した通り2品種を流しているのですが、2in1ではクリップ飛びという不良はまったく発生していないのに
4in1ではワースト1で発生しています。
私たちのラインは4ブロックに分け、OJT進捗を管理しています。
そして、このクリップ飛びという不良は先頭のブロック1工程で発生しており、私自身まだ未習得です。
将来、ラインリーダーになるためにもここで未習得工程をAQCで取り上げることで、全行程マスターを早められる
という思いからテーマをクリップ飛び不良の撲滅にしました。

QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)		発表形式
	チェイス (チェイス)		プロジェクト
本部登録番号	2091926	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	36歳 (最高 58歳、最低 21歳)	月あたりの会合回数	2回
テーマ暦	本テーマで 9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	2022年 1月 ~ 2022年 6月	本テーマの会合回数	12回
発表者の所属	高棚製作所 セミコンダクタ製造部	勤続	3年

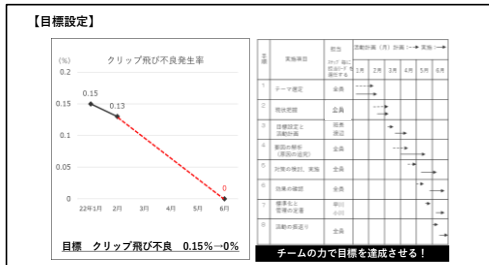


【6.現状把握-1】

まずクリップ飛びとはどのような不良なのかを説明します。

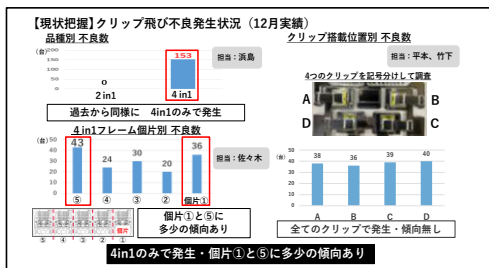
クリップとは製品の中のこの部品のことを指し、チップ-フレーム間をはんだで接続することで、一括接続で短CT化ができるものとなっています。

本来の良品ではクリップが決められた位置に4個搭載されるのですが、クリップ飛びでは「クリップが繋がっていない」、「クリップが搭載されていない」などのものを言います。次に発生状況を担当を決めて調査することにしました。



【7.目標設定】

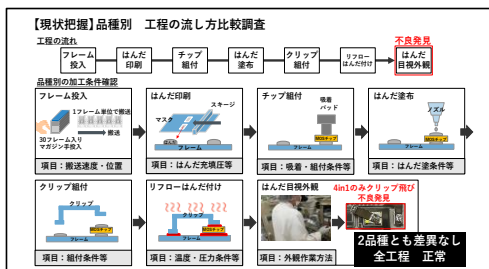
目標設定として6月までにクリップ飛び不良の不良発生率を0%にする目標を立て、活動計画をこのように立てて進めてきました。



【8.現状把握-2】

現状把握としてクリップ飛び不良の発生状況を調査しました。

品種別で見ると4in1のみで発生しており、個片別で見ると個片①と⑤に多少の発生傾向があり、クリップ位置はバラバラで発生していることがわかりました。

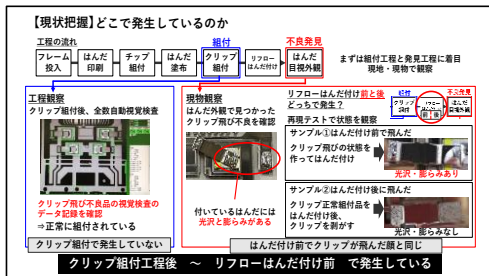


【9.現状把握-3】

次に工程の流し方について調査しました。

工程の流れはこうになっており、まずフレーム投入で1フレーム単位で搬送します。そして次にはんだ印刷でリードフレームにはんだを印刷します。次にチップ組み付けではんだの上にMOSチップを吸着パッドで組み付けます。

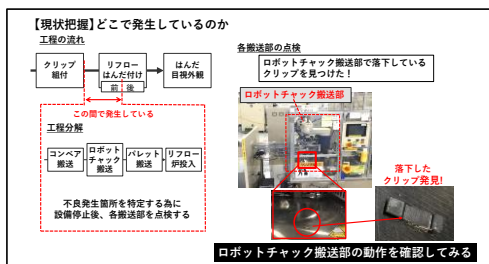
次にはんだ塗布ではMOSチップの上にノズルではんだを塗布します。次にクリップ組付け工程では実際にクリップを製品に組付けます。その後減圧リフローはんだ付けにはんだを硬化して、クリップをくっつけます。ここで各工程の2in1と4in1の加工条件をこれらの項目で確認したところ2品種とも良品加工条件は同じで現状の状態を確認しても全て正常でした。



【10.現状把握-4】

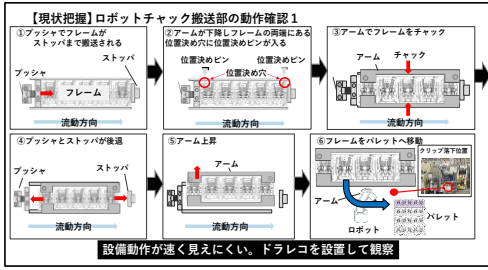
次にどこで発生しているのか、実際にクリップを組み付けている工程とクリップ飛びの発見工程に着目して現地現物で観察することにしました。

まずクリップ組付けでは全数検査を行っており、クリップ飛び不良品の視覚検査のデータ記録を確認したところ正常に組付されていたため、この段階ではクリップ飛びは発生していませんでした。次に現物観察として今回発生したクリップ飛びの顔を確認したところ、クリップに付いたはんだは膨れており光沢がありました。リフローはんだ付け前と後の時点でのクリップが飛んだかを調査するために再現テストとしてサンプル①をはんだ付け前に飛んだモノ、サンプル②をはんだ付け後に飛んだモノ、としてテストワークを作成。その結果サンプル①のはんだ付け前の顔が今回のクリップ飛び不良と同じ顔になった



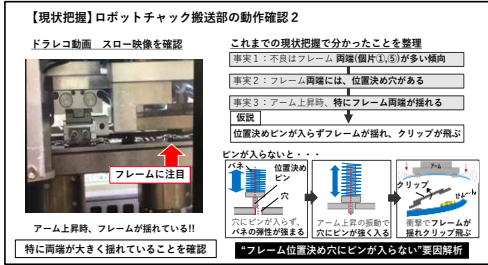
【11.現状把握-5】

そこでクリップ組付け～リフローはんだ付け前を工程分解をして各搬送部を点検してみました。するとロボットチャック搬送部で実際に落下しているクリップを発見することができました。そこでロボットチャック搬送部の動作を確認することにしました。



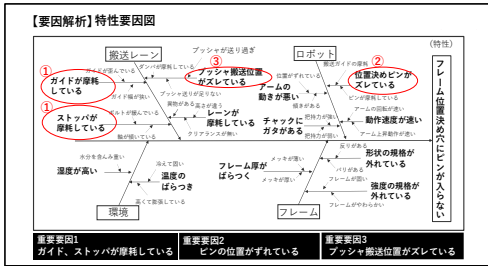
【12.現状把握-6】

ロボットチャック搬送部の動作を見てみると、①プッシャーでフレームを送り、②アームが下降しフレームの両端にある位置決め穴に位置決めピンが入る、③アームでフレームをチャック、④プッシャーとストップ逃げ、⑤アーム上昇、⑥フレームをパレットへ移動するという流れになっています。そしてクリップはこの場所に落下していました。ここで設備動作が速く見えにくかったため、ドラレコ（ドライブレコーダー）を設置して観察してみました。



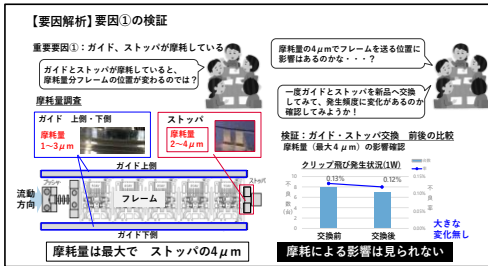
【13.現状把握-7】

この時のドラレコの映像をスローにしてみると、アーム上昇時フレームが揺れていることが分かりました。揺れているのが分かりやすいここに注目して見てください。【動画】赤い矢印の箇所ではフレーム揺れが確認できるより詳しく追加調査をしてみると特に両端が大きく揺れていることを確認できました。これまでの現状把握で分かったことを整理してみると、事実1：不良はフレーム両端(①,⑤)が多い傾向、事実2：フレーム両端には、位置決め穴がある、事実3：アーム上昇時、特にフレーム両端が揺れる、このことから仮説として位置決めピンが入らずフレームが揺れ、クリップが飛んでいるのではないかと考えました。原理としてピンが穴に入らないとパネの弾性が強まり、その状態でアームが上昇することで穴にピンが強く入る時の衝撃でフレームが飛んでいると考えたためです。そこでフレーム位置決め穴にピンが入らないことを要因解析することにしました。



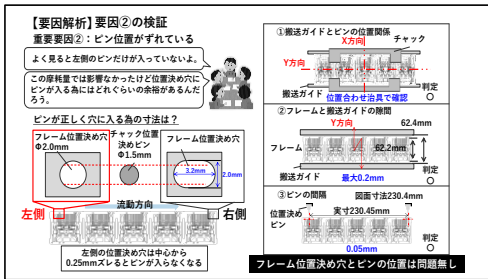
【14.要因解析-1】

特性要因図を用いて、重要要因1をガイド、ストップが摩耗している。重要要因2をピンの位置がずれている。重要要因3をプッシャー搬送位置がズレているとしました。



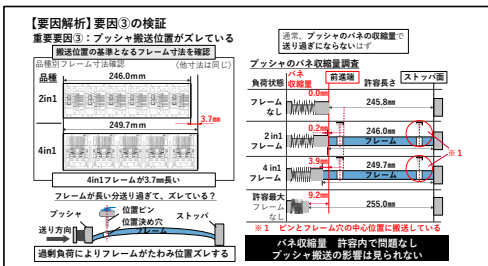
【15.要因の検証-1】

まず重要要因1のガイド、ストップが摩耗しているについて調査をしたところ、上下ガイドとストップの摩耗量は最大4ミクロンとなっており、この値が本当に影響が無いか確認するためガイドとストップを新品に交換したところ大きな効果は得られなかったため、摩耗による影響はないことが分かりました。



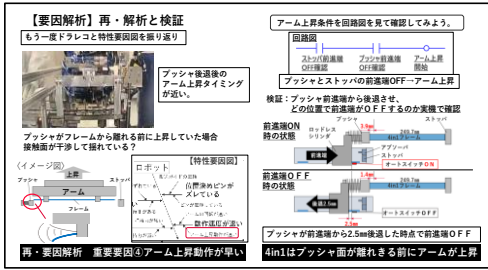
【16.要因の検証-2】

次に重要要因②のピン位置がずれているについて調査をしたところ、ピンが正しく穴に入るための寸法としては、チャック位置決めピンの寸法が1.5mmなのに対して、フレームには両側に位置決め穴があり、左側の位置決め穴の寸法が2mmであることから中心から0.25mmずれてしまうとピンが入らなくなることが分かります。このことから搬送ガイドとピンの位置関係、フレームと搬送ガイドの隙間、ピンの間隔について調査をしましたが全て0.25mm以下となっていたため問題無いことが分かりました。



【17.要因の検証-3】

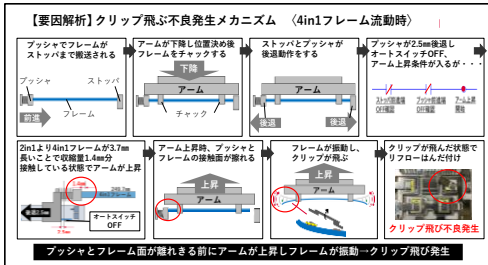
次に重要要因3のプッシャー搬送位置がずれているについて調査をしたところ、搬送位置の基準となるフレーム寸法を確認したら4in1のフレームは2in1のフレームよりも3.7mm長いため、このことからフレームが長い分送り過ぎていて、たわみが発生して位置ズレをしているのではないかと考えましたが、通常プッシャーのパネの収縮量で送り過ぎにはならないはずのため、プッシャーのパネ収縮量の調査をすることにしました。前提として搬送位置が問題無いか確認したところ、両品番ともピンとフレーム穴の中心位置に搬送している状態で問題ありませんでした。パネの収縮許容最大が9.2mmなのに対して4in1のフレームは収縮量は3.9mmとなっていたため、パネ収縮量は許容内でプッシャー搬送の影響は見られないことが分かりました。



【18.要因解析-2】

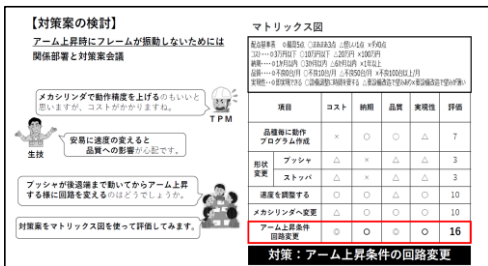
重要要因の3つから原因が分からなかったため、もう一度ドラレコと特性要因図を振り返ることにしました。そこで、ドラレコの映像からプッシュ後退後のアーム上昇タイミングが近いことに気がきました。ここにプッシュがあって、後退動作をします。直後アーム上昇しますのでその動きをご覧ください。

【動画】プッシュが後退した後、すぐのタイミングでアームが上昇しているのが分かる
このことからプッシュがフレームから離れる前に上昇していた場合、接触面が干渉して揺れているのではないかと、という話になり再度の要因解析として「アーム上昇動作が早い」を重要要因として調査をしました。アーム上昇条件を回路図で見ると、プッシュとストッパの前進端がOFFになることでアームが上昇することが分かりました。そこで検証としてプッシュ前進端から後退させ、どの位置で前進端がOFFするのか実機で確認することにしました。調査した結果プッシュが前進端から2.5mm後退した時点で前進端がOFFになっており、4in1のフレームはまだプッシュが1.4mm収縮していることからプッシュ面が離れる前にアームが上昇していたことが分かりました。



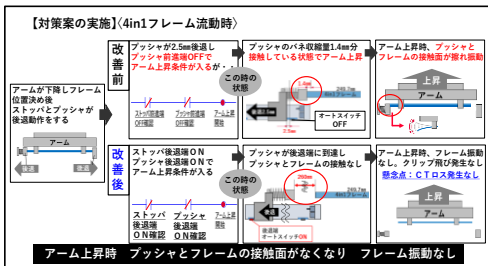
【19.要因解析-3】

ここで分かったクリップ飛びのメカニズムとしては、まずプッシュでフレームがストッパまで搬送され、その後アームが下降し位置決め後、フレームをチャックし、ストッパとプッシュが後退動作をするのですが、プッシュが2.5mm後退した時点でオートスイッチがOFFになりアーム上昇条件が入り、フレームとプッシュ面が接触している状態でアームが上昇してしまい、接触面がこすれてフレームが揺動しクリップ飛びが発生していたことが分かりました。



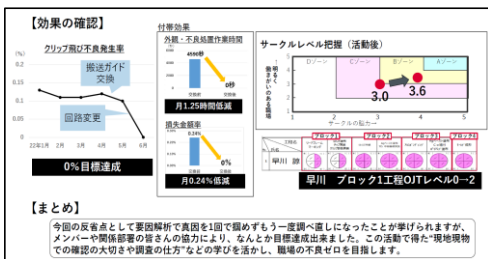
【20.対策案の検討】

対策案の検討としてアーム上昇時にフレームが揺動しないための対策をTPM、生技と協議したところメカシリンダで動作精度を上げる、速度調整をするなどの案が出ましたが、マトリクス図を用いて評価したところ、最も評価の良い「アーム上昇条件の回路変更」を対策と決定しました。



【21.対策案の実施】

改善前の回路としては2.5mm後退しまだフレームとプッシュ面が接触した状態でアームが上昇していましたが、改善後の回路としてストッパとプッシュの後退端がONになることでアーム上昇条件が入るようにしました。これによりアーム上昇時、プッシュとフレームの接触がなくなり、クリップ飛びの発生を防ぐことが出来ました。



【22.効果の確認・まとめ】

効果の確認として、クリップ飛びの発生率を回路変更をすることにより0%にすることが出来ました。付帯効果もこのようになりました。またサークルレベルに関してメンバー全員で一体となって取り組めるようになったことにより3.6まで上げる事ができました。また自身のブロック1のOJTレベルを2まで上げることができました。今回の活動の反省点として挙げられることは、要因解析で真因を1回で掴めずもう一度調べ直したことが挙げられますが、メンバーや関係部署の皆さんの協力により、なんとか目標達成出来ました。この活動で得た現地現物での確認の大切さや調査の仕方などの学びを活かし、職場の不良ゼロを目指します。