

諦めない、妥協しない「まだやるの？」から「まだやれる！」へ モーターコアレーザー溶接装置 片面溶接異常撲滅

会社・事業所名 (フリガナ)

発表者名 (フリガナ)

トヨタ紡織株式会社 刈谷工場 製造部 (トヨタボウシヨクカブシキガイシャ カリヤコウジョウ セイソウブ) 丸山 諄 (マルヤマ シュン)

会社紹介

01/30 トヨタ紡織株式会社

生産拠点: 愛知県刈谷市 (刈谷工場) 国内外拠点数: 90拠点 (情報: 23年3月)

創業: 1918年 (大正7年) 代表取締役社長: 丸山 諄

自動車内装部品: 天井、ハンドル、シート、フロアカーペット、ドア、フットウエアー

モーターコアとは: ハイブリッド自動車、スターター、モーターコア (ロータースター)、燃料電池車部品、セルレタスタックモールド、吸気系部品、オイルフィルター、エレメント

世界のお客様に安全で安心な車室空間を提供

職場紹介

02/30 トヨタ紡織株式会社

刈谷工場: 型保全1係 (2.1組), 型保全2係 (2.2組), 設備保全1係 (2.2組), 設備保全2係 (2.3組)

担当製品: ECセラレータ, イオン交換器, モーターコア, エンジンリング, モーターwithギア, プレス, 成形機, ロボット

ユニット部品を生産する設備の保守を担当

設備保全と医療: 設備保全 (維持・管理, 故障診断・調査, 修理) と医療 (健康診断, 診察, 手術) の比較。修理時間 (設備停止時間) と手術時間の対比。修理時間が長いとお客様に迷惑がかかることに注意。

速さ・正確性が求められる仕事

弊社は、愛知県刈谷市に本社を置き、国内外に90の拠点をもち、創業者、豊田佐吉の『人づくり・ものづくり・技術開発』を念頭に、自動車の内装部品を主に手掛けています。私の勤務する刈谷工場では『築こう 安全品質の刈谷工場』をスローガンに掲げて自動車関係のユニット部品を生産。私たちが担当するモーターコアとはハイブリッド自動車の核となる部品です。

私たちのサークルは、設備型保全課に所属。ユニット部品を生産する設備の保守を担当。設備のドクターの役割をしています。修理時間が長いとお客様に迷惑がかかり、設備停止時間が長くなって自分たちの残業時間も増えてしまいます。速さと正確性が求められる仕事です。

サークル紹介

03/30 トヨタ紡織株式会社

サークルメンバー: 平均経験年数 9年, 平均年齢 34歳, 構成 7名

個人レベル表: 5点 (4.8), 4点 (4.8), 3点 (4.7), 2点 (3.7), 1点 (3.9)

サークルレベル: X軸: 2.2, Y軸: 4.4

サークルレベルは現在Cランク

私の紹介

04/30 トヨタ紡織株式会社

2017年入社 趣味...筋力トレーニング

職場先輩制度: 知識をつける + 実践する + 知識を伝える + 実践する

リーダー制度: 各スキル項目ごとにトレーナーを選び教育をしながら活動する

トレーナー (先生) トレーニー (生徒) を作りチーム分け

SDA10Dサークルは若手からベテランの7名で構成されています。個人レベル表を見ると、若手の問題解決能力、QC手法、改善能力が弱みです。サークルレベルはX軸が2.2、Y軸が4.4の現在Cランクです。

私は2017年に入社、保全部は4年目。趣味の筋トレで培った『まだまだ精神』で仕事でも上昇志向です。若手の教育として職場先輩制度があり、先輩とペアで仕事をしていました。先輩に追いつくため、スキルに磨きをかけ、QC研究会に参加し知識をつけ、QCチームリーダーで実践したとのこと。「筋トレもQCも同じ」とアドバイスを受けて実行。QC検定に挑戦し合格。改善活動をやり取り役員に報告、レベルアップを実感。すると、若手の成長を望む小田職長から、「リーダーをやらないか？」と声をかけられ、まだまだレベルアップしたい私は快諾。サークルを成長させるため、職場先輩制度と筋トレを掛け合わせてトレーナー制度を導入。ベテラン、中堅の強みをいかしトレーナーと、トレーニー (若手) をセットにしてチーム分け。

テーマの選定

05/30 トヨタ紡織株式会社

困りごと抽出: 困りごととためボード

4つに層別: 残業が多い, 技能教育の時間が無い, 教育時間が少ない, 計画残業通りに進まない

評価基準作成: 評価項目 (重要性, 緊急性, 経済性, 安全性, 品質, 生産性, 環境性, サークル性, 共通性) と評価点 (1-5) の表

『残業が多い』を困りごととして決定

テーマの選定

06/30 トヨタ紡織株式会社

製品の動向: 2030年に1.4倍増加の見込み

残業推移: 2019年度~2021年度 増加傾向あり

残業削減: 71%減 (目標)

テーマ『モーターコアレーザー溶接装置片面溶接異常撲滅』に決定

テーマの選定として、トレーナーの宇都野さんが過去のQC活動で得た知識を生かし早速困りごとを抽出。困りごとカードを記入してボードに貼ってもらい、4つの困りごとに層別。メンバー全員で層別したので全員承諾。評価基準を設けて4つの困りごとを評価した結果、『残業が多い』に決定。

刈谷工場の製品の動向として、ユニット部品の生産が2030年に1.4倍増加の見込み。サークルの年間平均残業推移を見ても増加傾向。また、直近3カ月の残業平均時間を見ても増加傾向にあります。残業時の作業時間を工程別でみるとモーターコアが最も多く、中でも片面溶接異常が92%を占有。残業が多くモチベーションが下がりがマイナスのサイクルになっていますが、片面溶接異常を撲滅できればプラスのサイクルに転換することが期待できます。また、上方方針の設備停止時間15%減にも貢献できることを確認。上司に承認をいただきテーマを『モーターコアレーザー溶接装置片面溶接異常撲滅』に決定。

QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)	発表形式
	SDA10D (エスディーエージュウディー)	OHP・ジェクタ
本部登録番号	25-41	サークル結成年月
		2016 年 4 月
メンバー構成	7 名	会合は就業時間
		内・外・両方
平均年齢	35歳 (最高 51歳、最低 25歳)	月あたりの会合回数
		1 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
		1.5 時間
本テーマの活動期間	2022年 4月 ~ 2022年 9月	本テーマの会合回数
		9 回
発表者の所属	トヨタ紡織株式会社 刈谷工場 製造部 設備型保全課 設備保全2係	勤続
		5 年

現状把握 07/30 トヨタ紡織株式会社

三現主義で確認の勉強会

【異常発生箇所チェックシート】

項目	発生件数
材料投入	0
プレス	0
積層	0
目視検査	0
レーザー溶接	24
目視検査	0
梱包・出荷	0

2022年3月1日～3月31日 n=24

作成日: 2022年4月 作成者: SDA100サークル

現場・現物・現実に把握しよう

SM1E・SW1Hシートに沿って活動を進める

三現主義でQC手法の使い方を学んで知識をつけ、実践しながら覚え、異常は『レーザー溶接工程』で発生していることを確認。現状把握を進めるにあたってトレーナーより、『現場・現物・現実に把握しよう』と教えがあり、SM1E・SW1Hシートを作成。シートに沿って活動を進めました。

現状把握 08/30 トヨタ紡織株式会社

レーザー溶接工程概要

① SUSプレートと製品セット

② 上治具が下降

③ 溶接

④ 原点復帰

⑤ 上治具が上昇

⑥ 下治具が上昇

⑦ 上治具が回転し原点位置に戻る

⑧ 上治具が少し上昇(減圧)下治具が150°右旋回で原点位置に戻る

⑨ 上治具が上昇

⑩ 下治具を上から見た図

製品を上下反転させ、もう片方の面を同じ動作で溶接し排出

112kg/月廃棄

不良品が流出するとお客様に迷惑が掛かる

モーターコア工程は全自動ラインで、レーザー溶接は大きく分けて上治具と下治具に分かれています。動作の流れは、ロボットが下治具にSUSプレートと製品をセットし、上治具が下降して製品とSUSプレートを押しこみ、30度ずつ左旋回しながら左右5カ所ずつ溶接して原点復帰します。原点復帰は上治具が少し上昇(減圧)下治具が150度右旋回。上治具が上昇、旋回して原点位置に戻ります。片面溶接異常とは、異常停止時に製品の防錆皮膜の役割をするSUSプレートが片方溶接されていない状態のことで製品は不良品になります。この不良で月112kg製品を廃棄しており環境負荷が高く、もしこの不良が流出すると車が動かなくなりお客様に迷惑をかけてしまいます。

現状把握 09/30 トヨタ紡織株式会社

① 異常発生箇所の調査

② 気温、時間による異常停止件数

③ 品番による停止件数の層別

④ 製品幅のバラつきを確認

平均気温 115.006

バラつき 0.0097

工程能力 Cp 1.72

原点復帰で異常が発生

レーザー溶接工程をさらにどこどこ分析。異常発生箇所をバレット図にまとめると、原点復帰で発生。気温、時間による異常停止件数では差はなく、品番による停止件数も差はありませんでした。製品幅のバラつきを確認しましたが、バラつきは少なく基準内のため問題ありませんでした。

現状把握 10/30 トヨタ紡織株式会社

① 異常発生条件の調査

② 原点復帰の動作

③ フォトマイクロセンサとは

④ フォトマイクロセンサ原理

上下治具が同時に回り上下治具原点が同時にONすると異常発生

異常発生条件の確認として、一回目の原点復帰時の動きを見ると、OK動作のときは下治具が原点ONになったとき上治具の原点はOFFになっていますが、異常が発生するときは下治具が原点ONになると同時に上治具の原点もONしており、下治具原点復帰時に上治具も同時に回転していることがわかりました。上治具原点復帰完了センサはフォトマイクロセンサでドグといわれる板がフォトマイクロセンサをさざるとONになり、原点復帰完了を知らせてくれます。

現状把握まとめ 11/30 トヨタ紡織株式会社

SM1E・SW1Hシート

No.	SM1E	調査内容	だれ	いつ	どこ	なぜ	なにを	どのように	確認結果	関連性
1	設備	異常発生箇所を調査	A, B チーム	5/14まで	レーザー溶接工程	この工程で異常が発生しているのか	異常発生箇所	3月の生産管理帳から異常発生時の工程で停止しているか	下治具原点復帰時に発生	あり
2	設備	異常発生時間帯を調査	B チーム	5/14まで	レーザー溶接工程	発生する異常が把握するため	時間帯	3月の生産管理帳から異常発生時の時間帯で停止しているかデータを取る	時間帯の差はなし	なし
3	設備	異常発生条件を調査	B チーム	5/14まで	レーザー溶接工程	異常発生条件を調べるため	異常発生条件	パソコンを使い原点復帰位置を確認	上治具が同時に回ると同時に上治具回転位置の原点復帰完了センサがONして条件が成立しないため異常発生	あり
4	材料	品番による異常発生頻度を調査	A チーム	5/14まで	レーザー溶接工程	品番によって差がないか確認するため	製品	3月の生産管理帳から異常発生時の品番で停止しているかデータを取る	品番による差はなし	なし
5	材料	製品高さによる異常発生を調査	A チーム	5/14まで	レーザー溶接工程	製品高さによる異常発生を調べるため	製品高さ	3月の平均気温のデータを各品番発生件数に照らし合わせて確認	高さと関係なし	なし
6	環境	気温による異常発生時間を調査	B チーム	5/14まで	レーザー溶接工程	気温によって発生時間が変わるのか	気温	3月の平均気温のデータを各品番発生件数に照らし合わせて確認	気温変化による差はなし	なし

まとめ

下治具が原点復帰する時、上治具が同時に回ると同時に上治具回転位置の原点復帰完了センサがONして条件が成立しないため異常発生

現状把握で得た情報をまとめ、『下治具が原点復帰する時、上治具が同時に回ると同時に上治具回転位置の原点復帰完了センサがONし、条件が成立しないため異常発生』を特性としました。

目標の設定・活動計画 12/30 トヨタ紡織株式会社

目標の設定

撲滅

0件

活動計画のチーム分け表

チーム分け表

活動計画

チームで活動計画に沿って進めていく

目標は片面溶接異常による停止件数を2022年8月末までに撲滅とし、サークルレベルBを目指します。活動計画ではトレーナー制度を活かして若手の教育を進めました。

要因解析 13/30 トヨタ紡織株式会社

要因解析をする前に

特性

原因カードの勉強会

5ゲン主義で要因解析

5ゲン主義で要因解析

要因解析をする前に、トレーナーのアドバイスを受けて特性を簡潔にし、『原点復帰する時、上治具が同時に回ると同時に原点復帰条件が成立しない』に、工場内ツールの原因カードの勉強会を実施。出てきた原因カードのポイントを押しさながら層別し、5ゲン主義で特性要因図を作成。

要因解析 14/30 トヨタ紡織株式会社

要因解析

材料

設備

1人1票

合計7票

主要因を『上治具の取付けボルトが緩んでいる』に決定

すぐに確認できるものは、評価シートや生技標準を確認し除外。投票を行って絞り込んだ結果、主要因を『上治具取付けボルトが緩んでいる』に決定。

要因の検証

15/30 トヨタ紡織株式会社

特性: 原点復帰するとき上治具が同時に回って原点復帰条件が成立しない

原因①: 下治具の回転が上治具に伝わっている

原因②: 減圧時に上治具が製品を押さえている

原因③: 上治具の高さが長い

原因④: 上治具のボルトが緩んでいる

原因⑤: 製品の熱が上治具に伝わっている

主要因: 上治具のボルトが緩んでいる

仮説: 上治具が少し上昇(減圧)するがボルトの緩みで隙間がなく上治具が製品を押さえ荷重が掛かった状態で下治具の回転が上治具に伝わる

検証: A~Dの4つに分けて90°ずつ各4カ所(●部)長さを測定

位置	適正長さ (mm)	実測長さ (mm)
A	151.0	151.0
B	220.0	220.0
C	281.0	281.0
D	369.0	370.2

4カ所すべて適正範囲外

原因関係を確認: トルクが弱くなると上治具が長くなることを確認

トライ条件: ①、②、③を12.5N・mから0.5N・mづつ緩めていき、各条件の高さと異常発生回数を計測すると、8.5N・m付近から異常が発生し、7N・mを下回ると100%発生。

主要因の検証として、まずボルトが緩み、上治具の高さが長くなっていると仮説を立て、AからDの4つに分類し、①から④の各4カ所ずつ長さを測定。図面と見比べ、Dの最大値が適正範囲外で4カ所とも長くなっていることを確認。ボルトのトルク値をチェックシートでまとめると、⑦⑧⑨が規定値外でした。因果関係を確認するためトライを実施。ボルト⑦⑧⑨を12.5N・mから0.5N・mづつ緩めていき、各条件の高さと異常発生回数を計測すると、8.5N・m付近から異常が発生し、7N・mを下回ると100%発生。ボルトのトルクが弱くなると上治具の距離が長くなり因果関係を確認できました。

要因の検証

16/30 トヨタ紡織株式会社

特性: 原点復帰するとき上治具が同時に回って原点復帰条件が成立しない

原因①: 下治具の回転が上治具に伝わっている

原因②: 減圧時に上治具が製品を押さえている

原因③: 上治具の高さが長い

原因④: 上治具のボルトが緩んでいる

原因⑤: 製品の熱が上治具に伝わっている

主要因: 上治具のボルトが緩んでいる

仮説: 上治具が少し上昇(減圧)するがボルトの緩みで隙間がなく上治具が製品を押さえ荷重が掛かった状態で下治具の回転が上治具に伝わる

検証: トライ条件: 1.ボルトの⑦、⑧、⑨を緩めてD高さを369~372mm変更
2.荷重計に製品と同じ高さのブロックを用意
3.①~④の位置で減圧時の荷重を計測

370.0mmで荷重が5Nとなり、異常が発生。371.5mmを超えると100%異常が発生したので、『上治具のボルトが緩んでいる』を主要因と断定。

次に、正常時は原点復帰の際、上治具が少し上昇(減圧)し製品から離れて下治具が回転するため上治具に回転が伝わらないのに対し、異常時は上治具の距離が長くなっているため、上治具が少し上昇(減圧)する際、上治具が離れず製品に荷重が掛かった状態で下治具が回転し、上治具に回転が伝わっていると仮説を立て、ボルト⑦⑧⑨を緩めてD高さを変更。製品と同じ高さになるようにブロックを用意し、①から④の位置で減圧時の荷重を計測。370.0mmで荷重が5Nとなり、異常が発生。371.5mmを超えると100%異常が発生したので、『上治具のボルトが緩んでいる』を主要因と断定。

要因の追加

17/30 トヨタ紡織株式会社

特性: 原点復帰するとき上治具が同時に回って原点復帰条件が成立しない

原因①: 下治具の回転が上治具に伝わっている

原因②: 減圧時に上治具が製品を押さえている

原因③: 上治具の高さが長い

原因④: 上治具のボルトが緩んでいる

原因⑤: 製品の熱が上治具に伝わっている

原因⑥: 上治具のボルトが膨らんでいる

主要因: 上治具のボルトが膨らんでいる

仮説: ①常温 ②熱により治具が膨張 ③温度が低下し収縮

検証: ボルトの膨らみと熱の関係がどうなるか

更新: 下治具の回転が上治具に伝わっている

要因の追加、仮説を検証する

対策に先走るメンバーがいる中、ボルトのトルク計測時に上治具が熱かったことが気になった私はまだやれることがあると思い会合を開き、メンバーに『上治具が熱い』と『ボルトが緩む』の関係があるか相談。要因追及は『まだやれる!』と思いを伝えると共感してくれ、特性要因図でさらに追及して更新。あらたな仮説として常温時はボルトと治具が接触し、トルクがかかっているが熱により治具がボルトの形に沿って膨張。その後温度が低下し収縮。治具が変形した状態のままとなり、ボルトと治具の接触面が少なくなるとトルクが弱くなるとしました。ジャムのふたを温めて開けるイメージです。

要因追加後の主要因の検証

18/30 トヨタ紡織株式会社

特性: 原点復帰するとき上治具が同時に回って原点復帰条件が成立しない

原因①: 下治具の回転が上治具に伝わっている

原因②: 減圧時に上治具が製品を押さえている

原因③: 上治具の高さが長い

原因④: 上治具のボルトが緩んでいる

原因⑤: 製品の熱が上治具に伝わっている

原因⑥: 上治具のボルトが膨らんでいる

原因⑦: 上治具の温度が80℃に上昇すると0.2mm膨張しボルトが緩む

主要因: 上治具の温度が80℃に上昇すると0.2mm膨張しボルトが緩む

要因の検証: ⑤⑥が約80℃まで上がり、最大温度差約50℃あることを確認。上治具の材質はステンレスなので熱膨張を計算。上治具膨張理論値は0.2mmと推測。因果関係を確認するためトライを実施。上治具を温め35℃から90℃の時の寸法を測定。ボルトを12.5N・mで取付け、上治具を温めてボルトのトルクを測定。上治具温度が80℃まで上がると約0.2mm膨張。ボルトのトルクは8.5N・m程になりボルトが緩むことを確認。

仮説をもとに、上治具を6カ所に分けて温度を測定。⑤⑥が約80℃まで上がり、最大温度差約50℃あることを確認。上治具の材質はステンレスなので熱膨張を計算。上治具膨張理論値は0.2mmと推測。因果関係を確認するためトライを実施。上治具を温め35℃から90℃の時の寸法を測定。ボルトを12.5N・mで取付け、上治具を温めてボルトのトルクを測定。上治具温度が80℃まで上がると約0.2mm膨張。ボルトのトルクは8.5N・m程になりボルトが緩むことを確認。

要因追加後の主要因の検証

19/30 トヨタ紡織株式会社

特性: 原点復帰するとき上治具が同時に回って原点復帰条件が成立しない

原因①: 下治具の回転が上治具に伝わっている

原因②: 減圧時に上治具が製品を押さえている

原因③: 上治具の高さが長い

原因④: 上治具のボルトが緩んでいる

原因⑤: 製品の熱が上治具に伝わっている

原因⑥: 上治具の温度が80℃に上昇すると0.2mm膨張しボルトが緩む

原因⑦: 上治具の温度が80℃に上昇すると0.2mm膨張しボルトが緩む

主要因: 製品の熱が上治具に伝わる

仮説: 上治具に製品の熱が移動しないように対策を検討する

検証: 製品の温度が80℃付近

原因関係を確認: 60分で80℃

製品の温度が高くなっているから、上治具が膨らんでいると仮説。ストーブの上にやかんのせているイメージです。製品の温度をサーモグラフィで測定すると80℃近くありました。因果関係を確認するために10分ごとに上治具の温度を測定。徐々に温度が上がり、60分で上治具温度が80℃付近になることが確認でき、製品の熱が上治具に伝わるを主要因と断定。対策を検討します。

対策案の検討

20/30 トヨタ紡織株式会社

特性: 原点復帰するとき上治具が同時に回って原点復帰条件が成立しない

原因①: 下治具の回転が上治具に伝わっている

原因②: 減圧時に上治具が製品を押さえている

原因③: 上治具の高さが長い

原因④: 上治具のボルトが緩んでいる

原因⑤: 製品の熱が上治具に伝わっている

原因⑥: 上治具の温度が80℃に上昇すると0.2mm膨張しボルトが緩む

原因⑦: 上治具の温度が80℃に上昇すると0.2mm膨張しボルトが緩む

原因⑧: 製品の熱が上治具に伝わっている

主要因: 製品の熱が上治具に伝わる

仮説: 上治具を断熱材に変更する

検証: 断熱材の選定

トレーナー指導のもと、ブレインストーミングを使い評価基準を決め対策を立案。評価の際に、ベテランの小田職長から「対策の副作用として生産に影響が出てしまうものは避けるように」と教えてもらい、全員で意見を出し合って評価した結果、上治具を断熱材に変更するに決定。

計画の立案

21/30 トヨタ紡織株式会社

テーマ: 上治具の一部を断熱材に変更したい

PDPC法に用いられる記号と内容

スタート

実施事項

基本事項/阻害事項

分岐点

ゴール

計画した経路

実施した経路

ポイント: 自分たちでやれるところまでやりきる

まだまだ精神: まだまだやるべきことがある

対策を計画通りに進めていく

対策を進める前にリスクを避けるため、PDPC法を活用して計画を作成。『まだまだ精神』で自分たちがやれるところまでやりきることをポイントとして進めていきました。

対策の立案

22/30 トヨタ紡織株式会社

特性: 原点復帰するとき上治具が同時に回って原点復帰条件が成立しない

原因①: 下治具の回転が上治具に伝わっている

原因②: 減圧時に上治具が製品を押さえている

原因③: 上治具の高さが長い

原因④: 上治具のボルトが緩んでいる

原因⑤: 製品の熱が上治具に伝わっている

原因⑥: 上治具の温度が80℃に上昇すると0.2mm膨張しボルトが緩む

原因⑦: 上治具の温度が80℃に上昇すると0.2mm膨張しボルトが緩む

原因⑧: 製品の熱が上治具に伝わっている

原因⑨: 断熱材の選定

主要因: 断熱材の選定

仮説: 断熱材の選定

検証: 断熱材の選定

まずは材質の選定。上治具の図面を確認。材質はステンレスが使用され、熱伝導率は16W/m・kです。上治具の温度を確認。膨張の少ない40℃を狙い値として比例式に当てはめ、熱伝導率3.2以下の材質を探することに決定。関係部署を交えてリストから材質を確認。前提条件を熱伝導率3.2以下、耐熱温度80度以上として選定し評価した結果、ミオレックスに決定。ミオレックスは断熱性が高く、安価ですが、欠けやすく、脆いのが欠点です。

