

1.【職場紹介】

TOYOTA

ランクル300の骨格部

～私たちの仕事を支えるアイテム～
(三次元計測機)

プレス品
溶接部品
OG品

出荷保証・傾向管理・困り事の解析

(製品精度の測定→日々の傾向管理)
RHNo.1197 公差上限 公差下限
Cp 2.847
Cpk 1.878
期間:2022.10~2022.12
作成日:2023.06.06 作成者:佐古
n=16

(精度不良発生時の後工程影響度)
穴ズレ 穴傾き
組付け不良 締付け不良
組立てラインの停止に直結する

私達の業務は部内に属している検査部署で、生産される製品全ての良否判定し出荷保証を担当しております。日々、精度測定を行い(図1)自動的に出力されたデータで傾向管理、変化した時の要因を調査する解析も行ってあります。不良発生時の流出防止とより良い品質にする為、品質管理部と連携して支援する事が最大の使命です。もし精度不良が発生した場合の後工程への影響は、部品の組立不良、ネジの締付け不良になります。その様な事を絶対起こさない為に品質の砦として日々の業務をしています。

2.【今回の取り組み製品】

TOYOTA

ラダーフレーム(以下 フレーム)
→ 左右2本のメインフレームを前方後方にかけてクロスメンバーで結合した物

例)梯子 長手部分=メインフレーム 桁の部分=クロスメンバー

結合

メインフレーム (平面図)
クロスメンバー (側面図)

クロスメンバー…前からNo.0~No.8まで有り
対象=No.3クロスメンバー…剛性を向上させて走行の安定性能確保する為の部品(以下 3クロス)

(後工程組付け部品)
オートマチックトランス
ミッションオイルパンガード(以下 AT/OG)

オイルパンが変形・破損を防ぐ装備

ラダーフレームは左右2本のメインフレームを前方から後方にかけて9本のクロスメンバーで結合した物です。梯子で例えると、長手部分がメインフレームで桁の部分がクロスメンバーになります。取り組み製品はNo.3クロスと云い、前から4番目に組付くクロスメンバーの事です。車両性能では剛性を向上させ走行の安定性能を確保する部品になります。後工程ではオイルパンの変形・破損を防ぐ装備を組付けます。

3.【今回の取り組み工程】

TOYOTA

加工の流れ→
①プレス工程 → ②溶接組付工程 → ③プレス工程 → ④溶接組付工程 → ⑤後工程へ出荷

11種類の構成部品
構成部品の結合を行う工程

(④溶接組付工程)
6つに分けて溶接(以下1工程~6工程)
1工程 2工程 3工程 4工程 5工程 6工程 検査

～熱で穴精度が変わる理由～
例)イカの切り身
火で炙ると切り身の形が変化(熱変形)
フレームも同現象が発生し変形する

穴精度を決める重要工程
熱が連続で入る事で穴精度が変化

今回の取り組み工程はフレームの形を作る2回目の溶接組付で、1工程から6工程の6つに分けて溶接し、穴精度を決める重要工程となります。3クロスは2工程から5工程の間で溶接され、連続で熱が入る事で穴精度が変化していきます。熱が入ると精度が変わる理由は、イカの切り身で例えると火で炙った時に形が変わります。これを熱変形と言い、フレームにも同じ現象が発生します。私達は加工完了後の製品を日々測定し、溶接部品の課題である熱変形をコントロール又は抑制出来る様になる為のデータ取りをしています。

4.【サークル紹介】

TOYOTA

(前回テーマの振り返り)
目標:QC手法の使い方を習得し、QCの**苦手意識を克服**する
(前回活動の反省)
・理解に時間が必要
・教える人が少ない
→**時間抽出と教育環境**が課題として挙げた(自職場への影響度)
出来ない事から目を背けネガティブ感情のまま仕事を続ける事で**製造現場からの信頼を失**てしまう恐れ

上位順
● 315
● 317-1
● 327-1
● 327-2
● 自組
● 331
● 332
○ 317-1

課内No.1サークル

(他サークルとのレベル比較)
X軸(能力) Y軸(働きがい)
改善能力 専門技術 判断能力 対応能力 発案能力
メジャー キラメキ エムワーク
活動満足度 SS 意欲

(Y軸のレベル差を分析)
強い正の相関関係
y = 5.5638x - 0.0038
R = 0.916
作成日:4月5日 作成者:横田

意欲→個々のレベルアップ意識が低い
知識・技能の習得率と意欲は関係性有り

目標:知識・技能を磨いて力をつけ、仕事に対する意欲を向上したい

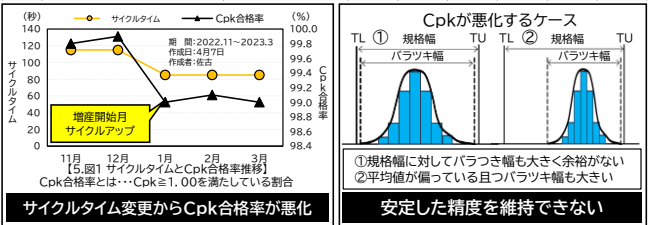
サークル紹介ですが、前回目標のQC苦手意識克服が未達。時間確保や指導者不足から4.図1)QC手法の習得が出来ず、ネガティブ感情からポジティブ感情への変革が課題となりました。4.図2)サークルレベルは課内の真ん中でCゾーン。No.1サークルとの差を4.図3)X軸とY軸を比較。QC手法と意欲に差あり4.図4)意欲低下の理由を分析した所、知識・技能の習得率が影響。4.図5)関係性は知識・技能の習得率が高ければ仕事に対する意欲も高い正の相関関係がある事が判明。目標は知識・技能を磨いて力をつけ仕事に対する意欲の向上を目指し進めていきます。

QCサークル紹介	サークル名(フリガナ)		発表形式
	キラメキ	(キラメキ)	
本部登録番号	177-2676		サークル結成年月
メンバー構成	11名(嘱託社員1名含む)		2023年 1月
平均年齢	35歳(最高64歳、最低20歳)		会合は就業時間
テーマ暦	本テーマで4件目 社外発表1件目		(内)・外・両方
本テーマの活動期間	2023年 4月 ~ 2023年 7月		月あたりの会合回数
発表者の所属	本社工場 シャシー製造部 製造支援課		4回
			1回あたりの会合時間
			1時間
			本テーマの会合回数
			20回
			勤続 8年

5.【テーマの選定①】

TOYOTA

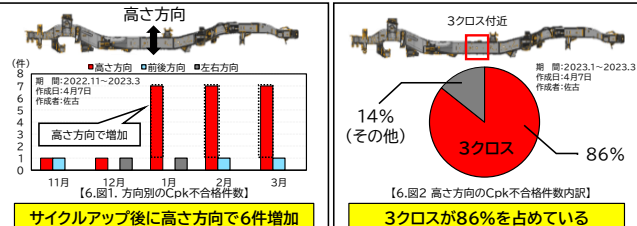
項目	自職場の問題点	目標(課方針)	評価点	◎=3点 ○=2点 △=1点	評価点	順位
安全	フレーム切断時の作業スペースが狭い	災害0継続	◎	◎	○	9点 2位
品質	フレーム穴精度でバラツキ幅が大きい	合格率100%	◎	◎	◎	12点 1位
原価	精度修正に要するトラフワーク製作・廃却が多い	測定作業性3倍(工数1/3)	○	△	○	6点 4位
環境	フレーム切断時に発生するヒュームが多い	異常・苦情0継続	◎	○	△	8点 3位



テーマ選定ですが、自職場の問題点からフレーム穴精度のバラツキ幅が大きい評価が高く、5.図1)の1月の増産によるサイクルタイム変更からCpk合格率が悪化してしまいました。Cpkが低いままでは、安定した精度を維持する事は出来ず、不良品が発生・流出する可能性が高まります。

6.【テーマの選定②】

TOYOTA

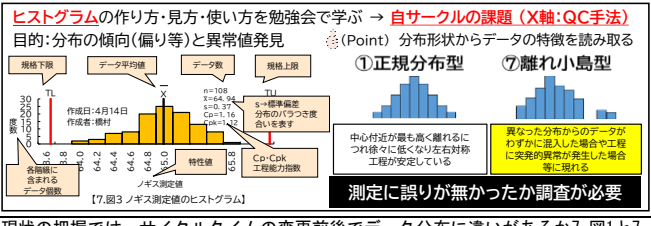
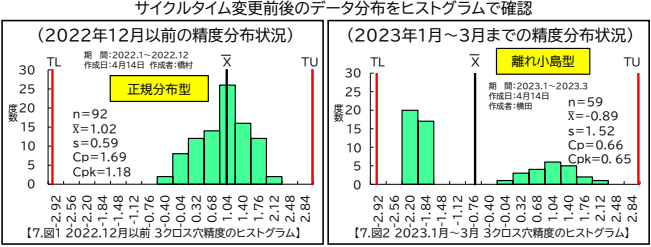


No	3クロス評価部位	Cpk
1	RH3クロス AT/OG×RH2クロス AT/OG 穴精度	0.65
2	LH3クロス AT/OG×LH2クロス AT/OG 穴精度	0.91
3	RH3クロス AT/OG取付2穴精度	0.93
4	LH3クロス AT/OG取付穴精度	0.94
5	エンジンマウント締付部×RHエンジンマウント穴精度	0.97
6	エンジンマウント締付部取付穴精度	0.97

悪化した所を方向別で層別してみると、6.図1)高さ方向で6件増加しており、内訳は6.図2)の3クロスが86%を占めていました。低い項目の傾向を見ると、6.図3)バラツキ幅が大きく変化しCpk悪化の原因となっている事が分かりました。

7.【現状の把握①】

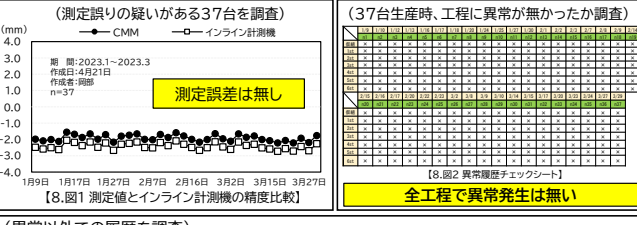
TOYOTA



現状の把握では、サイクルタイムの変更前後でデータ分布に違いがあるが7.図1)と7.図2)ヒストグラムで比較。しかし日常は自動計算されたCpkの数値のみを見ており、グラフの理解度が低い為、7.図3)係長にQC検定 受検テキストや社内テキストを用いながら勉強会を開催し指導頂きました。基本の見方・使い方・作り方を学び、山の形から読み取れる特徴を知りました。今回の離れ小島型の特徴に照らし合わせ、測定の誤りと工程に異常が無いか調査をしました。

8.【現状の把握②】

TOYOTA

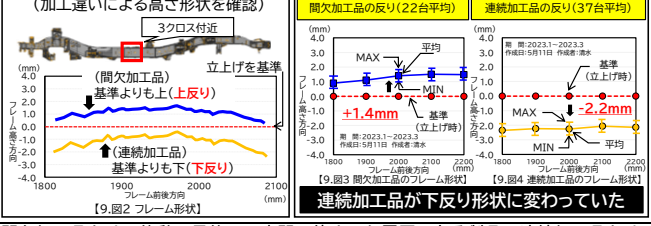
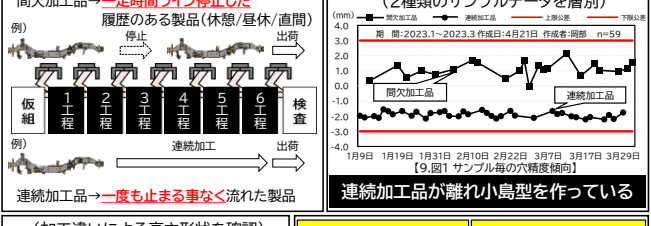


品名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
異常発生	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

8.図1)ライン据え付けのインライン計測機とデータを比較してみました。大きな誤差は無く異常はありませんでした。8.図2)生産時に異常が無いか調査しましたが、こちらもありませんでした。他に違いが無い測定品の履歴を調べてみると、8.図3)間欠加工品と連続加工品の2つのサンプルがある事が判明しました。

9.【現状の把握③】

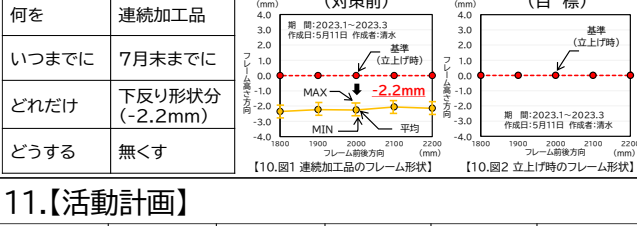
TOYOTA



間欠加工品とは、休憩・昼休み・直間で停止した履歴のある製品。連続加工品とは一度も停止してない製品です。サンプル別で層別した所、9.図1)穴精度の傾向データが区別され連続加工品が離れ小島型を作っているデータでした。9.図2)加工違いによる変化を形状で見る為、フレーム高さデータをグラフに表すと9.図3)間欠加工品は基準よりも上に反り形状。9.図4)連続加工品は基準よりも下に反り、下反り形状に変わっている事が判りました。

10.【目標の設定】

TOYOTA



活動計画	担当者	2023年4月	2023年5月	2023年6月	2023年7月
活動理由	全員	継続	継続	継続	継続
現状の把握	飯谷、藤原、櫻井、林、安藤、WFE、ライオン				
目標設定	全員				
要領書/取組保証	全員				
対策実施/対策検証	飯谷、清水、島山、EX、藤原、安藤、WFE、ライオン				
D 対策実施	飯谷、藤原、ライオン、WFE				
CA 効果検証	櫻井、EX、島山、EX、飯谷、安藤				
S 標準化と管理の促進	全員、WFE、ライオン				

目標の設定は、10.図1)連続加工品を7月末までに下反り形状分-2.2mmを10.図2)立上げ時の形状まで戻す事を目標とします。活動計画はヒストグラムや散布図の習得に時間を要し、計画通りに進める事が出来ず。課題として個々の能力に合わせた習得時間を設定し、全体の計画遅れに影響が無い様子の必要性を学びました。又、製造現場・技術員・上司を巻き込み意見交換やアドバイスを頂きながら活動を進めました。

12.【要因解析】 TOYOTA

作成日:2023年5月18日 作成者:キラムキサークル(全員)

【「連続加工品が下反り形状になる」の特性要因図】

【主要因】

- 測定者: 作業者毎で異なる(因) → セット位置がズレる(果) → セット位置がズレる(果) → セット位置がズレる(果)
- 設備: 製品がバラつく(果) → ロボットの軸が変化(果) → ロボットの軸が変化(果) → ロボットの軸が変化(果)
- 部品: セット位置がズレる(果) → セット位置がズレる(果) → セット位置がズレる(果) → セット位置がズレる(果)
- 手順: セット位置がズレる(果) → セット位置がズレる(果) → セット位置がズレる(果) → セット位置がズレる(果)
- 溶接: 溶接方法が異なる(果) → 溶接方法が異なる(果) → 溶接方法が異なる(果) → 溶接方法が異なる(果)
- 温度: 温度が異なる(果) → 温度が異なる(果) → 温度が異なる(果) → 温度が異なる(果)

メンバー: 横田TL(横) 藤村EX(横) 桑山EX(桑) 白木(白) 清水(清) 佐古(佐) 新人:岡部(岡) 新人:中島(中) 新人:安長(安)

13.【仮説の検証①】 TOYOTA

検証①

【主要因】

- 反る方向が変わった → 熱変形方向が逆転した(収縮→膨張)
- 連続加工品と間欠加工品で加工前の温度が違う → 連続加工品は温度を下げる事が出来ない

【(反り方向変化データ)】

【(高さ方向に影響する工程)】

【(熱変形の原理)】

【(連続加工品)】

【(間欠加工品)】

【(連続加工品)】

要因解析では製造現場や技術員、上司を交えて意見出しを実施。特に若手を主体に進めたかったですが中々意見が出ず。係長からブレインストーミングを若手に説明頂き、自由奔放をテーマに会合。若手から出してもらった意見を全員で一つずつ検証をし潰し込みを何度も重ね「連続加工品が下反り形状になる」の特性に対して「反る方向が変わった」→「熱変形方向が逆転した」→「連続加工品と間欠加工品で加工温度が違う」→「連続加工品は温度を下げる事が出来ない」の主要因まで追究しました。

仮説の検証①「熱変形方向が逆転」反り方向は、13.図1)上反りと下反りの2種類。高さ方向へ影響する工程は、上側のみを溶接する2工程と下側のみ溶接する5工程です。熱変形の原理は、上側のみ溶接で例えると、熱が入ると膨張して上反りになり、熱が冷めると収縮して下反りになります。13.図2)間欠加工品の場合、膨張と収縮のサイクルになるので下反りになります。13.図3)連続加工品は膨張したまま3工程に入る為、上反りになり熱変形方向が逆転していました。

14.【仮説の検証②】 TOYOTA

検証②

【主要因】

- 反る方向が変わった → 熱変形方向が逆転した(収縮→膨張)
- 連続加工品と間欠加工品で加工前の温度が違う → 連続加工品は温度を下げる事が出来ない

【(温度と変形量の関係性を見る為に散布図を勉強会で学ぶ)】

【(強い正の相関)】

【(強い負の相関)】

【(時間と温度の関係性を調査)】

【(連続加工品)】

【(間欠加工品)】

【(溶接前温度に差が出ている)】

【(温度が高いまままだと収縮出来ない)】

15.【仮説の検証③】 TOYOTA

検証③

【主要因】

- 反る方向が変わった → 熱変形方向が逆転した(収縮→膨張)
- 連続加工品と間欠加工品で加工前の温度が違う → 連続加工品は温度を下げる事が出来ない

【(時間と温度の関係性を調査)】

【(連続加工品)】

【(間欠加工品)】

【(溶接前温度に差が出ている)】

【(温度が高いまままだと収縮出来ない)】

仮説の検証②「連続加工品と間欠加工品で加工前の温度が違う」温度と変形量に関係性を知る為、14.図1)散布図の作り方や見方を係長に指導頂きました。作成してみた所、14.図2)強い正の相関関係が見られ温度が上がれば膨張量も増加する知見を得ました。各工程の前で14.図3)間欠加工品と連続加工品の温度測定をした所、溶接前で差が出ており、14.図4)変形量は2工程溶接後から3工程溶接前で大きく変化。5工程溶接後から6工程溶接前までも同様に違いが発生。連続加工品は温度が高いままで、収縮出来ない状態でした。

仮説の検証③「連続加工品は温度を下げる事が出来ない」15.図1)間欠加工品と連続加工品で加工時の温度と変形量で差がありました。時間との関係性も調査。15.図2)約100秒の間で温度は急激に冷める方向に変化します。間欠加工品の加工時の温度は60℃、連続加工品は180℃でした。この結果から連続加工品は温度を下げる作業のまま加熱が続きます。15.図3)溶接組付工程は溶接、搬出、保持、搬入の作業があり、保持で温度を下げる時間として活用。しかし保持の時間は約25秒しか無く十分に温度を下げる時間はありませんでした。

16.【対策立案】 TOYOTA

【制約条件】

- 設備改造無し
- サイクルタイム内に収める事
- 期間内に効果が出る

【評価項目】

品質	コスト	実現性	予想効果	評価	順位
◎	×	△	◎	11	4
○	×	×	◎	6	6
◎	◎	◎	◎	20	1
◎	×	×	◎	10	5
◎	×	×	×	5	7
○	○	○	◎	12	3
◎	◎	○	○	16	2

【「連続加工品の下反り形状を無くすには」の方策展開型系統図】

【主要因】

- 温度を下げるには → 温度の強制管理案 → 熱を分散させる → 横田TL発表 → 新人の奇想天外な発想 → 温度に左右されない様に → 安長発表

メンバー: 横田TL(横) 藤村EX(横) 桑山EX(桑) 白木(白) 清水(清) 佐古(佐) 新人:岡部(岡) 新人:中島(中) 新人:安長(安)

17.【対策の検証①】 新人:安長案 TOYOTA

(対策案2位 治具に見込みを入れる)

【(高さ方向の調整)】

【(治具調整品トライワーク測定)】

【(治具の三次元測定データ)】

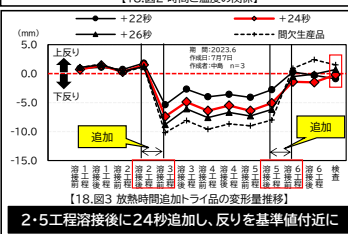
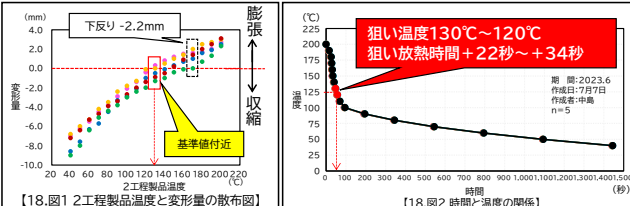
【(間欠加工品も変化し公差外れ発生)】

対策立案では、制約条件の設備改造無し、生産性に影響が出ない、期間内にやり切る事が予想効果は高いがコスト面や実現性から評価×の案件が多くありました。その中でも、制約条件を遵守出来るベテランから出た放熱する時間を追加、新人から出た治具に見込みを入れるの2つの意見で評価が高い為、対策案を検証して一番効果的なものを取り組む事にしました。

対策検証①「治具に見込みを入れる」17.図1)下反り分の-2.2mmを上げる必要がある為、組付けを行う仮組工程で高さの基準となる面を調整。取付位置を予め高くしたトライ品を製作して評価を実施。結果17.図2)連続加工品は概し通りの±0付近まで変化しましたが、間欠加工品は+3.2mmまで変化し公差外れとなりました。この結果から有効な対策では有りませんでした。案を出してくれた若手は現地現物でトライをした事で両方治具で加工する為、両方に影響し2つのサイクルに対し片側のみを対策したい時は、不向きな対策と知見を得る事が出来ました。

18.【対策の検証②】

TOYOTA



(検証データから適正時間の選定)

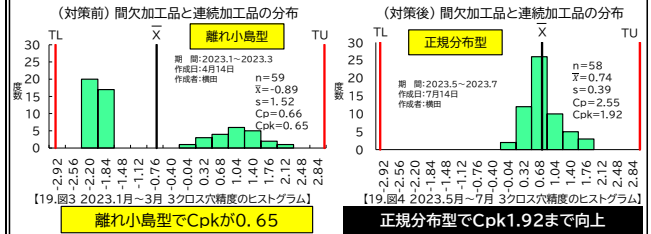
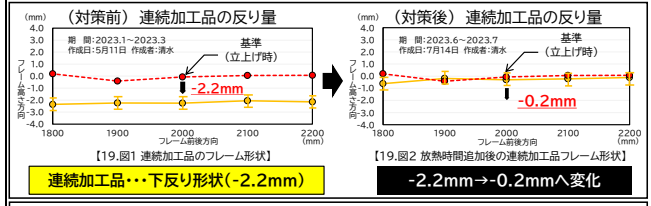
トライ	加熱時間	温度結果	サイクルタイム内
①	+22秒	133℃	○
②	+24秒	128℃	○
③	+26秒	125℃	○
④	+28秒	121℃	×
⑤	+30秒	118℃	×
⑥	+32秒	114℃	×
⑦	+34秒	107℃	×

【18.図3 加熱時間追加トフ品の変形量推移】

対策の検証②「加熱時間を追加する」基準値に近づける為に、18.図1調査結果から算出し18.図2温度130℃から120℃、追加時間は22秒から34秒を狙値選定。18.図3更に適正値を絞る為、制約条件も含めてトライ実施。基準値に最も近い24秒に決定。製造現場、技術員、上司に結果を基に加熱時間追加を相談。2箇所に入れる24秒分の時間を設備動作や溶接配分を変更。変形量の多い2・5工程の溶接後に加熱時間を追加。サイクルタイム内で生産。間欠加工品と同じ様に収納させて6工程完了後の反りは基準値に対して-0.2mmまで戻す事が出来ました。

19.【効果の確認①】

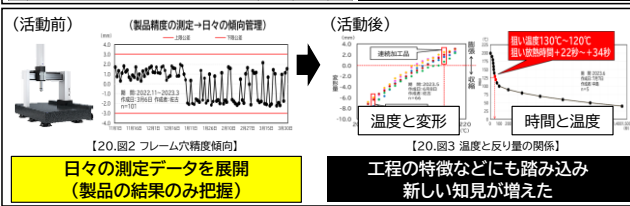
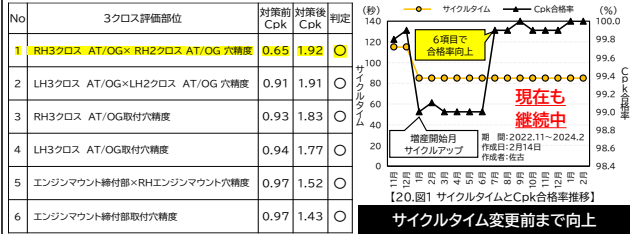
TOYOTA



効果の確認ですが、19.図1連続加工品の下反り形状分-2.2mmを、19.図2加熱時間の追加により-0.2mmまで戻す事が出来ました。19.図3データ分布では離れ小島型が偏りがありますが、19.図4サイクルタイム変更前と同じ正規分布型まで向上させる事も出来ました。

20.【効果の確認②】

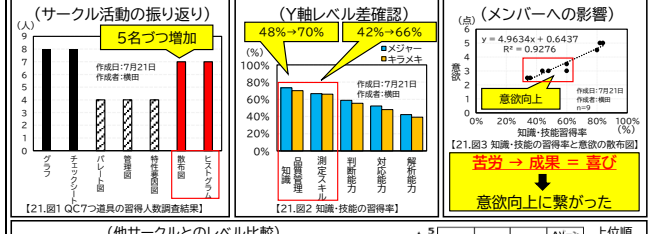
TOYOTA



他の5項目でもCpkを向上させる事が出来、20.図1Cpk合格率をサイクルタイム変更前と同等まで元通りにする事が出来ました。現在もCpk合格率を維持し更なるレベルアップに向けて活動中です。活動前は20.図2測定結果のみ展開していましたが、今回の活動で工程の特徴にも踏み込み新しい知見が増えた。製品の結果のみ把握

21.【効果の確認③】

TOYOTA



活動の振り返りは、21.図1課題である散布図とヒストグラムで、習得人数を5名づつ増加。21.図2Y軸でレベル差があった知識・技能ではNo.1サークルと同レベルまで向上。難しいテーマを取上げやり遂げるまでに関係者の方の協力もあり、苦手な勉強も粘り強く続けてメンバーに寄り添った結果、成果が出てメンバーが喜びを感じ自信となりました。自ら「覚えたい」「やってみよう」とポジティブ感情が芽生え21.図3意欲向上にも繋がりました。21.図4サークルレベル評価はQC手法と意欲が2→3へアップし、21.図5課内No.1サークルに近づけました。

22.【標準化と管理の定着】

TOYOTA

項目	Why なぜ	What 何を	When いつ	Where どこで	Who 誰が	How どのように	チェック	管理方法
タクトタイム変更時の 加熱時間の明確化	反り量変化による 精度公差外れ防止	加熱時間	7月末までに	自給	W技術員指導者 品質G総長-TL	実験データに基づき 時間の選定	ライン・品質G両面 総長-TL	個人記録表
溶接条件見直し	反り量変化による 精度公差外れ防止	溶接条件書	7月末までに	自給	W技術員指導者 品質G総長-TL	実験データに基づき 溶接条件書を確認	ライン・品質G両面 総長-TL	個人記録表
標準業の見方を教育	精度公差外れ防止 の工程立止	溶接条件書	勉強会	自給	品質G総長-TL	溶接条件書を用いて	品質G両面 総長-TL	個人記録表
フレームの反り量管理	反り量変化による 精度公差外れ防止	フレーム反り量	1台/日	計測機	品質G 三次元測定機担当者	三次元測定機を用いて	品質G両面 総長-TL	精度表
加熱時間の管理	精度公差外れ防止 の工程立止	加熱時間	1回/日	埋入アブレーション	ライン総長-TL 品質G	設定時間を見て	ライン・品質G両面 総長-TL	チェックシート

【再発防止】

ライン・技術員・反対直へ活動内容を共有。
次期モデルのフレーム立上げに、今回の結果を踏まえ
工程を見直しして頂く様に生技へアウトプットし
「**工程仕様を変更しました**」と回答を頂きました。

今後タクトタイム変更時に同じ現象が起きないように加熱時間設定を技術員と共に数値化し溶接条件指示書に落とし込みを行います。生産時は2工程溶接後から3工程溶接前の間、5工程溶接後から6工程溶接前の間に24秒間の加熱時間が設定されている事をライン外が制御盤で確認しチェックシートで履歴を残す仕組みにします。再発防止として、他工場で生産予定の次期モデルの立上げ前に今回の結果を生技へフィードバック。後日「溶接組付工程の仕様変更をしました」と回答頂き、自分達が活動してきたものが自分以外の誰かに役立つ事も出来ました。

23.【反省と今後の進め方】

TOYOTA

項目	評価点	次期テーマ 取り組み予定	評価点	順位
安全	9点	フレーム切断時の作業スペースが狭い	9点	2位
品質	12点	溶接条件見直し	12点	1位
原価	6点	溶接条件見直し	6点	4位
環境	8点	プラズマ切断時に発生するヒュームが多い	8点	3位

【反省と今後の進め方】
今回の活動でQC手法の習得に一番力を入れ勉強会を何度も実施し改めて正しくQC手法の作り方・見方・使い方を学びました。その過程で教える側も今一度テキストを見て正しい知識を復習する事で間違った認識を是正するきっかけとなった活動でした。今後今回の様な基本に基づいた活動を継続してとと共に残された課題に対してもメンバー全員で向上心を持って更なる高みを目指し活動していきます。

反省と今後の進め方では、勉強会を何度も実施し改めて正しくQC手法の作り方・見方・使い方を学び、その過程で教える側も今一度テキストを見て正しい知識を復習する事で間違った認識を是正するきっかけとなった活動でした。次の課題では安全がテーマになり間違った知識では怪我に繋がり兼ねない為、現状把握、要因解析、検証を正しい事実に基づいて徹底的に行い、関係部署を巻き込んだ更なる全員活躍が出来る活動を目指します。