

試作品製作におけるロスタイムの低減

会社・事業所名 (フリガナ)

トヨタ自動車株式会社 本社工場

発表者名 (フリガナ)

木村 洋輔 柘植 正光

1.会社紹介

トヨタ自動車株式会社

＜本社工場スローガン＞
技能が支える技術の進化
世界へ発信フェーズイン本社

愛知県豊田市 本社工場

本社工場から支援・情報発信

本社工場概要		主な生産品目	
操業 従業員数	1938年(昭和13年) 2138名	機械部	プリウス、カムリ等の ハイブリッドユニット
		他5部	

当社は、愛知県豊田市を中心に12の工場があり、私たちの勤務する本社工場は1938年創業と最も歴史のある工場です。
『技能が支える技術の進化 世界へ発信 フェーズイン本社』のスローガンのもと、機械部では主にハイブリッドユニットを生産しています。

2.職場紹介

職場スローガン「町一番の鉄工所、加工組」

社長の想い **世界一** 町一番 お世話になっている町に一番信頼され一番愛される会社を目指す

自職場の想い 依頼者への寄り添いを最優先し、人から愛される職場

町一番の加工組を目指して

1940年～現在 [通常業務] 製造ライン設備故障時... 破損、摩耗した保全部品製作

2020年12月～領域拡大 試作品(FCSM) 燃料電池(FC)システムをパッケージ化した電気発電装置(水素使用)

フレーム補強部品製作

商品化までの試作を担当

私たちの職場では『町一番』のスローガンを掲げ、各工作機械を使用し製造ラインの保全部品を製作しています。2020年12月から新たな挑戦として試作品製作を行っており、燃料電池システムをパッケージ化したもの(FCSM)のフレーム補強部品を製作しており、商品化までの試作を加工組が担当しています。

3.今回の取組み内容

FCSM ▶ トラック、バス、鉄道、船舶に搭載

○加工組担当

No.1 No.2 No.3

No.1ブロック No.2・3ブロック

FCSMフレーム

FCSMシャフト

～今回の取組み～

使用設備 汎用旋盤

～作業の流れ～ 端面・外径削り → 穴明け → ねじ切り → 品質確認

問題発生 ねじ切り

タップ途中停止

加工端(25mm)まで届かない

今回取り組んだのは、FCSMフレーム部品の一つである『FCSMシャフト』についてですが、トラック、バス、鉄道、船舶に搭載される重要な部品の一つです。汎用旋盤を用いて製作していますが、ねじ切り加工時、タップが途中停止してしまうという問題を抱えています。

4.サークル紹介

『サークル診断』

問題解決力 5 作成日:2021年5月10日 作成者:木村

改善能力 3.1 専門技能

チームワーク 5

3.0

関係部署との連携

【サークルの能力 X軸】 【明るく働きがいのある職場 Y軸】

(前回テーマの残課題) (目指す姿)

- ・新人の意見が少なく、会合に消極的である
- ・QC手法がうまく使えない(主にヒストグラム、管理図)
- ・新人を巻き込んだ活動でメンバーとのチームワークを向上する
- ・若手を中心にQC手法を勉強して問題の絞り込みを確実に実施

『加工組メンバー』 ※聴覚障がい者3名

メンバー: 木村(加工組 FCSMリーダー) 伊藤(期待の新人) 高田(期待の新人)

『FCSMプロジェクトメンバー』

『テーマ選定～目標設定』

- ・他人に合わせる(いいと思います)
- 『要因解析～対策立案』
- ・沈黙が多い
- 『対策実施～標準化』
- ・受け答えのみ(はい or 了解です)

新人を巻き込んだ活動を目指す

サークル紹介ですが、サークル診断は3のBランクで、前回テーマの残課題から目指す姿を明確にしました。新人、聴覚障がい者を含めて10人おり、QC会合にて新人の伊藤君は一言で終わってしまいますが、『問題解決の楽しさを知ってもらいたい』というサークルリーダーの想いから、新人を巻き込んだ活動を目指します。

QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)		発表形式
	Meister(マイスター)		プロジェクト
本部登録番号	177-2636	サークル結成年月	2015年1月
メンバー構成	10名	会合は就業時間	内・外・両方
平均年齢	38歳(最高62歳、最低25歳)	月あたりの会合回数	4回
テーマ暦	本テーマで18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5月～2021年8月	本テーマの会合回数	16回
発表者の所属	トヨタ自動車(株)本社工場機械部製造支援課 第1作業係 816組		勤続 12年

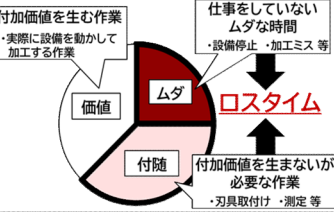
5.テーマの選定①

- 【討議の決め事】
- ①自由奔放
 - ②質より量
 - ③批判禁止
 - ④結合・便乗

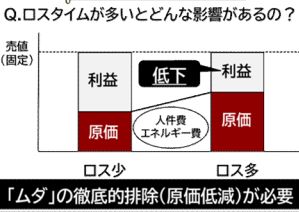
課方針 改善魂とグローバル発信力。次のモノづくりを新化・進化・深化

項目	問題点	目標レベル(課方針)	子生 1回 目 か ら の 反 省	で開 き 手 か ら の 決 定	れ ん ぶ か ら の 上 げ 手 の 決 定	教 育 的 な 決 定 か ら の 決 定	問 題 を 解 決 す る に よ り	評 価 点	順 位
後工程の要求	品質	チーパー加工時、面精度が悪い	○	○	○	○	○	11	2位
新規ビジネス	原価	FCSMシャフト製作にてロスタイム(ムダ)が多い	◎	◎	◎	◎	◎	15	1位
身の回りの困り事	安全	業者の多い急ぎの修理	◎	△	○	○	△	9	3位
	環境	WEX使用量が多い	△	△	○	△	○	7	4位

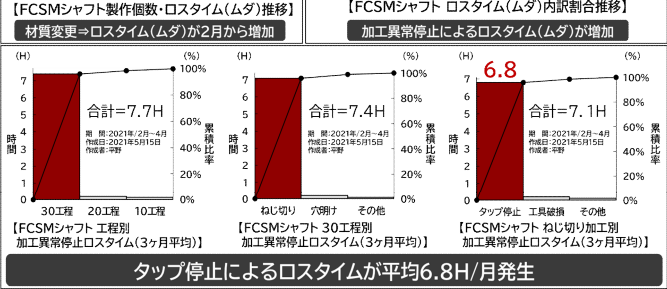
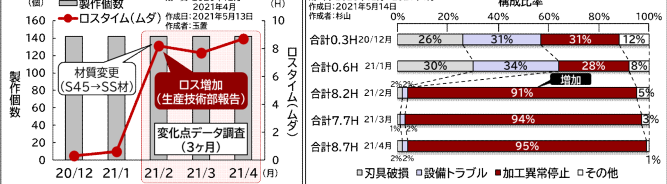
【ロスタイムについて新人指導】



【新人メンバーの意見】



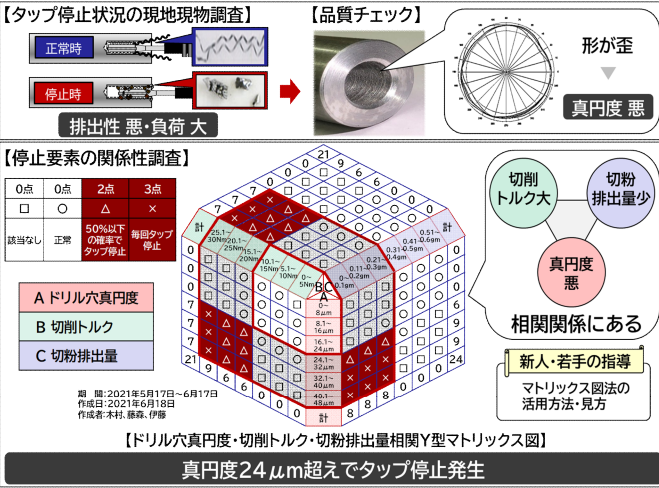
6.テーマの選定②



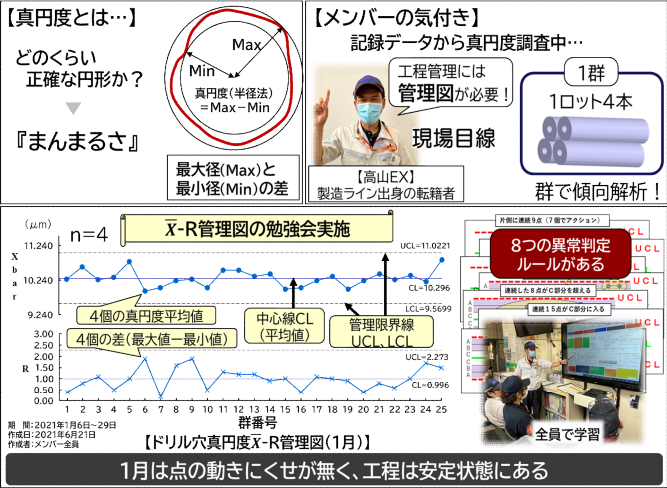
テーマ選定では、課方針であるモノづくり変革の考えを汲み、FCSMシャフト製作にてロスタイム(ムダ)が多いを優先項目としました。ロスタイムについて新人指導を行った結果、これがどんな影響があるのか質問がありました。原価が上がり利益が低下してしまう為、ムダの徹底的排除が必要と理解してもらいました。

シャフトの材質がS45材からSS材に変更された2月からロスタイムが増加しており、その内訳の割合推移を見ると加工異常による停止が増加していました。加工異常停止によるロスタイムを2月からの3ヶ月平均で層別していくとタップ停止によるロスタイムが平均6.8H/月発生している事が分かりました。

7.現状の把握①



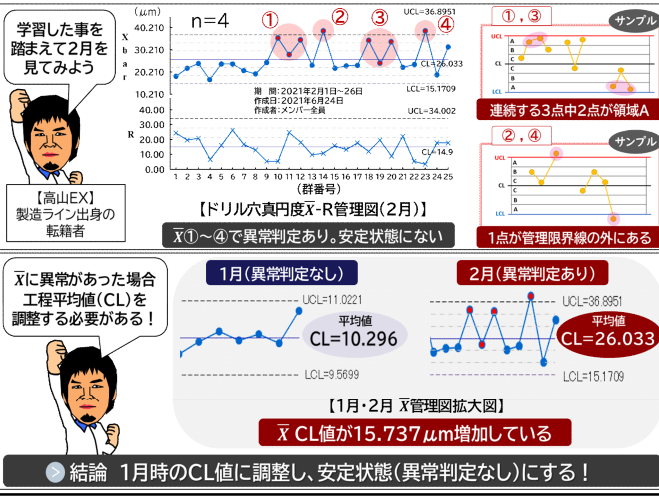
8.現状の把握②



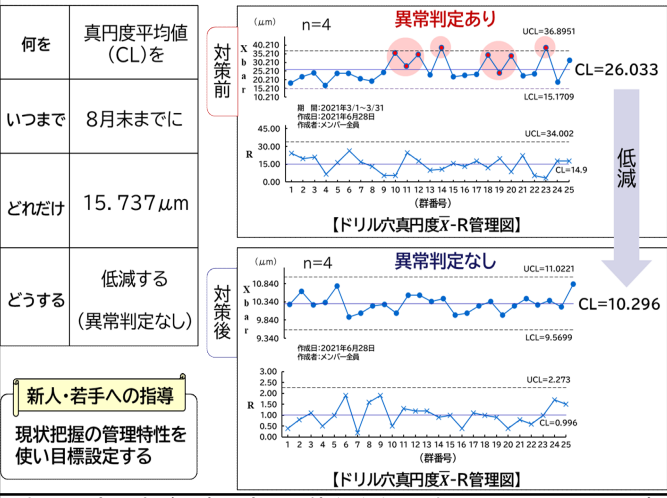
現状把握ではタップ停止状況を現地現物で調査すると、切粉の排出性が悪く負荷が大きくなっており、品質チェックをしてみると真円度が悪くなっていました。真円度が悪化する程切粉排出量が減少し切削トルクが増加する相関関係が分かり、真円度24μmでタップ停止が発生していました。

真円度とは『まんまるさ』の事です。記録データを調査中、留学生から『工程管理には管理図が必要』と現場目線の意見がありました。1ロット4本を1群として傾向を解析する為、X-R管理図の勉強会を実施し8つの異常判定ルールを学習した結果、1月は点の動きにくせがなく工程は安定状態にある事が分かりました。

9.現状の把握③



10.目標の設定



学習した事を踏まえて2月のデータを確認すると、Xbarが4箇所の異常判定が見られ、安定状態に無い事が分かりました。次にメンバーの意見を参考に1月と2月のデータを比較すると、Xbarの工程平均値(CL)が15.737μm増加していました。結論は1月時のCL値に調整し、安定状態にする必要があります。

目標の設定ですが、真円度平均値(CL)を8月末までに15.737μm低減し、『異常判定なし』を目指します。新人・若手への指導として、管理特性の定義を明確にし、導き出した特性値を使い目標設定する必要性を教え、理解してもらいました。

11.活動計画

活動計画	(活動期間：4ヶ月)	計画	実績		
(ステップ項目)	役割分担	5月	6月	7月	8月
テーマの選定	メンバー全員	デジタルツール(音声文字起こし)を活用した ダイバーシティ観点(聴覚障がい者目線)での企画実施			
現状の把握	・木村、藤森、伊藤(3人メイン) ・他メンバー全員 ・サポート係 ・刃先メーカー-集研			【新人の伊藤くん意見】 「管理図がこいいい！」	
目標の設定	メンバー全員	新人・若手に管理特性や特長価値 波及の重要性を指導			関係部署から角度・面粗さ・ 温度の測定方法を把握
要因解析	メンバー全員	「全員で要因解析-検証を実行」 新人の指導を徹底 (QC手法、専門技術)			
対策立案	メンバー全員				
対策実施	藤森・玉置				新人・若手の意見を中心に 手帳を洗い出した
効果の確認	伊藤(メイン)、 杉山、平野	すくい角の原理を集研に詳しく 教えて頂き活動が運んだ			新人の伊藤君を中心に 対策前後のグラフを比較した
標準化と 管理の定着	全員				自備プリセッターの勉強会を実施
反省と今後の 進め方	板橋、杉山				QCを取組む真意の気付きを得る

「聴覚障がい者とのコミュニケーション円滑化」

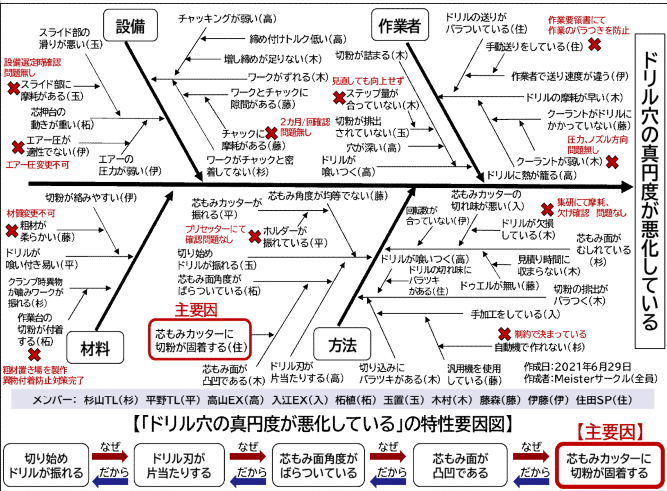
文字起こし用モニター
音声文字起こしツール活用

各工場展開

聴覚障がい者とのコミュニケーション円滑化

活動計画では、担当者を決め計画を立て進めました。各ステップの会合では、ダイバーシティの取り組みの一環として、新たにデジタルツール(音声文字起こし)を活用し、聴覚障がい者とのコミュニケーションの円滑化を図りながら進める事が出来ました。

12.要因解析



要因解析では、『ドリル穴の真円度が悪化している』の特性に対して各要因を検証し、「切り始めドリルが振れる」→「ドリル刃が片当たりする」→「芯もみ面角度がばらついてる」→「芯もみ面が凸凹である」→「芯もみカッターに切粉が固着する」が主要因として上げられました。

13.仮説の検証① ~ドリル刃が片当たりする~

切り始めドリルが振れる → 芯もみ面がばらついてる → 芯もみ面角度がばらついてる → 芯もみ面が凸凹である → 芯もみカッターに切粉が固着する

【仮説】「片当たり」…芯もみ面に片刃だけ当たる事 → **ドリルが振れる**

【検証内容】刃先にマーカーペンで印をつけ、当たり始めの削れ痕を調査観察

【マーカ-削れ痕件数割合】
合計73% 片当たり発生

14.仮説の検証② ~芯もみ面角度がばらついてる~

切り始めドリルが振れる → 芯もみ面角度がばらついてる → 芯もみ面が凸凹である → 芯もみカッターに切粉が固着する

【仮説】芯もみ面角度に差があると？

【検証内容】1月・2月の角度過去データ調査

【ふた山型】
平均値の異なる2つの分布が混じり合った場合に現れる。
Cpが僅かに不足

【新人・若手の指導】
分布(山)の型に着目し工程状況を判断する

「ドリル刃が片当たりする」の仮説検証ですが、片当たりとは芯もみ面に片刃だけが当たりドリルが振れる事で、芯もみとは穴明け前の位置決め加工の事です。検証内容は刃先にマーカーペンで印をつけ、当たり始めの削れ痕を調査した結果、73%片側の刃に削れ痕があり立証出来ました。

「芯もみ面角度がばらついてる」の仮説検証ですが、芯もみ面角度に差があると、片側の刃が先に当たり片当たりの原因になります。検証内容は1月・2月の角度データを関係部署協力の元測定した結果、1月は正規分布型で安定していて、2月はふた山型でばらついている事が分かりました。

15.仮説の検証③ ~芯もみ面が凸凹である~

切り始めドリルが振れる → 芯もみ面角度がばらついてる → 芯もみ面が凸凹である → 芯もみカッターに切粉が固着する

【仮説】『メンバーの気付き』
触針が凸凹の頂点を拾う為、面が粗いと角度がばらつく?

【検証内容】材質別に芯もみし、面粗さを測定

【材質別面粗さ比較】
SS材は芯もみ面が粗く、ばらつく

16.仮説の検証④ ~芯もみカッターに切粉が固着する~

切り始めドリルが振れる → 芯もみ面角度がばらついてる → 芯もみ面が凸凹である → 芯もみカッターに切粉が固着する

【仮説】切粉の固着を確認

【なぜ切粉の固着が発生?】
免強会実施
・切削時の摩擦熱で
・切粉が溶けて固まる(溶着)
・溶着状態で切削
切刃味悪→面が粗くなる

【検証内容】レーザー放射温度計で切粉温度を材質別に測定

【材質別切粉温度推移(10回平均)】
SS材は溶着温度を超える為、固着(溶着)する

「芯もみ面が凸凹である」の仮説検証では、メンバーから「触針が凸凹の頂点を拾う為、面が粗いと角度がばらつくのでは？」との意見があり調査すると、面が粗い程度角度が小さくなりばらつく事が判明しました。検証内容は材質別に芯もみ面粗さを調査した結果、SS材は面が粗くばらついている事が分かりました。

「芯もみカッターに切粉が固着する」の仮説検証では、固着状態を確認すると、SS材の面が粗い時に発生していました。なぜ固着するのが免強会を実施すると、摩擦熱によるものと判明し、刃具研削部署協力の元切粉温度を測定した結果、SS材は溶着温度を超えており、全ての仮説が立証され真因と特定しました。

17.対策立案①

基本目的 一次手段 二次手段 三次手段

◎...5点 ○...3点 △...1点 ×...0点

品質	コスト	実現性	予想効果	評価	順位	
インテグ送りにする	△	◎	○	△	10	5
送り速度を一定にする	◎	◎	×	△	11	4
主軸の回転数を下げる	△	◎	◎	○	14	3
すくい角を変更する	◎	◎	◎	◎	20	1
リーディングドリルに変更する	○	×	△	◎	9	6
エアブローを追加する	◎	×	○	×	8	7
クーラントを追加する	◎	◎	◎	○	16	2
ワイヤーブラシをかける	×	○	○	×	6	8

【制約条件】・改善費用1万円以下・短期間
 (本生産準備計上8月末まで)対策可能
 ・本生産を見据えた製品時間内
 (2430秒/本)に収める

【工程を増やさず早く良いモノをくる考え方を指導】

【新人・若手の気付き】
 工程が増えたと余分なコストがかかる

【ドリル穴の真円度悪化を無くす為には】

【ドリル穴の真円度悪化を無くす為には】の対策展開型系統図

対策立案では、芯もみカッターへの切粉の溶着を無くす為、新人・若手の意見を参考にしながら手段を洗い出した結果、二次手段に『切粉の逃げが良いカッターに変える』が上げられ、三次手段では『すくい角を変更する』が優先項目に上がりました。

18.対策立案②

テーマ 『すくい角を変更したい』

前提条件
 ・勉強会は全員参加が加工する
 ・活動された作業員が参加する
 ・刃具は新規購入しない(新規費用を掛けないというプロジェクトコンセプト)

PDPC(用いられる記号と内容)

記号	内容
○	スタート
□	実施事項
◇	基本事項/留意事項
◇	分岐点
●	ゴール
-	計画した経路
→	実施した経路

作成日: 2021年8月3日 作成者: Meisterサークル(全員)

【『すくい角を変更する』のPDPC】

すくい角を変更する為に計画を策定しました。実施経路として、すくい角について勉強会準備をしましたが、得たい情報が記載されていなかった為、刃具研削部署に勉強会をお願いし実施しました。続いて刃具の検証準備と検証を行い、検証結果を生産技術部に報告すると、変更許可が下りた為、すくい角を変更しました。

19.対策実施

『すくい角』…切粉を流し出す溝(すくい面)の角度

【変更メリット】
 ・30度以上で溶着の発生を抑えられる(現状25度)
 ・切粉の排出性が高い

【変更デメリット】
 ・すくい角を大きくすると
 摩耗しやすい

すくい角30度以上へ変更検討

雪かきに例えると…

スコップを立てる ▶ 重い

スコップを寝かせる ▶ 軽い

【すくい角の角度選定】

すくい角	溶着	刃先欠け	評価
20度	×	○	×
25度	×	○	×
30度	△	○	×
35度	○	○	◎
40度	○	×	×

【すくい角の角度選定】
 溶着温度
 切粉温度
 切込み深さ
 【角度別切粉温度推定(10回平均)】
 すくい角35度は溶着温度を超えない

【すくい角の摩耗(対策前後)比較】

寿命ライン
 寿命クリア(100本)

すくい角35度 摩耗問題なし

対策実施ですが、すくい角とは切粉を流し出す溝(すくい面)の角度です。30度以上になると溶着の発生を抑えられる為、摩耗しやすいデメリットを考慮し、30度以上の変更を検討しました。角度選定ですが、溶着がなく、刃先の欠けが少ない35度に決定し、摩耗も問題ない事が分かりました。

20.効果の確認①

『対策前』

『対策後』

【ドリル穴真円度X-R管理図】

【ドリル穴真円度X-R管理図】

15.767μm → 10.266μm

目標達成

X CL=26.033 異常判定あり → 低減 → X CL=10.266 異常判定なし

【付随効果】

改善効果 ロスタイム: 6.8Hの低減

改善提案件数推移

新人の改善提案率アップ

効果の確認ですが、xCL値を15.767μm低減し10.266μmとなり、異常判定を無くす事が出来た為、目標を達成する事が出来ました。タップ停止においては撲滅する事ができ、6.8H/月のロスタイムを低減出来ました。付随効果として新人の改善提案率もアップしました。

21.効果の確認②

【新人メンバーの評価】

伊藤 期待の新人 一言で終わる

伊藤 期待の新人 積極的な発言

成長したね! ヒトプラの経験って何? 管理職って他にどんな経験がある?

会合では前向きな姿勢に

【サークルレベル評価】

3.1 → 3.4

2.9 → 3.3

【サークルの能力 X軸】 【明るく働きたいのある職場 Y軸】

【残課題】

課題	進捗	担当者	期限	評価	備考
PC/MNTの製作	◎	伊藤	10/31	◎	完了
カンパニークラウド	○	伊藤	11/30	○	進行中

次回取り組み予定
 今回の取り組み

新人の評価ですが、会合では積極的な発言が多くなり、専門技能・QC手法レベルが向上し、次回はテーマリーダーに挑戦します。サークルレベル評価は若手を中心にQC手法が向上し、チームワーク、関係部署との連携が強化され、評価は3.4に向上しました。また振り返りから出来なかった事を、次回へ繋げます。

22.標準化と管理の定着

何を	いつ	どこで	誰が	なぜ	どのように	チェック	管理(記録)方法
刃具配置変更	対策評価後	現地・現物	担当技術員・自組	周知徹底	改定理由を明記	組長	改定内容一覧表記録
芯もみカッターの摩耗	1回/週	現地・現物	Tlor/TL代行 & 作業者	タップ停止防止	目視、プリセッター	組長	点検項目チェックシート記入
すくい角変更	対策後	自組予備品組	Tlor/TL代行	予防品化	画像測定器	組長	測定データ確認シート記録
作業要領書	対策後	自組	Tlor/TL代行	カット変更に伴い	要領書直し	組長	改定済み一覧表記入
シャフトの真円度	1回/製作後	OM工房	OM工房担当者	タップ停止防止	3次元測定器	組長	測定データ確認シート記録

【再発防止】

- 生産技術部・工場製造部技術員室・OM工房・品質管理部・刃具研削部署へ調査内容共有。
- 生産技術部から「今後の少量号口にフィードバックさせていただきます。」との回答。
- 新ライン等で同様の材質を加工する際の注意説明 ▶ 『周知徹底』

23.反省と今後の進め方

【次回活動アイテム】

『QC手法テキスト』

『QC7-道具の勉強』

『問題解決型 QCストーリー』

『QCストーリーの手帳 ポイントの把握』

『品質監督者手帳』

『品質を工程で造り込む為の考え方』

新人へ配布

【反省と今後の進め方】

今回は新人の勉強会に力を入れ、新人からの質問や疑問を皆で解く事が出来ました。結果、楽しく達成感味わう事ができ、新人の顔にも笑みが見え、明るくなった職場を見て新たな思いに至りました。今までQCは問題解決をする事が全てだと思っていたが、その過程でPDCAで全てを取り組み、喜びを分かち合う事が一番大切だと気がきました。

次回の活動では、新人がテーマリーダーを経験するので、これ以上いいきっかけを皆が全力で行い、更に笑顔を引き出し、今以上に活躍出来る職場を目指します!

標準化と管理の定着では、管理方法を明確にし関係部署に調査内容を伝え、再発防止に努めました。反省と今後の進め方ですが、今まで問題解決が全てだと思っていたが、PDCAで全てを取り組み、喜びを分かち合う事が出来る職場を明るく楽しくする事が一番大切だと気がしました。今後も新人の笑顔に更にもっと笑顔を出していきます。