No. 108

テーマ（フリガナ） バルブシートワレフリョウボクメツ

バルブシート割れ不良撲滅

～愛される町いちばんの保全職場をめざそう～

会社・事業所名（フリガナ） トヨタジドウシャカブシキガイシャ カミゴウコウジョウ

トヨタ自動車株式会社　上郷工場

発表者名（フリガナ） スエイシ トモユキ

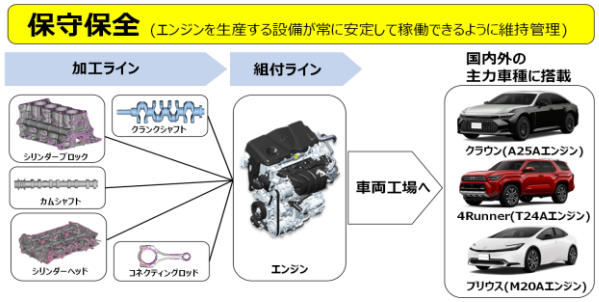
居石　知幸

①会社紹介



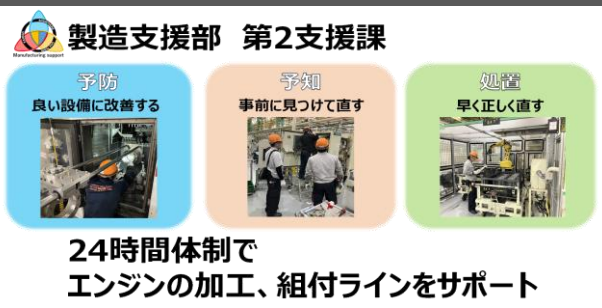
当社であるトヨタ自動車は愛知県豊田市に本社を置き、県内に11の工場を持つ
自動車メーカーです。
私たちが働く上郷工場は昭和40年に操業を開始し、国内初のエンジン専門工場として
鋳造から加工、組付けまでを一貫して行っております。

②職場紹介



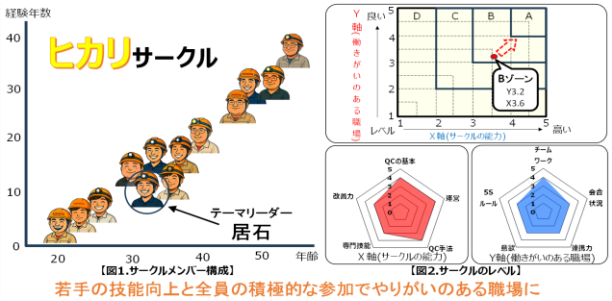
私たちの職場はエンジンの加工、組付けラインの保守、保全を担当しており、
エンジンを生産する設備が常に安定して稼働できるように維持管理を行っています。
担当ラインで製造されたエンジンは車両工場に送られ国内外のトヨタ主力車種に
搭載されています。

③職場紹介



私の所属する製造支援部 第2支援課は保全業務を行う上で、
良い設備に改善する「予防」、事前に不具合を見つけて直す「予知」、
不具合を早く正しく直す「処置」の3つの活動を軸に
24時間体制で加工、組付ラインをサポートしています。

④サークル紹介



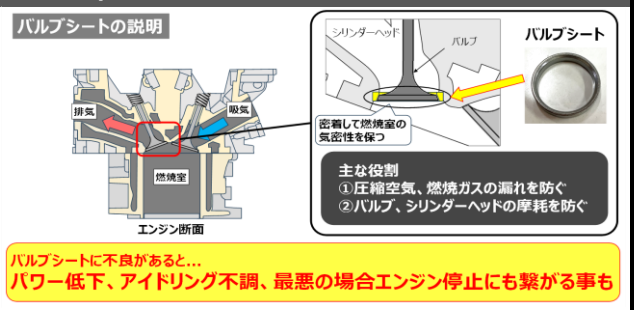
ヒカリサークルは13名で活動しており、ベテランから若手まで幅広いメンバー構成です。
サークルレベルはBゾーンにあり、若手の技能向上と
全員の積極的な参加でやりがいのある職場を目指し活動しています。

⑤Step1. テーマ選定/問題の明確化《問題を明確にする》



私たち第2支援課では「不良ロス低減への貢献」を掲げており、品質に力を入れています。
しかし24年8月、シリンダーヘッド加工ラインでバルブシート割れが発生し、
加工不良が出てしまいました。
そこで安心の品質、壊れない設備を製造部署へ提供するべく、テーマを選定しました。

⑥Step1. テーマ選定/問題の明確化《問題を明確にする》



バルブシートとは、エンジンの排気経路に付く部品で、主な役割として圧縮空気、
燃焼ガスの漏れを防いだり、バルブとシリンダーヘッドの摩耗を防ぐ事などが挙げられます。
バルブシートに不良があると、エンジンのパワー低下やアイドリング不調などが起こり、
最悪の場合エンジン停止にも繋がる為、重要な部品です。

ＱＣサークル紹介	サークル名（フリガナ）		発表形式
	ヒカリ　サークル	（　ヒカリ　）	プロジェクタ

本部登録番号	177-1583	サークル結成年月	2018 年 4 月
メンバー構成	13名	会合は就業時間	(内)・外　両方
平均年齢	38 歳（最高 61 歳、最低 18 歳）	月あたりの会合回数	3 回
テーマ暦	本テーマで 24 件目　社外発表 0 件目	1回あたりの会合時間	1 時間
本テーマの活動期間	2024年 9 月 ～ 2024 年 12 月	本テーマの会合回数	12 回
発表者の所属	製造支援部　第2支援課　1保全作業係　213組	勤続	15 年

⑦Step1. テーマ選定/問題の明確化《問題を明確にする》

【表1.自職場担当ライン不良率ワースト5】

◎＝3点 ○＝2点 △＝1点

FMDS	加工ライン	品質不具合名	重要度	緊急度	拡大傾向	評価	順位
品質	シリンダーヘッド	バルブシート割れ	◎	◎	◎	9	1
品質	コネクティングロッド	ナットランナー締付け異常	○	○	◎	7	2
品質	コネクティングロッド	小端穴キズ付き	○	○	◎	7	2
品質	シリンダーヘッド	レーザークラッド未溶着	○	○	○	6	3
品質	コネクティングロッド	大端面粗度不良	○	△	◎	6	3

作成日:2024/09/12
期間:2024/08/01～08/31
作成者:居石

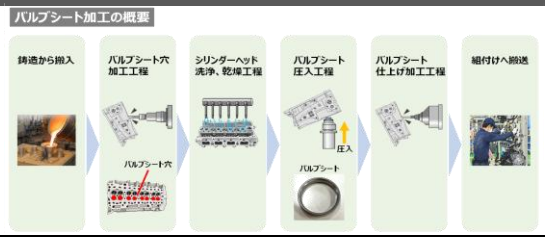
テーマ選定ですが、担当ラインの品質不具合状況を把握する為、
不良率ワースト5を上げ、重要度、緊急度、拡大傾向で比較しました。
その結果「バルブシート割れ」が優先順位1位となり、テーマに取り上げました。

⑧Step1. テーマ選定/問題の明確化《問題を明確にする》



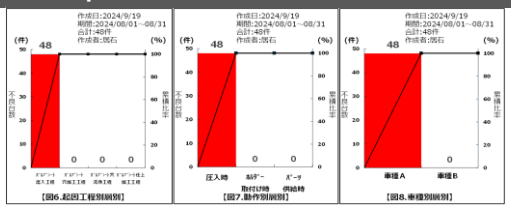
重要度では加工不良率で比較すると、バルブシート割れがワースト1位。
緊急度ではバルブシート割れはエンジン停止につながる重大不具合であり、
流出時はお客様の信頼を損なう恐れがあります。
拡大傾向では今後、生産数の増加が見込まれ、バルブシート割れも増加が懸念されます。

⑨Step1. テーマ選定/問題の明確化《問題を明確にする》



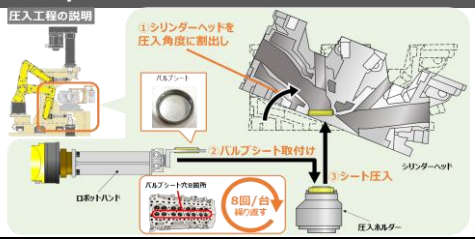
バルブシート加工は、まず鋳造から送られてきたシリンダーヘッドにバルブシート穴を加工。
洗浄、乾燥を行い、バルブシートを圧入。最後にバブルシートの仕上げ加工します。
完成したシリンダーヘッドは組付けラインへ送られます。

⑩Step2. 現状把握 《問題をブレークダウンする》



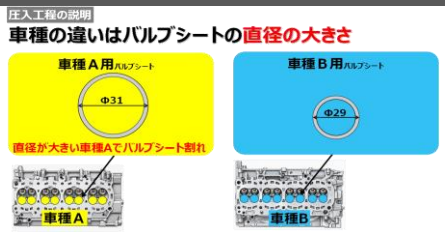
バルブシート割れを工程別で層別すると全て圧入工程で発生。
次に動作別で層別すると全て圧入時に発生。
さらに車種別で層別すると車種Aのみで起きている事が分かりました。

⑪Step2. 現状把握 《問題をブレークダウンする》



バルブシートの圧入動作を説明です。
最初にシリンダーヘッドを圧入角度に割出し(①)、次にロボットでバルブシートを
圧入ホルダーに取付け(②)、その後シリンダーヘッドへ圧入(③)します。
これを1台当たり8回繰り返します。

⑫Step2. 現状把握 《問題をブレークダウンする》



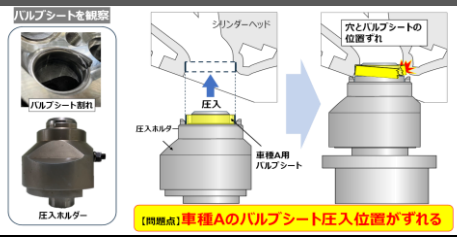
圧入工程では2つの車種が流れており、
バルブシートの直径の大きい方を車種A、小さい方を車種Bとします。
今回の不具合が発生しているは直径が大きい車種Aです。

⑬Step2. 現状把握 《問題をブレークダウンする》



圧入のプロセスを図で表すとこのようになります。
異常はバルブシートを圧入した時に発生。
しかし、設備は止まらない為、作業者が目視チェックした時に異常発見となります。

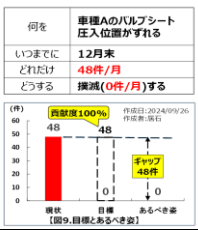
⑭Step2. 現状把握 《問題をブレークダウンする》



バルブシート割れは圧入ホルダーに取付けられた車種Aのバルブシートが
ずれたまま圧入され、押しつぶされる事で発生していました。
よって問題点は「車種Aのバルブシートの圧入位置がずれる」になります。

⑮Step3. 目標設定/活動計画 《達成目標を決める》

何を	車種Aのバルブシート圧入位置がずれる
いつまでに	12月末
どれだけ	48件/月
どうする	撲滅(0件/月)する



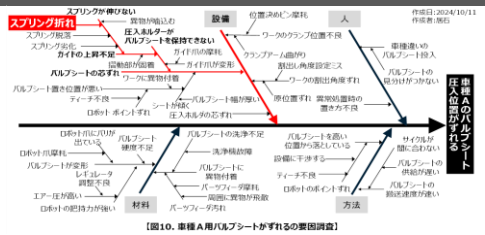
【表2.活動計画】

STEP	活動項目	担当	活動期間 9月	10月	11月	12月
1	問題の明確化	全員				
2	現状把握	居石 打越				
3	目標設定	居石				
4	要因解析	全員				
5	対策立案	全員				
6	対策実施	居石 相原				
7	効果の確認	豊原 江口				
8	標準化	居石 相原				

作成日:2024/09/26
作成者:居石

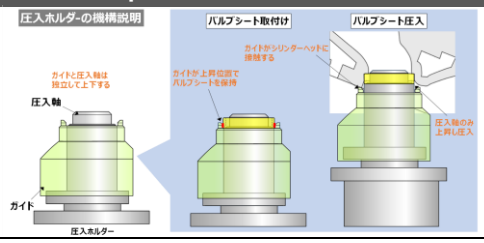
目標は「車種Aのバルブシート圧入位置がずれる」を12月末までに
48件から0件にするとし、あるべき姿への貢献度は100%となります。
活動計画は表2の様に決めて進めていきました。

⑯Step4. 要因解析《真因を考え抜く》



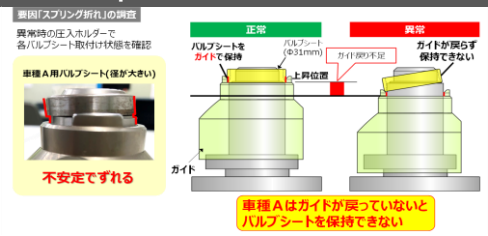
「車種Aのバルブシート圧入位置がずれる」に対し特性要因図を用いて解析。
設備、人、材料、方法の観点で要因を洗い出していた結果、主要因として
「スプリング折れ」が上がりました。

⑰Step4. 要因解析《真因を考え抜く》



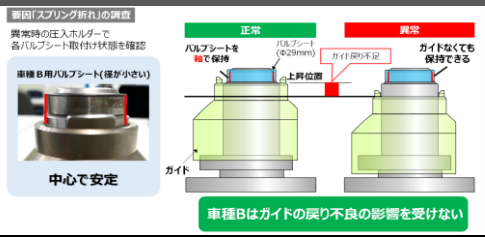
圧入ホルダーはガイドと圧入軸が独立して上下する機構になっています。
バルブシート取付け時はガイドが上昇位置でバルブシートを保持。
圧入途中でガイドがシリンダーヘッドに接触しますが、軸のみ上昇し圧入する事ができます。

⑱Step4. 要因解析《真因を考え抜く》



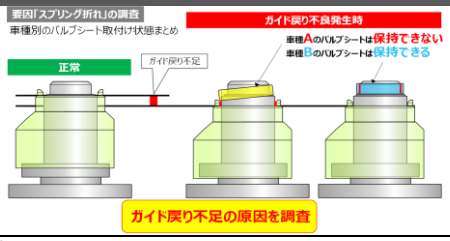
車種別のバルブシートの取付け状態を確認。
バルブシート割れが発生する車種Aは写真のように不安定でずれてしまいます。
正常時、ガイドが上昇位置にありバルブシートを保持しますが、異常時は上昇位置まで戻らず下がった位置にある為、バルブシートを保持する役割を果たしていませんでした。

⑲Step4. 要因解析《真因を考え抜く》



一方、直径が小さい車種Bは圧入ホルダーの軸でバルブシートを保持します。
その為、ガイドが戻り足りず、下がった位置にあったとしても影響を受けず、
バルブシートを保持できます。

⑳Step4. 要因解析《真因を考え抜く》



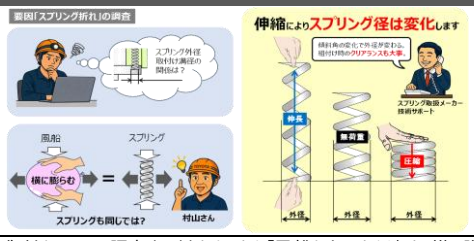
前述の調査内容をまとめると図の様になります。
ガイド戻り不良が発生すると、車種Aはバルブシートをガイドで保持できない為、
ずれてしまいますが、車種Bは圧入軸で保持できる為、ずれません。
なぜガイド戻り不足になるのか引き続き調査しました。

㉑Step4. 要因解析《真因を考え抜く》



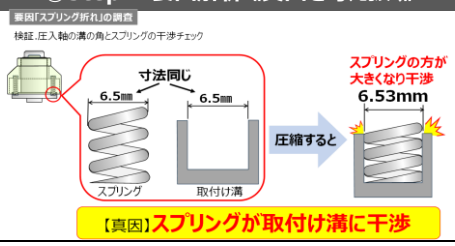
まず、異常になった圧入ホルダーを分解。
するとガイドを上昇させる為のスプリングが2本中1本折れているのを発見。
さらにその折れたスプリングを観察すると外周に傷が付いていました。
そこでスプリング外周に傷が付く原因を調査。

㉒Step4. 要因解析《真因を考え抜く》



スプリングの傷付きについて調査中、村山さんから「風船を上下から潰すと横に膨らむように
スプリング外径も大きくならないのか？」と着眼点がありました。
スプリングを取扱っているメーカーへ問い合わせてみると、伸縮によりスプリング径は変化し、
組付け時のクリアランスが大事であると分かりました。

㉓Step4. 要因解析《真因を考え抜く》



メーカー情報を元に検証したところ、スプリング外径と取付け溝径はどちらも6.5mm。
しかし、圧縮するとスプリング外径が拡大し、溝の角に干渉する為、
傷付き、折れたと判断できます。
よって、真因は「スプリングが取付け溝に干渉」になります。

㉔Step5. 対策立案 《対策を立てる》

【表3.対策立案】

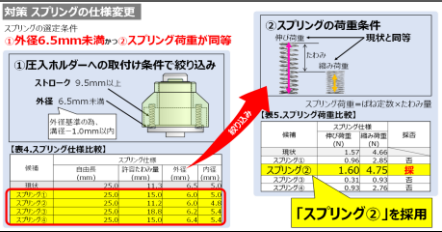
◎＝3点 ○＝2点 △＝1点

真因	対策案	工数	難易度	コスト	予想効果	評価	採否
スプリングが取付け溝に干渉	スプリングの仕様変更	○	○	○	◎	9	採
	取付け溝の角を削る	○	○	◎	△	8	否
	アブソーバーに変更する	△	△	△	○	5	否

作成日:2024/10/30
作成者:医石

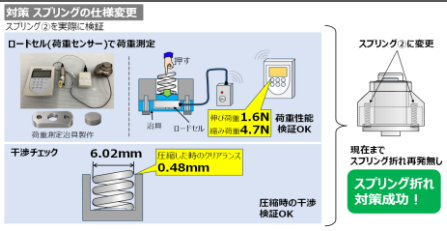
対策立案ですが、真因に対し３つ対策案を出し、各項目で評価。
最も評価が高かった、「スプリングの仕様変更」に取り組みました。

㉕Step6. 対策実施 《対策をやり抜く》



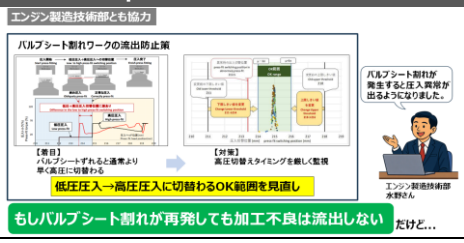
まず、ストロークと外径を調査し圧入ホルダーへの取付け条件に
適合するスプリングを４つ選出。
次に伸び荷重、縮み荷重を計算し絞り込み。
その結果、最も選定条件に近い性能であるスプリング②を採用しました。

㉖Step6. 対策実施 《対策をやり抜く》



採用したスプリングを実際に取付け検証。
圧入ホルダーにロードセルを埋め込み荷重を測定すると、測定値と計算値はほぼ一致。
取付け溝との干渉チェックもスプリング外径が圧縮時6.02mmで問題なし。
対策後、現在までスプリング折れの再発は無く、対策成功です！

㉗Step6. 対策実施 《対策をやり抜く》



また、エンジン製造技術部の水野さんにも協力して頂き、加工不良の流出防止も実施。
圧入トルクが低圧から高圧に切替わる時のOK範囲を見直す事で、
もしバルブシート割れが再発しても加工不良は流出しません。

㉘Step6. 対策実施 《対策をやり抜く》



対策完了！と思いましたが、友近さんから「流出防止策で後工程への流出は防げたけど、
加工不良が発生しなくなった訳ではないよ。他にもリスクは潜んでいるから、加工不良が
1個でも発生する限り、撲滅達成とは言えない。」との声が上がりました。

㉙Step6. 対策実施 《対策をやり抜く》



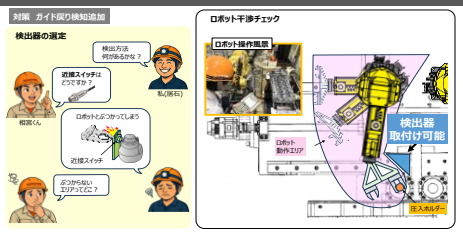
そこで加工不良そもそもの発生をなくし、製造の方が安心して稼働できる設備にする為、
改めてバルブシート割れ撲滅に挑戦。
「愛される町いちばんの保全職場」を合言葉に、さらなる対策に取り組みました。

㉚Step6. 対策実施 《対策をやり抜く》



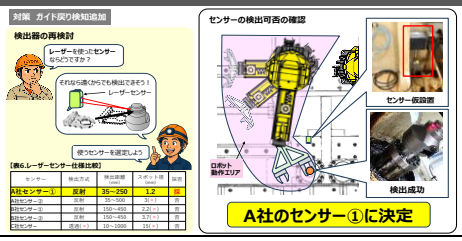
対策案を検討する中で、入社2年目の相宮くんから「そもそもバルブシートがずれたら、
圧入しなければいいんじゃないですか？」と新しい視点で提案がありました。
そこで相宮くんの育成も兼ねて「ガイドの戻り不足を検出し、圧入前に止める仕組み」の
実現に一緒に取り組みました。

㉛Step6. 対策実施 《対策をやり抜く》



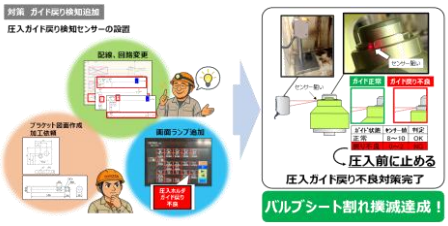
まず検出器を選定する中で相宮くんから近接スイッチを使う提案がありました。
しかし、ロボットとの干渉が懸念された為、動作範囲を調査。
現地でロボットを動かし確認した結果、青枠エリアであれば
干渉なく設置可能と判明しました。

㉜Step6. 対策実施 《対策をやり抜く》



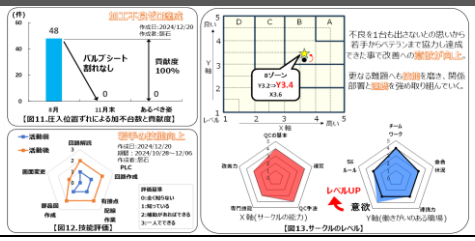
取付け位置が決定し、検出器を再検討。
遠距離から検出可能なレーザーセンサーの中から仕様を比較しA社センサー①を採用。
センサーを仮設置したところ、ロボットとの干渉なく、ガイド戻りの検出に成功しました。

㉝Step6. 対策実施 《対策をやり抜く》



最後に回路や画面の変更、ブラケット製作などを実施。
経験が浅い相宮君を全員でサポートし、苦労しながらもセンサーの設置ができました。
異常時、圧入前に設備が止まる仕組みを実現でき、バルブシート割れの撲滅達成です。

㉞Step7. 効果の確認・評価 《結果とプロセスを評価する》



効果ですがバルブシート割れは48件から0件となり、あるべき姿への貢献度100%を達成。
取組みの中で若手の技能レベルが向上し、他のメンバーもスプリングの知見が広がりました。
そして、「加工不良ゼロ」を目指し改善をやり切った事でサークル全体の意欲が高まり、
働きがいのある職場のレベルが3.2から3.4にアップしました。

㉟Step8. 標準化 《成果を定着させる》

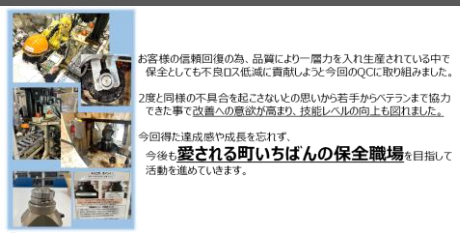
【表7.標準化】

作成日:2024/12/24
作成者:居石

いつ (When)	どこで (Where)	誰が (Who)	何を (What)	なぜ (Why)	どのように (How)
1回/週	バルブシート圧入機で	製造部が	センサー機能を	圧入ガイド誤検知を防止する為	点検する
1月末	保全連報で	居石 技術員が	対策内容の資料を	同類機での不具合発生を防止する為	他ライン、グループ会社へ展開する
1月末	設備情報共有サーバーで	居石 相宮が	センサー交換と調整手順書を	作業方法を明確にする為	作成し保管する

標準化では、「週1回のセンサー機能点検の実施」、「対策内容をまとめ、他ラインや
グループ会社へ情報展開」、「センサー交換と調整の手順書作成」の3つを行いました。

㊱Step9.今後の進め方



お客様の信頼回復の為、品質により一層力を入れ生産されている中で
保全としても不良ロス低減に貢献しようと今回のQCに取り組みました。

2度と同様の不具合を起こさないとの思いから若手からベテランまで協力
できた事で改善への意欲が高まり、技能レベルの向上も図れました。

今回得た達成感や成長を忘れず、
今後も**愛される町いちばんの保全職場**を目指して
活動を進めていきます。

最後に今後の進め方ですが、不良ロス低減に貢献しようとQCに取り組み
バルブシート割れ撲滅を通して、メンバーの改善意欲と技能レベルが向上しました。
今回得た達成感や成長を忘れず、今後も「愛される町いちばんの保全職場」を
目指して活動を進めていきます。