

天井搭載機 ライン停止0分への道

会社・事業所名(フリガナ)
トヨタシャタイカブシキカイシャ イナビコウジョウ
トヨタ車体株式会社 いなべ工場

発表者名(フリガナ) ナカイ シンイチ
中居 真一



発表のセールスポイント

いなべ工場で天井搭載機の設備停止がトリムラインの中で最も多く、日々の生産活動において稼働率低迷の原因のひとつでした。
天井搭載機があるトリムラインは我々マイペンライサークルの担当設備であり、長年異常によるライン停止が悩みでした。今回の活動を通じて異常を撲滅し、設備停止時間の半減に成功しました。

また若手が増えてきたこともあり、今までになかった斬新な意見を取り入れることで常識を変える大切さを活動で学ぶことができました。

1 会社紹介

トヨタ車体 TOYOTA AUTO BODY 車両の開発から設計・生産まで行う完成車両メーカー
本社・富士松・刈谷工場 吉原工場
いなべ工場
愛知 Aichi
基本理念
1. 豊かな社会づくり
2. お客様第一の製品
3. 創造力と活力を、共有発展

初めに会社紹介です。
トヨタ車体は車両の設計から生産までを行う完成車両メーカーです。
愛知県に本社・富士松・刈谷工場と吉原工場。三重県にはいなべ工場があります。
今回発表させていただいたマイペンライサークルはいなべ工場に在籍しております。
当社はミニバン・SUV・商用車として小型電気自動車コムの生産活動に励んでおり、今年の8月31日で創業80周年を迎えることができました。

3 会社紹介

安全とは
Doctor 設備の健康状態を判断する医者
Emergency Medical Technician 設備のすべてを管理するプロフェッショナル
Improver 設備に改良を加える技術者
Keep My Machine Good Condition! ~HOZEN Pride~
設備をすばやく復旧する救急救命士

私たち安全というのは、設備を触診、聴診、計測し悪いところがあれば処置する医者になったり。動けなくなった設備に駆け付け救命救助したり、設備に新しい機能を与える技術者にもなります。
これらすべてを兼ね備えた設備のプロフェッショナルが私たちです。

2 会社紹介

プレス → ボデー → 塗装 → 組立 → 検査 → お客様
いなべ工場
トリム(前線装) → 足回り → 艦装 → 外観検査
保安担当設備総数 421 設備
アルファード エース(輸出用ハイエース) ハイエース
生産ライン 3車種混流(1分で1台生産)

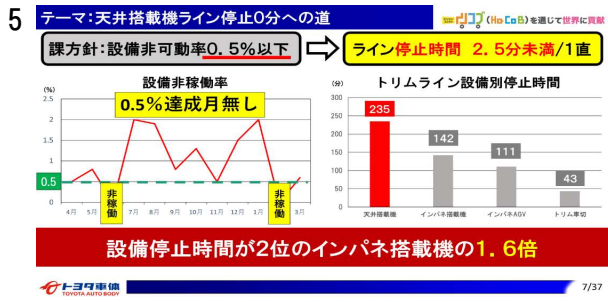
工場での車両の流れはプレス・ボデー・塗装・組立・検査そしてお客様のもとに流れていきます。
私たちは組立工程に所属しており、トリム・足回り・艦装・外観検査という順番で検査ラインに車両を届けています。
いなべ工場ではアルファード、エース、ハイエースの3車種を生産しており、生産ラインはすべての車両を1つのラインで1分に1台車を作る3車種混流ラインです。

4 サークル紹介&目標レベルの設定

特徴 サークル内の誰とも気兼ねなく会話が出来て活気がある
現状 現状
目標 目標
年齢(歳) 40 30 20
若手 中堅 ベテラン
マイペンライ タイ語: なんとながる (unDut)
今年度の活動でサークルレベルをB→B+へ向上させる!

マイペンライサークルは平均年齢30歳の若手中心です。
現在のサークルの特徴はサークル内の誰とも気兼ねなく会話が出来、活気がある事ですが、若手が多いのでまだまだ経験年数は未熟です。
ちなみにマイペンライというのはタイ語で何とかなるという意味です。
この活動を通じて現在のサークルレベルBマイナスからBプラスになることを目標にしました。

QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)		発表形式	
	マイペンライ (マイペンライ)		PC	
本部登録番号	294-384		サークル結成年月	令和4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	30歳(最高43歳、最低20歳)		月あたりの会合回数	2回
テーマ	本テーマで 10件目 社外発表 2件目		1回あたりの会合時間	1時間
本テーマの活動期間	令和6年4月 ~ 令和6年 9月		本テーマの会合回数	6回
発表者の所属	いなべ工場 組立部組立保全課 3係 1組		勤続	5年



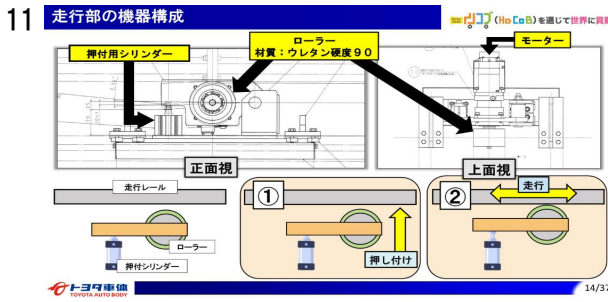
課方針で設備非可動率0.5%以下を掲げており、0.5%というものはライン停止時間が1直当たり2.5分未満です。23年度で設備非稼働率0.5%以下を達成できたのは2月と6月ですが、この時期は認証問題等で工場非稼働が続いていました。そのため、工場が通常稼働している月で目標非稼働率を達成できた月はありません。そして23年4月～24年3月までの間で担当ラインのトリムラインにある天井搭載機が235分と最も多くライン停止していました。



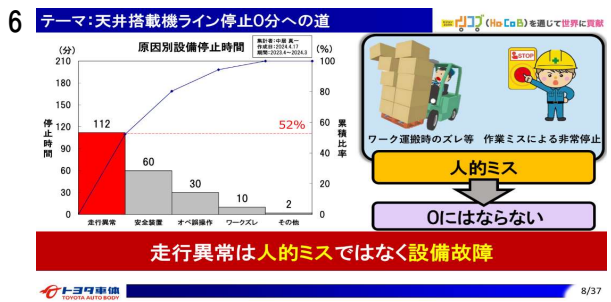
天井搭載機はアルファードとエースで使用しており、車両の天井面にある装飾部品の取り付けを行っています。実際のワークの写真です。この2種類のワークを天井運搬台車に乗せて天井ストレージに投入します。ハイエースは搭載機を使用せず、作業員によって天井を手搭載します。



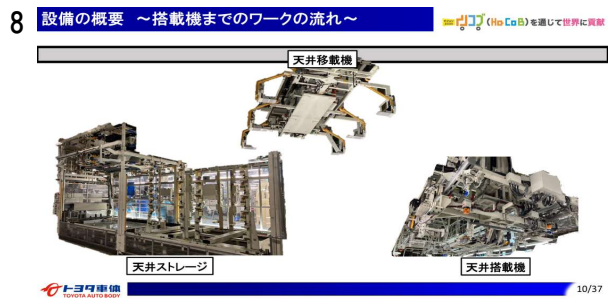
ここで実際の搭載機の動きを見てもらいたいと思います。動画は天井搭載機がコンベアから運転信号をもらい、コンベアと搭載機が同期前進している所から始まります。まずオペレーターが紐スイッチを引っ張り、搭載機が車両に進入しワークを取り付けます。ワーク取り付け後、再度紐スイッチを引っ張ると、搭載機が原位置へ戻ります。



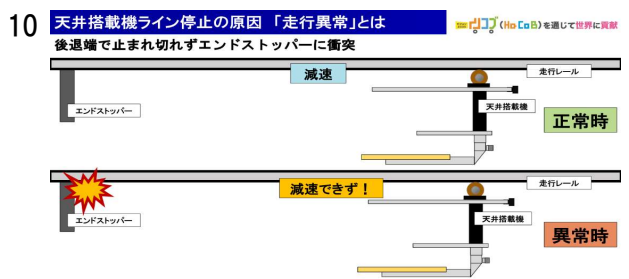
走行部の機器構成です。駆動にはサーボモーターを使用しています。ローラーはレールの下面にいたるため押し付けシリンダーでローラーをレールに押し付け、モーターによって回転し走行します。



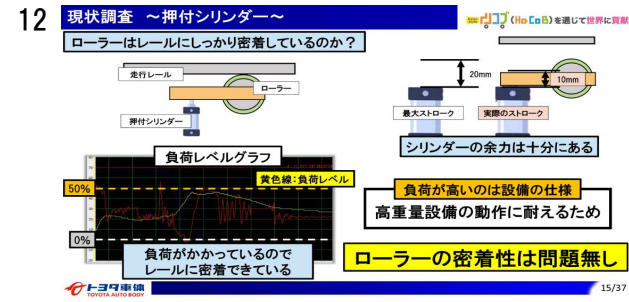
天井搭載機のライン停止を原因別に解析したところ、少ない順から「ワークズレ」「オペ誤操作」「安全装置」そして「走行異常」、「走行異常」は112分と全体の52%を占めています。走行異常を除く下位3つは作業員によるミスです。これらは人が関わる故、0にするのは難しいですが走行異常は設備本質問題であり、0にすることができます。天井搭載機のライン停止を減少させ、設備非稼働率0.5%達成に貢献したいと思いこのテーマを設定しました。



搭載機までのワークの流れです。先ほどの天井運搬台車によって天井ストレージに搬入されたワークは天井搭載機が掴みに行きます。天井搭載機に掴まれたワークは空中を搬送され、天井搭載機の真上で停止後下降し搭載機にワークを受け渡します。



天井搭載機の走行異常内容は後退端で止まり切れずエンドストッパーに衝突することです。正常時は後退端の手前で減速し、ゆっくりと後退端へ向かい停止します。異常時は後退端で止まる前の減速ができず、後退端を勢よく超えてしまいエンドストッパーに衝突します。



異常発生時設備の要因としてレールとの密着性を確認しました。押付シリンダーは常に上昇側に出るようになっており、最大ストロークよりも10ミリ短く使っております。これはローラーが摩耗するにつれて外径が減ってもその分押し付けられるように設計されています。また密着具合はモーターの負荷レベルをもとに、常に負荷がかかっているのにしっかり密着し押し付けられていると判断しました。

13 現状調査 ～ローラー点検基準～

点検項目抜粋

点検項目	検査内容	結果	検査員	検査日	交換	交換	交換
ローラーの摩耗	点検	OK	山田	2023.10.10	交換	交換	交換
ローラーの歪み	点検	OK	山田	2023.10.10	交換	交換	交換
ローラーの材質	点検	OK	山田	2023.10.10	交換	交換	交換

点検周期: 3か月に1回
点検方法: ノギスで寸法測定
判断基準: 摩耗5mm以内 (外径130mm)

測定方法

ローラー 取替実施

現在のローラー点検基準ですが点検周期は3か月に1回、点検方法はノギスで寸法測定を行っており外径130mmに対して摩耗5mm以上になったら交換となっています。

14 現状調査 ～ローラーの使用状況～

材質: ウレタン硬度90

動作回数: 1日/約650回
動作速度: 同期中 10m/min
後退中 80m/min
取替頻度: 約15000サイクル

異常発生時のローラー

7mm程摩耗

新品のローラー

約15000サイクル

約1か月半

異常だー!

ライン停止中

点検したばっかののに...

点検周期の3か月持たずに交換している状況

ローラーの材質はウレタン硬度90で、1日に約650回の走行を繰り返しています。その中で後退中は80メートル毎分と人が早歩きするくらいの速度で走行しております。ローラーの取替は同期・後退これらのサイクルを約15000回繰り返すとスリップし設備停止するのでその都度交換しています。取り替えたローラーを確認すると7ミリの摩耗、ヒビ割れも発生しており点検周期の3か月を持っていないのが現状です。

15 目標値の設定

何を **ローラーの交換周期を**

いつまでに **2024年10月までに**

どれだけ **1.5か月→3か月にする**

異常を未然に防げるようにして設備非稼働率に貢献

異常が出てから交換するのはライン停止させてしまうので目標を23年4月～24年3月まで1.5か月でローラーを交換していたのを24年10月までにローラーを点検周期の3か月持たせれるように設定しました。

16 要因解析

点検周期まで持たない

ローラーの摩耗量・負荷が多い

設備: 動作速度が速い、動作速度が速い、圧が高い、評価していない、使用回数が多い、連続で使用

人: 交換頻度が低い、すぐ異常出る、高荷にある

材料: 摩耗が早い、熱に弱い

環境: 湿度が高い、湿度が高い

そこでも『点検周期まで持たない』を特性要因図で解析したところ、材質によるローラーの摩耗量・負荷があげられました。

17 対策検討と実施 ～ローラーの摩耗対策～

現在使用ローラー材質 ウレタン硬度90

ウレタン硬度90素材

「ポリエステルまたはポリエーテル」と「ジソシアナート」との反応によって得たゴム状弾性体(エストラマー)の総称。正式にはゴムではなく、「ゴムのような弾力を持ったプラスチック」です。

硬度を調整することも可能で汎用性が高いが材質だが、実は熱に弱い...

繰り返しの使用・急動作の多い天井搭載機では熱が蓄積しやすい

ウレタンゴムでは摩擦熱の蓄積に耐えきれない

そのうえで材質不良を疑い、使用しているウレタンゴムとは何か調査したところウレタンゴムとは正式にはゴムではなく、ゴムのような弾性とプラスチックのような硬さの2つの性質を併せ持つプラスチックのことで、いなか工場でも多くの設備で使用されており、とても汎用性の高いローラーですが熱に弱いのも特徴です。天井搭載機のような高速移動を高頻度で使用する箇所は熱が溜まりやすく、ウレタンゴムの使用には向いていませんでした。

18 対策検討と実施 ～ローラー摩耗対策～

ウレタンに変わる耐摩耗性・耐熱性に優れている材質はありますか...

僕らで使う材質もいっぱいありますからね～ これらの中だとどれがいいでしょうか?

	コスト	耐熱	耐荷重	テーパー摩耗損失
ウレタン	△	△	△	45mg
MCナイロン	△	△	△	12mg
ブルコラン	△	△	△	9mg

ブルコランは総じてウレタンより良い気がしますが... テーパー摩耗損失ってなんですか...

ウレタンに変わる摩耗に強く、熱にも強い材質を探し求めメーカーや生産技術員に知恵を会得しに行きました。すると、ある生産技術員からいろいろな特性表を見せてもらいました。このなかではブルコランが良さそうですがテーパー摩耗損失とは一体何でしょうか。

19 対策検討と実施 ～ローラー摩耗対策～

テーパー摩耗試験(耐摩耗試験)という材料試験によって得る値

テーパー摩耗試験機によって失われた質量のことをテーパー摩耗損失という(摩耗粉の量)

ブルコランの摩耗損失はウレタンの5倍少ない

テーパー摩耗損失というのは、テーパー摩耗試験で得る数値のことです。テーパー摩耗試験機によって失われた質量をテーパー摩耗損失といいます。回転台の上に試験片をのせます。そして試験片を挟むように摩耗輪をのせます。その後起動すると、摩耗輪と回転台が回ります。摩耗輪と試験片による摩擦で摩耗粉を集計し摩耗損失を算出します。先ほどのテーパー摩耗損失がウレタン45に対しブルコランは9との事なので耐摩耗性にかなり期待できます。

20 対策検討と実施 ローラー高負荷への対策

ローラー交換後のチームミーティングにて

清水豊利(ベテラン保全 班長)

摩耗に対しては材質変更で良かったけどローラーへの負荷もどうにか減らせなかなあ...

次の車両がハイエースなら高速後退する必要ないのでは?

山田拓海(中堅保全)

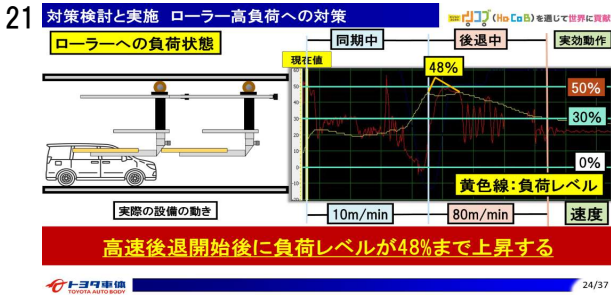
そんな車種ごとに速度を変更なんてできない! 今までのサイクルが崩れると正常動作しなくなるかもしれない

なにごとにも挑戦すよ! 僕プログラミング得意なので任せてください!

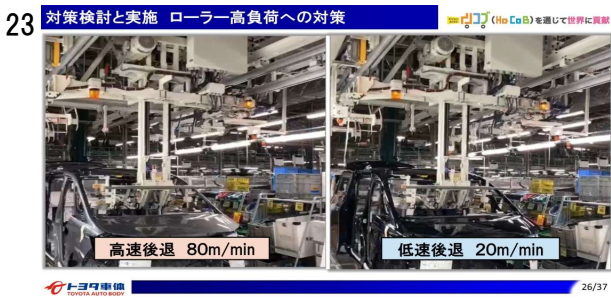
藤本健一(ベテラン保全 フロントバイザー)

なんか面白そうじゃ〜ん笑

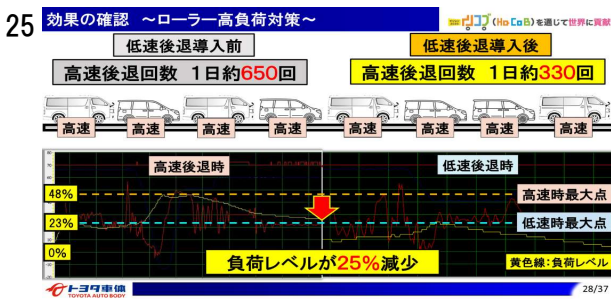
ローラーの材質変更し摩耗量の低減は見込まれましたが、負荷の高さが摩耗促進の原因でもあるとベテラン保全が悩んでいました。するとそこに若くて勢いのある保全が次の車両がハイエースなら高速後退する必要はないのではと。しかし、いきなり車種ごとに速度を変えるのは設備動作にリスクがあると中堅保全が。速度変更は斬新で画期的な意見ですが、前例はないのでリスクを考えると反論も納得できます。が、それでも若手は怯みませんでした。失敗を恐れない勇気ある若手保全を尊重し挑戦してみることにしました。



現状の負荷はどのくらいかっているのかを詳しく確認すると右図はモーターのグラフです。黄色線に注目してください。負荷レベルが車両取り付け後の高速後退時に一番大きくなっており、1サイクルの中で一番ローラーに負荷が掛かっていることが分かりました。



実際の映像がこちらです。左側が従来の高速後退で右側が低速後退です。高速後退はもう原位置まで戻っていますが低速はまだ原位置ではありません。



高速後退の回数も一日平均650回から330回までへらすことができ、低速後退時のグラフを確認すると高速後退時に比べて負荷レベルが50%から25%に低減。負荷を大幅に削減することが出来ました。

27 保全Pride

Doctor 設備の健康状態を判断する医者

Emergency Medical Technician 設備をすばやく復旧する救急救命士

Improver 設備に改良を加える技術者

走行異常復旧 後退速度変更 高速後退回数低減

Keep My Machine Good Condition! ~HOZEN Pride~

トヨタ車庫 30/37

初めに話しましたが、私たちは常に設備をグットコンディションにしておくのが使命です。ここまで私たちは走行異常の復旧、速度変更で改良を行いました。が医者としての設備健康診断はこのままでいいのでしょうか。いいえ、保全Prideは止まりません。

22 対策検討と実施 ローラー高負荷への対策

次の車両がハイエースなら高速後退する必要はないのでは？

要約すると

イメージ

天井搭載機 2連続使用 80m/min アルファード

天井搭載機 次車両未使用 20m/min ハイエース

アルファード

ハイエースには使用しないので1分の空き時間ができる！

トヨタ車庫 25/37

高速後退時に一番負荷がかかっていることに着目していた若手が先ほどの発言をしました。要約すると天井搭載機使用後次の車両も天井搭載機使用するなら高速後退しないとタクトが間に合いませんが、次の車両が天井搭載機を使用しないハイエースなら高速後退せずにタクトも間に合います。そこでタクトが間に合う範囲20m毎分に速度を下げってみました。いなか工場では1分に1台車両が流れている為ハイエースで設備を使用しないなら1分の空き時間できます！

24 効果の確認 ～ローラー材質選定対策～

フルコランローラー取付後

	15000回(約1.5か月)	30000回(約3か月)	45000回(約4.5か月)
ウレタン摩耗量	7.0mm	—	—
摩耗量	0.4mm	0.9mm	1.4mm

新品ローラー 45000サイクル使用後

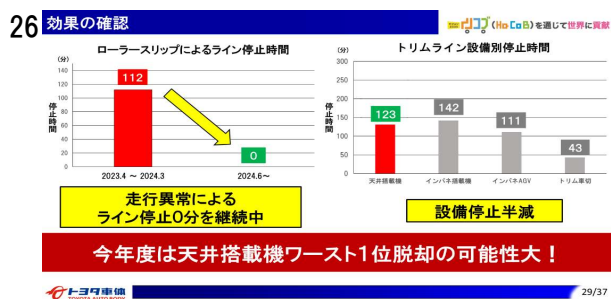
① + ② - ③ = 74,400円/月

走行異常による交換不要 摩耗・ひび割れ激減にて 点検周期3か月を維持可能に

効果絶大やん!

清水班長 27/37

材質・後退速度変更後にローラーの状態を15000サイクルごとに確認すると1回目ウレタンは7.0mm摩耗していたところが、フルコランは0.4mm摩耗 2回目0.9mm摩耗、3回目1.4mm摩耗でヒビ割れもありませんでした。さらに走行異常も発生しなくなり、15000サイクルごとに交換する必要もなくなりました。



対策後の24年6月以降走行異常によるライン停止は0分になり、現在も継続中です。これで天井搭載機の異常を従来の半分に抑えることができます。

28 予兆保全

今までのやり方 ... 目視での確認

走行レーン

天井搭載機

矢印がずれているかいないかでスリップを判断

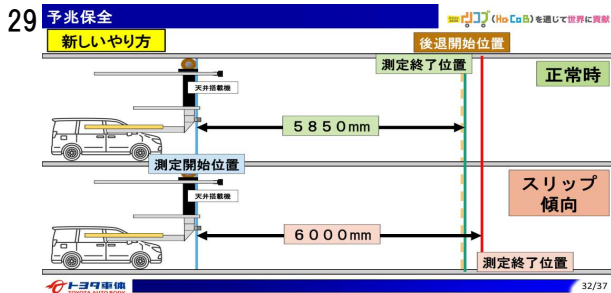
これはNG! これくらいOK!

見る人によってばらつきがある 明確なズレ量が分からない

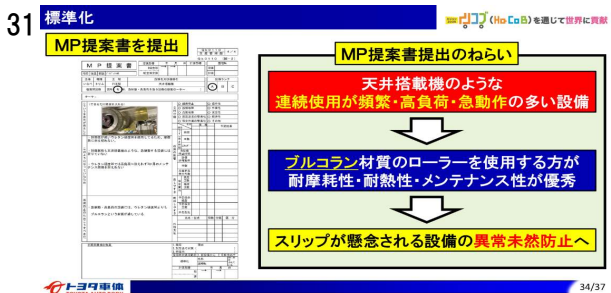
目視点検では限界がある

トヨタ車庫 31/37

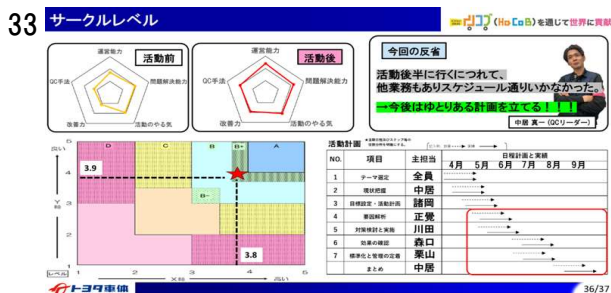
いままで日常点検はローラーのスリップ状態を原位置での矢印の位置でズレ量の確認をしていました。しかし、見る人によってバラつきがあり、明確なズレ量が分からないのでスリップし始めを掴むにはこの方法では難しかったです。



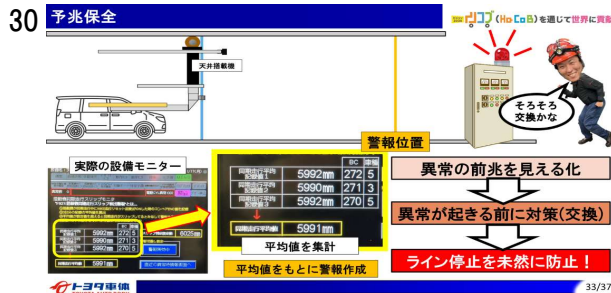
そこで新しいやり方に変更しました。
 内容は天井搭載機とコンベアが同期したタイミングを測定開始位置とします。
 搭載機が後退開始地点に到着すると、搭載機が原位置まで戻ります。
 そこで実際に後退が始まった地点を測定終了位置にします。スリップ傾向の際は
 搭載機が後退開始位置に到着して後退しようしますが、スリップするので若干後退
 開始位置がずれます。
 この距離の差を日常点検で判別できるようにエンコーダーを設置しました。



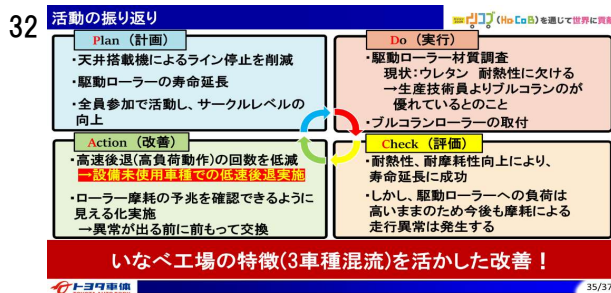
標準化ですが、今回高速移動する設備の駆動ローラーにはウレタン硬度90よりも
 ブルコラン硬度90の方が適していることが分かりました。
 それを踏まえてMP提案書を提出しました。



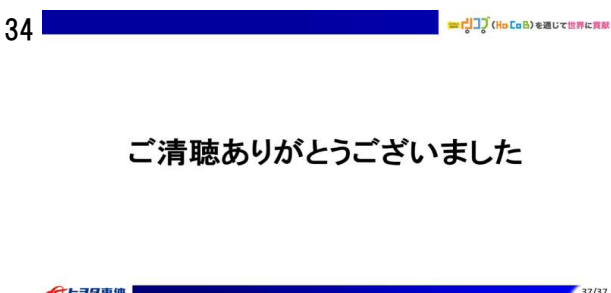
サークルレベルは目標通りプラスに
 今回の反省点として、活動が後半に行くにつれて他業務もありスケジュール通り
 いかなかったのが今後はゆとりある計画を立てたいです。



これを利用し、スリップ傾向にあるのを可視化できるように警告位置を設定しました。
 搭載機がこの警告位置を超えると、発報し私たちが気づけるようにしました。
 警告位置は走行時の距離を集計し、平均をもとに作成しています。
 これでスリップし始めを数値として明確にすることができました。



今回の活動を振り返るとPDCAサイクル通りに活動でき、中でも駆動ローラーの
 材質変更で寿命延長し点検周期持つようになりましたが
 そこからローラーの負荷の削減を工場の特性を活かした改善でさらに寿命延長
 することができました。



以上で発表を終わります。
 ご清聴ありがとうございました。