

PLANT ENGINEER

プラントエンジニア

VOL.54
NO.9
2022
SEP

9

特集

現場の 優秀改善事例

連載

保全の仕事再入門 原理・原則編
しくみ生産PJ通信
“動く”からくり事典-「機構学」入門
身の回りを見つけるメカトロ雑学
サステナブルなモノづくりのために

FUJIFILM

Value from Innovation

保全情報マネジメントシステム **KARTEMIX**



設備の安定化と保全費の削減を実現

様々な保全の場面で正確な判断を
スピーディーに行うためのマネジメントシステム



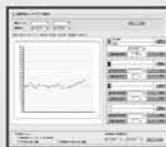
保全計画の立案

整備結果を踏まえた
保全計画立案が可能



点検結果の出力

点検結果情報を
トレンドグラフで確認



データの一元化

点検・整備・故障など情報を一元化



ドキュメント検索

キーワード検索で設備に紐付くデータを素早く入手



図面検索

作成種別を問わず設備情報に紐付け



カルテ進捗・結果管理

過去の履歴や整備予定の一覧表示



無線式振動データ収集システム **ROUNDCHECK**



防爆型を新たにラインアップ!!

本質安全防爆に対応 (EX ib IIBT3)

巡回だけで振動データを自動収集

- 配線工事は不要
- 簡単設定
- 間欠運転にも対応
- 1日1回自動測定
- 巡回点検時にデータ収集



ピックアップ

センサー端末



手軽に設置/手軽に実行
異常な振動を逃さずキャッチ!!

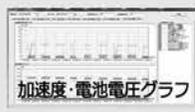


USB接続

データ表示



上下限異常のチェックを簡単に実現



異常傾向をチェック



CSV形式で出力しEXCEL等で管理

専門保全マン 養成コース

2022年度もリモートでの開催となります!!

- ◆ リモートですが、出来る限り実技をお見せします。
- ◆ 公開講座は富士フィルムのホームページで受付しております。



専門保全マン教育 富士フィルム

検索

教育の 基本方針

- 1.活きた知識を身に付ける ▶ 経験豊富な現役ベテラン保全マンを講師に起用
- 2.設備・機器の理解を深める ▶ 体験キット・ハーフカットモデル活用
- 3.即実践できる力を付ける ▶ 実技主体のカリキュラム

◆ 富士フィルムエンジニアリング 公開講座リスト ◆

講座内容・詳細・日程はホームページに掲載しています。

研修名	レベル	研修目的	研修内容	時間	予定	対象
保全の基礎	基礎	保全に必要な 基礎知識・技能を知る	1.保全とは 2.点検とは 3.整備とは 4.故障対応とは	3h	2023/1/17	保全担当者 自主保全 オペレーター
工具と締結部品	基礎		1.工具の管理・使用 2.締結部品 実演：壊れたねじの外し方、ねじの締め方、ねじの作り方	3h	2023/1/18	
機械図面の基礎	基礎		1.測定器 2.図面の見方書き方 実演：測定器（ノギス・マイクロ）、図面演習	3h	2023/1/19	
電気の基礎	基礎		1.電気の基礎 2.電気機器概要 3.電気の安全 4.検出器 各機器をカットモデル等で紹介	3h	2023/1/24	
振動の基礎	基礎		1.振動の原理 2.振動の基礎 実演：回転系の振動例を紹介	3h	2023/1/25	
機械要素の基礎①	初	保全作業に必要な 機械要素知識を覚える	1.巻掛け伝導装置 2.歯車 3.クラッチ・ブレーキ 実演：Vベルト交換、チェーン交換	3h	2023/2/7	保全担当者
機械要素の基礎②	初		1.軸、軸継手 2.すべり軸受 3.ころがり軸受 ベアリング交換（打ち込み、ベアリングヒーター）	3h	2023/2/8	
機械要素の基礎③	初		1.配管・フランジ漏れ 2.密封装置 実演：エア漏れ、シリンダー分塊、グランドバックキン交換	3h	2023/2/9	
伝導系初級	初	減速機の保全作業に必要な 知識を覚える	1.モータ 2.減速機の概要 3.歯車減速機 4.その他変速機 実演：伝導系取り扱い、試運転について	3h	2023/2/14	
材料	初	保全技術者として、主要材料の 性質・特徴等の知識を習得する	1.金属材料の一般の性質 2.鉄鋼材料 3.非鉄金属材料 4.金属材料の熱処理 5.非金属材料 6.材料の測定・記号の見方	3h	2023/2/15	
腐食・防食	初	保全技術者として、保全活動に 必要な腐食・防食の知識を習得する	1.腐食の原理 2.腐食の種類とその防食 実演：超音波厚み計による診断	3h	2023/2/16	
潤滑	初	保全技術者として適切な 潤滑管理を実践習得する	1.摩擦の概念 2.潤滑剤 3.給油方法 4.潤滑管理 5.油汚染管理 実演：潤滑油の評価(粘度、色相、鉄粉濃度)の実演	3h	2023/3/7	
空圧	初	空圧装置保全作業に必要な 知識を覚える	1.空圧機器 2.基本回路 3.点検ポイント 4.作業の安全 演習：基本的な回路（メーターイン・メーターアウト他）	3h	2023/3/8	
設備管理	中	保全技術者として設備保全活動 (PDCA)を最適に行うために必要な 用語・知識を習得する	1.保全管理と保全 2.保全管理のフロー 3.保全評価指標 4.保全費	3h	2023/3/9	

フロントエンジニア

CONTENTS

特集

現場の優秀改善事例

【優秀改善事例】

2

新製品「銀チョコパンケーキ」の
企画開発と発売前の原価低減活動

小笠原輝彦(株)四国シキシマパン

14

油の温度監視による油圧シリンダーの状態監視

石田誠(トヨタ自動車東日本株)

24

やる気・やる腕・やる場を磨き
みんなで目指す TPM NO.1!!

菜花恭平(日産自動車株)

36

ストランド垂れに終止符を!

笠原基嗣(PS ジャパン株)

42

鍛造プレスオーバーラン故障0の実現

岡田浩司(マツダ株)

52

KDH湯配工程 標準作業票順守率UP

六日市工場溶解サークル(ヨシワ工業株)

トピックス

【自主保全士】

62

2022年6月度 自主保全士認定者氏名

連載

【今だから学べる保全の視点とポイント — 保全の仕事再入門 — 原理・原則編】

68 第18回 **ねじ部品 (2) 緩めの原理**

堀田源治 (堀田技術士事務所 所長)

【しくみ生産PJ通信】

72 第42回 **業務は流れている**

小久保重信 (株ビズブロックス)

【“動く”からくり事典 — 「機構学」入門 —】

74 第18回 **電磁式ダンパ**

神谷和秀 (富山県立大学 工学部 知能ロボット工学科 教授)

【身の回りを見つけるメカトロ雑学】

76 第114回 **メカが決める上限と制御が引き出す性能**

熊谷正朗 (東北学院大学 工学部 機械知能工学科 教授)

【サステナブルなモノづくりのために】

78 第66回 **黒船**

梅田 靖 (東京大学 大学院工学系研究科 人工物工学研究センター 教授)

シリーズ

66 【製品情報】 **製品誌上レビュー(302)**ARマイクروسコープ
『SZX-AR1』67 【NEWS】 **PE information**80 **次号予告**

安全スタッフ

安全・衛生・教育・保険
の総合実務誌



◆特集

安全衛生の話題や問題について、いち早く取り上げるとともに、墜落・転落災害防止対策やリスクアセスメントなど企業の最新事例を発信します。また、安全衛生の専門家による法律解説や活動手法も紹介していきます。

◆ニュース

労働安全衛生法の改正や行政の動き、業界団体の動向などを素早く正確にお伝えします。産業安全衛生をめぐる情勢について、中立的な立場から分析するとともに、鋭く切り込みます。

◆トピックス

クイズ形式の安全衛生教育やグループごとに安全成績を競わせる活動など災害防止に効果があった対策、興味深い活動を行っている事業場を紹介します。また、地域の抱える問題を解決しようとする地方行政の動きを追っていきます。

◆実務相談室

安全衛生の悩みにQ & A方式で回答する相談コーナー。安全衛生法、労災保険法、交通安全、安全・衛生管理の方法について問題を実務的に解決します。読者にはサービスとして電話・メールでの相談も受け付けています。

◆連載・コラム

弁護士、医師、労働安全衛生コンサルタントなど安全衛生の専門家による解説、コラムを掲載。法律解説、労働災害事例、判例、メンタルヘルズなど幅広くテーマを押さえており、読み応えがあると好評です。

◆別冊付録

隔月発行の別冊資料。新入社員教育、朝礼時の実施ポイント、KYTなど現場でそのまま使える「マニュアル」となっています。日常の安全衛生活動をサポートします。

現場で役立つ記事が
満載!

月2回 1・15日発行 送料無料
B5判 58頁
年間購読料 45,360円(消費税込み)

特集

現場の優秀改善事例

◆ **新製品「銀チョコパンケーキ」の
企画開発と発売前の原価低減活動**

株式会社四国シキシマパン 松山工場 小笠原輝彦

◆ **油の温度監視による
油圧シリンダーの状態監視**

トヨタ自動車東日本株式会社
岩手工場 工務部 第2設備課 ボデー設備係 石田 誠

◆ **やる気・やる腕・やる場を磨き
みんなで目指す TPM NO.1 !!**

日産自動車株式会社 いわき工場 菜花恭平

◆ **ストランド垂れに終止符を！**

PS ジャパン株式会社 笠原基嗣

◆ **鍛造プレスオーバーラン故障0の実現**

マツダ株式会社 第3パワートレイン製造部・班長 岡田浩司

◆ **KDH 湯配工程 標準作業票順守率 UP**

ヨシワ工業株式会社 六日市工場溶解サークル

新製品「銀チョコパンケーキ」の 企画開発と発売前の原価低減活動

株式会社四国シキシマパン 松山工場 小笠原輝彦

1 会社紹介

株式会社四国シキシマパンは、砥部焼、七折小梅で有名な愛媛県伊予郡砥部町に所在し、敷島製パン株式会社の四国での製造販売拠点として、松山工場を中心に四国の各県に営業所を構え、4店の直営ベーカリーも運営している。

事業内容は、パン、菓子の製造、販売である。

創業は1980年であり、今年4月で、創業42年目を迎えた。

松山工場では、独自製法により安全かつ科学的根拠をもとに、消費期限の短い食品であるパンの賞味期限68日を実現したロングライフ製

品12品を柱に、食パンライン、マルチライン、ロールライン、めん帯ライン、手作りライン、どら焼きラインの6ラインで138種類の製品を生産している(図表—1)。

2 職場紹介

私たちが所属する製造二課どら焼きラインは、2013年に新設された9年目のラインで、1日約2万個のどら焼きを従業員14名が交代勤務で生産しており、四国内を中心に関西、中部地区に届けている。

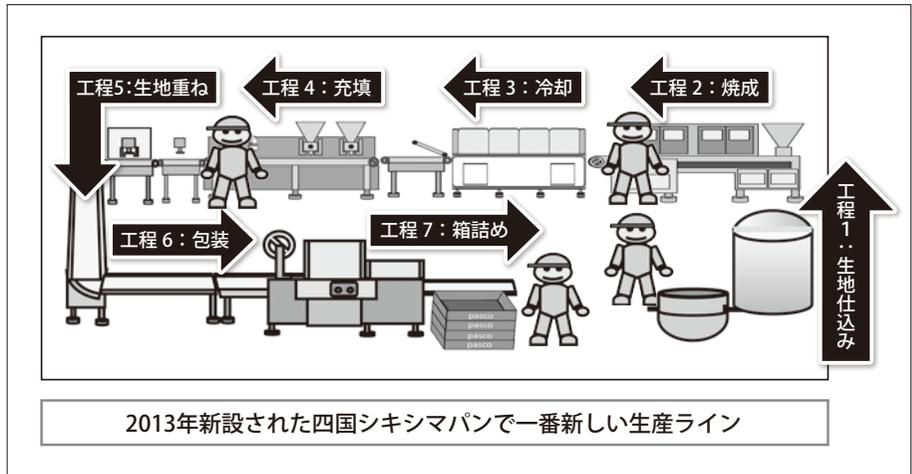
図表—2が、どら焼き生産ラインの概要図で

東四国営業所
所在地：愛媛県伊予郡砥部町
事業内容：パン、菓子の製造、販売
創業年月：1980年4月(42年目)
賞味期限の長いロングライフを柱に全6ライン138種類のパンを生産

1	2	3	4	5
食パン	マルチ	ロール	手作り	どら焼き
超熱食パン	ふんわり牛乳パン	ロングジョイ	たっぷりツナマヨネーズ	ほおぼるパンケーキ
6	7	8	9	10
めん帯				
ロングライフ粒あんぱん	ロングライフ十勝バタースイート	ロングライフメロンパン	ロングライフカレーパン	ロングライフクリームパン

図表—1 工場紹介

図表—2
どら焼きライン
生産工程

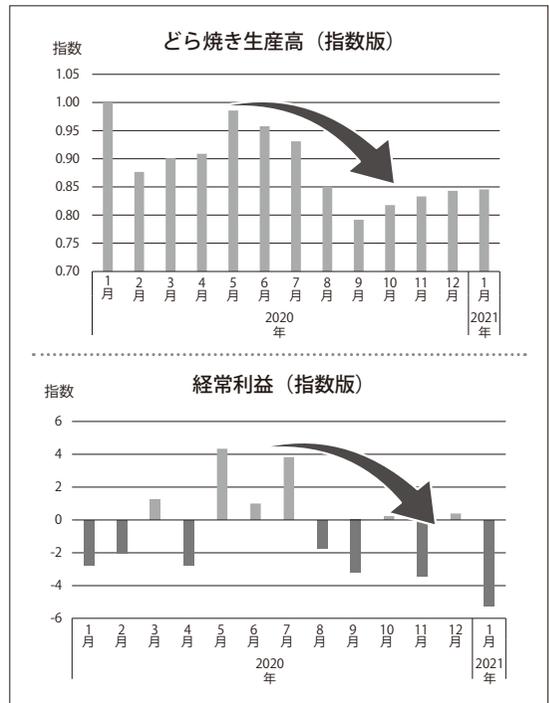


図表—3 活動の背景

ある。

工程を簡単に説明すると、〈工程①生地仕込み〉で卵、水、小麦粉、調味料などを加え空気を含ませながらミキシングする。〈工程②焼成〉で180℃の銅板に生地を乗せ2分間焼き上げる。〈工程③冷却〉で生地表面温度約90℃から20℃まで約3分かけて冷却する。〈工程④充填〉で生地にフィリングをのせる。〈工程⑤生地重ね〉で、空気生地を吸い上げて重ねていく。〈工程⑥包装〉で専用の包装紙により包装する。〈工程⑦箱詰め〉で1箱15個ずつ専用箱に入れて作業完了となる。以上7工程、4名の人員で生産している。

今回の活動は、どら焼きラインのメンバー14名と5つの部署が連携し、絶対に新製品を開発し市場に送り出すという強い気持ちで新製品開発に取り組んだ。



3 活動の背景

どら焼きラインは、毎月の生産高の乱高下が激しく、それにともない、経常利益もマイナスになっている(図表—3)。本来、どら焼きラインは、生産高を確保できれば、黒字化できるラインであるため、活動目標として、自分たちで新製品の企画、開発に取り組み、生産高を確保し、黒字化を目指すこととした。

4 新製品の検討

新製品としてどんな製品が良いのか、暗中模索した結果、過去にチョコでコーティングしたどら焼き製品の販売実績がないことから、チョコ好きな私はふとチョコを使おうとひらめいた。思い立ったが吉日、早々にチョコを使った製品の試作に取りかかり、オール製造2課で

多種多様な製品を試作した結果、口どけの良いスフレ生地に、たっぷりホイップクリームを組み合わせた製品仕様が良いとの意見が多かったため、どらチョコパンケーキと命名し、発売に向けた活動をスタートさせた。

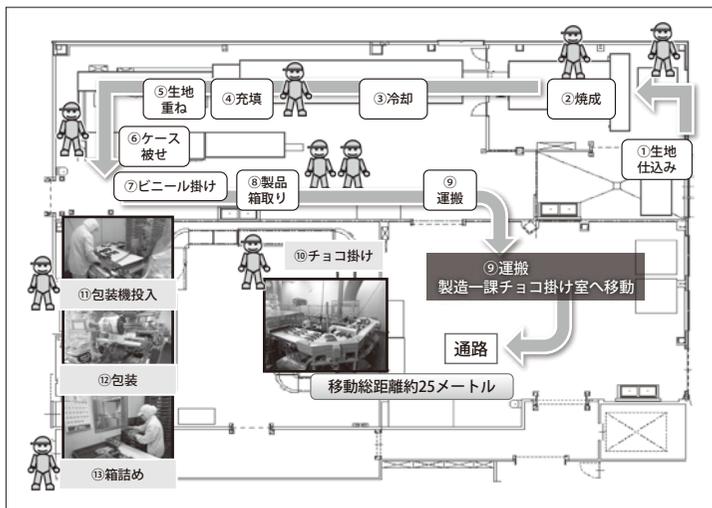
5 生産工程の検討

製品仕様が決まり、どういった工程で生産を行うのか検討した結果、他部署のラインで、チョコ掛けするパンを生産しており、その生産工程

を参考にすることにした。

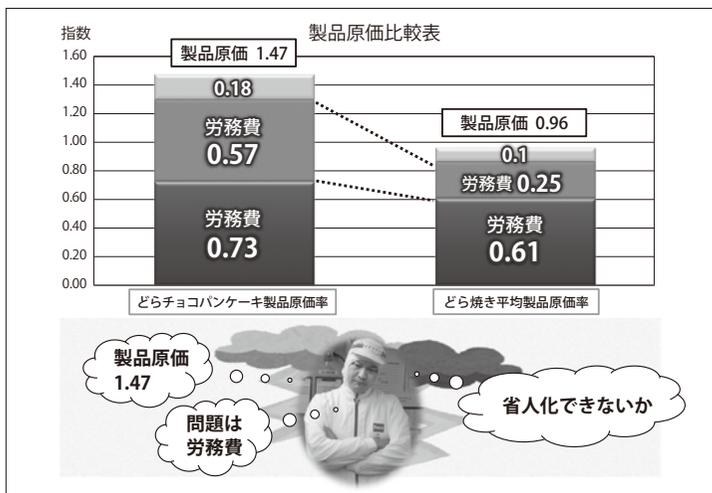
図表—4 が、どらチョコパンケーキ生産ライン構想である。〈工程①生地仕込み〉から〈工程⑤生地重ね〉までは既存のどら焼き製品と同じであるが、これ以降の工程がチョコ掛けするための追加工程となる。〈工程⑥ケース被せ〉でチョコ掛け時の受け皿にするためのケースを製品に被せる。〈工程⑦ビニール掛け〉で製品を入れる専用箱に殺菌されたビニール袋を被せる。〈工程⑧製品箱取り〉で1箱15個ずつ専用箱に入れる。ここまでの工程を製造2課どら焼きラインで行う。〈工程⑨運搬〉で製品を入れた専用箱を約25m離れた他部署のラインへ運搬する。チョコ掛けするには、ラインをまたいだ生産が必要である。

図表—4 (仮称)どらチョコパンケーキ生産ラインの検討



これ以降の工程が他部署での生産となり、〈工程⑩チョコ掛け〉で製品をエンローバーというチョコを掛ける機械に通し表面をチョコでコーティングする。〈工程⑪包装機投入〉でチョコ掛けされた製品を手作業で包装機へ投入する。〈工程⑫包装〉で専用の包装紙により包装する。〈工程⑬箱詰め〉で製品を箱詰めし作業完了となる。チョコ掛け製品を生産するには、13工程、9名の人員が必要となる。

図表—5 (仮称)どらチョコパンケーキ原価率計算



この生産方式で原価計算を行ったところ、製品原価率が1.47(指数)と、どら焼き平均原価率0.96(指数)を大きく超え、その原因が労務費であり、このままの条件で生産した場合、利益の出ない製品になることがわかった(図表—5)。

6 製造原価率低減の検討

製造原価率低減のため、プレー

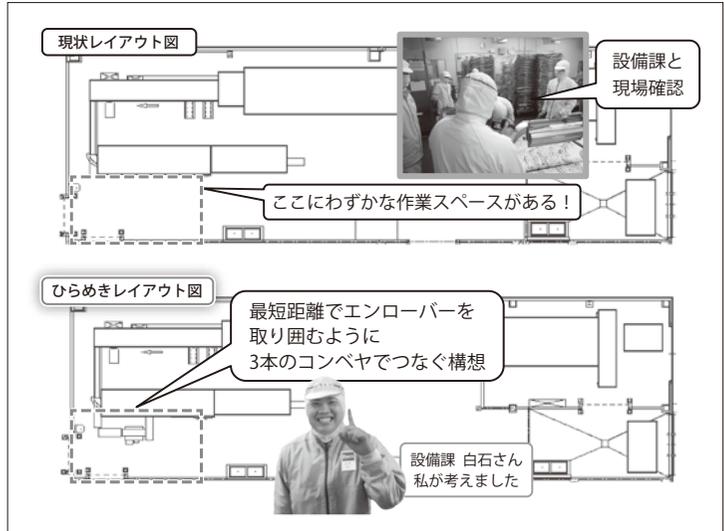
ンストーミング法で意見を出し合ったところ、チョコ掛けは他部署で生産することなくインライン化できないかという意見があり、具現化するための方法をメンバーと話し合った。

インライン化実現のため、設備課と現地確認を行い、現場に残っているスペースを利用してインライン化することを検討した結果、チョコ掛け装置であるエンローバーを設置し、それを取り囲むように3本のコンベヤを設置してインライン化を進める構想を立てた(図表—6)。

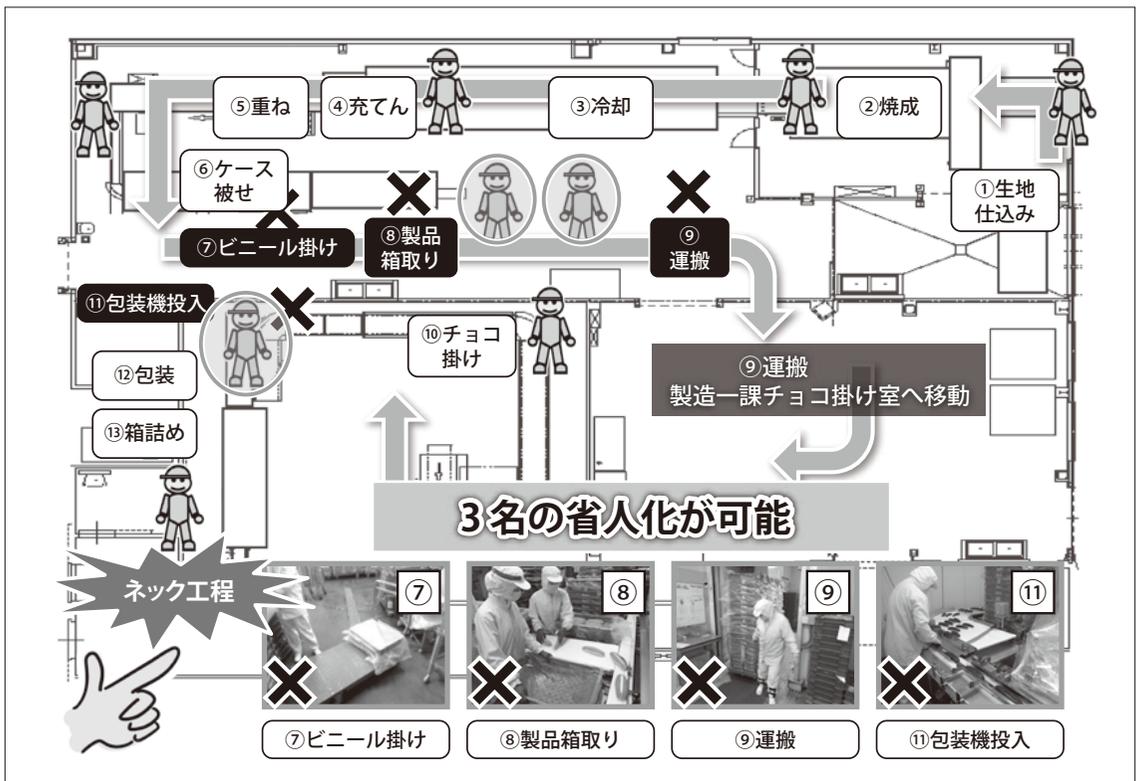
インライン化することで、他部署で生産する場合の〈工程⑦ビニール掛け〉、〈工程⑧製品箱取り〉、〈工程⑨運搬〉、〈工程⑩包装機投入〉の作業が不要となり、

ライン定員9名から6名へ3名の省人化が可能となり、労務費の大幅な低減につながる(図表—7)。

図表—6 製造ラインの構想



図表—7 (仮称) どちらチョコパンケーキ生産ラインの検討



7 活動目標

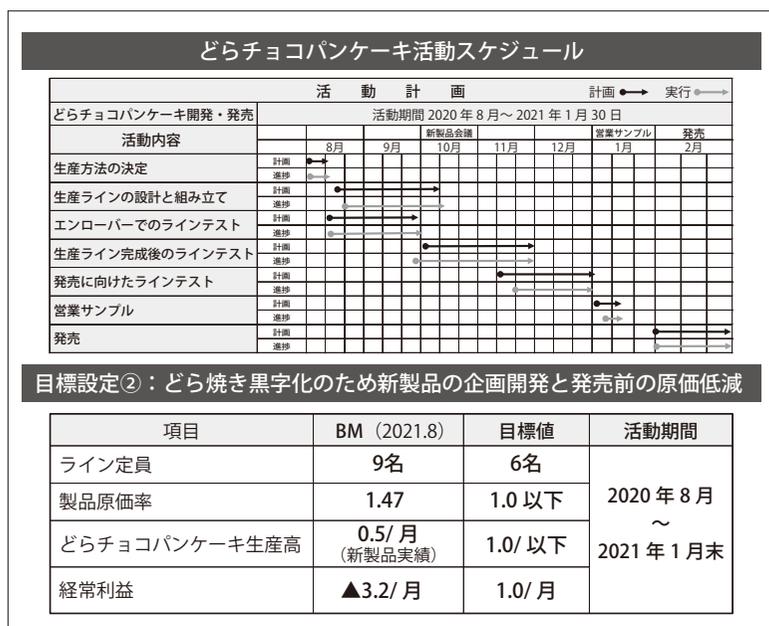
図表—8 が活動計画表と活動目標値である。

製品の発売は、チョコレートの需要が高くなる2月発売を目指すこととし、製品のつくりこみ、生産体制を整える時間が少ない中、2月の

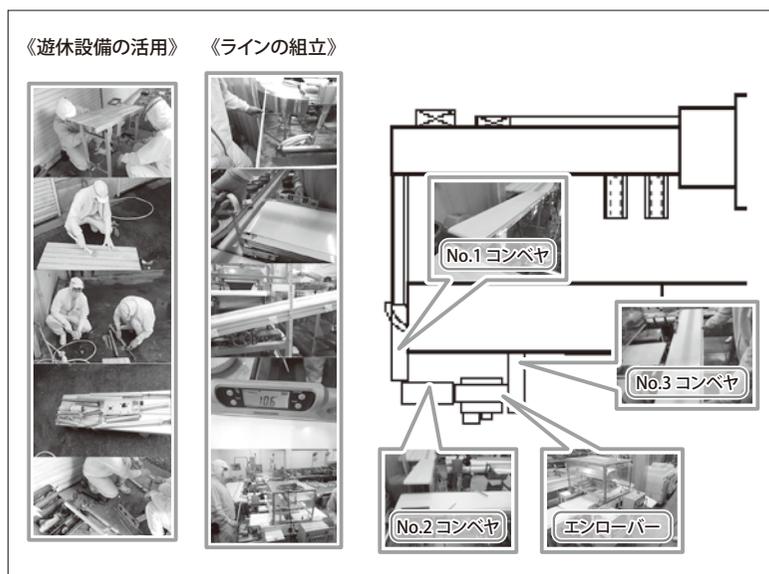
納期に間に合わせるための活動計画を立てた。

活動目標値は、労務費削減が最大の課題であるため、インライン化によるライン定員9名から6名への削減、この3名の省人化にともない製品原価率1.47（指数）を1.0（指数）以下に、そして、生産高確保のため、新製品ホームラン基準値の1.0（指数）以上を売り上げることで生産高を確保し、経常利益1.0（指数）以上を目標とした。

図表—8 活動計画表・活動目標値



図表—9 生産ラインの組立



8 テストラインの設置

四国シキシマパンの行動指針でもある「思い立ったらすぐやろう！」の精神で、各部署で使用していないコンベヤ、遊休設備のエンローパー、チョコ溶解機を活用し、洗浄、殺菌、組立を設備課メンバーに協力してもらいながら、自分たちで行った。

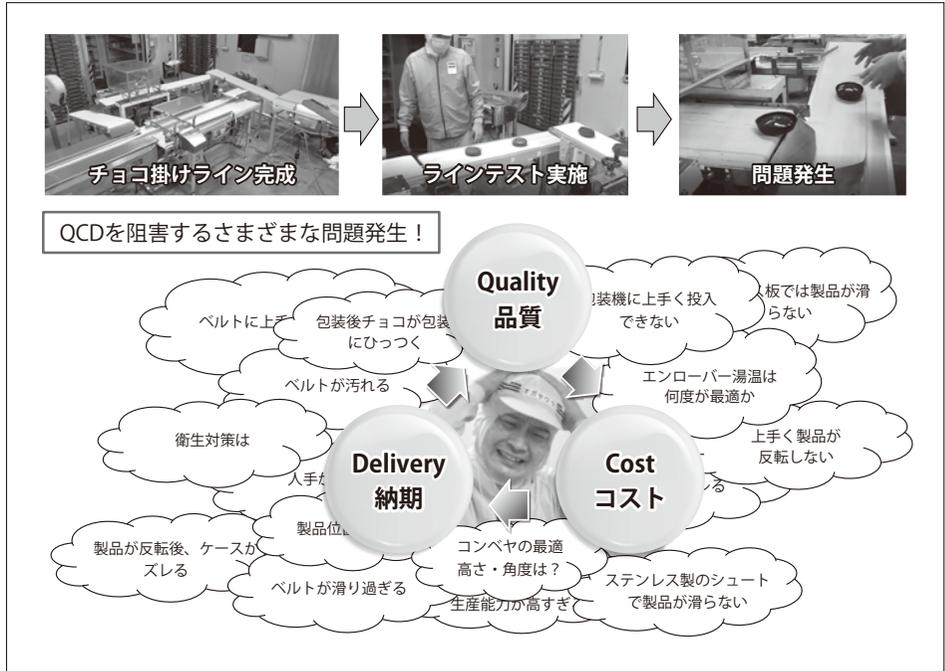
倉庫に眠っていた遊休設備、使っていないコンベヤに手を加え、テストラインが完成した（図表—9）。

9 改善活動

テストラインでチョコ掛けテストを行う中、QCDを阻害するさまざまな問題が発生し、トライ&エラーを繰り返しながら、多くの問題を1つ1つ解決していった（図表—10）。

また、改善活動で設置した設備には、愛着と親しみを持ってもらうため、それぞれにニックネームを付けた。以下にその改善事例3点を説

図表—10
(仮称)どらチョコ
パンケーキライン
テストの実施



図表—11 改善事例①：反転時に製品がケースからズレる

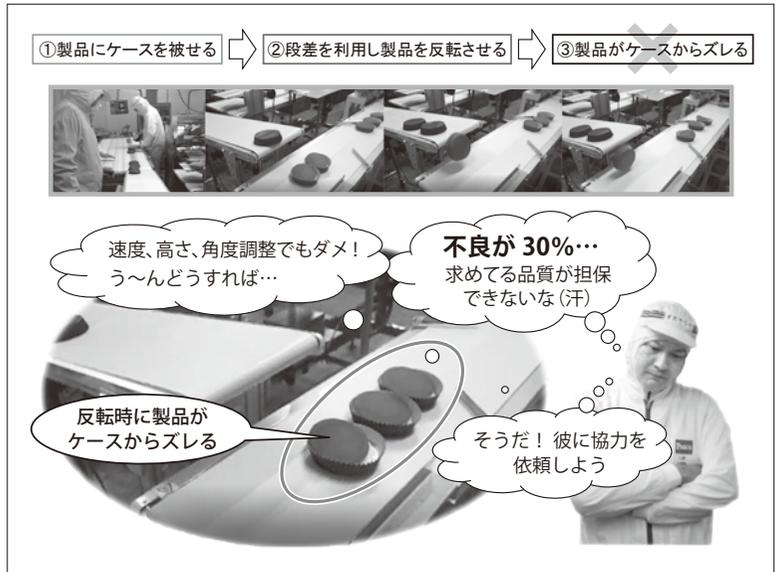
明する。

10 改善事例 1

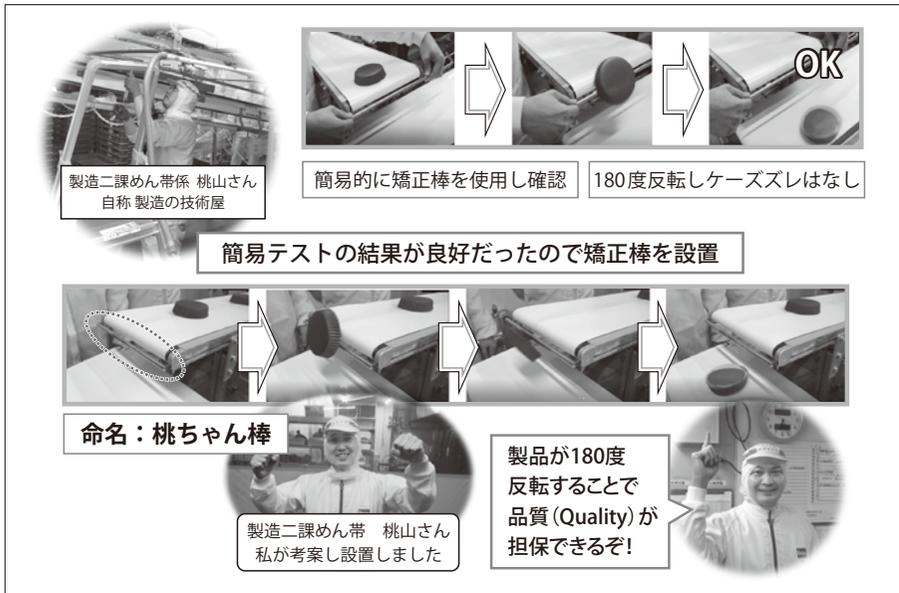
■製品がコンベヤで反転時にケースからズレる不具合の改善

フィリングを充填し、生地を重ねたあと、チョコ掛けの受皿にするため、製品をケースに入れるが、その方法としてコンベヤ上の製品の上からケースを被せ、その後のコンベヤ段差を利用して180度反転させることでケースに入れ、チョコ掛け工程に進む。

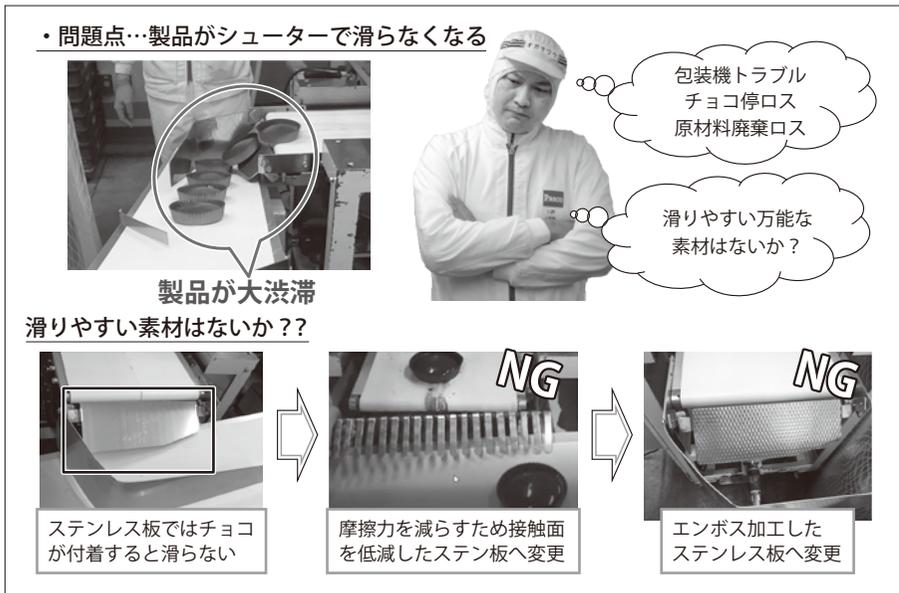
このとき、コンベヤの速度、高さ、傾斜角度の調整を繰り返したが、うまくケースが180度反転せず、約30%の製品がケースからズレるという問題が発生した(図表—11)。そこで、製造の技術屋である製造二課めん帯係の桃山さんに協力要請を行うことにした。桃山さんに状



況確認をしてもらい、過去に同じような改善事例を手がけたことがあった経験から、簡易的にコンベヤの先端に矯正棒を設置し反転テストを行った。テスト結果は良好で、製品が180度回転することで、ケースのズレが防止でき、非常に良い結果が得られた。テスト結果を受け、



図表—12
改善事例①：
反転時に製品がケー
スからズレる



図表—13
改善事例②：
エンローバー出口
シューターで製品が
滑らない

発案者の桃山さんの名前を取り、桃ちゃん棒と命名し取付けを行った。この改善で、ケースズレ不良がゼロになった(図表—12)。

11 改善事例 2

■シューターで製品が滑らない不具合の改善
チョコ掛け後の製品のコンベヤの乗り移りで、チョコがケース底面に付着していると、ス

テンレス板のシューターで滑りにくくなる不具合が発生し、コンベヤ上で製品間隔がつまり、後工程の包装機投入コンベヤで製品が重なることで、包装機トラブルが発生し、チョコ停ロスおよび原材料廃棄ロスにつながる。

問題を解決するため、ステンレス板のシューターの摩擦力を減らすため、接触面を減らしたシューターをテストし、さらにエンボス加工したシューターのテストも行ったが、問題は解決

されなかった(図表—13)。途方に暮れていたところ、設備課の白石さんから、滑りづらいものにコンベヤとして使用している、樹脂製コンベヤボール、別名コロガールの紹介を受け、早々にテストを行った。コロガールは、無数にある球体が四方八方に回転するため、たいていものは問題なく滑り落ちるといふ優れたもので、テスト結果は良好。ケース底面に少々チョコが付着しても問題なく滑り落ち、この改善により、包装機トラブルをゼロにすることができた(図表—14)。

図表—14 改善事例②：現行のシューターに代わるものはないのか？

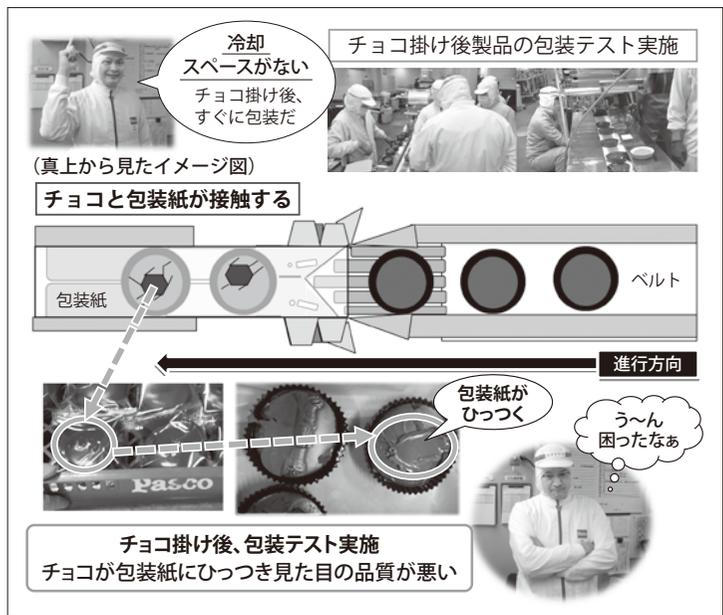


12 改善事例 3

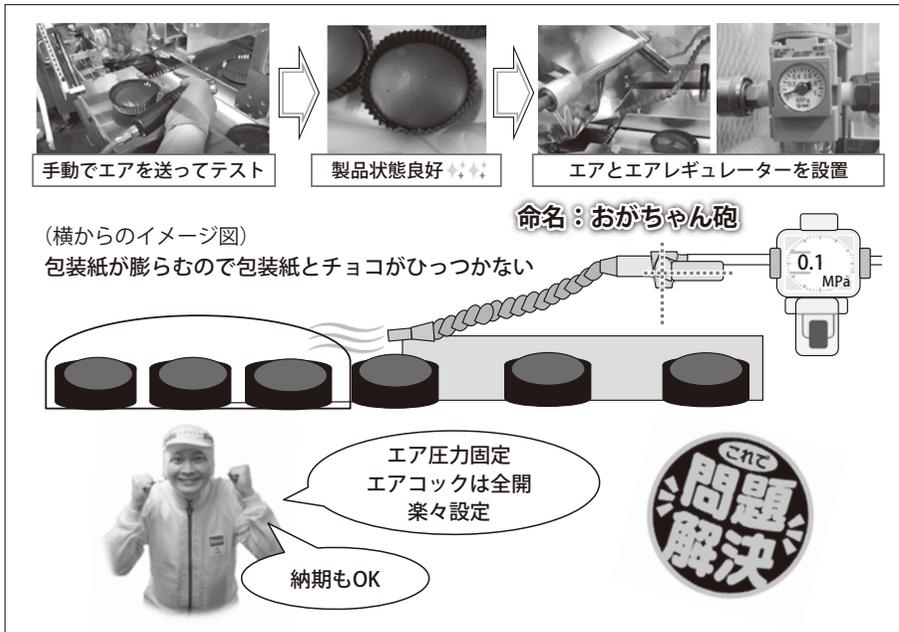
■包装紙へのチョコひつつき防止改善

従来どおりの考え方なら、チョコを乾燥してから包装するのが常識であるが、ラインに新たな冷却装置を設置するスペースがないことから、私たちはチョコ掛け後すぐに包装ことにした。しかし、チョコを乾燥させずに包装できるかが最大の懸念事項となり、包装テストをした結果、想定していたとおり、チョコと包装紙がひつつき、品質基準をクリアできなかった(図表—15)。対策として、包装機入口からエアを送り込むことにより、エアで包装紙が膨らみ、製品と包装紙が接触しないのではと考え、手動でエアを送りながらテストした結果、包装紙とチョコのひつつきもなく良好な状態であったため、エアとエアレギュレーターの設置を行った。この装置は、発案者の私、小笠原のニックネームをとり、おがちゃん砲と命名した。

図表—15 改善事例③：包装紙へのチョコひつつき防止



エア量の設定については、誰が担当しても同一条件で行えるよう、エア圧力を固定し、エア流量を決めるコックは全開設定とすることで、設定に個人差が出ないように工夫した(図表—16)。



図表—16
改善事例③：
包装紙へのチョコ
ひっつき防止

図表—17 ラインテスト問題点と解決策

どらチョコパンケーキラインテスト時の問題点一覧表			
番号	No.	ラインテスト時の問題点	対策
01	1	ドーナツプレスでは製品状態にチョコが残りやすい	製品とプレスローラーを清掃
02	2	ドーナツプレス内側、ロール内のチョコが固まりやすくなる	製品とプレスローラーを清掃
03	3	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
04	4	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
05	5	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
06	6	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
07	7	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
08	8	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
09	9	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
10	10	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
11	11	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
12	12	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
13	13	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
14	14	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
15	15	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
16	16	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
17	17	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
18	18	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
19	19	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
20	20	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
21	21	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
22	22	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
23	23	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
24	24	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
25	25	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
26	26	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整
27	27	チョコの厚さが均一でなくばらつきが大きい	厚さ調整ノブを調整し、厚さ調整ノブを調整

問題点の抽出、解決とトライ＆エラーを繰り返して29項目の問題点を解決しチョコ掛け完全インライン化を達成

を阻害する要素、29項目の問題を解決し、チョコ掛けラインを完成させた(図表—17)。

図表—18が完成した銀チョコパンケーキ生産ライン概要図である。

投資金額は、約52万円と知恵とお金の融和とで低コストで仕上げる事ができた。

コンベヤ3本でつないだ、凄く単純な構造のラインであるが、メンバーで意見を出し合い、今までの先入観、常識、思い込みを打破した結果、インライン化を達成させ、品質の確保、納期の厳守、そして3名の省人化ができ、コストダウンに成功した。

発売にあたり、製品名を、どらチョコパンケーキ改め、銀チョコパンケーキとし、営業部が売込み戦略を練り、当社定番製品である銀チョコロールの姉妹品として販売することになり、販売エリアも関西まで販路を拡大することができた。

製品特長は、たっぷりチョコでコーティン

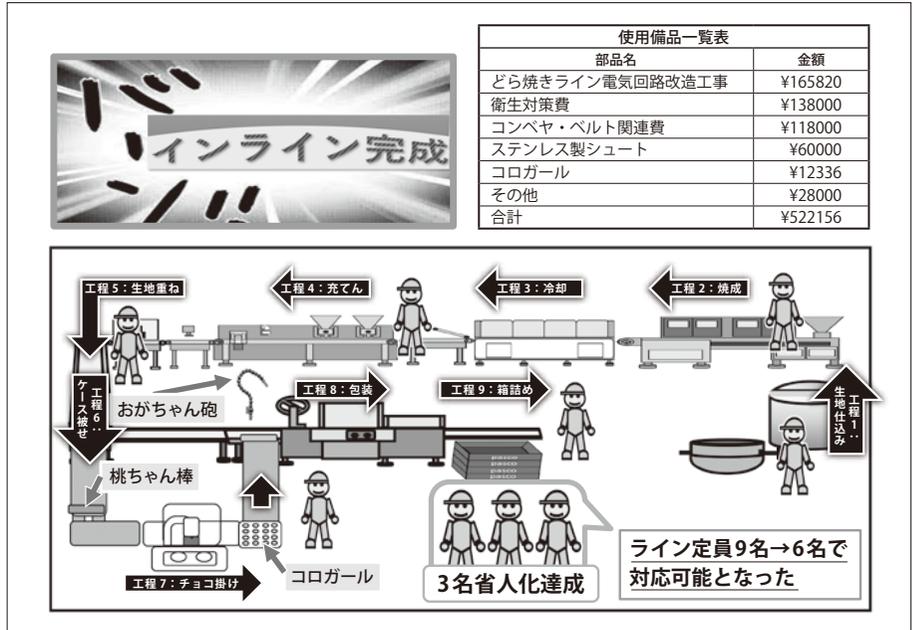
13 活動成果

これらの改善により、製品発売の納期に間に合わせることができた。

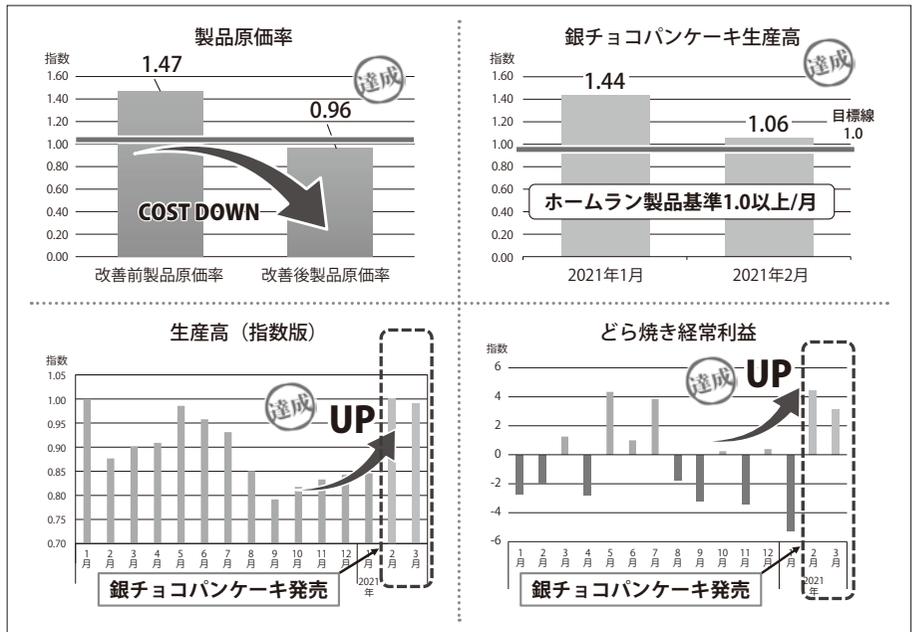
私たちは、日々起こるさまざまなトラブルをトライ＆エラーを繰り返しながら解決していった。

問題が起こる原因を取り除くことで、QCD

図表—18
銀チョコパンケーキ
生産ライン完成



図表—19 成果指標



グし、なんと、製品重量中約1/3がチョコで、パンに掛かったチョコはもちろん、パンケーキの縁に溜まっている分厚いチョコの食感も楽しい、私みたいなチョコ好きにはたまらない製品となった。

活動成果として、3名の省人化により改善前製品原価率1.47(指数)に対し2月実績、0.96

(指数)と0.51(指数)低減でき、生産高も初月1.44(指数)、2か月目1.06(指数)と2か月連続でホームラン製品となった。その結果、どら焼きラインの生産高も上昇し、経常利益も4.4(指数)と黒字に転じることができ、すべての活動目標が達成できた。

図表—20 活動目標値確認・活動を終えて

活動目標値確認			
項目	BM (2020.8)	目標値	実績 (2021.2)
ライン定員	9名	6名	6名
製品原価率	1.41	1.0以下	0.93
銀チョコパンケーキ生産高	0.5/月 (新製品実績)	1.0/月以上	1.44/月
経常利益	▲3.2/月	1.0/月以上	4.4/月



活動を終えて



安定した生産高確保のためには
ウィットな発想で、今までの市場
にない新しい製品をつくりたい。
その思いで開発に取り組んでい
きます。(小笠原 談)

14 まとめ

活動を終え振り返ると、忙しいながらも、充実していた毎日であった。部署の違う者同士が集まり、一つの目標に向かって、改善を積み重ねていくことは、新しい気づきの連続であった。

今回の活動では、チームワークが発揮されたことで、4項目すべての目標が達成できた。そして、無形の効果として「創造力、発想力、問題解決能力、やればできる」が身に付いた(図表—20)。

薬品に替わる信号処理技術でISO14001に貢献を続ける

世界の水処理装置 スケールウォッチャー

業界に先駆けて周波数変調電磁場水処理装置を販売して25年
信頼と実績のスケールウォッチャーが新シリーズをご紹介します

Scalewatcher®

配管口径：25～3000mm



薬品を使わず、市水・井水・河川水・海水などの
冷却水系のスケール除去と付着防止。
メンテナンス費用の削減と設備の延命を可能にします。

カタログ・資料ございますので、
お気軽にお電話ください。

ドレン水ろ過リサイクル装置



人と地球の未来を考え……

Be-TEP INC
……創造を提案する。

有限会社 ビー・テップ

本社 〒373-0036 群馬県太田市由良町956-3
TEL.0276-30-4313 FAX.0276-30-4314
URL <http://www.be-tep.jp>
E-mail info@be-tep.jp

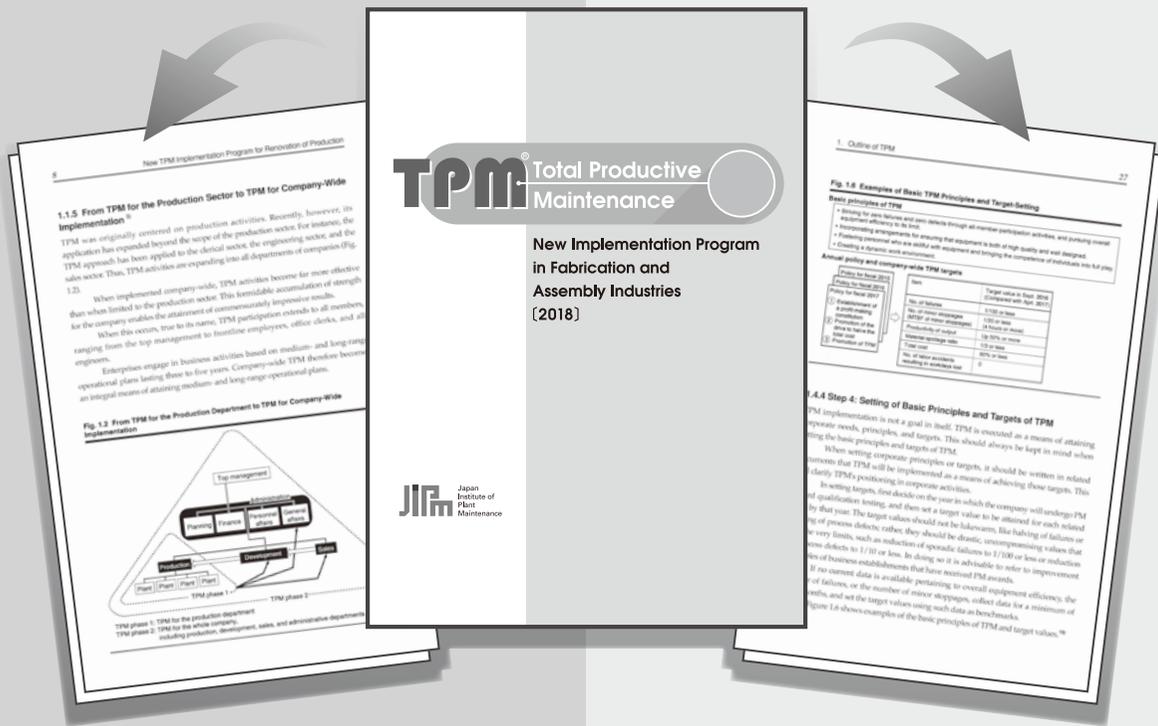
〈資料請求番号-301〉

生産革新のための

新 TPM 展開プログラム

加工組立編
〈2018〉
英語版

TPM[®] New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries [2018]



本書では、加工組立工業を対象に、すでに実施されているTPM実態に合わせた展開手順を、わかりやすく解説しています。すなわち、加工組立の生産効率を阻害するものとして16大ロスをあげ、個別改善では“刃具ロス”を含めた7大ロスの改善プログラムを、最新の事例とともに解説。また、自主保全、品質保全、計画保全などTPM展開の8本柱についても、加工組立のTPMに合う内容となっています。

● 価格：会 員：¥10,000 (税込) / 一 般：¥12,000 (税込) ● ソフトカバー 600ページ

発行

公益社団法人 日本プラントメンテナンス協会
Japan Institute of Plant Maintenance

<http://www.jipm.or.jp/>

油の温度監視による 油圧シリンダーの状態監視

トヨタ自動車東日本株式会社 岩手工場 工務部 第2設備課 ボデー設備係 石田 誠

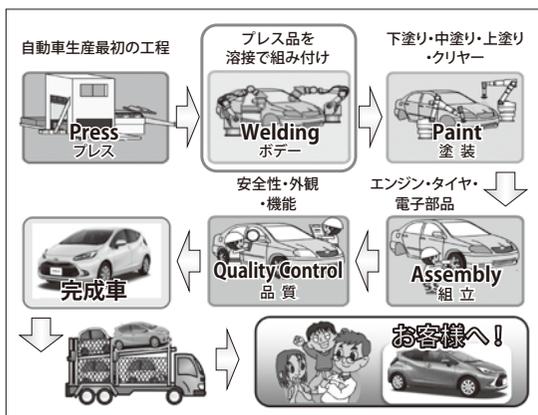
1 会社案内

当社は、トヨタのコンパクトカーの開発～生産までを担当する完成車メーカーで、東北から世界へ魅力ある“コンパクトモビリティ”を『もっと早くお客様へ』をモットーにクルマづくりに取り組んでいる。

図表—1 トヨタ自動車東日本株式会社の紹介



図表—2 工程の概要



生産拠点は本社宮城大衡工場をはじめ、宮城県、岩手県、静岡県に5工場あり、私たちの勤務する岩手工場はアクア・ヤリス・ヤリスクロス・C-HRを生産している(図表—1)。

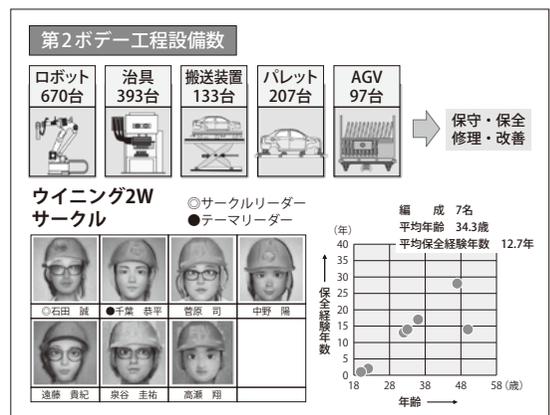
2 工程概要

岩手工場第2ラインの工程概要だが、プレス工程で、鋼板の成形、ボデー工程で溶接、組付けを行い、塗装工程、組立工程を経て、最終検査工程で全車両隅々まで品質検査を行い、お客様一人一人の元へと届けられており、私たちはボデー工程を担当している(図表—2)。

3 職場の紹介

私たちウイニング2Wサークルの紹介だが、組織として2組で交代勤務を行い、片直7名

図表—3 職場の紹介



で、ボデー工程生産設備の保守・保全を行っている。今年から私がサークルリーダーに就任、近年はベテランや技能保有者が、海外工場への支援もあり、新人の育成が急務であることから、サークルメンバーを引っ張っていくため、リーダーシップを発揮できるよう今回活動を進めてきた(図表—3)。

4 あるべき保全の姿①

自分たちの使命である、あるべき保全の姿について説明すると、課の方針である『設備故障ゼロに向けての活動』として、“真の定量保全周期の見極め”と“保全データの全社一元化”の2つの柱がある。

設備がその機能を維持できる限界を見極め、過去の経験、知見から決めた動作回数、時間などで『保全』を行い、設備のあるべき姿を、維持(初期状態へ近づける)させることである(図表—4)。

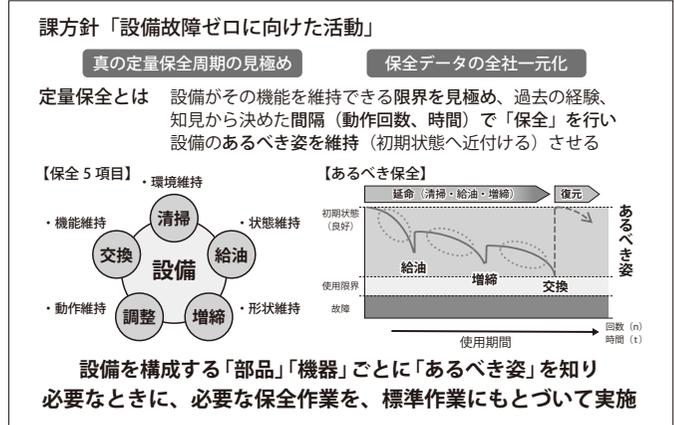
5 あるべき保全の姿②

あるべき保全として、決められた周期で保全を実施し、設備が良好な状態を維持・延命を行い、機能を維持できる限界で部品を交換し、機能を復元することが理想であるが、部品の使用限度を捉えきれず、故障を発生させてしまい、保全のあるべき姿とのギャップが発生してしまっているのが現状である(図表—5)。

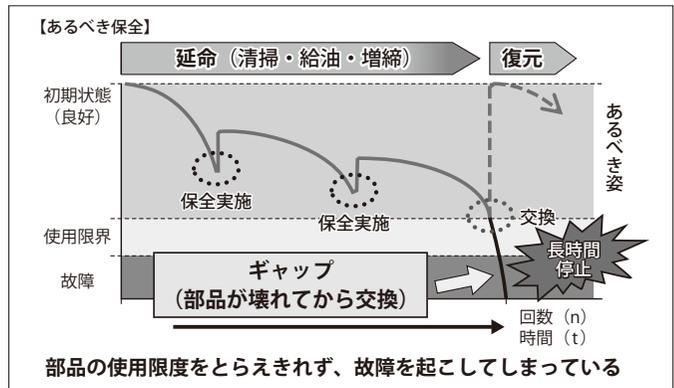
6 取り上げた理由

今回のテーマを取り上げた理由だが、課の方針から、過去の長時間停止の、閉じ切り状況についてサークルメンバーで会合を行い、さら

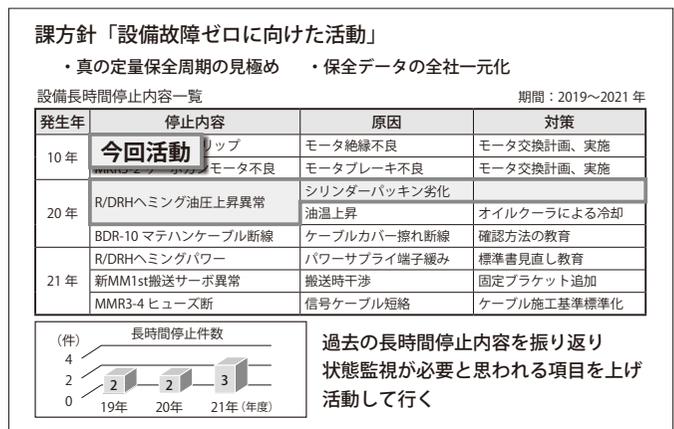
図表—4 あるべき保全の姿①



図表—5 あるべき保全の姿②

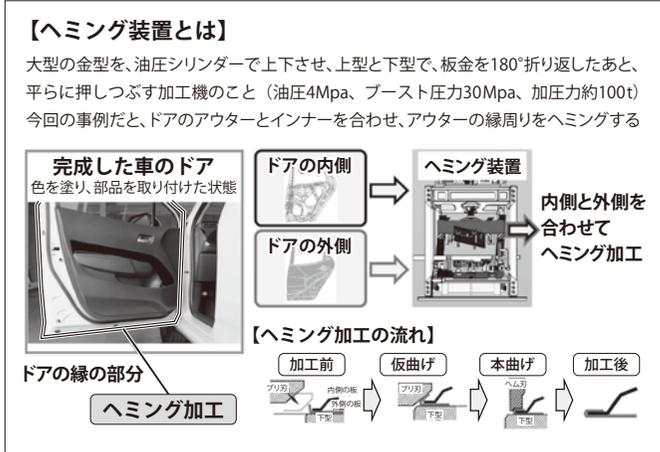


図表—6 取り上げた理由

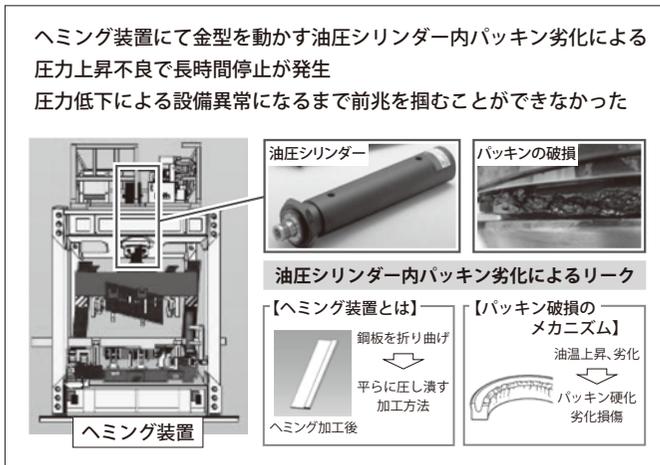


なる対策が必要と思われる項目について、話し合った結果、へミング油圧上昇異常について活動を行うこととなった(図表—6)。

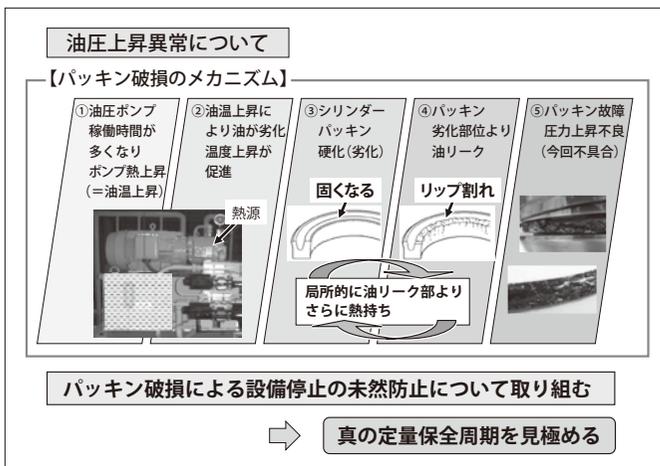
図表—7 ヘミング装置について



図表—8 油圧上昇異常について



図表—9 パッキン破損のメカニズム



7 ヘミング装置について

ヘミング装置の概略を説明すると、大型の金型を油圧シリンダーで上下させ、上型と下型で、板金を180度折り返した後、平らに押しつぶす加工機のこと、今回故障した設備は、ドアをヘミングする装置である（油圧圧力：4Mpa、ブースト圧力：30Mpa、加圧力約100t）（図表—7）。

8 油圧上昇異常について

ヘミング油圧上昇異常とは、ヘミング装置にて油圧シリンダーの圧力が上がりきらない現象で、原因は、油圧シリンダー内のパッキン破損によって、リークとなり、圧力低下による設備異常で停止し、この前兆をつかむことができなかった（図表—8）。

9 パッキン破損のメカニズム

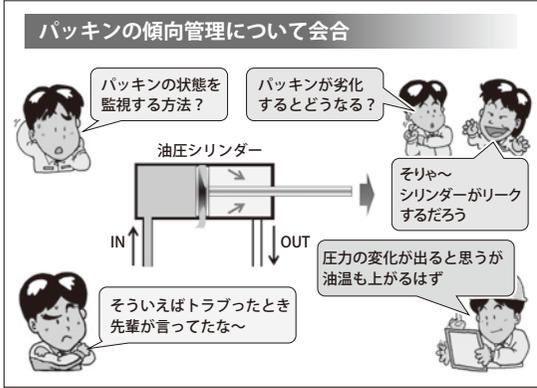
油圧ポンプの稼働時間が多くなり、ポンプ熱、油温の上昇により油が劣化、さらに温度上昇を促進、その状態で使用を続けることによって、シリンダーパッキンの硬化、パッキン摩耗によりさらなる油温の上昇となり、最終的にパッキン破損により、圧力上昇不良となった（図表—9）。

10 攻めどころの明確化①

真の定量保全周期の見極めにつなげるため、パッキン破損による設備停止の未然防止について取り組んでいくことになり、会合を行った。

油圧シリンダーのパッキン破損については、状態をどう監視していくかについて話し合ったところ、『圧力が上

図表—10 攻めどころの明確化①



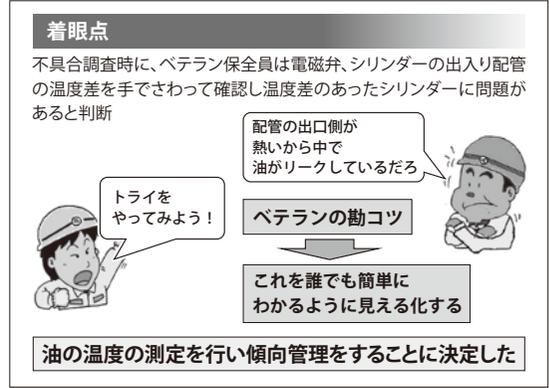
がるのに時間がかかる』、『油がリークすれば温度が上がる』などの意見が出た(図表—10)。

11 攻めどころの明確化②

その中で、不具合調査時に、ベテラン保全員は電磁弁、シリンダーの出入り配管の温度を手で触って確認し、温度差のあったシリンダーに問題があると判断していた。

このベテランの勘コツを誰でも簡単にわかるように見える化するため、油の温度測定を行い、傾向管理を行うことに決定した(図表—11)。

図表—11 攻めどころの明確化②



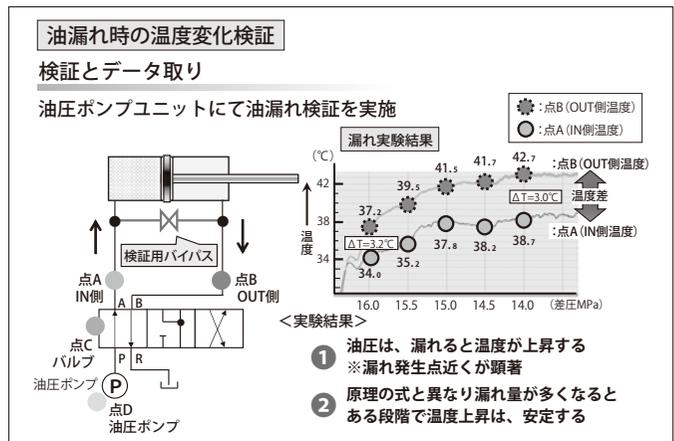
図表—12 目標と活動計画

何を(特性)	いつまでに	どのようにする(目標)
油の温度測定作業を	7/31までに	運用化にする

計画：……… 実績：→

計画(活動ステップ)	役割分担	7月			
		1W	2W	3W	4W
1. 油漏れ時の温度変化検証	—				
1) トライ機の作成	石田、司、中野	→	→		
2) 温度測定機器準備	恭平、遠藤、高瀬	→	→		
3) 測定位置の選定	石田、中野、泉谷	→	→		
2. 検証、データ取り	司、遠藤、泉谷			→	→
3. 油温度測定作業方法決め	石田、恭平、司			→	→
4. 結果まとめ	全員				→

図表—13 現状調査①



12 目標と活動計画

目標を『油の温度測定作業を』、『7月31日までに』、『運用化する』ということで、活動項目、役割分担、日程を決めて活動を進めた(図表—12)。

13 現状調査①

油漏れ時の温度変化について、油圧ポンプユニットにて油漏れと温度変化について確認を行った。

油圧シリンダーに検証用のバイパスを取り付

け、リークの現象を発生させ、IN側とOUT側で温度測定を行った結果、油圧は漏れると、温度が上昇することが確認できた(図表—13)。

14 現状調査②

参考として、油圧機器の内部漏れと温度変化の関係は、計算上(図表—14)のようになって

図表—14 現状調査②(油漏れ時の温度変化検証)

参考：油圧機器の内部漏れと温度変化 (エネルギー保存の法則)

ポンプ、各制御弁などの内部漏れが増大すると、漏れ量とそのときの圧力による損失動力が熱に変換され、機器自体の発熱とともに油温上昇の原因となる。発熱量 H は、漏れ量 q (ℓ/min)、圧力を P (Mpa) とすると

$$H = \frac{qP}{60} \times 860 \text{ (Kcal)}$$

として求められる。この熱量が温度上昇となる

〈今回の事例〉

図表—15 現状調査③(油漏れ時の温度変化検証)

温度測定位置の決定

〈測定箇所〉

油圧ユニット 油圧シリンダー

① ポンプ ② シリンダー IN側

③ シリンダー OUT側

検証結果をもとに3カ所の温度を測定することに決めた

図表—16 対策①と問題点(温度測定作業の実施)

油温測定 (1週間の測定結果)

ヘミング油温測定結果

1回/4時間と定め測定を行ったがトラブル対応等で測定できないときがあった

まとめ

人による作業で、他業務とのラップ等で測定できなかったり、作業工数の増加となってしまうため、状態監視について取り組むことに決めた

工数の増加

ヘミング油温測定 292 追加

月	5月	6月	7月	8月
工数	160	142	179	292

測定工数も増えてしまった

おり、油圧シリンダーの内部漏れが起こった時に圧力エネルギーが熱エネルギーに変換され、温度が上がるのがわかった。

15 現状調査③

測定箇所は、現状調査①の結果より、ポンプとシリンダー IN 側、OUT 側の3カ所を測定することに決定した(図表—15)。

16 対策①と問題点

トライ結果をもとに、ヘミングの油温度測定作業を保全項目へ追加して、運用を開始した。

しかし問題が浮上、人による測定作業は、他業務とのラップ等があり未測定となってしまうことや、作業工数も増加となってしまうため、次の手として、状態監視について取り組むことに決定した(図表—16)。

17 対策②-1

状態監視の手段としては、『地絡検知』、『コンデンサー劣化診断』、『ノイズ検知』などで、今まで培った状態監視基板の知識を生かし電子回路設計、プログラム製作を行い油温度監視基

図表—17 対策②-1

油温度監視基板の作成

今までに製作した『地絡検知』、『コンデンサー劣化診断』、『ノイズ検知』などでつちかった状態監視基板の知見、知識を生かして油温度監視基板を作成 → 若手メンバーへ技能伝承

1) 回路図検討

2) 電子回路図、レイアウト検討

3) PICプログラム作成 (C言語)

4) トライ品作成

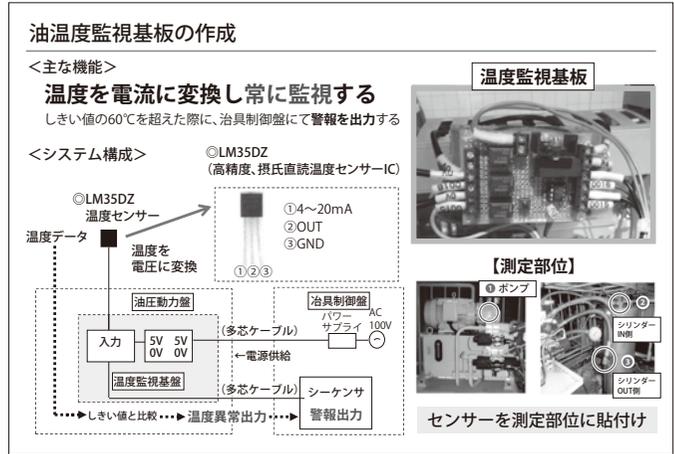
板を作成した。

また、若手メンバーへ監視基板の技能伝承も目的とした(図表—17)。

18 対策②-2

主な機能として、温度を電流に変換し常に監視することとして、閾値の60℃を超えた際に、治具制御盤から、警報を出力する仕様とした(図表—18)。作成した基板で、温度を常時監視することとした。

図表—18 対策②-2

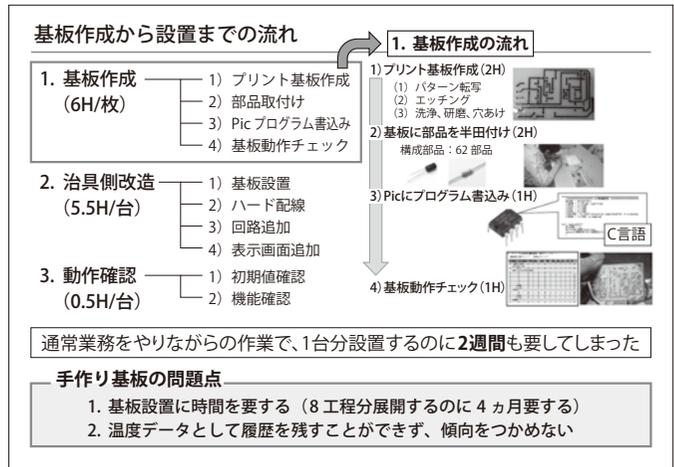


19 対策②-3

基板作成から設置までの流れは図表—19のようになっており、積層プリント基板をエッチング⇒穴あけ⇒部品取付けまでで4時間、動作チェックを含めると1台分完成させるのに6時間かかり、通常業務と並行して行くと、約2週間かかる。

この基板の問題点は、製作に時間を要することと現在値が見れないことである。

図表—19 対策②-3



20 対策の再検討①

再度会合を開きメンバーと話し合った結果、市販品のロギングユニット、センサー、無線機を使い簡単にシステムができる等の意見が上がったので、導入費用を確認すると1台当たり50万円と高額なため、断念せざるを得なかった(図表—20)。

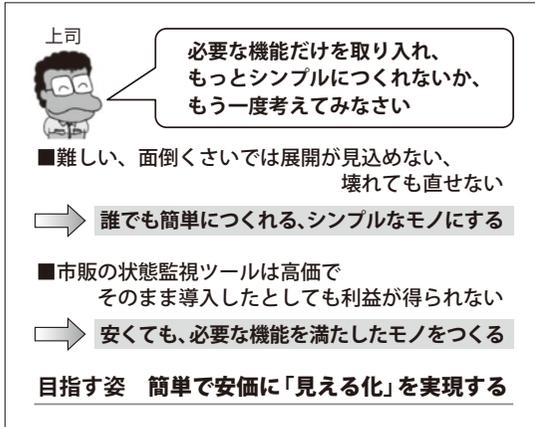
図表—20 対策の再検討①



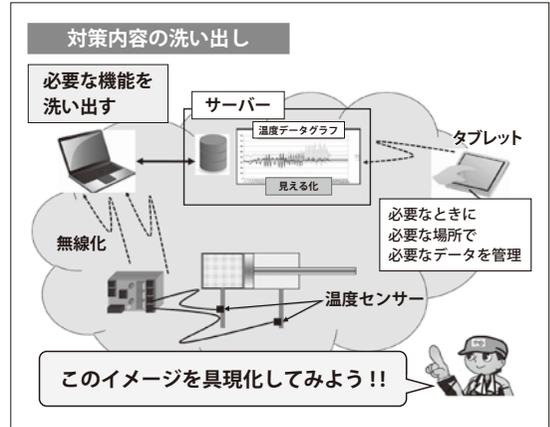
21 対策の再検討②

上司より必要な機能だけのシンプルなモノをつくれなかとアドバイスされた。

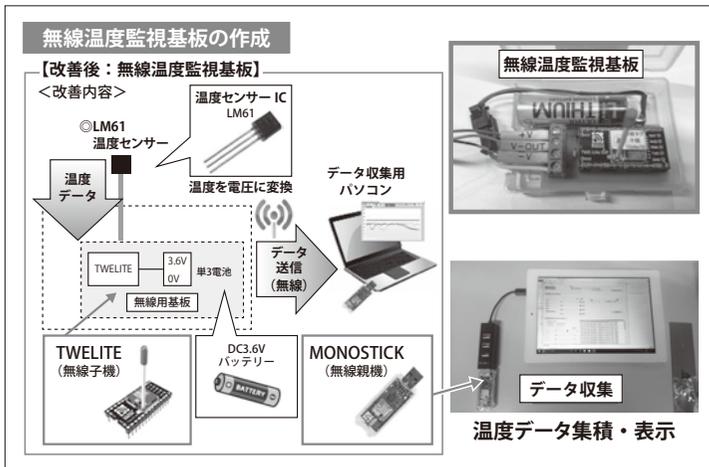
図表—21 対策の再検討②



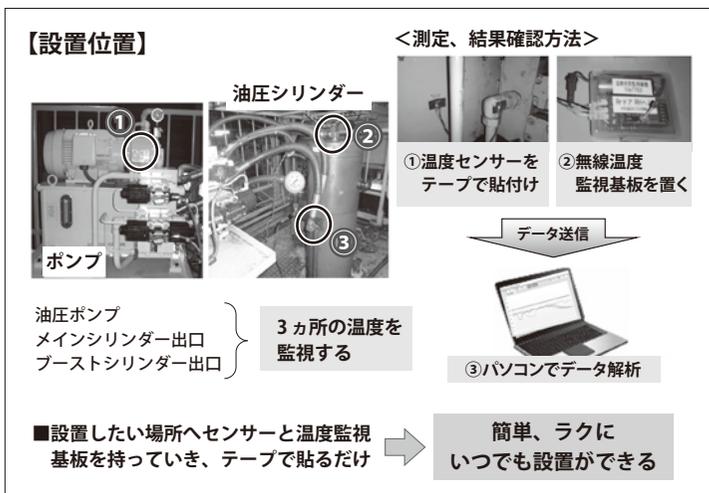
図表—22 対策の再検討③



図表—23 再対策の実施①



図表—24 再対策の実施②(無線温度監視基板の作成)



そこで温度を電流に変える機能だけを入れ、誰でも簡単にできる、シンプルなモノ、さらにデータの見える化を目指し活動した(図表—21)。

22 対策の再検討③

必要な機能をイメージ(図表—22)して、必要部品の洗い出しを行った。

モノの流れとして、温度センサーICの温度データを、監視パソコンへ無線で送信して、サーバーでデータ蓄積、そのデータを見える化することとして、このイメージを具現化させた。

23 再対策の実施①

初めに作成した、温度監視基板を見直し、制御盤側の改造等を不要にして、無線ユニットとバッテリーによる、『無線温度監視基板』を作成した(図表—23)。

24 再対策の実施②

無線温度監視基板の使い方としては、温度センサー IC を測定したい装置にテープで固定、基板も結束バンドで固定するだけで、いつでもすぐパソコンで温度が見られるようになった(図表—24)。

主な機能として、下記の3項目となる。

1. 温度測定データを無線でパソコンへ送信
2. パソコンでデータを集積し傾向管理
3. 常に状態監視、閾値を超えたら警報を出す

25 再対策の実施③

管理方法として、パソコンで情報処理を行い、既存の集中管理盤にイーサネットを使いデータを送り、閾値を超えたら警報を表示させ、誰でも気付けるようにした(図表—25)。

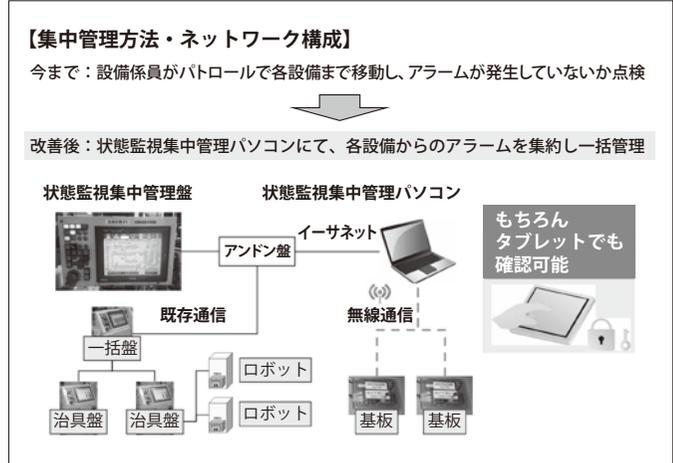
26 効果の確認①

効果としては、油圧シリンダーのパッキン劣化(リーク)による停止の未然防止、さらにパッキンの定量交換周期をつかむことができる(図表—26)。

27 効果の確認②

効果の②として電子基板、制御プログラム作成をなくすことができ、誰でも早く簡単に作成できるようになり、ニーズに合わせた量産が可能になった(図表—27)。

図表—25 再対策の実施③(無線温度監視基板の作成)



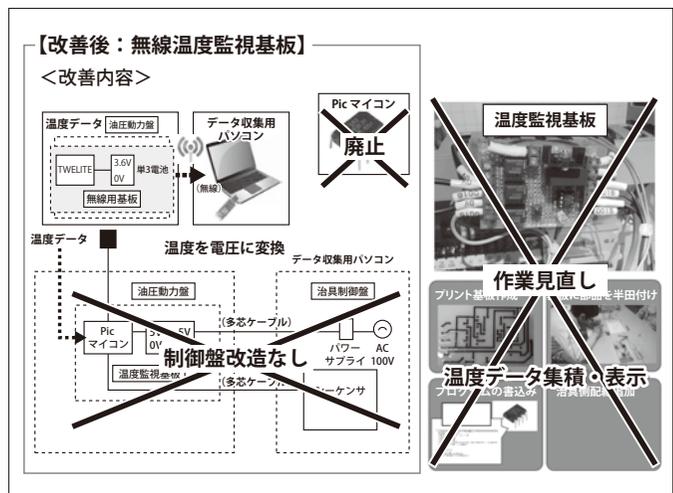
図表—26 効果の確認①

油圧シリンダーのパッキン劣化によるリークによる停止の未然防止
 油のリークによる温度変化を監視することにより、故障の未然防止と、保全時期の特定ができるようになった

発生年	停止内容	原因	対策
19年	UKR2-10N 200V トリップ	モータ絶縁不良	モータ交換計画、実施
	MKR3-2 サーボガンモータ不良	モータブレーキ不良	モータ交換計画、実施
20年	R/DRH ヘミング油圧上昇異常	シリンダーパッキン劣化	油温度の監視
	BDR-10 マテハンケーブル断線	ケーブルカバー擦れ断線	オイルクーラによる冷却 確認方法の教育
21年	R/DRH ヘミングパワー	パワーサプライ端子緩み	標準書見直し教育
	新 MM1st 搬送サーボ異常	搬送時干涉	固定ブラケット追加
	MMR3-4 ヒューズ断	信号ケーブル短絡	ケーブル施工基準標準化

油圧シリンダーの温度変化の傾向を見きわめ
シリンダー内パッキン交換周期をつかむ

図表—27 効果の確認②(無線温度監視基板の作成)



図表—28 効果の確認③

② 安い 部品費 親機：3460円 子機：2550円		
＜工数、部品費＞		
 <p>市販) 無線温度測定システム</p> <p>システム全体 約500000円</p>	ねらい 簡単で安価に「見える化」を実現する	
	工数 作業工数 30分 1517円 総工数 15分 758円	
	部品費 2550円 (1台のみ無線親機+3460円)	
	総費用 4825円/台 (全体：42060円/8台)	

図表—29 効果の確認④

＜無線を使つての状態監視をすることの利点＞

① 簡単
 ・配線が無く測定したい設備に基板を持って行き置くだけで使える
 ・専用ソフトを使わず、簡単に表示の変更が可能

➡ 壊れたら自分たちで直せる、自分たちで考えより良くすることができる

② 安い 親機：3460円 子機：2550円

➡ 多くの設備に早く展開することができる

簡単で安価に「見える化」を達成！

自分たちで考えよくがんばったね！
 これはいろんなところに横展できるんじゃないかな

図表—30 横並び展開①

全工程設備課ミーティングでの展開

＜設備課ミーティング＞
 日時：毎週月曜日 14:00～15:00
 場所：ボデー設備コミュニケーションルーム
 参加者：課長、課付メンバー、各工長（不在時組長）

議題
 1) 今週の活動計画
 2) 年休、出張、フレックス確認
 3) イベントの展開、確認
 4) 安全推進員より展開事項
 5) PM 関連展開事項
 6) 各ショップからの展開事項
 7) その他

ボデー設備係から改善事例の展開あり

天井クレーンブレイキの温度測定に展開
 無線温度監視の展開
 プレス設備 ボデー設備

同様にクレーンに展開
 化成設備

メンバーから「いいねが」出ました

【天井クレーン巻上げブレイキ温度測定作業】
 ・測定周期：毎週月曜日 1回/週
 ・作業工数：2名 10分
 ・安全リスク：高所作業

保全員の高所作業を廃止したいため、横展を実施する

図表—31 横並び展開②

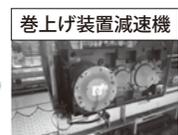
プレス工程 天井クレーン巻上げブレイキ温度測定への横展

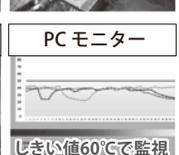
過去のブレイキ焼付きのトラブルからブレイキの温度測定を実施していた天井クレーンに対し無線温度監視基板の横展を実施

〔天井クレーン 30t〕

設置位置 フロアから10m <横展によって> 転落・墜落 リスク12 作業工数 80分/月	転落・墜落 リスク0 作業工数 10分/月
---	--------------------------------

他工程にも展開を図ることができ、活動の成果として広げることがつながった



じきい値60℃で監視

28 効果の確認③

効果③として、安価ということ、市販品では50万円の見込みとなるが、今回、工数・部品費を入れて、1台5千円以下で作成でき、対象の8台すべての展開で、4万2千円で作成することができた(図表—28)。

29 効果の確認④

簡単につくれることで、壊れたら自分たちで直せる。自分たちで考え、より良くすることができ、安くつくことで、多くの設備に早く展開することができた。また、簡単で安価に『見える化』を達成することができ、上司からも対策に対し、評価していただき横並び展開も実施した(図表—29)。

30 横並び展開①

横並び展開として、全工程設備課のミーティングにおいて、今回の改善内容の展開を行ったところ『保全員の高所作業を廃止したい』とプレス工程のメンバーから声上がり、改善展開に結び付けることができた(図表—30)。

31 横並び展開②

横並び事例の1つとなるが、プレス工程の、天井クレーン巻上げブレーキ温度測定作業への展開について説明する。

過去のブレーキ焼き付き不良トラブルから、ブレーキ温度測定を行ってきたが、設置位置がフロアーから10m以上と高所作業となっていた。こちらに無線温度監視基板を展開することにより、高所作業でのリスク低減と、測定工数の低減を図ることができた(図表—31)。

図表—32 歯止め・まとめ

歯止め 歯止めとして、維持管理を標準化の観点から項目を洗い出し5W1Hで担当と期限、方法を決定した

いつ	どこで	だれが	なにを	どのように	なぜ
1回/1年	各工程	定量保全担当者が	温度センサー測定部位	測定と公正	温度センサーの確からしさの確認
1回/1日	待機所	組長指名者	温度測定結果	目視確認	油圧シリンダーパッキン交換周期適定のため

油圧シリンダーの温度変化の傾向をつかみ、シリンダー内パッキン交換周期の見きわめ中

まとめ

温度監視基板
(常時監視)

手動測定

無線温度監視
(状態監視)

常時監視
(設備状態を自動で常に管理)
手動による傾向管理 (決めたことを着実に実施)

ステップアップ

状態監視
(設備情報を自動で収集)

設備の兆候を押さえ
故障の直前に保全

真の保全周期選定の
部品・機器ごとの

保全のあるべき姿に近づくことができた！

32 歯止め・まとめ

歯止めとして、温度センサーの確からしさの確認などの作業項目を追加、油圧シリンダーの温度変化の傾向をつかみ、シリンダー内パッキン交換周期の見極めを行った。

今回の活動で、手動測定から基板作成により、設備状態の常時監視、さらなる改善として無線温度監視基板の作成において、設備情報を自動収集、傾向管理とステップアップを行い、設備の兆候を押さえ、故障直前に保全を行うという、保全のあるべき姿に近づくことができた(図表—32)。

現場の保全マンが潤滑管理を推進するための初歩的な手引き書、潤滑管理に携わる方々の入門書として

●著者:RMF ジャパン(株) 久藤 樹 ●2018年10月発刊 ●B5判 128ページ ●定価:¥2,750(税込)

基礎から学ぶ
潤滑管理

●編集の趣旨

本書は、「月刊潤滑経済」(潤滑通信社刊)の連載「基礎から学ぶ潤滑管理」を再編集し、単行本化したもので、現場の保全マンが潤滑管理を推進するために役立つ実践的な内容となっています。

本書の構成は、おおまかに三つのセクションから成り、セクションⅠでは、潤滑管理の目的について、セクションⅡでは、潤滑剤(潤滑油とグリース)とその選定の考え方について(具体例として、歯車・油圧・工作機械の適油選定方法について解説)、セクションⅢでは、設備管理に占める潤滑管理の位置づけと潤滑管理の推進方法についてそれぞれ解説しています。

現場の保全マンが潤滑管理を推進するための初歩的な手引き書として活用することを趣旨としていますが、保全部門(計画保全)のほか、製造部門(自主保全)・スタッフ部門の技術者にも入門書としてもご活用いただけます。潤滑管理に携わる方々の入門書としてご利用ください。



目次や詳細、お買い求めは下記QRコード(またはURL)より



www.juntsu.co.jp/books/junkatsukanri.php

株式会社 潤滑通信社

〒101-0032 東京都千代田区岩本町 3-3-3 秋葉原サザンビル
TEL 03-3865-8971(代) FAX 03-3865-8970 URL: <https://www.juntsu.co.jp/>

(資料請求番号-302)

やる気・やる腕・やる場を磨き みんなで目指す TPM NO.1 !!

日産自動車株式会社 いわき工場 菜花恭平

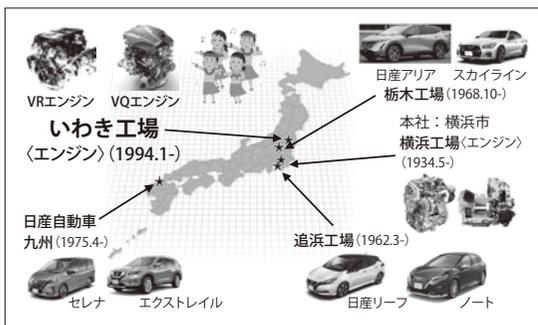
1 会社紹介

日産自動車には、本社横浜を起点に車両工場として、栃木工場・追浜工場・日産自動車九州工場、エンジン工場として、横浜工場・いわき工場がある(図表—1、2)。

2 職場紹介

私たちの職場は、VQ エンジンのシリンダー

図表—1 日産自動車概要(国内拠点)



図表—2 日産自動車いわき工場概要

1994年1月17日	VQ エンジン正規生産開始
2008年1月	14年連続「Ward's社 10 ベストエンジン賞」受賞
2011年3月11日	東日本大震災発生 いわき市震度6弱、5分以上の揺れ
2011年5月17日	約2か月で震災からの全面復旧宣言、2直フル生産開始
2015年12月	生産台数累計700万台達成
2016年2月	VR エンジン生産開始
2018年1月	「Ward's社 10 ベストエンジン賞」受賞 INFINITI Q50・Q60 (VR30)

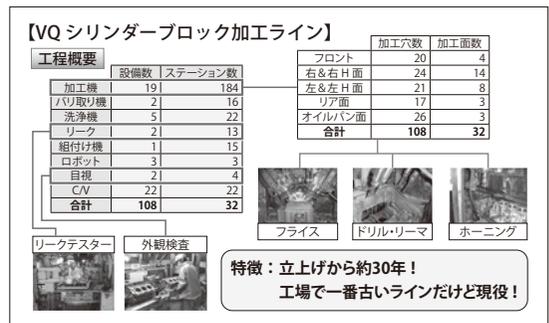
2021年8月現在
従業員数：約900名
敷地面積：201500㎡

ブロック加工を担当しており、鑄造された素材を56台の設備、279のステーションで取付穴と面の加工を行っている。

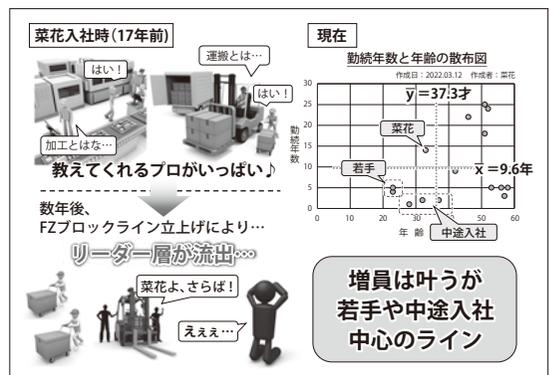
立上げから約30年たっているが、現役のラインとなっている。

私の組は私が入社した17年前はリーダー層が多く、仕事を教えられる人がたくさんいた。現在はというと若手中心のラインに変わってきた(図表—3、4)。

図表—3 自職場紹介①



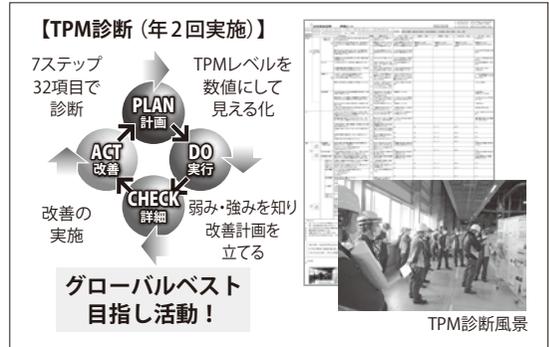
図表—4 自職場紹介②



3 いわき工場のTPM®活動

年2回TPM診断があり、職制が診断者になり、ラインごとにTPMのレベル付けを行い、そこでいただいた宿題を改善し、TPM診断時に報告することによりTPMのレベルアップを図っている(図表—5)。

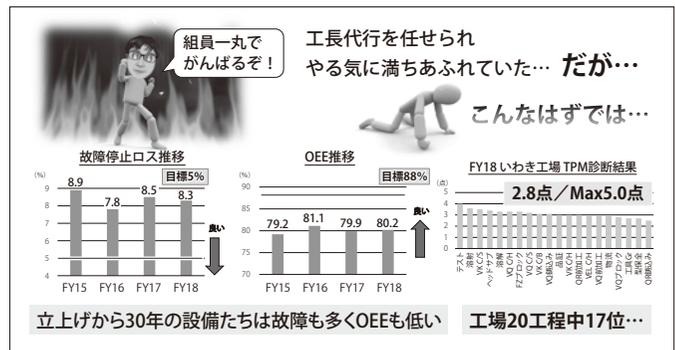
図表—5 いわき工場のTPM活動



4 組のTPMの現状

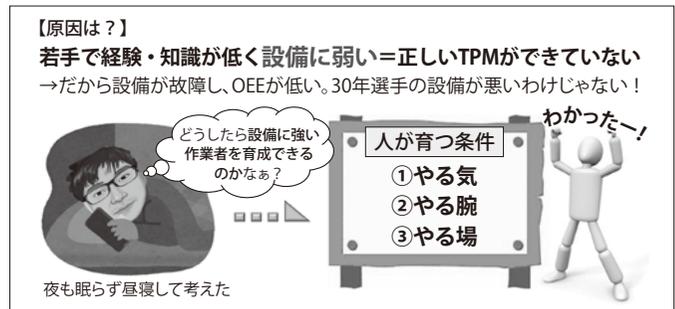
19年度工長代行となり、やる気に満ちあふれていたが、実情を確認すると、故障ロス・OEEとも未達の連続、TPM診断の点数も20工程中17位と散々な結果だった。

図表—6 組のTPMの現状①



OEEを向上させるには設備に強い作業者を育成する必要があることに気づき、どうしたら設備に強い作業者を育成できるのか考えていたところ、人を育てる条件として、やる気・やる腕・やる場が必要なことを知った。さっそく自工程を確認してみることに。

図表—7 組のTPMの現状②



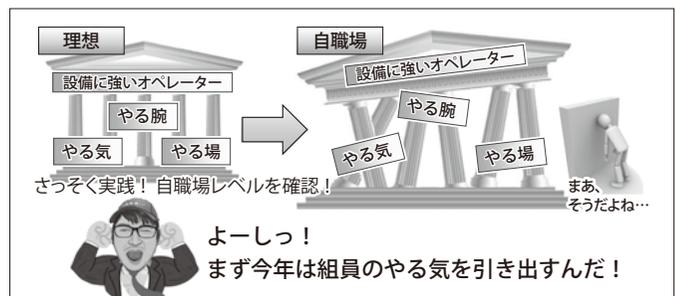
自職場のレベルを確認してみると、どれもガタガタで設備に強いオペレーターとはほど遠い状況だった。

そこで、まずは組員のやる気を引き出すことにチャレンジしてみることにした(図表—6~8)。

5 やる気の現状

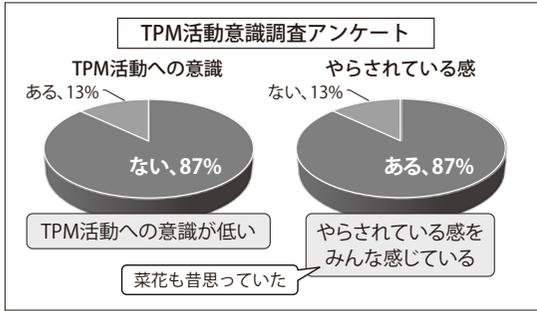
TPMの意識調査を実施したところ、作業者のほとんどがTPMへの意識が低く、やらされている感を感じていた。

図表—8 組のTPMの現状③

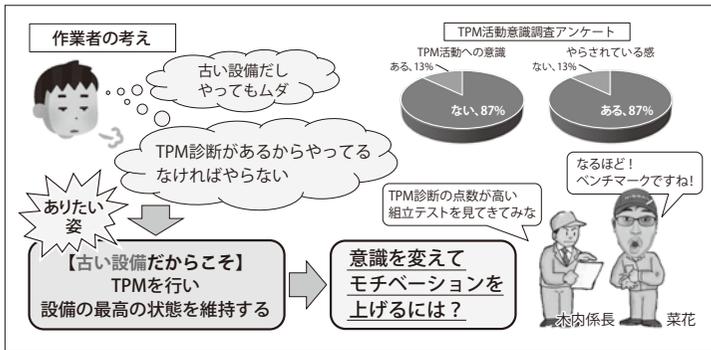


作業者の考えを聞いてみるとTPM診断があるからTPMをやっているという回答、これではいけないと係長に相談してみたところ、TPM診断の点数の高いテストラインにBMにいったらどうだろうということで、さっそくBMに行ってみることにした(図表—

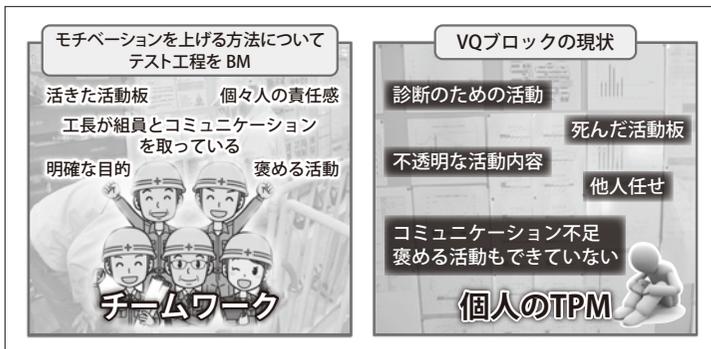
図表—9 【やる気改革編】現状①



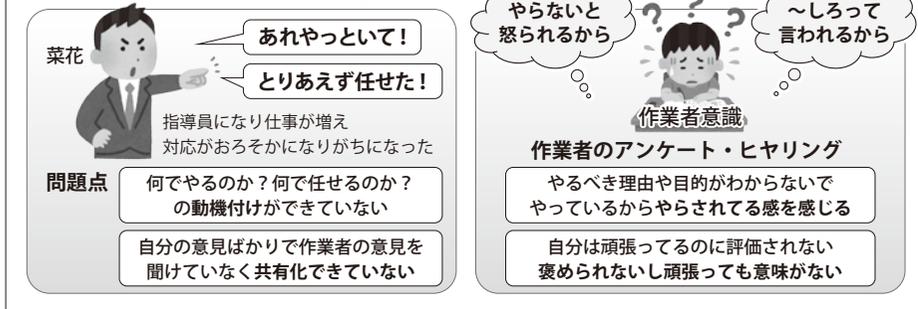
図表—10 【やる気改革編】現状②



図表—11 【やる気改革編】他部署のベンチマーク



組員とのコミュニケーションの現状



図表—12 【やる気改革編】 コミュニケーションの 深掘り

9～10)。

6 他工程 BM

モチベーションを上げる方法についてテスト工程の良いとこどりを実施。活動板が活きた活動板になっていて、担当者が責任感を持って活動していた。

工長も組員とコミュニケーションを取っており、チームワークを感じた。

それに対して自工程の現状は、TPM 診断のための活動板となっており、担当者が決まっていないため、他人任せになっている。工長代行と組員もコミュニケーションを取っておらず 褒める活動もできていない。個人の TPM となっていた (図表—11)。

7 組員との コミュニケーションの現状

指示だけになっており動機付けができておらず、自分の意見だけで作業者の意見が聞けていなかった。

そこから作業者はやらされている感を感じてしまっていることがわかった。

そこで、現状の改善を進めることにした (図表—12)。

8 改善の実施

活きた活動板の作成、組員が同じ目標に向かうことができるように活動板を改善した。ありがたい姿や想いが見える化し、エフ付け・エフ取りの実績も個人別で見える化を行い、競争力を養う仕組みをつくった。

また、なんでもシートを作成し、組員の困りごと・要望などを吸い上げられるようにした。

作成した活動板をもとに毎朝5分間のTPMミーティングを実施。チョコ停の振り返り、エフ付けエフ取りの進捗確認を行い、それをもとに褒める活動を実施した。

作業者の声を聞いてみると、褒められてやる気が出た・意欲が湧いたという声を聴くことができ、あらためて褒めることの大切さに気付いた。

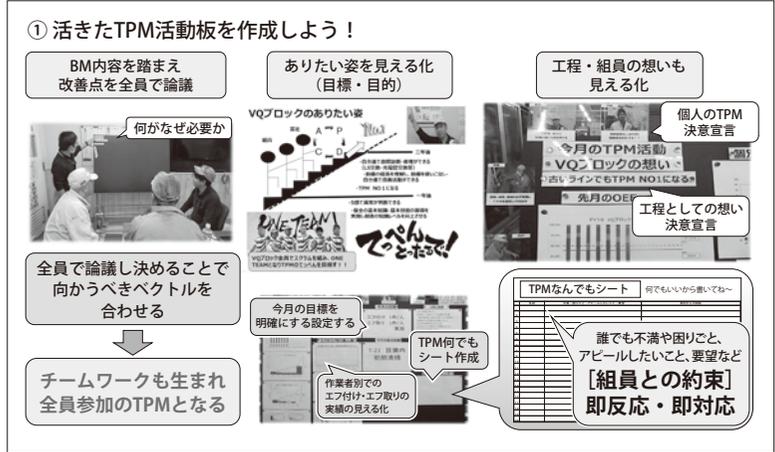
担当者を決め、計画から改善までのPDCAを回させるようにし、作業者も責任を持って活動するようになった。

BM活動についても、今回大切さに気付いたので、いわき工場20工程のBM計画を立てて、全員に他工程を見に行く機会をつくった(図表—13~15)。

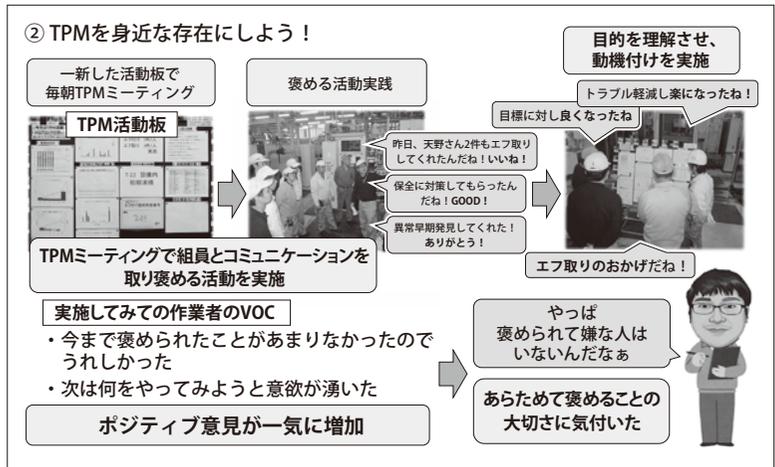
9 やる腕の振り返り

今回、やる気の改善を行ったことによって、他の人に負

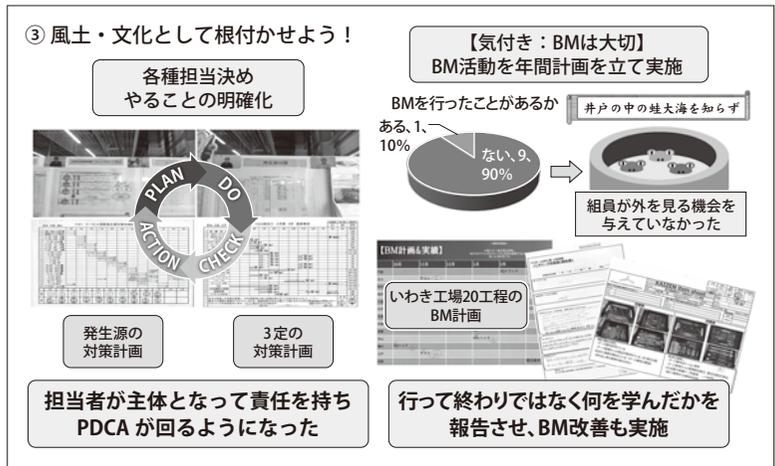
図表—13 【やる気改革編】改善の実施①

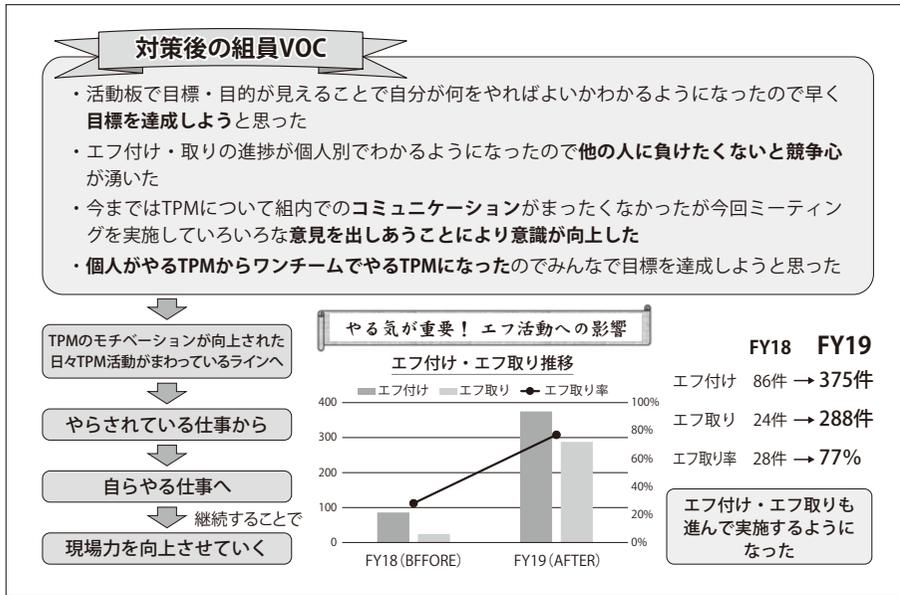


図表—14 【やる気改革編】改善の実施②

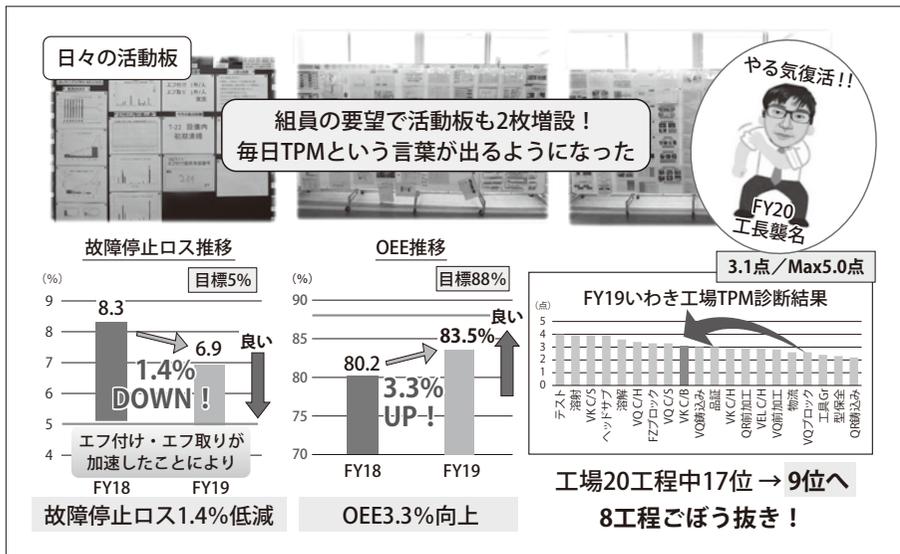


図表—15 【やる気改革編】改善の実施③





図表—16
【やる気改革編】
改善の実施④



図表—17
【やる気改革編】
振り返り

けたくないという競争心が湧いた、個人がやるTPMからワンチームでやるTPMになったという意見が聞こえるようになった。改善により現場力の向上につながり、また、エフ付け・エフ取りについても作業者自ら実施するようになった。毎日TPMという言葉が出るようになり、故障ロスも低減、OEEについても3.3%向上させることができ、TPM診断の点数も3.1点となり、工場20行程中9位まで上昇した(図表—16、17)。

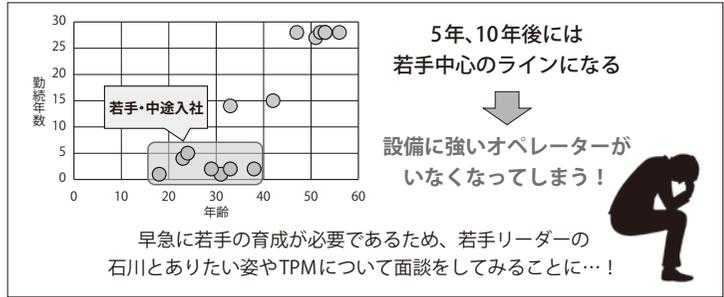
10 やる腕の現状

5年10年後にはベテランが退職し若手だけのラインになってしまうので、設備に強いオペレーターがいなくなってしまう。

早急に若手を育成する必要がある。そこで保全の工長代行に相談し、オペレーターを保全に留学させることにした。製造が保全の技術を伝授されれば、製造としては設備の構造の理解が深まり、設備に強いオペレーターが育成できる。

保全としては小停止の工数が減ることで計画保全が進み、故障低減につながるの、どちらにとってもWIN-WINである(図表—18、19)。

図表—18 【やる腕改革編】現状



11 石川の現状の能力レベリング

設備に強いオペレーターの4つの能力を向上させることを目標として留学カリキュラムを作成。カリキュラムをもとに保全留学をスタートさせた(図表—20)。

図表—19 【やる腕改革編】現状(保全工長代行との面談)

12 異常発見能力の向上

毎月実施する自主保全の中で主軸ベルト点検、オイラー点検、G/H油点検がある、だが、すべてにおいて不具合が相次いでいるのが現状である。

図表—20 【やる腕改革編】保全留学カリキュラム作成

4つの能力向上計画 - 保全留学		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
異常発見能力	ベルト点検/交換												
	オイラー点検												
処置・回復能力	G/H油点検												
	高圧洗浄												
	ローテックス組立												
条件設定能力	検出機点検/交換 (5ヶ所/1台)												
	配管・ホース作製/交換 (2本/1台)												
維持管理能力	バルブ調整/交換 (2本/1台)												
	不具合に基づく基準書改定 (改善&管理)												
	自働機改善												

13 処置・回復能力の向上

部品の構造を理解し、点検・修

図表—21 【やる腕改革編】異常発見能力の向上

保全から正しい点検方法のOJT

ーベルト点検ー



タイミングベルトの山の割離はないか？
1ヵ所でもはがれると、そこをきっかけに山がすべてはがれてしまいます

プーリーの摩耗はないか？
プーリーが摩耗するとベルトが底突き、ベルトへの負担が大きくなり、やがて切れてしまいます



ーオイルー点検ー



油の滴下量は適正か？
滴下量は多すぎても少なすぎてもNGです。バルブ内の固着やシリンダーの動作不良が発生します

油の補充量は適正か？
油を満タンまで注いしまうとケース内のエアークが下がってしまい、油面を押さなくなり導油管から油が上がらず滴下しなくなります



ーG/H油点検ー



油の色、給油量は適正か？

G/Hは油浴式潤滑です。適正量の潤滑油が無いとギアが焼き付いてしまいます。また、クーラントなどが混入すると潤滑油が劣化し変色します。そのままにしておくとう潤滑油としての機能が低下しギアの金属摩耗が大きくなり、やがて破損します
油面計とオイルポッド窓で適正な状態が確認しましょう



石川レーダーチャート
異常発見能力

維持管理
能力

処置回復
能力



条件設定能力

■ 保全レベル □ 目標レベル
■ 現状レベル ■ 前レベル

設備のプロから正しい点検方法を教わり、なぜこの点検が必要か知識・理解が深まり正常と異常の判断ができるようになった

図表—22
【やる腕改革編】
異常発見能力の向上

図表—23 【やる腕改革編】処置・回復能力の向上

LS交換



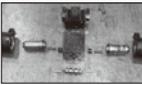
電圧測定



バルブ交換



バルブ整備



油圧ホース作製



回路調査



小停止は
任せて下さい！



石川レーダーチャート
異常発見能力

維持管理
能力

処置回復
能力



条件設定能力

■ 保全レベル □ 目標レベル ■ 現状レベル ■ 前レベル

電気部品、機械部品の構造を理解し、点検・修理、交換方法を学び、さらにはシーケンス回路での故障診断ができるようになったことで製造でも小停止を復帰できるようになった

理・交換方法を学んだことで、小停止を復帰できるようになり、処置・回復能力が向上した(図表—23)。

14 条件設定能力の向上

点検の判断基準が曖昧な表現になっていたり、見るべきポイントが不足していたため十分な点検とは言えなかったが、新しく定量的な判断基準を作成、だれでも確実な点検ができるようにしたこと、条件設定能力を向上させることができた(図表—24)。

図表—24 【やる腕改革編】条件設定能力の向上

設備点検基準書

場所・部位	判断基準	新・判断基準
タイミングベルト	張り・摩耗異常なきこと	
オイルー	給油されており、滴下すること	
ギャングヘッド油	給油されていること	

判断基準が曖昧な表現になっていたり、見るべきポイントが不足していたため十分な点検とは言えない…

定量的！

どのくらい？



点検の判断基準が明確になり誰でも確実な点検ができるようになった！

石川レーダーチャート
異常発見能力

維持管理
能力

処置回復
能力



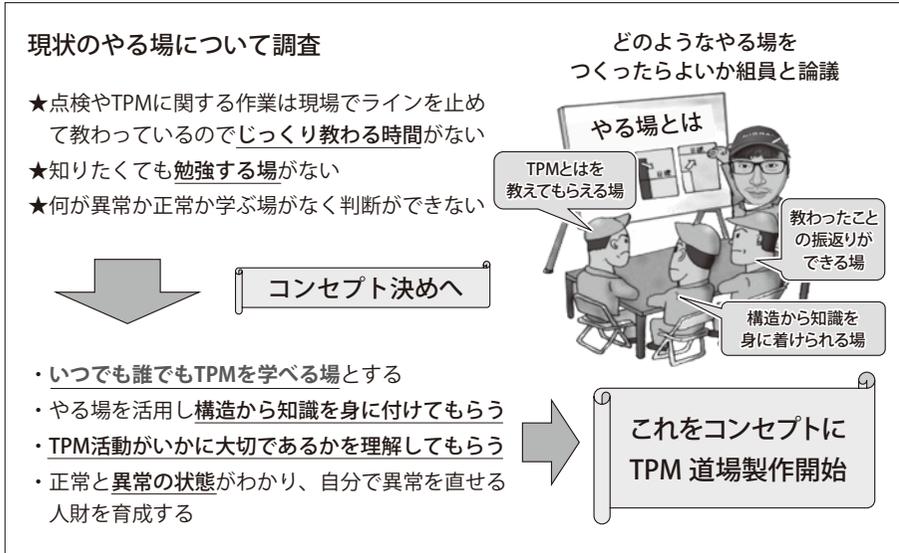
条件設定能力

■ 保全レベル □ 目標レベル
■ 現状レベル ■ 前レベル

15 維持管理能力の向上について
圧力計破損の改善事例の紹介

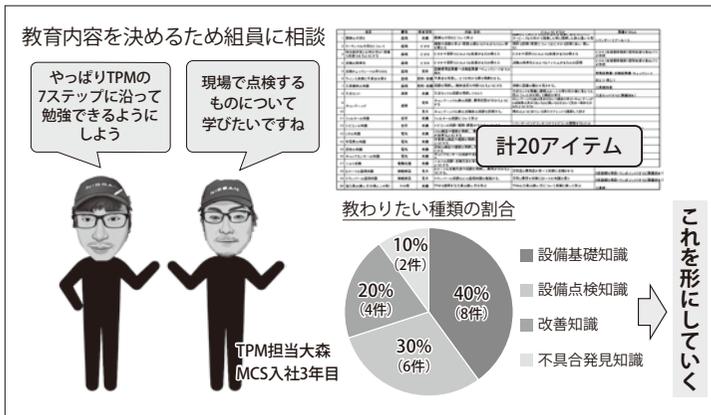
従来、クランプの圧力を確認するためにドレン付プッシュ式ゲージバルブを使用していたが、圧力計の動作不良や透明板破損の不具合が発生し、何度も交換している状態だった。

原因は常に圧力がかかっている



図表—28 【やる場改革編】現状

図表—29 【やる場改革編】改善の実施(TPM 道場製作)①



17 やる場の現状

現状のやる場を調査したところ、じっくり教わる時間と場所がないという意見があった。

そこで、いつでも誰でもTPMを学べる場をコンセプトにTPM道場製作を開始した(図表—28)。

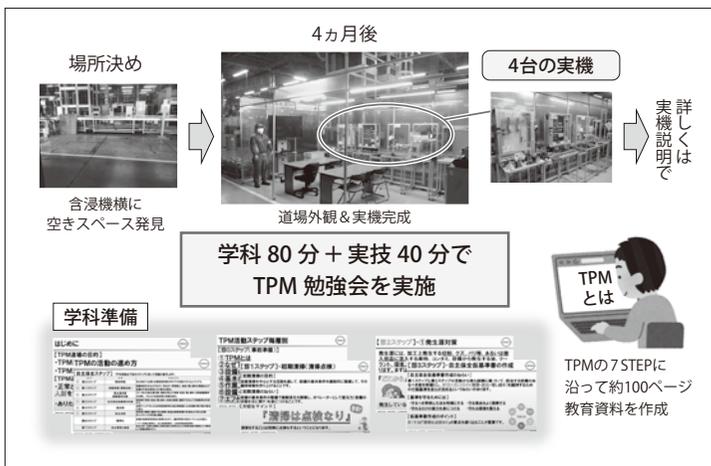
18 改善の実施

教育内容を決めるため、組員にどんなことを学びたいか確認し、20アイテムを抽出、そこからリストを作成し、これを形にしていくことにした。

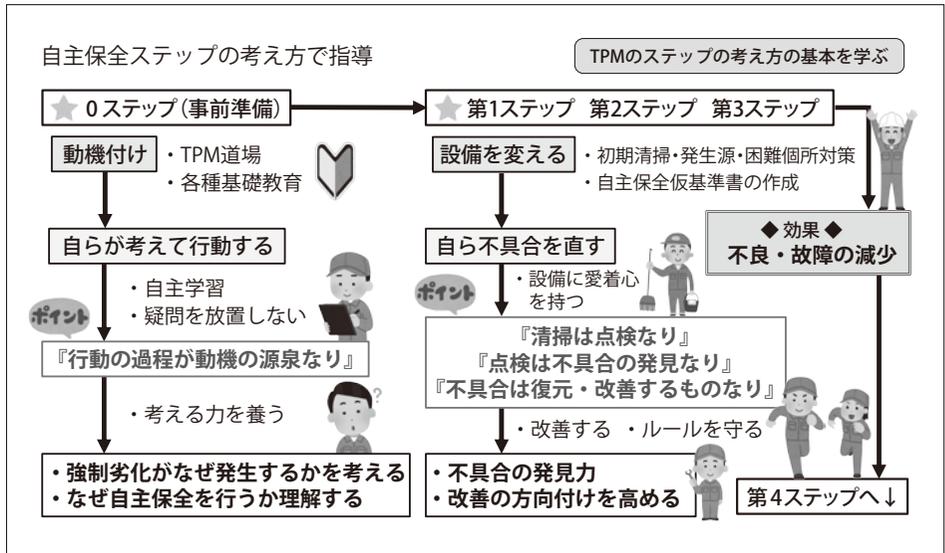
空きスペースを見つけ、その後、4ヵ月かけて道場の外観と実機を完成させた。

学科の準備としてはTPMの7ステップに沿って約100ページの資料を作成。カリキュラムとして学科80分、実技40分でTPM勉強会を開催した(図表—29、30)。

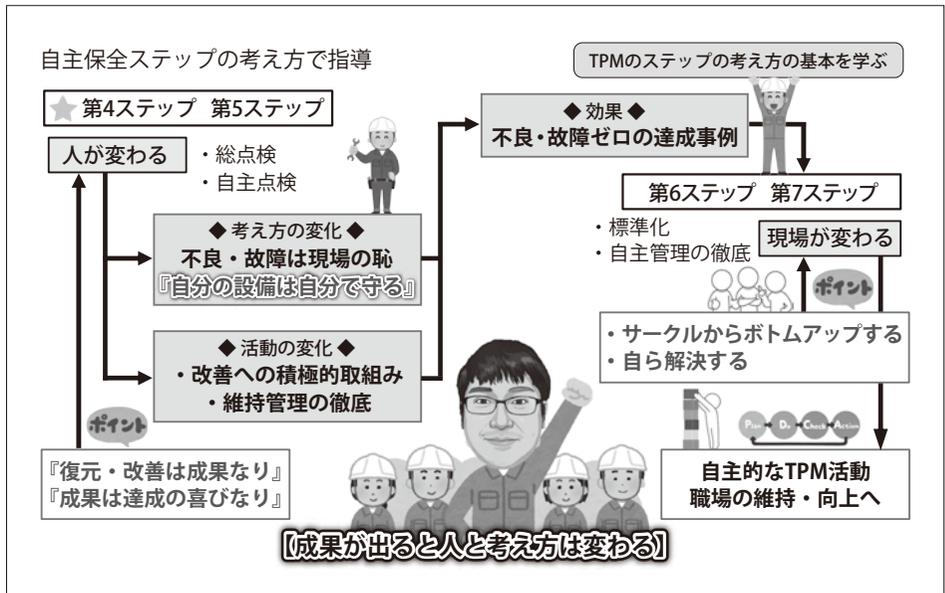
図表—30 【やる場改革編】改善の実施(TPM 道場製作)②



図表—31
【やる場改革編】
TPM 道場学科①



図表—32
【やる場改革編】
TPM 道場学科②



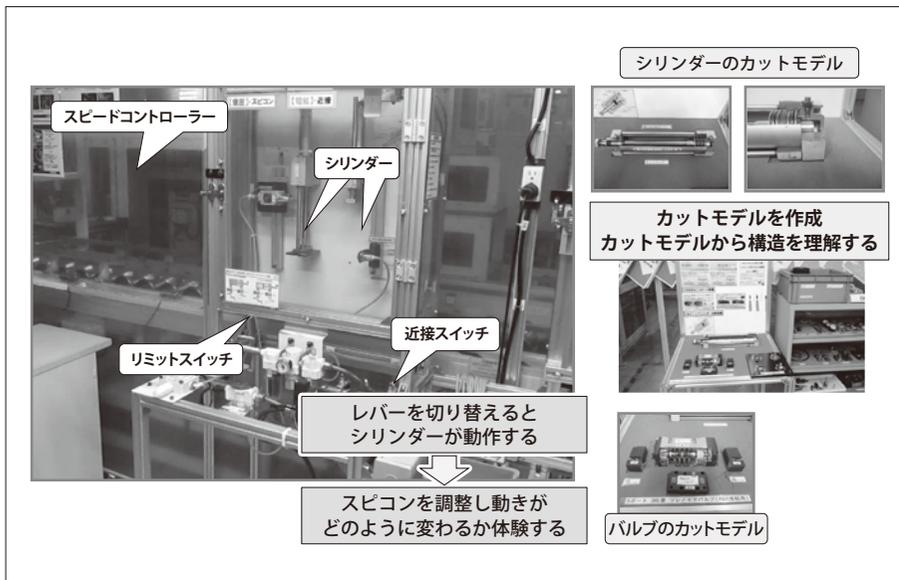
19 TPM 道場の学科

0ステップでは動機付けを行い、自らが考えて行動し、強制劣化がなぜ発生するのか、なぜ自主保全を行うのかを理解。1、2、3ステップでは設備を変えるをテーマに、自ら不具合を直し、不具合の発見力、改善の方向付けを高めることにより、不良・故障の減少につなげる。4、5ステップでは人が変わるをテーマに、考え方、活動に変化ができ、不良・故障ゼロの達成事例

が生まれ、6、7ステップでは現場が変わるをテーマに、自主的なTPM活動を推進することで職場の維持・向上へつながら、このTPMの7ステップのPDCAを回すことによって人と考え方が変わるということをやる場を通じて学ぶ(図表—31、32)。

20 実機紹介

シリンダー・スピコン・バルブ・LS・近接



図表—33
【やる場改革編】
TPM 道場実機①



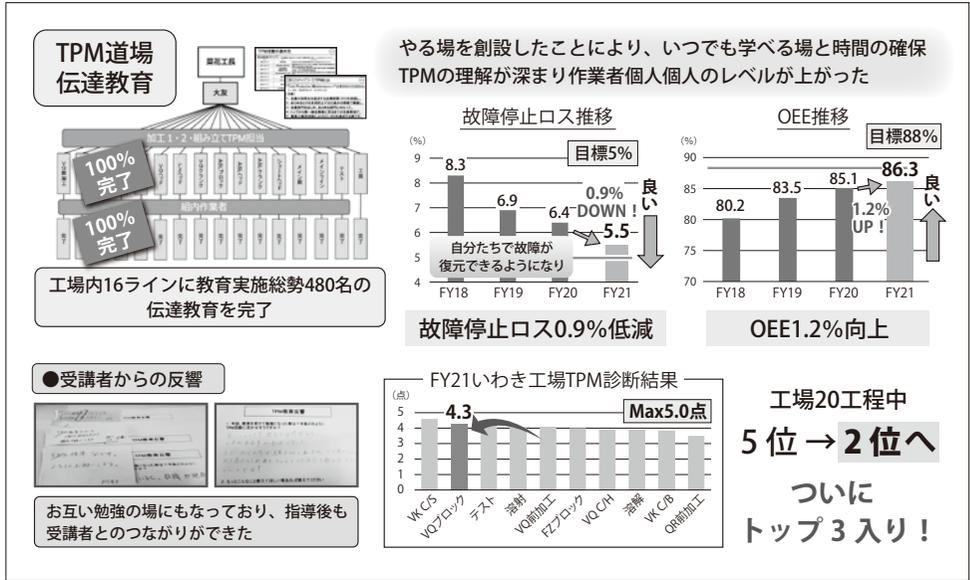
図表—34
【やる場改革編】
TPM 道場実機②

の実機を説明する。この実機ではレバーで切替えを行い、シリンダーを動作させる。その際にスピコンを調整することでどのように動きが変化するのか学ぶことができ、またLSや近接の各部品の交換方法も学ぶことができる。次のステップとしてカットモデルをみて内部構造を確認して理解を深めていく(図表—33、34)。

21 やる場の振り返り

さらに TPM 道場の伝達教育を実施。いつでも学べる場、時間ができ、TPM の理解が深まり、作業員一人一人のレベルも上がり故障ロスも低減、OEE も 1.2% 向上、TPM 診断の点数も 4.3 点と、工場 20 工程中 2 位になることができた(図表—35)。

図表—35
【やる場改革編】
振り返り



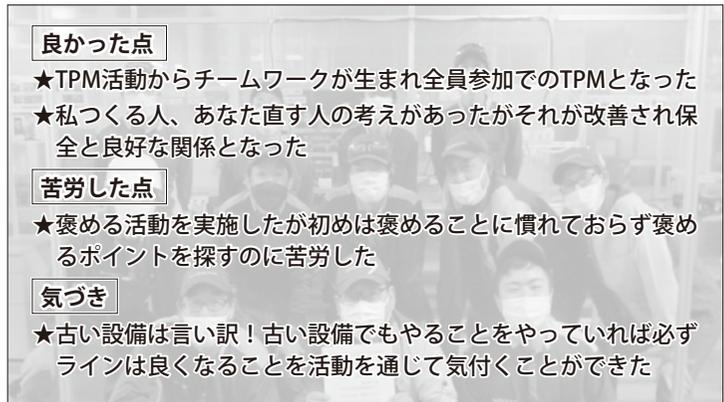
図表—36 奮闘記の振り返り

22 奮闘記の振り返り

良かった点として、チームワークが生まれ、全員参加でのTPMになった。

苦労した点として、褒める活動の中で、なかなか褒めるポイントを見つけられず苦労した。

気づきでは、古い設備でも、やることをやっていたらラインは良くなるということに気付くことができた(図表—36)。

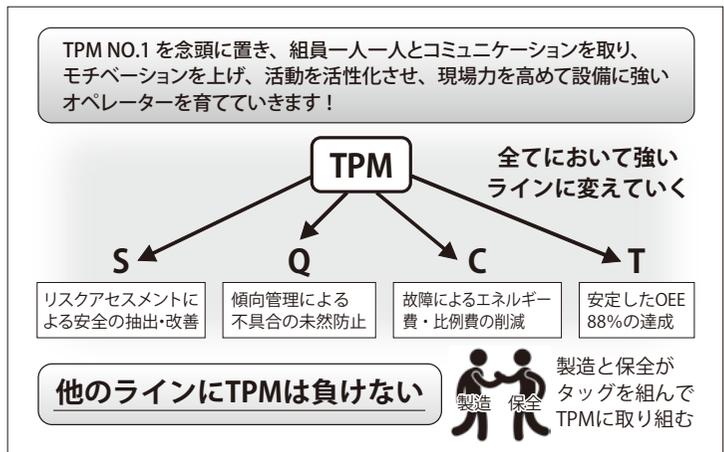


図表—37 私の決意

23 最後に私の決意

TPM No.1を念頭に置き、組員一人一人とコミュニケーションを取り、モチベーションを上げ、活動を活性化させ、現場力を高めて設備に強いオペレーターを育てていきたい。

他のラインにTPMでは負けません(図表—37)。



ストランド垂れに終止符を！

PSジャパン株式会社 笠原基嗣

1 はじめに

われわれPSジャパンは国内に3社存在するポリスチレン（PS）メーカーの一つであり、国内トップシェアを誇っている。

ポリスチレンはプラスチック樹脂の一種であり、原料であるスチレンモノマーを重合して製造する。ポリスチレンを大別すると、スチレンの単独重合体であるGPPSおよびポリスチレンにゴムを加えて衝撃性を高めたHIPSの2種類に分けられる。GPPSおよびHIPSは高い成形加工性、食品安全性などさまざまな利点を持ち、電気製品・玩具・食品容器など幅広い用途に用いられている。

PSジャパンはポリスチレン製品の生産拠点として千葉工場と水島工場の2拠点を構えており、今回の改善事例は、水島工場にて取り組みを行ったものである（図表—1）。

水島工場では特殊製品として、スチレンと

メタクリル酸（以下、MAA）の共重合体であるSMAAも製造している。本改善事例テーマは、このSMAAに関するものである。SMAAの特徴としては、GPPSが有する透明性・食品安全性に高い耐熱性を付加したことが挙げられ、“高耐熱グレード”として生産を行っている。SMAAはその高い耐熱性を活かし、電子レンジ加熱用発泡スチレンシート（PSP）としてコンビニ弁当のフタなどに用いられている。

SMAAはPSジャパンの重要グレードとして今後拡販が予想される製品であるが、本改善事例にて取り組んできた課題はSMAA生産開始以来、30年間未解決であった。課題の詳細については後述するが、その問題点として、高い作業負荷・労災リスク・機器故障トラブルにつながる可能性などが挙げられる。これらの問題を解決することで、“安全・安定・安心操業の維持・継続”、“事業の継続的発展”を掲げる水島工場方針の実現につながるものと考え、取り組みを行ってきた。

改善事例の紹介に際し、一般的なポリスチレン製造プロセスを図表—2に示す。その工程は3つに大別され、モノマーからポリマーを合成する重合反応を行う重合工程、減圧条件下で未反応物を揮発分として取り除く脱揮工程、脱揮槽下流から押し出され、ストランド（紐）状となったポリスチレンを粒状に裁断する造粒工程から構成される。

今回の改善事例は造粒工程におけるものであり、次項でその詳細について述べる。

図表—1 PSジャパン水島工場



② ストランド垂れによる苦勞と苦惱

造粒工程では、ノズルより押し出された高温のストランド樹脂をバス内で水冷し、カッターと呼ばれる機械で引き取り、裁断することで製品成形（以下、ペレタイズ）を行っている（図表—3）。しかし、スタートアップ等では何等かの原因でストランドが切れて、樹脂がノズルから床面に垂れる現象が発生する。これをわれわれは「ストランド垂れ」と呼んでいる（図表—4）。

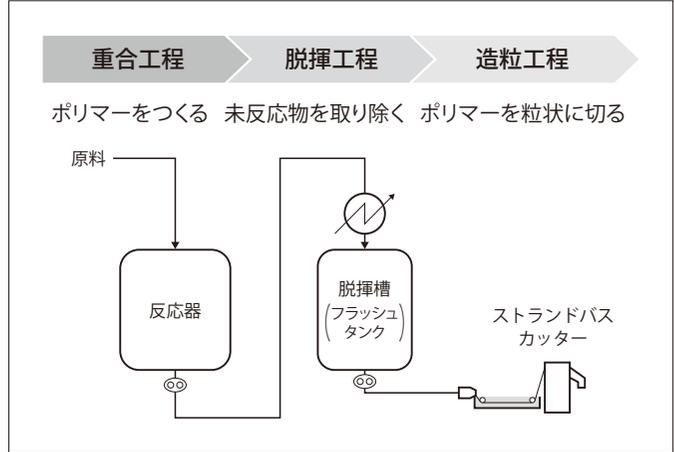
今回のテーマである SMAA スタートアップ時のストランド垂れは、ノズルからの押出しを開始して1時間後に初期兆候として数本のストランド垂れが発生する。その後300本あるストランドのうち、約8割の240本以上が垂れるという大垂れ現象となる。この大垂れ現象は、他製品のスタートアップでは類を見ないほど過酷な状態であり、短時間では復旧不可能な壊滅状態に陥ってしまう。

床面に垂れて塊状化してしまう樹脂の量としては約1500kg発生し、この塊状ポリマーの除去作業やストランド垂れを復旧する作業には約10名で1時間以上の時間を要するため、非常に作業負荷が大きいものとなっている。

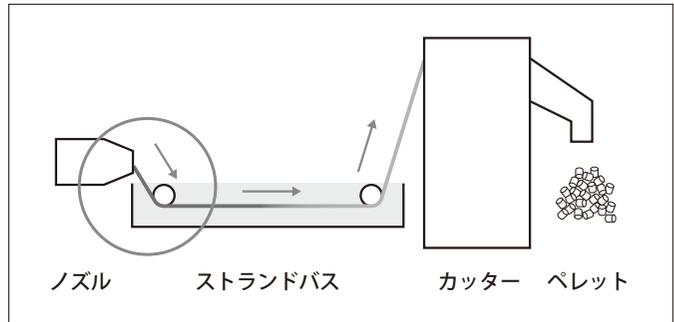
また、作業負荷の他に大きく2つの悪さ加減が挙げられる。1つ目は設備故障のリスクである。ストランド垂れ現象では、ストランドの太さが不均一となり、太くなったストランドは芯までの冷却が不十分な状態となる。この冷却不十分状態のストランドがカッターに侵入することで、ペレタイズ後の樹脂が再溶着し、『おこし状の塊』が発生してしまう。『おこし状の塊』はカッター出口をだんだんと塞いでいき、最終的にはカッター内部の回転体にまで到達し、ブレーキをかけてしまうことで過負荷停止、設備故障を誘発させてしまう。

2つ目は労働災害発生のリスクである。スト

図表—2 製造工程概要



図表—3 造粒工程概略図



図表—4 ストランド垂れ状況およびストランド垂れトラブルの作業負荷

ストランド垂れ

- 垂れ本数：約240本（全300本中）
 - ↳ 重量：約1.5ton/H
- 約10名で1時間以上の対応は必須！
 - ↳ 交代休出：5名 + α
 - ↳ 製造日専：5名 + α

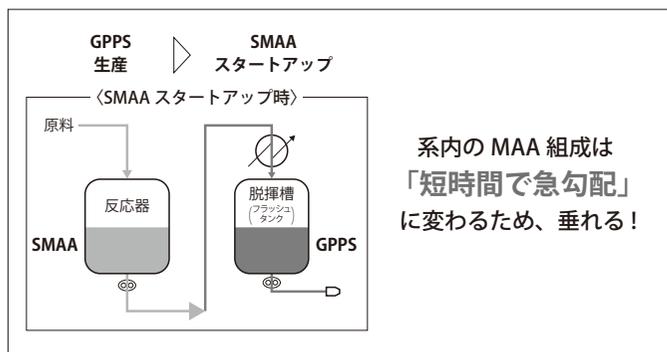
ランド垂れにより塊状化したポリマーが発生するため、その塊状ポリマーを熱いうちに 10～15kg 程度に小分けにし、自然冷却してフレコンバックに回収するという作業が発生する。ストランド垂れ現象では 1500kg もの塊状ポリマーが発生することから、小分けにする際の火傷のリスクやフレコンバックへの回収作業による腰痛リスクが増大してしまう。さらに、造粒工程の作業環境は高温・多湿下で暑さ指数も危険値であることから、熱中症のリスクまで抱えている。

このようにさまざまな悪さ加減を抱えている作業であることから、われわれは、チーム一丸となり SMAA スタートアップ時のストランド垂れに必ず終止符を打つという強い決意を持って、検討を開始した。

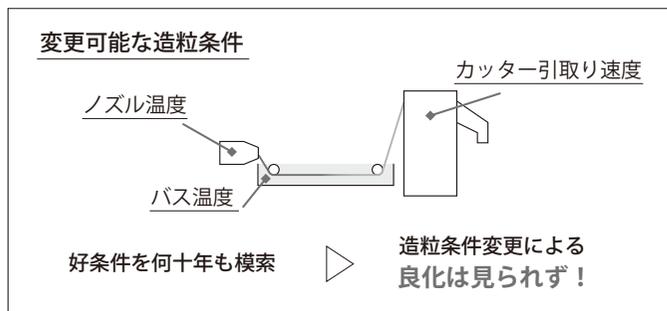
3 ストランド垂れ要因に関する考察

ストランド垂れ改善のためチーム内で協議

図表—5 MAA 組成差によるストランド垂れ



図表—6 造粒条件の変更による改善の試み



を行い、ストランド垂れを引き起こす要因として、以下の3つがあると推定した。

1つ目の要因として、組成差による垂れが考えられる。SMAA スタートアップ時は原料である MAA をフィードしていくが、この MAA の濃度変更速度が大きいとストランド垂れが発生すると過去から言われており、これを“組成差で垂れる”と呼んでいる。実際に SMAA スタートアップ時は、MAA 濃度の変更速度が早ければストランド垂れが多発し、MAA 濃度の変更速度が遅ければ、ストランド垂れは減少する傾向がある。このため、誰もが口を揃えて“SMAA スタートアップは組成差で垂れる”と言う（図表—5）。

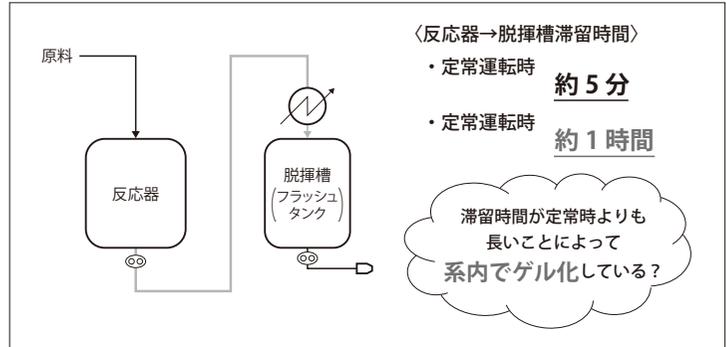
対策として MAA 組成変更の緩和があるが、現状、SMAA スタートアップ時の目標 MAA 組成への到達時間は数時間程度である。組成変更の緩和を行えば目標濃度までの到達時間が大幅に遅れ、その間の規格外品が増加し、年間約 2000 万円の収益減となる。加えてストランド垂れの改善効果が未知数なため、過去 30 年もの間、誰も手を付けてこなかった。今回の取組みにおいても最終手段として残し、その他の要因を検討していくこととした。

2つ目の要因として、造粒条件不備による垂れが考えられる。造粒工程の変更可能な条件として、押出ノズル温度、冷却バス温度、カッター引取り速度等が挙げられる。これら造粒条件の調整により垂れ改善を目指したが、造粒条件は何十年も模索し標準化されており、今回の垂れ改善に向けた取組みでも良化は見られなかった。造粒条件の変更による改善は困難と判断した（図表—6）。

3つ目の要因として、ゲル排出による垂れが考えられる。SMAA は高温条件下でゲルが生成しやすいという特徴がある。ゲルとは架橋したポリマーのことで、通常のポリマーと比較し粘

度が高くなる。通常のストランドは押出ノズルから絶えずポリマーが押し出され紐状となっているが、ゲル排出時は押出ノズルから出にくく、ストランドが切れて垂れると想定した。ゲルが生成するメカニズムとして、SMAA スタートアップ時の反応工程から脱揮工程までのポリマーの滞留時間に注目した。定常運転時で滞留時間は約5分間であるのに対し、SMAA スタートアップ時は段階的に生産量を上げていくため、滞留時間は約1時間となっている。高温部での滞留時間が長くなることによって、ポリマーがゲル化しているのではと考えた(図表—7)。

図表—7 ゲル化によるストランド垂れ

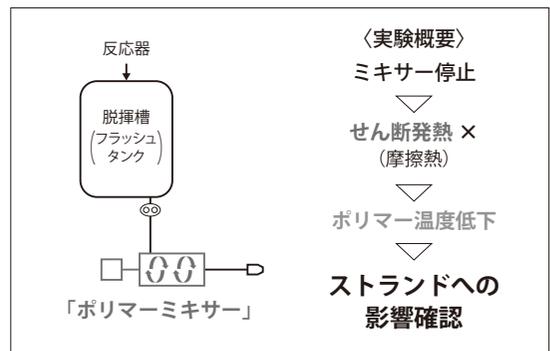


4 挑戦と挫折、そして新たな発見

2020年9月、ゲル化抑制を目指して滞留時間を短縮させたスタートアップを実施した。事前の調整が功を奏し、滞留時間を従来の1時間から約5分へ短縮することに成功した。しかしストランド垂れは改善せず、これ以上の滞留時間低減も困難であることから、滞留時間減少によるゲル生成抑制ではストランド垂れの改善につながらないことが明らかとなった。当初想定していたストランド垂れ3要因のうち、造粒条件不備と滞留時間短縮によるゲル生成抑制には改善効果を見出すことができず、最終手段であるMAA組成変更の緩和検討へ重い腰を上げようとしたところ、技術スタッフからある依頼が舞い込んできた。

その依頼とは、新規設備導入検討でポリマーミキサーを停止させる実験であった。ポリマーミキサーとは脱揮槽下流に設置されている設備であり、ポリマーを混練させる機能がある。実験は、ミキサー停止によって混練による剪断発熱がなくなり、ポリマー温度の低下がストランドに対してどのような影響を与えるのか確認するものであった(図表—8)。

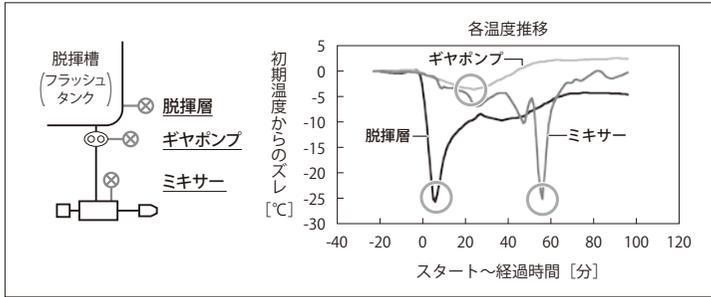
図表—8 ポリマーミキサー停止テスト



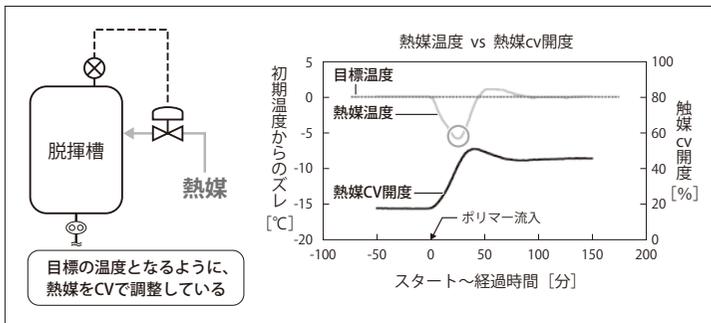
実験を実施したところ、停止3分後に全てのストランドが垂れ、ポリマー温度は約30℃低下することが確認された。実験を依頼した技術スタッフにとっては設備導入検討を再考する情報を得ただけだったかもしれないが、ストランド垂れに悩まされてきたわれわれにとって、このテストは非常に興味深い結果であった。なぜなら、ミキサー停止によって冷えたストランドが垂れる姿が、スタートアップ時にストランドが垂れる姿に酷似していたためである。

すぐにスタートアップの垂れもポリマー温度が関係していると考え、スタートアップ時の樹脂温度を確認した。図表—9のようにポリマー温度計は脱揮槽、ギヤポンプ、ミキサーの3カ所に設置されている。スタートアップ時の温度推移は脱揮槽、ギヤポンプ、ミキサーと上流から下流にかけて温度低下していき、最大約30℃の低下が確認された。また、ミキサーの温度低下とストランド垂れ発生時刻が同時刻

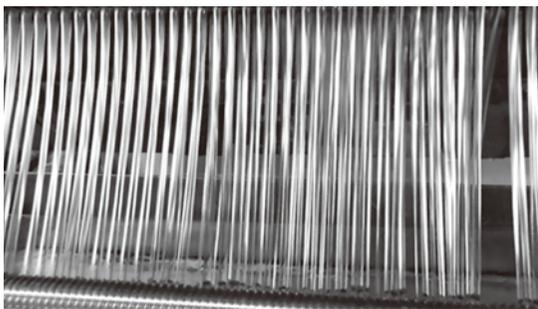
図表—9 温度計位置とポリマー温度変化



図表—10 熱媒 CV 開度とポリマー温度の関係



図表—11 温度改善により大幅に改善されたストランド垂れの状況



であり、ポリマー温度低下とストランド垂れの関連性を示唆していた。ストランド垂れに終止符を打つには、ポリマー温度が低下する原因を突き止める必要がある。脱揮槽には熱媒を通液しており、目標温度となるように調節弁 (CV) で制御している。定常運転時は CV 開度約 40% で安定しているが、スタートアップ時にポリマー流入前の熱負荷がない状態では開度 15% 付近で目標温度となり、ポリマーが流入して熱負荷がかかると定常運転開度の 40%

まで CV 開度が大きくなる。しかし、**図表—10**のようにポリマー流入による急激な温度変化に対して通常のコントロールでは制御が追い付かず、ポリマー温度が維持されずに温度低下することが確認された。つまり、熱媒コントロールの遅れによるポリマー温度の低下が、ストランド垂れに影響していると推定された。

5 再挑戦、そして…

前述のとおり、ストランド垂れはスタートアップ時のポリマー温度低下が原因であると判断し、ポリマー温度が一定となる改善アクションを検討した。これまでは自動運転によりポリマー温度は成り行きで変化していたが、温度を変

化させないという明確な目標を掲げ、手動操作による改善を試みた。皆のこれまでの運転経験を十分に活かし、脱揮槽の真空引きタイミングやポリマー移送タイミングを緻密に調整した。その結果、見事にポリマー温度がほぼ変化しない運転手法を見出した。そして温度変化の改善とともに、ストランド垂れも約 240 本の大垂れから約 20 本の垂れ程度まで大幅に改善することに成功したのである (**図表—11**)。これまでの検討そして長年の苦勞が正に報われた瞬間であった。加えて、“二度とストランド垂れによる苦勞をしたくない”という皆の想いのたけを込めた手動調整のポイントを記載したマニュアルを作成し、だれでも同じ手動調整ができるように管理対応を実施した (今回はマニュアルを活用した細やかな手動運転操作によって脱揮槽温度を一定にする対応だが、将来的には完全自動化も検討していきたい)。

以上の結果より、SMAA スタートアップ時のストランド垂れ原因は“樹脂温度が低下したことによってストランドが伸びにくくなり切れ

ていた”ことが明らかとなった。例えるなら、冷えた餅やチーズのように伸びていなかったことが原因であった。改善効果としては、先に述べたとおりストランド垂れ本数が大幅に低減したことに加え、その垂れが継続する時間が1時間から30分に短縮されたことも挙げられる。これはポリマー重量に換算すると、実に1500kgから50kgへの低減効果となり、非常に大きな作業改善の成果となった。また、ストランド垂れによる“おこし状の塊”の発生が激減したことで、カッター故障リスクの低減という機器保全改善にもつながった(図表—12)。

図表—12 改善効果まとめ

【対応結果】

- ・ストランド垂れ時間： 60 → 30分
- ・ストランド垂れ本数： 240 → 20本
(塊状ポリマー：1500 → 50kg)

【改善効果】

- ・1500kgの塊状ポリマー掻き出し・袋詰めがなくなり
作業負荷の低減および、労災リスクの低減
- ・作業時間 30分短縮
(交替休出時間短縮、熱中症環境拘束時間短縮 etc)
- ・カッター故障リスク低減

6 おわりに

今回のテーマは、従来からの“組成差で垂れるから仕方ない”という固定観念から30年も改善されていなかった。そんな中、われわれのチームは、解決に向けてさまざまな角度から検討を進め、結果として予想外であった樹脂温度

低下を発見した。これは、“チーム一丸となり絶対に改善するという強い信念”を持ち続けた結果だと確信している。今までの固定観念を打破するとともに、SMAA スタートアップに革命を起こせたのではないかと自負している。今後もさらなる生産技術の向上を果たすべく、強い当事者意識とチーム力を持って、日々の運転に臨んでいきたい。

JMAQAは、『経営革新につながる審査』を目指します。

『経営品質の向上』

『経営課題解決』

『信頼性の強化』につながる審査

JMAQAは、経営専門団体である日本能率協会(JMA)が培ってきたマネジメントの技術・知見・ノウハウをベースとし、経営品質の向上につながるISO審査を実施してまいりました。引き続き、消費者をはじめとする社会からの信頼性に応えられる審査登録活動を行います。

審査登録／認証サービス

- ISO9001
- BS OHSAS18001
- ISO20252
- ISO14001
- ISO13485
- ISO50001
- ISO/IEC27001
- ISO22000
- BS25999
- ISO/IEC20000
- FSSC22000

<http://www.jma.or.jp/JMAQA/>

◆東 京 〒105-8522 東京都港区芝公園3-1-22 TEL:03-3434-1446 FAX:03-3434-2086
◆関西事務所 〒530-0001 大阪府大阪市北区梅田2-2-22 TEL:06-4797-2247 FAX:06-4797-2248

JMAQA 一般社団法人日本能率協会 審査登録センター

(資料請求番号-303)

鍛造プレスオーバーラン故障0の実現

マツダ株式会社 第3パワートレイン製造部・班長 岡田浩司

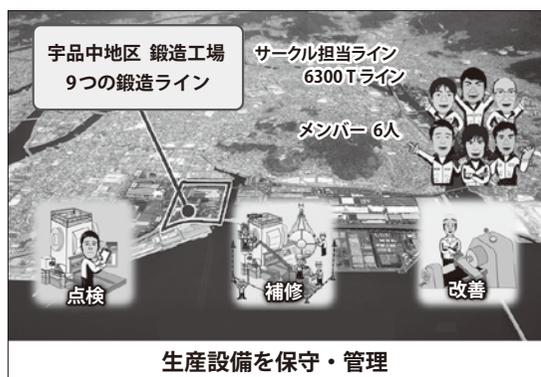
1 会社紹介

マツダ株式会社は、1920年に広島で創立し、開発から製造までが同じ敷地にあり、クルマも人も地球も、みんながワクワクし続けられる未来の実現に向けて、「飽くなき挑戦」の精神によって、すべてのお客様へ走る喜びを提供して

図表—1 会社紹介



図表—2 職場の紹介



いる(図表—1)。

2 職場の紹介

私たちの職場は、宇品中地区にあり、鍛造工場にある9つの鍛造プレスラインの点検・補修・改善など、生産設備の保守・管理を行う保全部門であり、6300Tラインをメンバー6名で担当している(図表—2)。

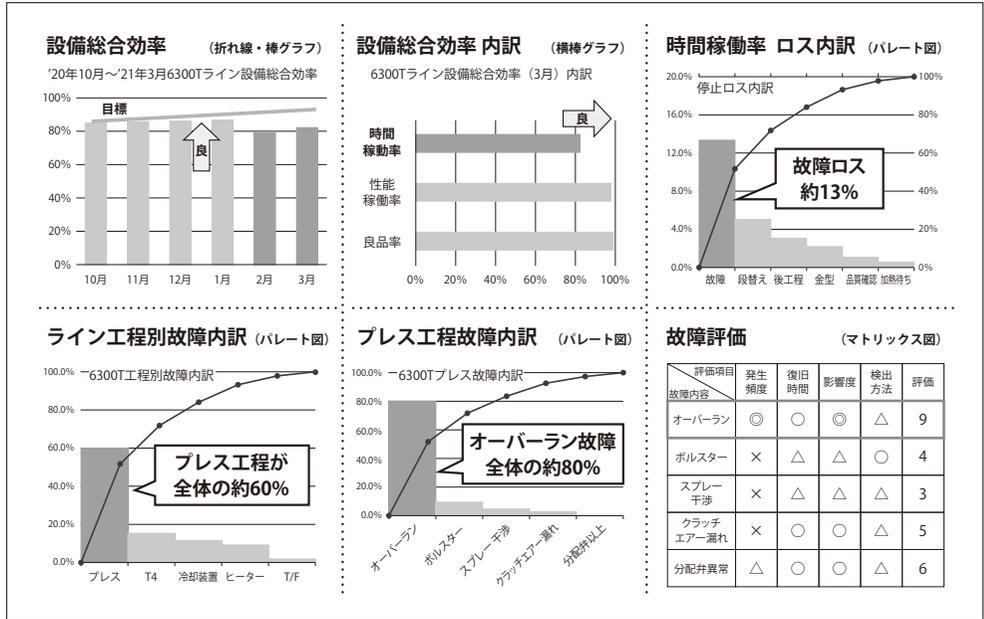
3 活動の背景

本社工場の方針であるストレート生産の実現に向けて、自分たちのあるべき姿を『働く人全員が、楽しくハッピーな工場にする』、『ハッピーメンテナンス』とし、工場部門と一致団結して、最少コストで設備総合効率100%の止まらない、ラインづくりを行っている(図表—3)。

図表—3 活動の背景



図表—4
テーマの選定



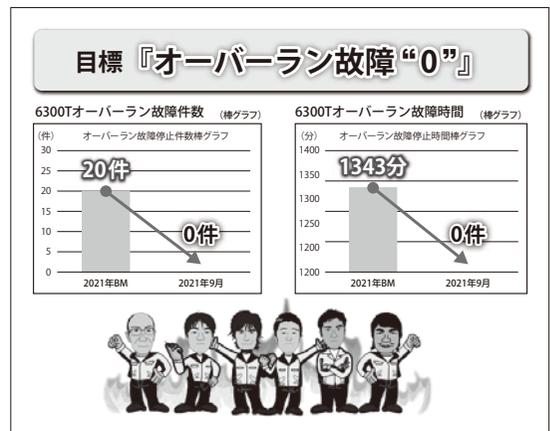
4 テーマの選定理由

設備総合効率の推移を見ると、2021年2月から大きく下がっており、設備総合効率の内訳は、時間稼働率が大幅に低い状態となった。時間稼働率のロス内訳を見ても故障ロスが最も多く、このロスをなくすことが重点課題である。ライン工程別故障の内訳を見るとプレス工程故障が全体のワーストとなっており、プレス工程故障の内訳の中では、オーバーラン故障がネックとなっていた。故障評価の内容をマトリックスに示してもオーバーラン故障の点数が高かったため、今回の活動テーマは、目標オーバーラン故障ゼロを掲げた。活動計画を立て、活動スタートした(図表—4～6)。

5 クランク式プレスの特徴

6300T プレスはクランク式プレスとなっており、その特徴として、メインモーターの回転運動を、プレスの往復運動に変換させている。車と同じようにクラッチで発進、ブレーキで停止する構造である。プレスの停止位置は上下運動を1周360°に置き換えて、角度で表してい

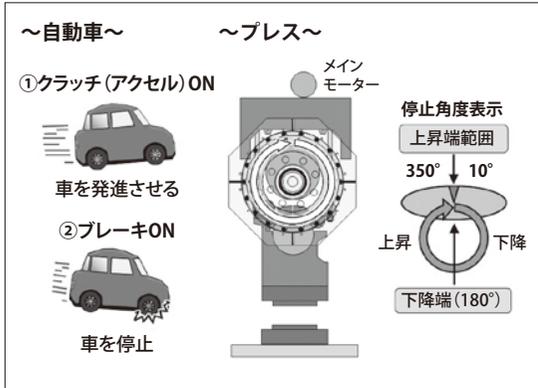
図表—5 目標設定



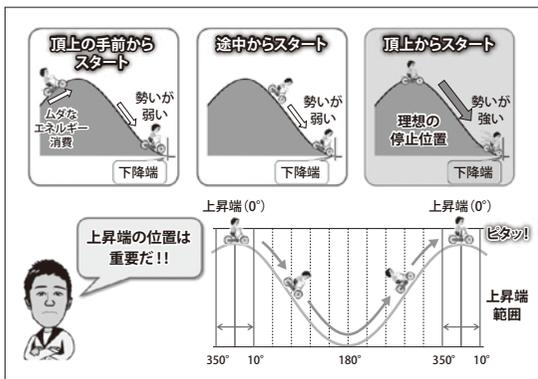
図表—6 活動計画



図表—7 クランプ式プレスの特徴



図表—8 プレス停止位置の重要性



る (図表—7)。

6 プレス停止位置の重要性

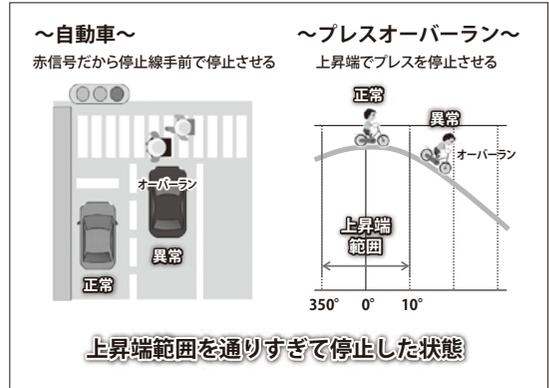
プレスは下降端で、製品を成型している。坂を下る自転車がスタートする位置によって勢いに変化するように、プレス力もスタート位置で変わる。勢いが弱いと製品の形が安定しない。

プレスの構造上、上昇端にピタリと停止させることはむずかしいため、上昇端には範囲が定められているが、最大限の力を発揮させるには、上昇端の位置を頂上に近づけることがとても重要である (図表—8)。

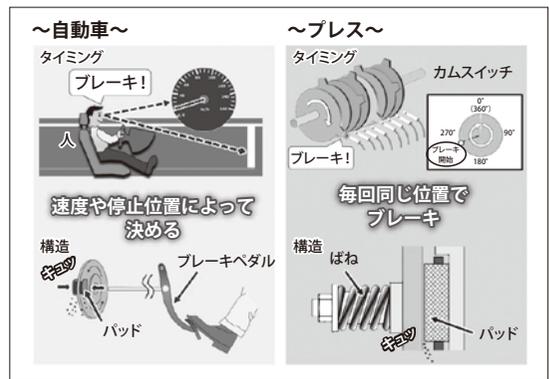
7 プレスのオーバーランとは

オーバーランとは、車で言うと停止線で止ま

図表—9 プレスのオーバーランとは？



図表—10 プレスのブレーキ構造



ろうとしたときに停止線を越えてしまうのと同じで、上昇端範囲を通りすぎて停止した状態のことである (図表—9)。

8 プレスのブレーキ構造

車のブレーキは、人が速度や停止位置によってタイミングを決め、ペダルを踏むことでパッドを押さえ停止させている。プレスも同じようにカムスイッチという検出器が、毎回同じ位置でブレーキ指令を出し、ばねでパッドを押さえることで停止している (図表—10)。

9 今までのブレーキの管理状況

車には、車検・1年点検などの定期的な点検があるように、プレス機も業者による5年ご

との分解整備、保全による1年ごとのストローク調整と3ヵ月ごとのカムスイッチ調整、工場による4ヵ月ごとの、ストローク点検を行っている。ストローク点検は動力源を入れて行う、嫌な作業となっていた(図表—11)。

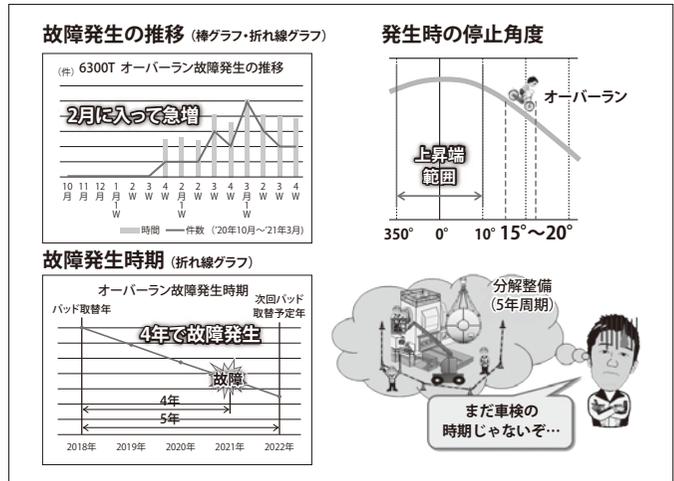
図表—11 今までのブレーキの管理状況



10 現状把握

故障発生の推移を見てみると、2021年の2月より急増しており、そのときの発生時の停止角度は15°～20°の間で停止していた。また、故障発生時期は、分解整備(5年周期)の時期より前に故障が発生していた(図表—12)。

図表—12 現状把握

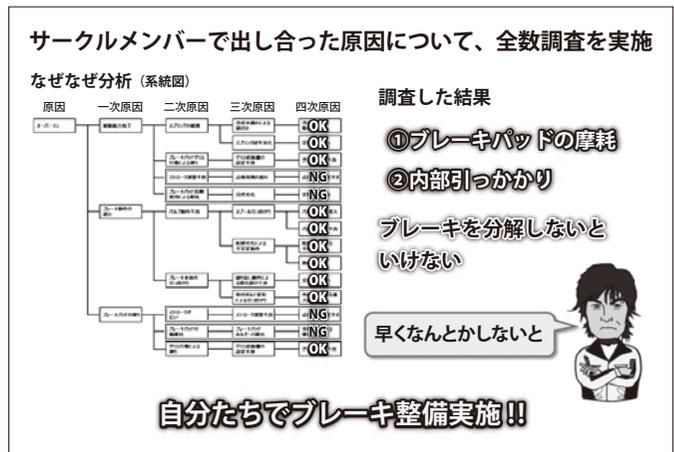


11 故障の要因分析

要因分析の調査の結果、ブレーキパッドの摩耗や内部引っかかりの問題点が上がった。

この問題点を解決するには、ブレーキを分解する必要がある、故障を早く復旧するため、業者ではなく自分たちでブレーキ整備を実施することにした(図表—13)。

図表—13 故障の要因分析



12 ブレーキ整備工事実施

業務の多様化が進む職場では、ブレーキ整備の経験がなく整備が困難だった。経験豊富な先輩社員から、やり方を教えてもらいながら、手順を作成し、工事の安全監督には、他の職場の職長に応援してもらい、工事を実施することができた(図表—14)。

13 ブレーキ整備工事の効果

ブレーキ整備によってオーバーラン

図表—14 ブレーキ整備工事実施

業務の多様化
 省エネ
 省資源
 状態監視
職場一丸となりブレーキ整備へ
 ワンが教えちやる！
 スペシャリスト 村神さん

共同で手順の確認
 これ使って吊れば...
 こんな工具ありますよ
 それええの~

応援要請
 まかせろ！
 安全監督は任せろ！

図表—16 故障原因の調査

取り外したパッド

パッド厚み測定 (チェックシート)

パッド番号	パッド厚み測定法			
	測定値PA (mm)	厚み量 (mm)	測定値PB (mm)	厚み量 (mm)
①	51.1	10.9	51.4	10.6
②	測定不可		51.6	10.4
③	51.3	10.7	51.7	10.3
④	51.2	10.8	51.4	10.6
⑤	51.7	10.3	51.8	10.2
⑥	測定不可		51.9	10.1
⑦	51.4	10.6	51.8	10.2
⑧	51.3	10.5	52	10

27枚全数割れ!! **10.6mm 薄くなっていた**

ばねの押さえ力計算
 7836 kgf です

パッドの耐久性計算
 1cm²あたり5.5 kgf です

摩耗限界を求め表を作成
 バンド強度傾向グラフ
 そりゃブレーキも効かんわ...
9mmが摩耗限界
 スプリング荷重 (7661kgf)
摩耗限界以上で使用していた

図表—17 改善案の検討 (ライニング管理)

オーバーラン故障発生時期

この管理ではダメだ!!

動力源を入れての嫌な作業
もっと安全にしたい!

会合テーマ:
 どのような管理がいいのか?

見える化したいね
摩耗量の見える化に決定

パッド厚みの管理方法選定 (マトリックス図)
 得点: ◎=3 ○=2 △=1 ×=0

評価項目	安全	工数	精度	影響	評価
検出方法					
ノギス測定	×	△	○	△	4
滑り量	△	△	△	×	3
エア圧	◎	○	×	◎	8
発熱量	◎	◎	×	◎	9
距離センサー	◎	◎	◎	◎	12

図表—15 ブレーキ整備工事の効果

停止件数・停止時間 (棒グラフ)

オーバーラン故障件数 (棒グラフ)
 2021年BM: 20件 → 2021年9月: 0件

オーバーラン故障停止時間 (棒グラフ)
 2021年BM: 1643分 → 2021年9月: 0分

0件 **0分**

自駐在分解スキル (レーダーチャート)

改善能力
 自分発
 向上心
 問題解決
 チームワーク

改善前 **改善後**

オーバーラン故障0!

故障を0にすることができた。また、スキルを向上させることができ、自分たちで工事を行えるようになった (図表—15)。

14 故障原因の調査

なぜ定期整備前に故障が発生したのか? 故障した原因を現物で調査を行った。取り外したパッドはすべて割れており、新品に比べ 10.6mm 薄くなっていた。そこでバネの押さえる力やパッドの耐久性を計算すると 9mm が摩耗限界であることがわかり、摩耗限界以上で使用していたことがわかった (図表—16)。

15 改善案の検討 (ライニング管理)

このままの管理ではダメだ。保全は再発させたくない、工場は嫌な点検作業をなくし、もっと安全に作業したい、との思いから、安全・安心に管理できる方法をともに話し合った。

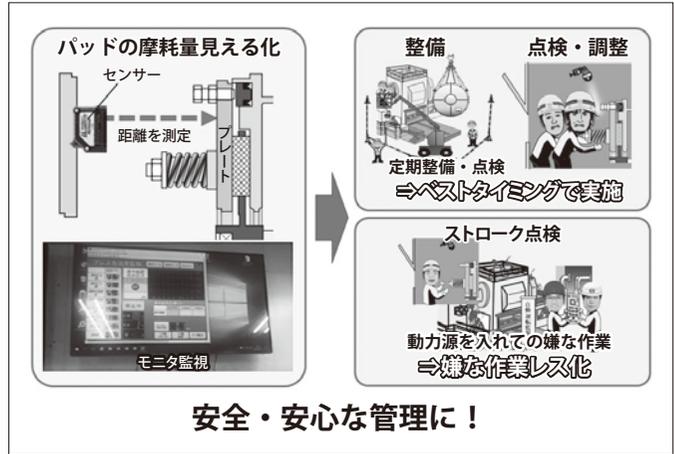
『分解など危険な作業を行わない』、『見える化をしたいね』との意見があり、この意見に全員が賛同し、摩耗量

の見える化に決定した。改善案を具体化しマトリクス評価した結果、レーザー距離センサーの設置に取り組むことを決定した(図表—17)。

16 対策実施 (ライニング管理)

距離センサーを取り付け、プレートの動き量を測定するよう改善した。これにより、今までの定期整備や定期点検から、パッドの摩耗量に応じてベストなタイミングで点検・整備ができるだけでなく、動力源を入れての嫌な作業をレス化でき、安全・安心な管理ができるようになった(図表—18)。

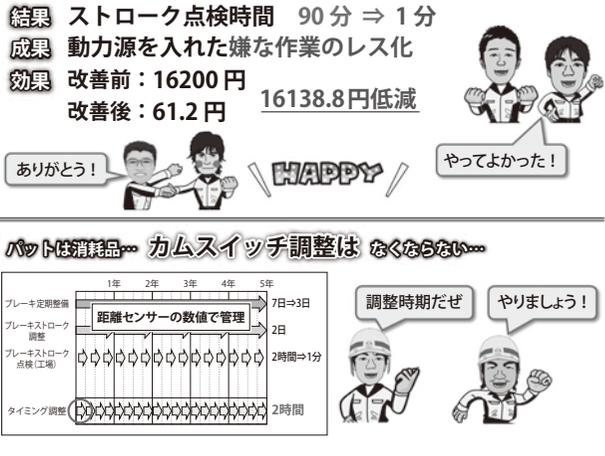
図表—18 対策実施(ライニング管理)



図表—19 対策後の結果(ライニング管理)

17 対策後の結果 (ライニング管理)

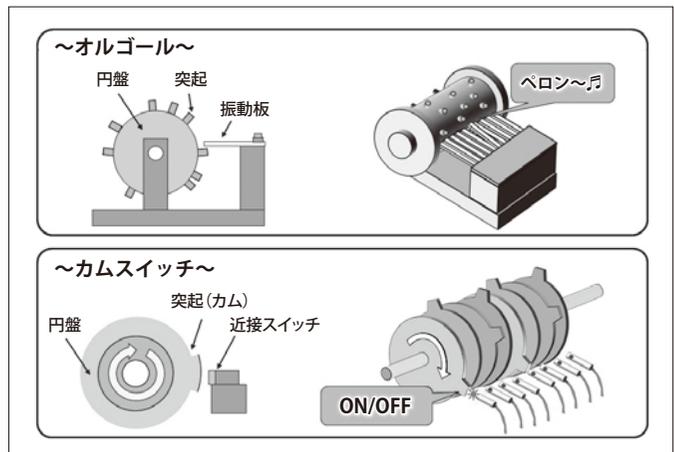
対策実施後、ストローク点検時間を90分から1分に短縮、動力源を入れた嫌な作業のレス化ができた。しかし、パッドは消耗品である。パッドが摩耗してくると、停止位置が変わるため、カムスイッチでブレーキタイミングを調整する必要がある(図表—19)。



18 カムスイッチの機能構造

カムスイッチとは、オルゴールと同じで、回転する突起の位置によって音が変わるように、突起の位置によってブレーキなどのタイミングを決めている。このタイミングを変えることがカムスイッチ調整である(図表—20)。

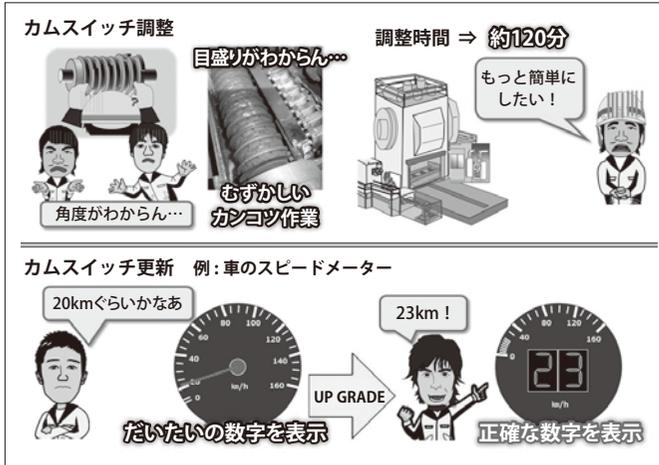
図表—20 カムスイッチの機能構造



19 対策案検討 (カムスイッチ改善)

カムスイッチ調整はカンコツによる、120分かかる難作業である。『もっと簡単にしたい』と声上がり、話し合いするも改善策が決まらず悩んでい

図表—21 対策案検討(カムスイッチ改善)



図表—22 対策実施(カムスイッチ改善)



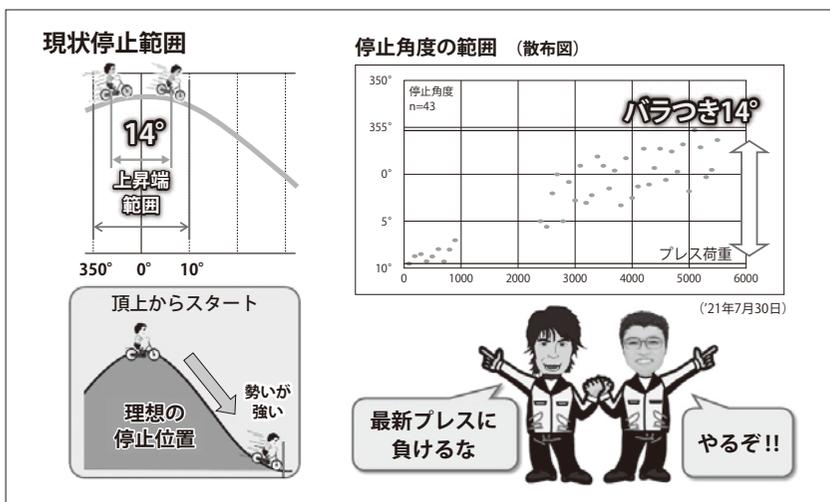
ると、メンバーから『他のプレスは数字になっているな』と一言、車のスピードメーターのようにアナログ表示からデジタル表示へ変更することにした(図表—21)。

20 対策実施 (カムスイッチ改善)

デジタル化するためには、制御を数値化する必要がある。保全でプログラムを作成し、工場は細かな操作を担当し、トライアルを重ね、動きを数値化。そのデータを元にデジタル式のカムスイッチに機器を更新し、調整時間を120分から1分に短縮することができた(図表—22)。

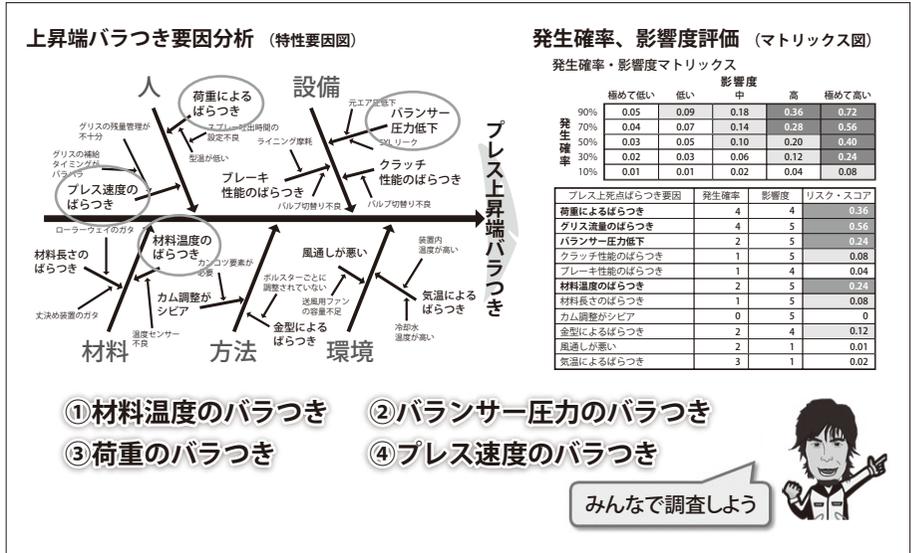
21 異常レスからバラつきレスへ挑戦

どんな車種・部品でも、プレス最大限の力を発揮できる最新鋭の設備を目指し、上昇端範囲内でのバラつきを抑制し、理想の停止位置を目指して、工場と一緒に挑戦した(図表—23)。



図表—23 異常レスからバラつきレスへ挑戦

図表—24
上昇端バラつきの
要因分析



図表—25 各要因調査

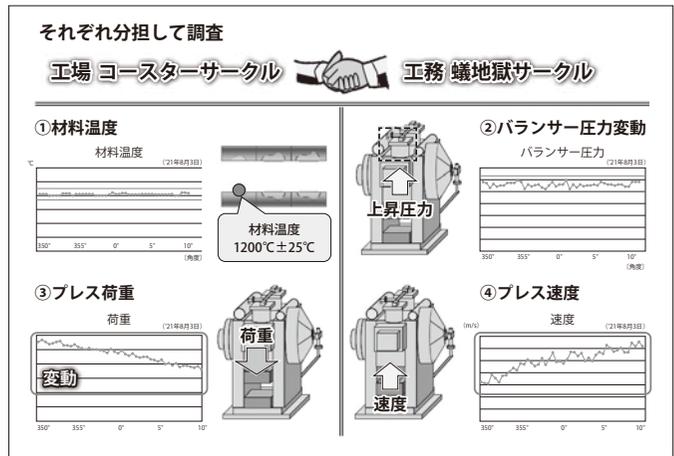
22 上昇端バラつきの要因分析

上昇端位置バラつきの原因を特性要因図で洗い出し、マトリックス評価した。影響度などから、材料温度、バランサー圧力、荷重、プレス速度のバラつきに絞った(図表—24)。

23 各要因調査

製造条件に関する項目は工場、設備に関する項目は保全と分担して調査した。

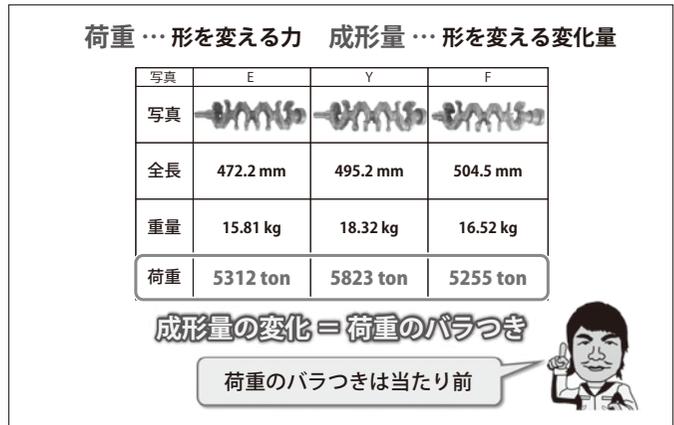
調査の結果、プレス荷重とプレス速度の2つが大きく変動していた(図表—25)。



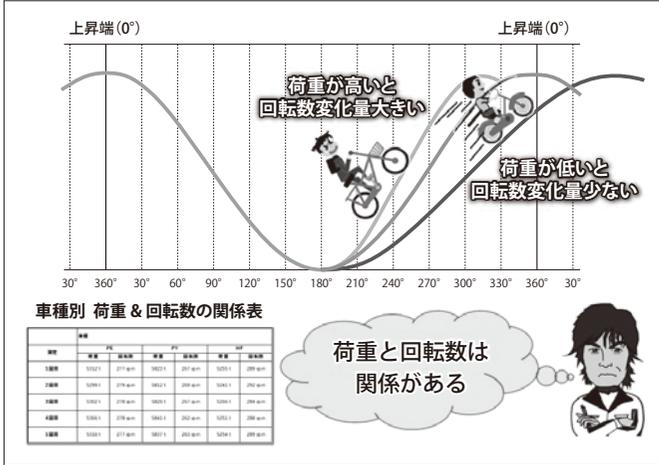
図表—26 プレス荷重とは

24 プレス荷重とは

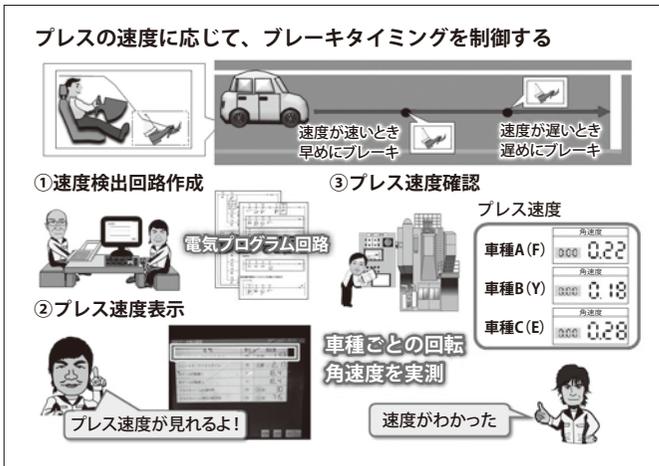
プレス荷重とは、形を変える力のことである。形を変える変化量を成形量といい、車種ごとに長さや形が異なるため成型量も変化する。成形量はそのまま荷重に表れるので荷重がバラつくのは、当然のことだった(図表—26)。



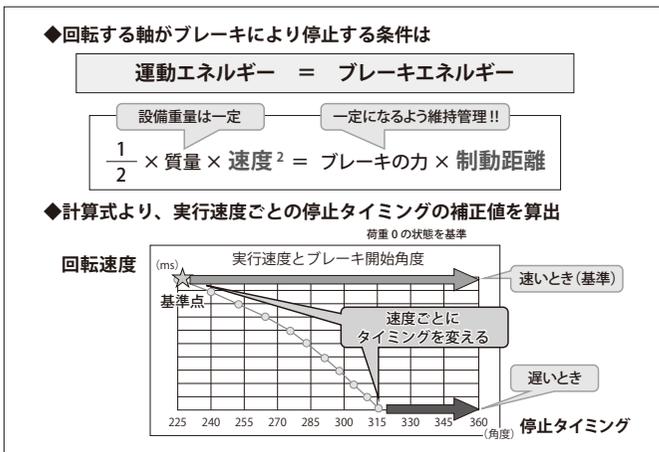
図表—27 プレスの速度変化について



図表—28 現状のプレス速度調査



図表—29 対策の検討(ブレーキタイミング補正)



25 プレスの速度変化について

同じ上り坂でも、傾斜が大きいほうが勢いをなくし速度は遅くなる。プレスも同じで傾斜の角度を荷重とすると、荷重が大きいほうが回転数の減少が起きて遅くなる。この現象で上昇端位置のバラつきが発生していた(図表—27)。

26 現状のプレス速度調査

検討の結果、車の運転のようにプレスの速度に応じてブレーキタイミングの制御を行うことにした。更新したカムスイッチの回転速度検出機能を利用し回路を作成、操作盤に速度表示して、プレス上昇時の速度を調査した(図表—28)。

27 対策の検討(ブレーキタイミング補正)

調査したプレス上昇時の速度をもとに、ブレーキの制動距離を求め、計算結果により、プレスの速度に合わせたブレーキのタイミングを変える補正値を決めた(図表—29)。

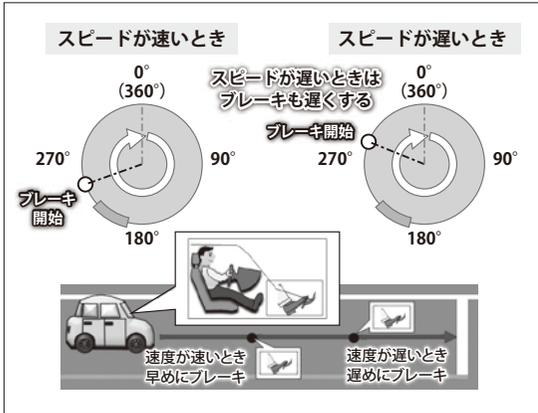
28 改善の実施(ブレーキタイミング補正)

出した補正値をもとに、スピードが速いときは早めにブレーキをかけ、スピードが遅いときは遅めにブレーキをかける、速度に合わせたブレーキ指令のタイミング制御を行った(図表—30)。

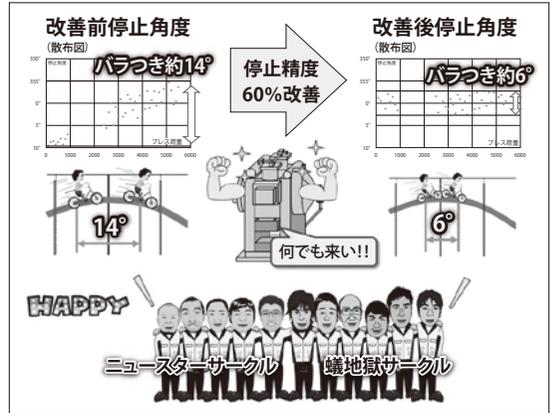
29 改善後の結果(ブレーキタイミング補正)

改善後の結果として、上昇端のバラつきが最大14°から6°と、改善することができた。

図表—30 改善の実施(ブレーキタイミング補正)



図表—31 改善後の結果(ブレーキタイミング補正)



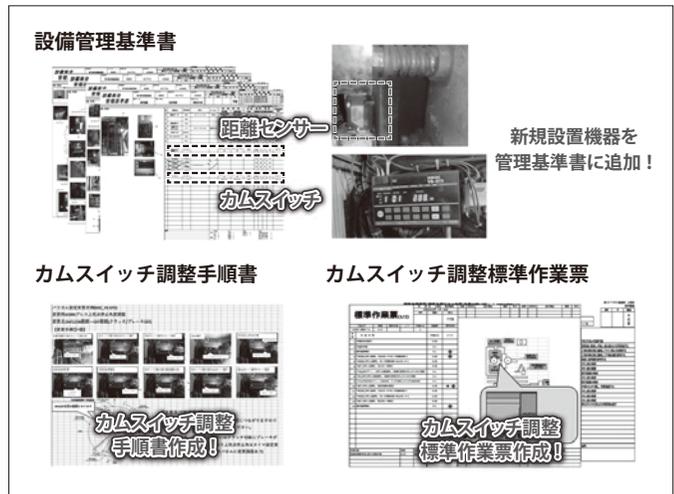
図表—32 標準化と管理

これにより、どんな車種・どんな部品でもプレスの最大限の力を発揮できる最新鋭の設備に近づけることができた(図表—31)。

30 標準化と管理

歯止めとして、

- ① 追加した距離センサーやカムスイッチを管理基準書に追記した。
- ② カムスイッチ調整の作業手順書と標準作業票を作成し、保全と工場で維持管理を行っている(図表—32)。

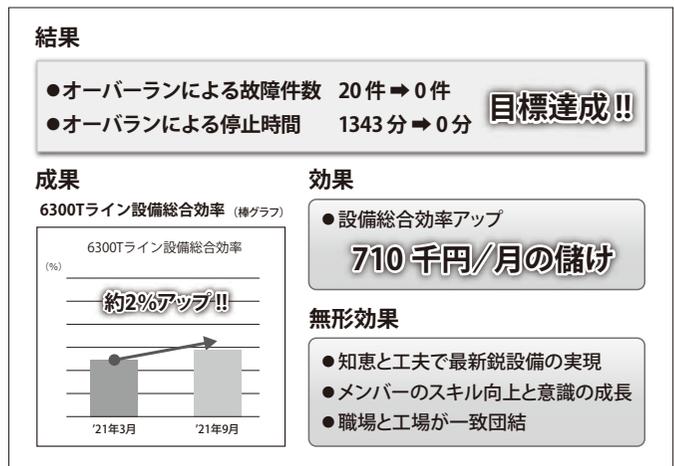


図表—33 効果の確認

31 効果の確認

結果としてオーバーラン故障件数、および停止時間を0にすることができ、目標を達成することができた。

今回の活動を通して、知恵と工夫で最新鋭設備への転換の第一歩が実現できた。また、メンバーのスキル向上と意識の成長を得ることができた。これからの、この成長を糧にストレート生産の実現に取り組む(図表—33)。



KDH湯配工程 標準作業票順守率UP

ヨシワ工業株式会社 六日市工場溶解サークル

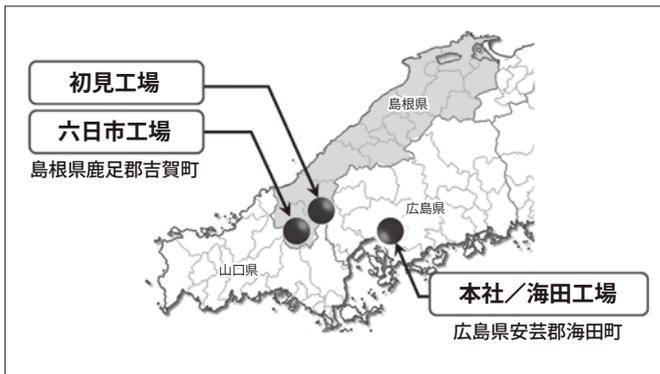
1 会社紹介

ヨシワ工業株式会社は創業 85 年目の鋳鉄物の製造会社である。従業員は約 450 名で、島根県吉賀町の 2 工場で鋳鉄物を造り、広

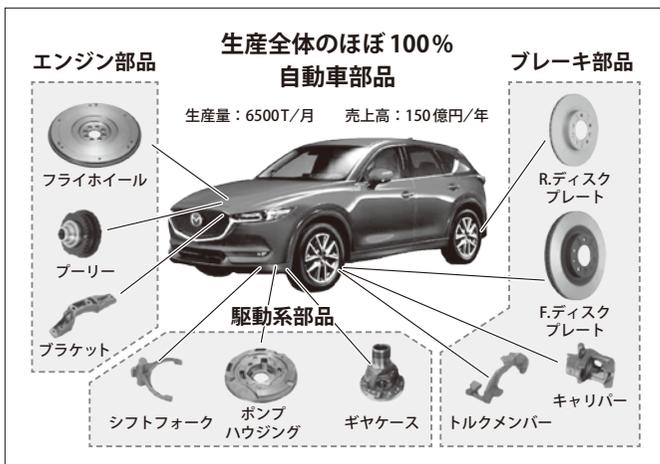
島県安芸郡海田町にある本社工場で機械加工を行っている (図表-1)。

製品は自動車部品がほぼ 100% を占めており、エンジン部品の一部とギヤケースを代表する駆動系部品、ディスクプレート、ブレーキ部品などがある (図表-2)。

図表-1 会社紹介



図表-2 製品紹介

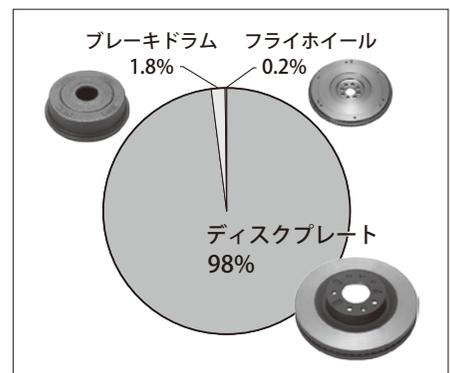


2 鋳物工場紹介

私たちの職場である島根・六日市工場は、ディスクプレートやブレーキドラムを 2 つのラインで生産しており、丸物の普通鋳鉄に特化した、生産性を重視した工場である (図表-3)。

また、鋳造業は巨大な設備を有したプラント産業で、自動化は進んでいるが、昔ながらの職人の技能が幅を利かしている職場である。加えて、高温、粉じん等の過酷な環境で、砂による設

図表-3 六日市工場製品



備の強制劣化もあり、標準化がなかなか定着しない風土がある(図表—4)。

図表—4 鋳物工場の様子

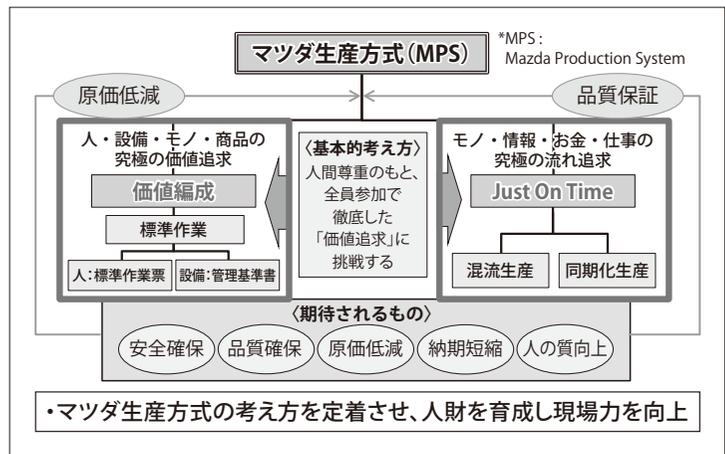


3 改善活動への取り組み

ヨシワ工業ではMPS活動という改善活動に取り組んでいる。MPS活動とは「価値編成」と「JUST ON TIME」の2つの柱で構成されており、人間尊重のもと全員参加で徹底した価値追求に挑戦する、当社と協力関係にあるマツダと共同の改善活動である(図表—5)。

これまでコスト低減活動など工場を挙げた活動を行った際、一時的に活性化するのだが、なかなか継続・定着しなかった。なぜなら、職制など一部のできる人だけの活動になっており、改善しても歯止めに至らない、効果が継続しない、職人のスキルに依存した生産活動から脱却できていないことが原因であった。

図表—5 MPS体系図



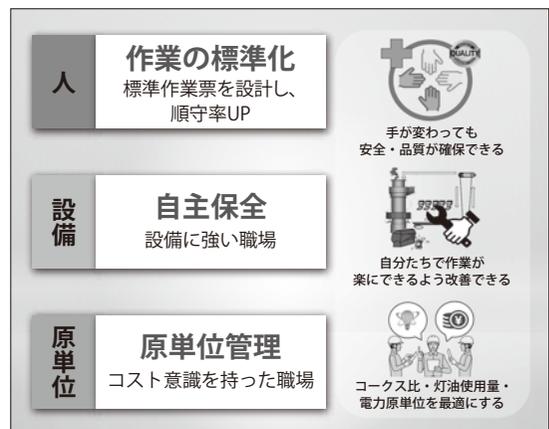
4 MPS活動の3本柱

ありたい姿と現状の姿のギャップを抽出、そこから価値基準を決め、ロスを抽出しロスの全体像を明確にした。そして、以下の活動の3本柱(図表—6)をつくり込んでいった。

- (1) 人の価値に注力した標準作業設計
- (2) 設備の価値に注力した自主保全活動
- (3) 原単位の価値に注力した原単位管理

今回は、(1)人の価値に注力した標準作業設計に対して取り組んだ事例を紹介する。

図表—6 MPS活動の3本柱

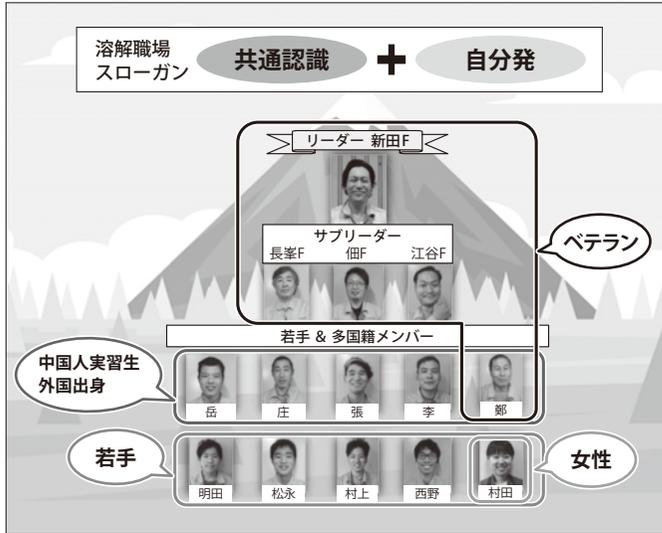


5 テーマ選定理由

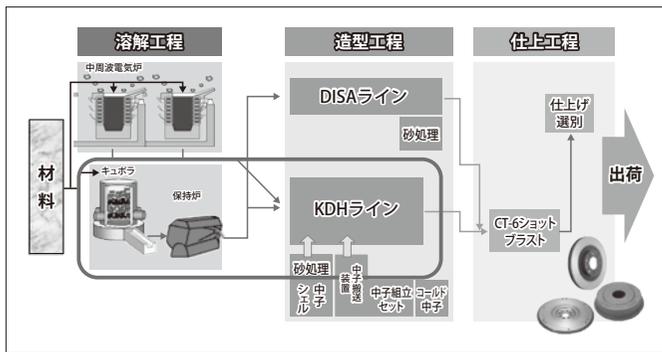
溶解係では、MPS活動の一環として標準作業票の作成とその標準作業の順守率向上に取り組んでいる。順守率が低いと個人のスキルや判断基準、設備の操作方法等の違いによって、安

全や品質で個人差が生じ、ひいては会社の利益減少や顧客に対し悪影響を及ぼしてしまうこと

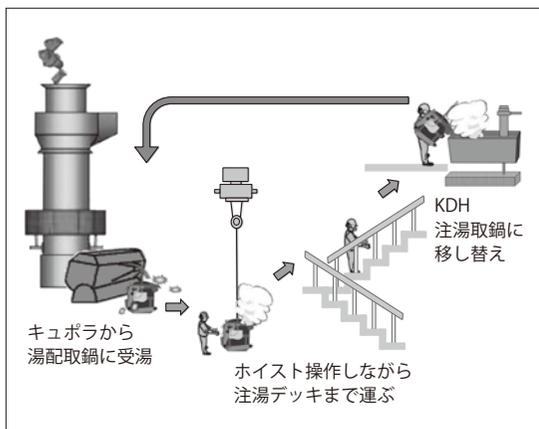
図表—7 活動メンバー



図表—8 工程フロー



図表—9 KDH湯配工程



になる。“個人差をできるだけなくし、誰がやっても楽に、同じように作業ができるようにしたい”という思いからこのテーマに取り組むことにした。

6 職場紹介

私たち六日市工場溶解係は、年齢・性別・国籍問わず一人ひとりの意見を尊重し合い、安全で快適な職場に全員でしていこう、という意味で「共通認識と自分発」をスローガンに掲げている。今回の活動では新田組長をリーダーに、サブリーダー組長3名、その他湯配作業を主に行う実習生と若手を集めた、ピュアな心を持ったメンバーで取り組んだ(図表—7)。

7 工程フロー

鋳鉄鋳物の製造工程は大きく分けると、溶解・造型・仕上の3つに分かれており、溶解職場では鉄を溶かし、造型職場では溶かした鉄を鑄込むための砂型をつくり、最後に仕上職場で仕上げを行う、という流れになっている。この中でもKDH湯配工程とは図表—

8で示す部分で、キュボラと呼ばれる溶解炉から出てきた溶湯¹をKDHライン(造型ライン)に運ぶ工程である。

8 KDH湯配工程とは

KDH湯配工程とは具体的にどのような作業なのか説明する(図表—9)。

①キュボラから配湯用の湯配取鍋²に溶湯を受ける、②湯配取鍋を吊ったホイストクレーンを操作しながら階段を上がる、③KDHラインのデッキ上で注湯³取鍋に溶湯を移し替える、

¹ 溶湯: 溶かした金属のこと ² 取鍋: 溶湯を入れる容器 ³ 注湯: 砂でつくった鑄型に溶湯を注ぎ入れること

④ホイストクレーンを操作し、空になった湯配取鍋を1階まで下ろす。

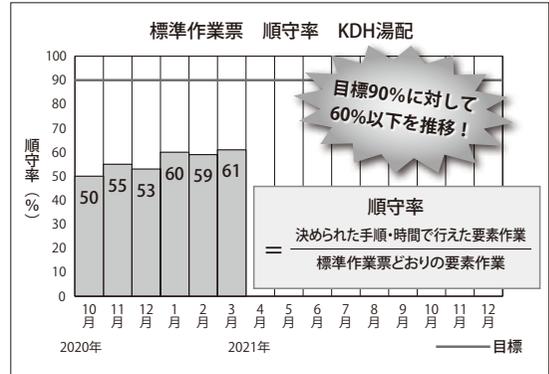
この作業は、人が繰り返し行う作業であり、溶解係に配属された新人は必ず一番初めに教わる。また、作業性が悪く1日に何度も階段の昇降を繰り返すため疲労度が高い。単純に見えるがとても重労働な作業である。

9 現状把握

順守率の調査を実施した。標準作業票には工程ごとに要素作業（例：左手でハンドロックをはずす、待機位置まで移動するなど）と作業時間が細かく決められている。順守率とは、作業者がその時間も含め、標準作業票どおりの作業を行っているか調べたものである。

実際に現場で調査をしてみると、目標90%に対して、60%以下を推移していた（図表—10）。

図表—10 順守率調査



図表—11 設計者と作業メンバーの話し合い



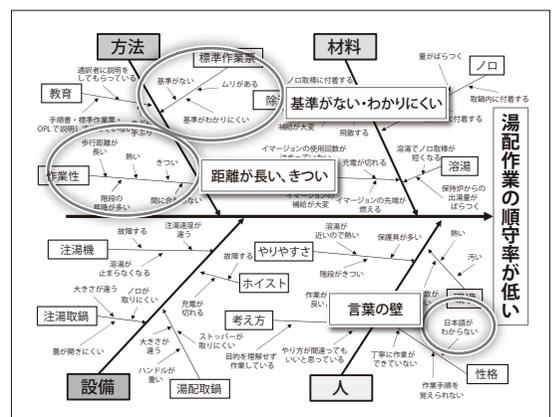
10 目標設定

以前から目標としていた順守率90%達成を目指すことにした。

図表—12 特性要因図

11 要因分析 ～聞き取り調査①～

まず初めに、標準作業票を設計した新田組長と実際に作業をしているメンバーで話し合いを実施した。すると、メンバーからは標準作業票のやり方では「やりにくい! 組長と同じようにはできん! 間に合わん!」という意見が出た。組長は安全や品質を考慮し自分なりの標準作業票の設計を行ったが、一人のカンコツで設計していたため“作成者”と“実行者”との間にギャップがあることがわかった（図表—11）。



12 要因分析 ～標準作業票の内容見直し～

その後も話し合いを重ね、順守率が低い要因

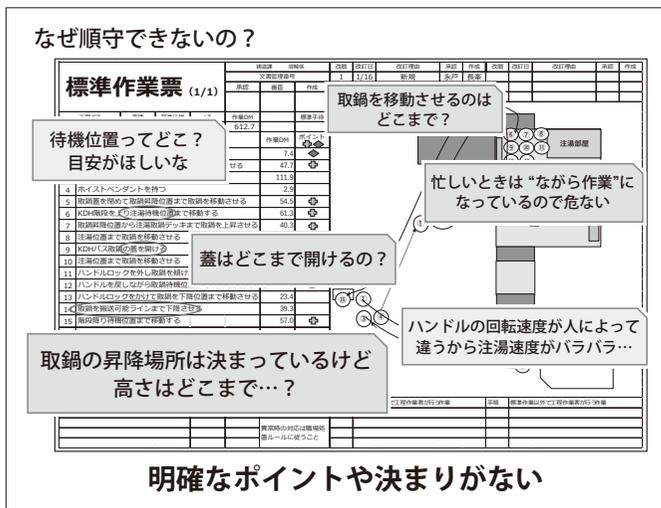
を特性要因図にまとめた。すると、基準がない、わかりにくい、言葉の壁があって理解するのが難しいといった意見が出た（図表—12）。

このことから、まず標準作業票の基準について内容の見直しを行った。その結果「湯配取鍋の待機位置ってどこ？ 目安が欲しい」、「取鍋の蓋はどこまで開けるの?」、「取鍋の昇降時の高さはどのくらいまで?」など、現在の標準作業表には明確なポイントや決まりがないため、順守率が上がっていないことがわかった(図表—13)。

13 要因分析 ～聞き取り調査②～

湯配作業を主にしているのは中国人実習生で

図表—13 標準作業票の見直し



図表—14 対策案(一部抜粋)

対策案		効果	実現	コスト	合計	優先順位
基準がない	立ち位置を決め、印をつける	○	◎	◎	8	1
基準がわかりにくい	取鍋上昇位置の目印を設置	○	◎	◎	8	5
	ホイスト停止位置、目印を設置	○	◎	◎	8	3
	取鍋の持ち手に印をつける	○	◎	◎	8	6
	取鍋下降位置の目印を設置	○	◎	◎	8	4
言葉の壁	中国語で標準作業表を作成する	○	◎	◎	8	7

ある。彼らにも現場・現物で身振り手振りを交えながら話し合いを行った。ところが、やりにくいところはないか意見を求めてみても「大丈夫!」という返事のみであった。社内の通訳担当者を交えてもなかなか意見が出てくることはなく、実習生とは言葉の壁があり、細かいところまでうまく伝わっていないことがわかった。

これらの結果から順守率が上がらない要因を整理してみると、大きく3つに分類できた。

(1) 標準作業票の作成者と、実際に作業する者が違っており、作業側側の意見が十分反映されていない

(2) 要素作業に具体性がないため、基準が曖昧で、わかりにくい

(3) 中国人実習生に対して、言葉の壁により作業のポイントが十分に理解されていない

なお、1つ目の要因に対しては、コミュニケーションをとる取組みで解決した。

14 対策立案

メンバー全員で話し合いを実施し、KDH 湯配作業の阻害要因に対する対策案を35件立案した。これらを効果・実現性・コストの観点から定量評価を行い、まずは自分たちで取り組める小規模なものから優先順位を付け、取り組むことにした(図表—14)。

15 対策実施 ～事例紹介～

今回は一部の事例について紹介する。

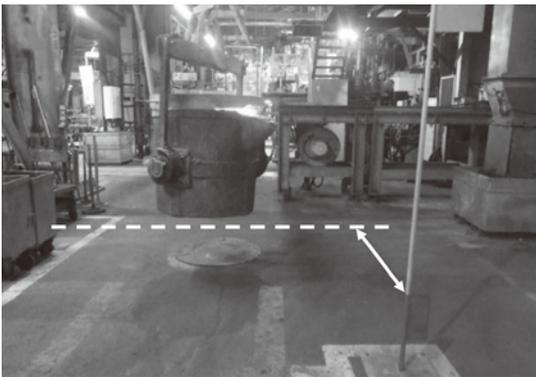
(1) 基準の設定・見える化

① 作業者ごとに立ち位置がばらついていることに対し、足型をつけることで皆が同じ姿勢・同じ動作で作業をすることができるようになった(図表—15)。

図表—15 足型設置



図表—17 取鍋下降位置の目安



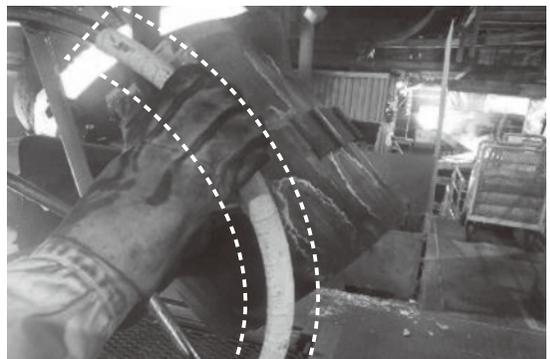
図表—16 取鍋上昇位置の目安



図表—18 レールに設置した停止位置



図表—19 ハンドルの印



- ② 取鍋の上昇位置がばらつくことに対し、目安となる目印を設置したことで、誰がやっても高さが一定になり、同じ操作をすることができるようになった(図表—16)。
- ③ 取鍋走行時の高さについて、今までは上限は決めていたものの、下限を決めてなかったため作業がばらついて見えた。下限を明確に決めることで、安全かつムダのない標準作業にすることにつながった(図表—17)。
- ④ ホイストクレーンの停止位置がばらつくために作業が揃わなかった。そこで、レールに停止位置を付け、一定にさせることによりムダな調整が要らなくなった(図表—18)。
- ⑤ 人によって移し替えの時間にばらつきが大きいということに対し、ハンドルの持ち位置を決める白いすべり止めテープを付けた。こうすることで誰がやっても同じように溶湯を移すことができるようになった(図表—19)。

(2) 標準作業票の改定

上記の対策案実施と並行して標準作業票の内容を15項目から43項目へ細分化し、より具体的にしていった。たとえば、改定前は「取鍋のハンドルを回す」と作業指示していた内容を、改定後には「右手で取鍋のハンドルを持ち、ハンドルを左回りに回す」というように変更し

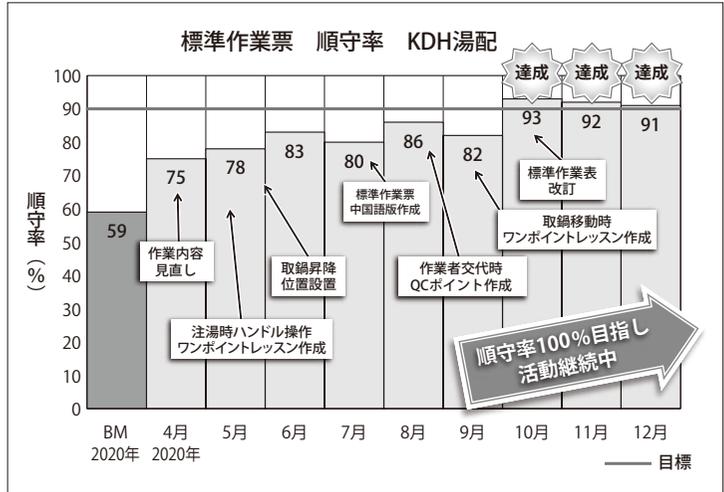
16 効果の確認

順守率は2020年度まで停滞していたが、2021年10月以降は目標の90%を達成した。さらに、順守率100%を目標に掲げまだまだ活動は継続中である(図表—23)。

また、スキルチャートを用いて溶解係独自の基準で組長が評価し、個々のスキルアップを見える化した。活動前と後を比較してみると、メンバー全員の成長が見られ、技能面に加えマインド面で成長していることがわかる(図表—24)。

今回の活動を他の係にも水平展開し進めていくことで、他職場でも人材が育ってきており、六日市工場全体で成果が出てきた。とくに、品質では業界トップの域に達してきた(図表—25)。

図表—23 順守率



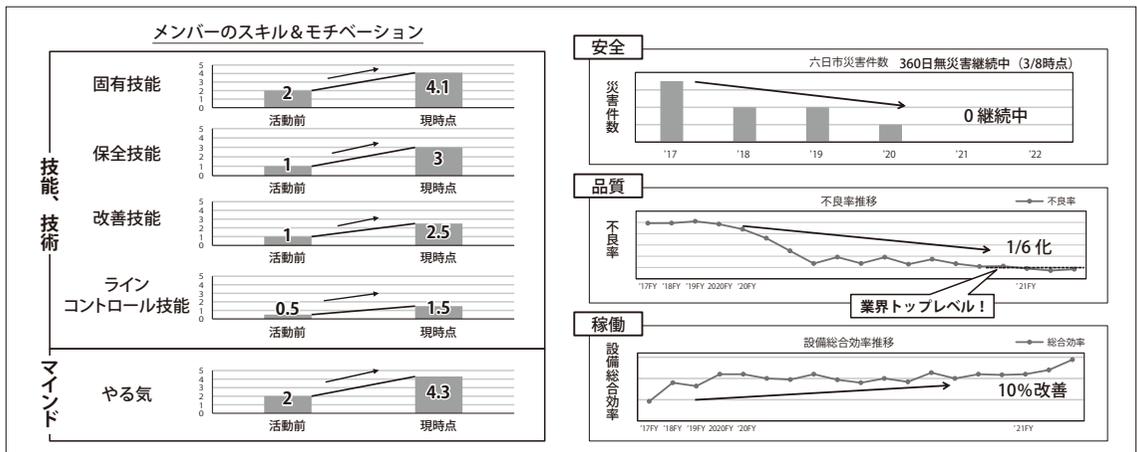
図表—24 活動メンバーのスキルチャート



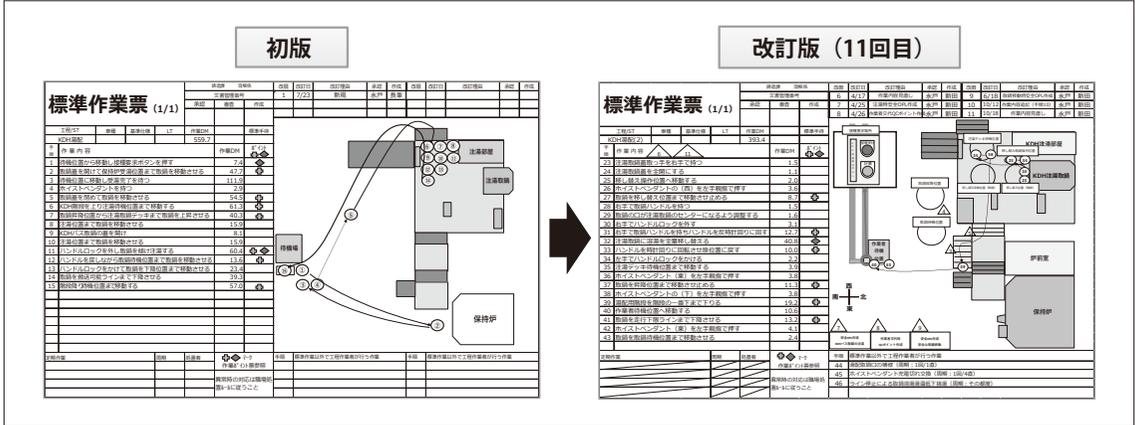
17 歯止め

KDH湯配工程の標準作業票は延べ11回の改定を行った。現在も引き続き、阻害要因があれば改訂を行い、順守率100%達成を

図表—25 六日市工場全体で見る成果



図表—26 歯止め



目指し活動を行っている (図表—26)。

18 今後の課題

今回の活動によって溶湯を供給する部分では個人差が小さくなってきた。しかし、品質と安全を保ちながらもっと楽に作業ができるよう

になるためには、自動化や取鍋運搬時の高低差をなくすといった問題にも取り組んでいく必要がある。

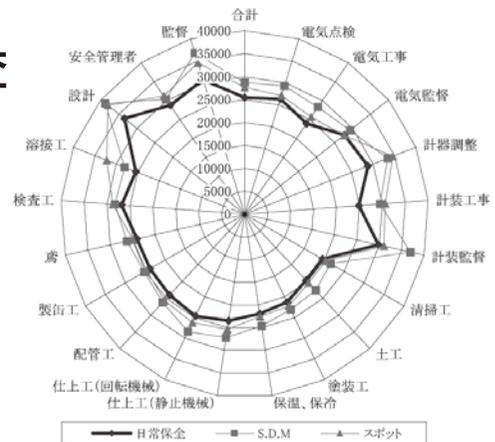
今後も「共通認識と自分発」というスローガンのもと、安全で快適な職場になるよう全員参加で取り組んでいく。

2021 年度 外注技能工の 単価 調査

— 報告書 —

- ・ 2021 年 4 ~ 6 月に実際に支払った単価
- ・ 外注技能工 1 人 8 時間拘束当たりの工賃 (労務費) の平均金額 (経費 (旅費交通費、宿泊費、通信費等)、資材費は含まない)
- ・ 地域は 5 区分: 「北海道・東北・北陸」「関東」「東海・近畿」「中国・四国」「九州・沖縄」
- ・ 業種 (設備ユーザー) は 10 区分
- ・ 保全方法は 3 区分: 「日常保全」「SDM」「スポット」
- ・ 職能は 20 区分

2021 年 4 ~ 6 月の職能別単価



日常保全 : 全国平均は 25,445 円 / 人・日
 S D M : 全国平均は 28,713 円 / 人・日
 スポット : 全国平均は 27,696 円 / 人・日

お申込みは ⇒ <http://www.jipm.or.jp/>

Maintenance Data Management

保全データ マネジメント

の考え方 報告書

ホームページで実費頒布

実際に使われている
388の保全データ類

データ情報源 LC 段階	保 全 PDCA	カテゴリ区分	保全（設備管理）で扱う データ・情報	データ 類性質	各 LC 段階業務 PDCA の活 用するデータ類		
					設 計 活 用 PDCA	施 工 活 用 PDCA	製 造 活 用 PDCA
共通管轄	P	基準・規則	・法申請資料・法的要求事項・ 適用法規	三次	P	P	P
共通管轄	P	基準・規則	・変更管理基準（チェックリスト）	三次	P	P	P
設計管轄	P	設計・掘付	・設備設計情報（設計条件、運 転条件、仕様、図面）	一次	P		P
設計管轄	D	プロセス	・プロセス情報（P&ID（配管・ 計装）、PFD（プロセスフロー）、 UFD（ユーティリティ系統）、PMS （EYECAD データ他））	一次	D		P
施工・工事	D	外注基準	・工事安全基準、工事安全規則	三次	P	P	D
施工・工事	D	外注基準	・検収基準・仕様書	三次	P	C	D
運転・製造	D	施工・保全工事	・情報技術（モバイル PC による 工事図面、機器図閲覧等）	三次	D	P	D
運転・製造	C	解析・分析	・連続運転評価	三次	P		A
保全	P	施工・保全工事	・工事管理データベース				
保全	D	施工・保全工事	・開放検査記録・開放 （施工状況、検査結果、 定記録、補修内容、試験 工程実績、コスト実績など）				
保全	C	解析・分析	・故障解析データ ・故障原因解析データ	三次			C
保全	A	次期反映	・基準類見直し（M/P 情報）	三次	A		C

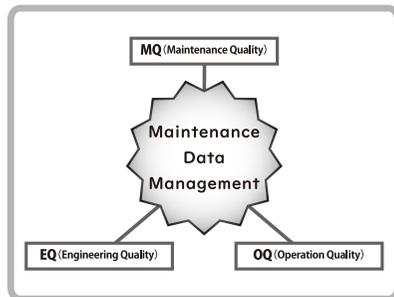
一部例

<巻末資料>：「保全データ」の実態調査結果より

MOSMS® Maintenance Data Management



MOSMS 保全技術研究会



公益社団法人日本プラントメンテナンス協会

特徴

- 経営リスク視点から「包括的な保全データマネジメントシステム」提案
- 代表的な設備ユーザーが実際に扱うデータ類の実態を調査
- 実際に使用されている保全データ類 388 を掲載
- 「一次データ」：設備状態データ、「二次データ」：DB、「三次データ」：情報
- IoT が活用できる物理的データと、人を介してしか取れない「人間系データ」の把握
- 評価指標 EQ（設計段階）、QQ（運転段階）、MQ（保全段階）の事例紹介

Go to

<https://www.jipm.or.jp/>

公益社団法人日本プラントメンテナンス協会

2022年6月度

自主保全士認定者氏名

日本プラントメンテナンス協会は、2022年6月度の自主保全士認定者（1級、2級）を発表いたしました。

今回、本誌に掲載するのは、2022年6月に実施した通信教育の認定試験による認定者（1級 289人、2級 350人）の氏名です（氏名の前の番号は通信教育の受講番号）。

この認定試験は、当会が実施している通信教育「自主保全士コース」の添削指導（全5単位）を修了された方を対象に在宅方式で実施しているもので、この認定試験に合格することで、当会より「自主保全士」として認定いたします。

次回の認定試験は、2022年7月末日までに添削指導を修了された方が対象となり、2022年9月に実施の予定です。試験対象となる受講者には8月下旬に認定試験問題が送付されます。

1級

21070549	21090115	21100046	21100189	21100316	21070549	21090115	21100046	21100189	21100316
21070586	21090129	21100051	21100190	21100317	21070586	21090129	21100051	21100190	21100317
21070603	21090146	21100052	21100192	21100360	21070603	21090146	21100052	21100192	21100360
21050469	21080023	21100053	21100194	21100361	21050469	21080023	21100053	21100194	21100361
21060145	21080078	21100055	21100196	21110019	21060145	21080078	21100055	21100196	21110019
21060308	21080080	21100056	21100200	21110021	21060308	21080080	21100056	21100200	21110021
21060309	21080129	21100068	21100201	21110025	21060309	21080129	21100068	21100201	21110025
21070007	21080131	21100080	21100203	21110028	21070007	21080131	21100080	21100203	21110028
21070009	21080154	21100081	21100204	21110029	21070009	21080154	21100081	21100204	21110029
21070010	21080155	21100082	21100206	21110035	21070010	21080155	21100082	21100206	21110035
21070012	21080261	21100084	21100219	21110036	21070012	21080261	21100084	21100219	21110036
21070014	21080264	21100085	21100234	21110037	21070014	21080264	21100085	21100234	21110037
21070016	21080272	21100086	21100236	21110038	21070016	21080272	21100086	21100236	21110038
21070051	21080396	21100087	21100237	21110045	21070051	21080396	21100087	21100237	21110045
21070228	21080421	21100088	21100239	21110056	21070228	21080421	21100088	21100239	21110056
21070251	21080424	21100149	21100241	21110063	21070251	21080424	21100149	21100241	21110063
21070258	21080428	21100156	21100243	21110064	21070258	21080428	21100156	21100243	21110064
21070432	21080431	21100160	21100244	21110065	21070432	21080431	21100160	21100244	21110065
21070442	21080455	21100162	21100245	21110066	21070442	21080455	21100162	21100245	21110066
21070466	21080484	21100166	21100252	21110067	21070466	21080484	21100166	21100252	21110067
21070467	21080486	21100167	21100253	21110068	21070467	21080486	21100167	21100253	21110068
21070472	21090023	21100168	21100268	21110069	21070472	21090023	21100168	21100268	21110069
21070474	21090038	21100179	21100269	21110070	21070474	21090038	21100179	21100269	21110070
21070509	21090039	21100181	21100273	21110071	21070509	21090039	21100181	21100273	21110071
21070538	21090089	21100185	21100295	21110072	21070538	21090089	21100185	21100295	21110072
21070542	21090112	21100188	21100315	21110073	21070542	21090112	21100188	21100315	21110073

21110074	大河辰也	21120032	住田大平	22010040	名倉真	22020065	近藤政志	21080017	鈴木拓斗	21090065	野々村吉絃
21110075	植木利宏	21120033	古川賢	22010042	河野哲也	22020079	太田悟	21080020	堀内龍政	21090067	大橋ひなの
21110076	齋藤博樹	21120034	高谷創太	22010043	穴戸俊貴	22020083	仁志信幸	21080072	高橋学	21090068	野間俊介
21110077	前原侑平	21120036	酒井善宗	22010044	長谷川靖夫	22020098	白波瀬秀和	21080136	森春樹	21090073	黒川遼人
21110078	山崎純	21120041	村山晃太	22010047	中田泰充	22020106	井上晴雄	21080157	山川真司	21090080	児玉龍道
21110079	高澤太一	21120043	村松洋平	22010048	渡部侑人	22020127	塚本貴紀	21080162	福田武司	21090095	石井啓介
21110080	上原拓実	21120044	中村友紀	22010058	大久保磨佐彦	22100130	足立雄二郎	21080163	大津和仁	21090101	笠井勇樹
21110081	新地勇樹	21120045	山田康二	22010060	神田雄二	22100132	知念大実	21080165	土屋涼	21090111	日比野力歩
21110082	茂木和行	21120046	小野塚恵美	22010062	小栗光	22100135	田口淳平	21080172	高橋里氏	21090113	山崎裕也
21110083	田谷洋一	21120065	實松大志	22010066	鈴木英史	22100136	竹内俊司	21080182	井澤健太	21090153	城嶋斗
21110084	小林信行	21120066	岡原明輝光	22010071	小林勇翔			21080190	岡本壮将	21090158	富岡恭己
21110085	石原剛	21120067	藤本裕	22010072	吉川尚輝			21080236	小笠原静次	21090159	茂木涼輔
21110086	茂木久代	21120068	山本翔馬	22010074	中豊和			21080273	與那嶺弘次	21090178	前田純
21110087	金子剛	21120069	安田朝陽	22010076	阿久津忠仁			21080300	土佐林拓矢	21090179	宮田創士
21110088	大澤誉夫	21120072	花田純悟	22010077	石井誠二	21050085	ナカムラ拓海	21080305	谷口汐耶	21090190	村上元成
21110089	濱田雄作	21120075	秋和亮太	22010085	太田伸良	21050143	佐々木翔生	21080306	千葉亘	21090194	小島悠一郎
21110091	保科友樹	21120077	小池祐生	22010089	後藤正則	21050301	山本恭兵	21080325	松尾高志	21090200	村松美奈
21110095	大塚宗典	21120078	伊藤圭哉	22010090	林大毅	21060065	佐武大輔	21080381	坂東政雄	21090207	田中洋平
21110098	上林稜	21120079	村上虎太郎	22010091	鈴木建輔	21060103	山本龍矢	21080384	前田翔也	21090223	勝村拓哉
21110101	矢部将基	21120102	大倉泰昭	22010093	長束直樹	21060326	勢渡怜将	21080386	鳴海賢人	21090225	向笠良人
21110136	松瀬謙作	21120103	栃木佑介	22010097	青木秀彰	21060525	古家拓朗	21080425	森下拓	21090226	山縣伸安
21110143	近藤雅己	21120104	伏見大有	22010098	榛葉祐太	21060819	中村和也	21080454	本村柚葵	21090227	鈴木涼介
21110147	反町努	21120105	川原司	22010103	河原崎公希	21070004	岩井克哉	21080456	大田七々絵	21090232	増田穰
21110148	中出翔太	21120108	丸木哲也	22010107	加藤光浩	21070030	津江康平	21080463	井上雅博	21090239	千多潤一
21110156	土佐涼介	21120109	高木勇磨	22010108	伊藤潤	21070135	中野真宏	21080469	笹崎響輝	21090240	勝村浩之
21110166	鈴木友幸	21120110	松本吉弘	22010116	松沢祐希	21070159	藪田祐介	21080471	近能みなも	21090242	武藤一輝
21110167	三宅健一朗	21120111	堀明弘	22010122	柳慎一	21070161	幸島竜也	21080481	田中里歩	21090258	田畑米作
21110173	金田憲幸	21120112	竹中裕二	22010125	山口優	21070201	田中克明	21080490	善養寺秀	21090260	マイティンサン
21110183	西中亮人	21120114	長谷川涉太	22020011	飯面賢一	21070226	足達和岳	21080492	引地孝至	21090279	村上敬幸
21110185	水橋智紀	21120122	原雄太	22020028	寺田晃輝	21070273	加藤正明	21090002	多田裕一	21090285	小杉竜斗
21110186	岡崎剛史	21120123	真山泰治	22020030	増田俊希	21070294	金子広大	21090007	芦刈進悟	21090286	六車裕樹
21110187	三嶋拓也	21120124	杉岡輝代	22020033	玉手隆尋	21070382	山岸勇輝	21090008	高治寛	21090288	木村静馬
21110190	永田達也	21120137	永坂章	22020035	福田和平	21070436	藤野直紀	21090009	田村将喜	21090292	辻崇
21110192	富田倚斗	21120141	中山雅仁	22020047	岩間崇	21070448	和田敬道	21090010	福島大明	21090298	稲森知己
21110195	服部啓章	21120168	田中雄太	22020050	西山大貴	21070458	井添翔吾	21090011	川野誠志郎	21090299	富樫臣司
21110202	田中直樹	21120169	村田雄一	22020053	南谷武	21070486	宮澤嗣典	21090012	稲垣和真	21090322	奥野伶清
21120012	柳井瑞希	21120170	佐々木寛之	22020055	木下喬寿	21070511	車谷嶋樹	21090013	池田海都	21090329	浅岡勇汰
21120013	小幡千夏	21120173	安部宗成	22020056	小松仁未	21070530	山中啓奨	21090014	松井聡	21090332	堀内颯人
21120014	姫野紫音	21120181	入江幸男	22020057	福山正人	21070545	石松宗一郎	21090017	福谷淳	21100001	河野孝彰
21120015	平川竜也	21120183	戸川義幸	22020058	宮崎さやか	21070596	高橋紗織	21090019	古戒隆二	21100002	山口晃司
21120017	井上貴之	21120188	松浦勇樹	22020059	相馬健太	21070605	飯塚祐司	21090020	清家翔太	21100003	齋藤真好
21120030	大山洋子	22010016	森江拓哉	22020060	小林寛明	21080005	前田史也	21090028	田上友貴	21100005	柴下健汰

2級

21100006	野々下恭平	21100126	山田大地	21100309	小原真哉	21110112	熊谷康一	21120050	峯岸優毅	21120174	三輪勇貴
21100007	吉田靖弘	21100127	濱里直也	21100310	高橋奈緒渡	21110117	丸中歌菜	21120051	石橋瑠奈	21120175	松田純一郎
21100008	岩田一馬	21100128	船間和希	21100311	田中慎也	21110118	杉江郁実	21120053	沼尻治幸	21120184	龍田慶弥
21100009	伊佐勇太	21100129	松田一志	21100312	柴田斉	21110119	大下健人	21120054	笠原豊	22010006	池上晴信
21100011	染矢圭司	21100150	小林田鶴子	21100314	走出雄一	21110120	大矢虎太郎	21120056	右田優希	22010009	益子広
21100012	高橋亮	21100151	坂川まどか	21100318	小暮克迪	21110124	高津由衣	21120057	小浜竜矢	22010019	石川あおい
21100013	長溝達矢	21100153	澤村正広	21100319	和田浩三	21110125	牧野あかり	21120058	河野健人	22010021	設楽慶太
21100014	吉田慶司	21100154	久保友祐	21100320	箕浦志匡	21110127	田村康平	21120062	大原拓馬	22010028	鎌田結菜
21100015	工藤隆司	21100172	藤井寿典	21100321	内村千弥	21110132	西尾健太郎	21120063	橋原直矢	22010029	板垣千夏
21100018	川井知洋	21100213	白石光明	21100322	三好直美	21110134	熊取凌	21120070	田中響	22010030	酒井桂子
21100019	吉野快音	21100215	鈴木智哉	21100323	三木ゆめ	21110149	馬場桜佑	21120071	日高勇人	22010035	軽部龍
21100022	加藤智也	21100218	太田暁宙	21100327	西室温乃	21110153	椎名貴子	21120074	荒木大晟	22010051	山内見香
21100023	山田光希	21100220	田所克栄	21100333	瀧澤隆雅	21110155	春森光	21120080	赤井優	22010052	高橋佳那
21100031	清政卓也	21100223	八巻修	21100338	奥村花梨	21110162	飯尾秀徳	21120081	小鍛冶士茂	22010053	高木夏実
21100043	斎藤僚	21100224	工藤慎二	21100339	小林愛佳	21110169	杉直紀	21120084	野崎晃汰	22010054	曾根駿太
21100045	笹生悠介	21100226	田中典仁	21100341	平山晴輝	21110176	小野寛	21120085	堀金敦士	22010059	木村大知
21100047	堀口俊将	21100227	永富真人	21100343	鴨田樹	21110177	箱崎達也	21120086	原田悠万	22010065	南義孝
21100048	奥山虹州	21100228	藤原正樹	21100345	丹野恒心	21110198	久野七彩	21120087	櫻山聖矢	22010067	河村昭彦
21100049	中出武	21100229	齋藤嘉広	21100349	嶋田舞乙	21110199	健部嘉慶	21120088	赤木健治	22010068	三木尚勇
21100050	森本祥大	21100231	石川和樹	21100365	倉重聡	21110203	高縁未来	21120089	波岡翔太	22010069	森木田静志
21100058	藤森将太	21100232	井手斉	21100370	南保豊	21120001	阿佐大地	21120090	亀山翔	22010070	徐文龍
21100059	田村秀幸	21100233	古澤周大	21110001	田中健太	21120002	日高悠	21120091	宇都宮英史	22010073	築瀬力也
21100060	花田竜海	21100238	北原辰徳	21110003	坂本英哲	21120003	記虎直弥	21120092	松尾吉記	22010081	渡辺友樹
21100061	田中敬司	21100249	大成一輝	21110004	廣瀬昇	21120004	井上洋輔	21120095	白川みのり	22010082	西川真純
21100065	岡田和己	21100251	田村淳	21110014	松本真紀	21120005	西川諒平	21120100	坪井雅貴	22010084	永谷彰彦
21100066	堀川和雅	21100256	近藤凌太	21110015	門脇昌汰	21120006	植芝正人	21120107	齋藤光平	22010115	成田迅宏
21100069	餅田知宏	21100258	田中彩斗	21110016	前島大輝	21120007	布家一樹	21120117	片岡卓也	22010124	松本大輔
21100073	畑紀宏	21100270	小竹里沙子	21110017	種原朋樹	21120008	東出紘憲	21120118	土橋勇斗	22020001	飯島常巳
21100075	川崎謙悟	21100271	池亀百花	21110023	正岡知洋	21120010	井坂斗斗	21120119	清水純輝	22020004	芳賀大樹
21100076	永原純	21100272	佐藤舞	21110040	楢森勇稀	21120011	築地貴文	21120120	佐藤悠樹	22020005	菅野秀樹
21100089	尾形涉	21100276	岸本純一	21110047	佐藤源太	21120020	落合拓海	21120121	鈴木良洋	22020024	西嶋友作
21100100	下條果桜	21100279	幡多陸斗	21110102	蛭田努	21120021	関智裕	21120128	多田智也	22020029	小松崇人
21100116	幸田裕介	21100284	田中仁	21110103	佐藤佑哉	21120024	北内隆宏	21120131	原山将	22020078	森俊介
21100120	石橋拓巳	21100290	内田玲志	21110104	飯野貴弘	21120026	木村文雄	21120136	上田翔	22020084	山地明
21100121		21100291	川合翔吾	21110105	片山節	21120029	船山美治	21120140	小沼綾子	22020095	清水伸悟
	グエンティキウチン	21100294	大山夢咲士	21110106	黒田健太	21120031	飯塚孝伸	21120152	大坪敬弘	22020111	米原晃太
21100122	小林幸平	21100302	橋口浩道	21110108	石本卓也	21120038	吉田杜夢	21120160	遠藤達英	22020112	山岡和義
21100123	塩澤拓実	21100304	濱本翔平	21110109	青木久純	21120042	近藤顕	21120161	立木昇	22020123	桜田直志
21100124	田中拓真	21100307	日下裕司	21110110	清塚雄太	21120048	日向亮太	21120162	三宅龍弥	22100138	福島明美
21100125	照井慶平	21100308	佐藤大記	21110111	外山堅次	21120049	中島琢裕	21120164	小島遼		

JIPMオンデマンドセミナーのご紹介

～特徴～

①受講者自身の勤務形態やライフスタイルに合わせて受講可能！
⇒期間中、何度も見直せるので、理解度に合わせて進めることが可能
90日間いつでも、自宅や職場でPC・スマホでどこでも学習が可能

②365日受講申し込みが可能！
⇒公開講座と異なり、いつでも受講できます。

③かかる費用は受講料だけ！
⇒受講者の好きな場所で受講できるので、出張費などの費用は発生しません。



～提供しているオンデマンドセミナーの例～

TPMの目的とその構造を体系的に理解できる
「管理監督者のためのTPMはじめての一步」

保全業務PDCAをまわすための、「故障解析手法の基礎」が学べる
「故障から学ぶ設備保全入門」

生産現場に配属直後の「何をすれば良い？」を解決！
「なぜやるのかシリーズ！！初めての工場「QCDってなんだろう？」

自動化・IoTを活用するために必要な知識・技能を
専門家から学ぶ「ロボット・メカトロ基礎講座」

オンデマンドセミナーは、今後も続々新規開講予定です

詳細は、オンラインセミナーの一覧をご確認ください！
⇒ <https://bit.ly/3qoYk4b>



AR マイクロスコープ SZX-AR1

医療機器や電子部品など、先端技術を用いる機器・部品の製造では、その精密さゆえ、実体顕微鏡で対象物を拡大しながら組立作業や検査を行っている。一方で、作業者は厳しい品質管理基準をクリアするため、接眼レンズから目を離し、指示書を確認しながら作業しなければならず、作業者の負担が課題となっていた。本製品は顕微鏡視野内に作業の指示内容を表示できるため、作業者は接眼レンズを覗いたまま作業を継続できる。管理者に指示を仰ぎたいときや、トレーニングを行うときは顕微鏡視野内の画像を共有しながら効率的に情報共有できる。さらに本製品は、作業時の身体的負担を軽減する人間工学に考慮したデザインを採用しており、機能とデザインの両面でストレスフリーな作業を実現する。

●顕微鏡視野内に作業の指示内容を表示することで、作業効率向上・作業ミスの低減を実現

本製品は、AR 技術によって顕微鏡視野内に作業指示書などを表示させることができる。ライブ画像の視野内に静止画や文字、動画を表示できるため、さまざまなシーンに対応可能。また、作業を補助するレチクルやゲージはズームに連動して表示される。そして視野内に表示する指示書のページ操作は、ズーム倍率センサー部のボタンや市販のフットスイッチ、10 キー、キーボードなどで、視線を外すことなく簡単に変更できる。これにより、作業効率の向上および作業ミスの低減、作業者の目や首への負担軽減に貢献する。

●リモートワーク環境でも効率的にトレーニングを実施可能

本製品はMicrosoft Teamsとの連携が可能。問題が発生し作業から管理者に指示を仰ぎたいときや、新任の作業者にトレーニングを行いたいときなど、顕微鏡視野内の画像を共有しながら効率的にコミュニケーションすることができる。これにより、作業品質の向上・均質化が期待できる。これらの機能は、海外製造工場などの異なる拠点

Presented by (株)エビデント
資料請求番号 - 801

ココが売り!

- ★顕微鏡視野内に作業の指示内容を表示し、組立作業・検査業務をサポート
- ★製造工程での顕微鏡作業をよりシンプルに



に勤務している場合や、社員がリモートワークしている場合にも有効で、移動コスト・時間の削減が可能。さらに顕微鏡視野内の録画ができるため、トレーニング後の自己学習にも活用できる。

●身体的負担を軽減する人間工学に考慮したデザイン

作業時の身体的負担を軽減する人間工学に考慮したデザインを採用している。接眼レンズの角度や幅、さらに高さを調節することができるため、作業者の目、首などの身体的負担を軽減し、ストレスフリーな作業を実現する。また、すでに実体顕微鏡のズームボディがあれば、AR 三眼鏡筒を交換することで使用できる。

●問い合わせ先：株式会社エビデント
〒163-0910 東京都新宿区西新宿 2-3-1
TEL : 03-6901-4600
<https://www.evidentscientific.com/ja/>

PE information

① 1カ月分のニュースをまとめて紹介

プラントエンジニア

月刊「プラントエンジニア」電子版公開開始

日本プラントメンテナンス協会は、会員・購読者の皆様の利便性を図るため、10月より機関誌「プラントエンジニア」(月刊)の電子版公開サービスを開始いたします。

この電子版サービスでは、本誌のすべてのページを、Webブラウザで読むことができるようになっており、皆様にとっても便利なサービスになっています。ぜひ、

ご利用ください。

- 利用対象：日本プラントメンテナンス協会会員、定期購読者限定
- 利用方法：プラントエンジニア10月号(9月27日発売)の奥付に掲載されているアドレス・パスワードでアクセスしてください(以後、アドレス・パスワードは毎号の奥付に掲載いたします)。
- 開始日時：10月1日

●注意事項：本データは閲覧のみで、印刷はできません。また、本誌同様、無断の複写転載等は、著作権および出版権の侵害となりますのでご注意ください。

問い合わせは、プラントエンジニア編集部(Tel.03-6865-6081)まで。

設備管理

「改善事例発表大会 2022」開催報告

日本プラントメンテナンス協会(JIPM)は、6月の全国設備管理強調月間に合わせて改善事例発表大会を開催し、全国7地域で86件の改善事例を発表いただいた。

各事例とも、多角的に事象を把握し、創意工夫のもと、現場の活性化につながる

る改善であり、発表企業の事業に大きく貢献しているのが伝わる内容であった。

改善事例発表大会の良い点のひとつとして、改善するうえで、課題の洗い出し・分析や、課題に対して幾度もの試行錯誤を繰り返しながら取り組む姿勢、改善後の成果、そして、さらなる改善へのステージアップを、1事例15分間の短い発表のなかに、発表者の熱い思いを交えながら凝縮されている点があげられる。

来年度以降も、上記のような新たな

視点での「生産性・稼働率の向上」や「設備保全・品質安定など、生産の信頼性向上」の改善テーマが増えることを期待したい。

なお、「優秀改善賞」を受賞した24事例は、10月27日開催の『優秀改善事例全国大会2022』にて、全国一挙に発表いただく予定である。

大会についての詳細は、JIPM公式サイト(<https://www.jipm.or.jp/>)を参照のこと。

日本プラントメンテナンス協会(JIPM)主催 講座・イベント 問い合わせ・申込み先

- 講座・イベント内容についての問い合わせは、JIPM・普及推進部(Tel.0120-451-466)まで
- JIPM・中部事務所は、Tel.052-561-5634まで
- 申込みについての問い合わせは、アイ・イーシー 通信教育・セミナー受付センター(Tel.049-257-5409)まで
- 申込みは、JIPMホームページ、またはアイ・イーシー 通信教育・セミナー受付センター(Tel.049-257-5409)まで
- オンラインセミナーは、下記ホームページ、またはQRコードより申込み
<https://www.jipm.or.jp/offer>



JIPM 7月の新会員

関東地域
鴻池運輸株式会社・
食品プロダクツ本部

関西地域
グリコマニュファク
チャリングジャパン
株式会社・兵庫工場

今だから学べる保全の視点とポイント

保全の仕事再入門 原理・原則編

第18回

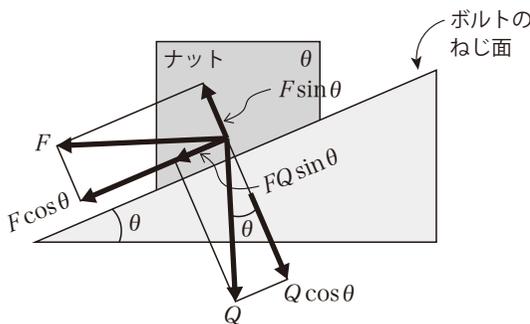
ねじ部品 (2) 緩めの原理

🔧 ボルトの緩め

前号はボルトの締め付けがテーマであった。順番として今回は緩みについて考えてみたい。ボルトの緩みは保全上の大きな課題であり、ゆるみ止め機能を持ったボルトや座金も多数市販はされているが、これらの説明は他書に多いので、今回は、分解などで積極的にボルトを緩めるときの原則について説明する。

🔧 緩めの原則 1：摩擦角の影響

ねじを緩める場合の状態を考えて見よう。まずは簡単のために角ねじのボルトにナットをはめて締め付ける場合を考える。ねじを締め付けることは、**図表—1**のようにボルトのねじ山面である坂道をナット(図はナットの一部)に押し下げる状態と見なすことができる。**図表—1**において、 F はスパナによってボルト頭に加えられる力、 Q はボルトの軸力、 θ はねじ斜面の傾斜角である。ねじ面の摩擦係数を μ とすると、



図表—1 ねじを緩める力の状態

斜面方向に沿った力の関係において、

$$(F \cos \theta + Q \sin \theta) - \mu (Q \cos \theta - F \sin \theta) = 0$$

となる。そこで、

$$(F \cos \theta + Q \sin \theta) = \mu (Q \cos \theta - F \sin \theta) \quad (1)$$

より、平衡状態での力 F を求めると、

$$F = Q \frac{\mu \cos \theta - \sin \theta}{\cos \theta + \mu \sin \theta} \quad (2)$$

となる、摩擦角を ρ とし、 $\mu = \tan \rho$ とおいて式(2)に代入すると、

$$\begin{aligned} F &= Q \frac{\tan \rho \cos \theta - \sin \theta}{\cos \theta + \tan \rho \sin \theta} \\ &= Q \frac{\cos \theta \sin \rho - \sin \theta \cos \rho}{\cos \theta \cos \rho + \sin \theta \sin \rho} = Q \tan(\rho - \theta) \end{aligned} \quad (3)$$

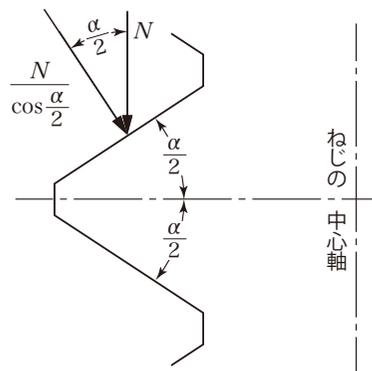
したがって、

$$Q \tan(\rho - \theta) < 0 \quad (4)$$

のときには、 $F < 0$ となり、ねじは自然に緩むことになる。

また、三角ねじの場合には、ねじ面に垂直に働く力 N は、**図表—2**のようにねじ山の角度を α とすれば、

$$\frac{N}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$



図表—2 三角ねじ面に働く垂直力¹⁾

の大きさでねじ面に垂直に働くことになるので、摩擦力は、

$$\frac{\mu N}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

の大きさとなり、同じ摩擦係数 μ を持った面であっても、実際には、

$$\mu' = \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}} \quad (5)$$

の大きさの摩擦係数を持つ角ねじの場合と同じ効果がある。すなわち、 $\mu = 0.15$ 、 $\alpha = 60^\circ$ の場合を考えると、

$$\mu' = \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{0.15}{\cos 30^\circ} \doteq 0.173 \quad (6)$$

で摩擦角を ρ' とすれば、

$$\rho' = \tan^{-1} 0.173 \doteq 9^\circ 42' \quad (7)$$

となり、角ねじに比べておなじ傾斜角 θ を持った場合でも三角ねじの方が緩みにくく、言い換えれば締付けに適していることになる¹⁾。

緩めの原則 2：緩めの場合も軸力管理

メンテナンスなどでスパナを手で握ってナットを回してボルトを緩める場合には、どのぐらいの力が必要なのであろうか。屋外設置のプラントのメンテナンスや緊急時などでは電力や圧縮空気の供給がないために手でスパナを緩めることを余儀なくされる場合もある。このような場合には径の小さなボルトに変更して本数を増やしておくなどの保全上の配慮が必要となる。スパナには片口と両口があるが、ここでは一般的な丸形片口スパナを使用するものとする。スパナ握り部に力 F を加えることでトルク T (スパナ握り部に加える力 $F \times$ スパナの回転半径 R)が式(4)を満たすときにナットが緩み始める。 ρ' がねじ面の摩擦角であることから、いったん力 F を加えた後のねじ面は静止摩擦係数から動摩擦係数に変わり、その後は F 以下の力でナットを回すことができる。

スパナを回す場合、次のとおりの条件とすると、

S ：スパナの口幅 \doteq ナットの二面幅、

e ：ナットの対角距離

R ：ナットを回す回転半径

L ：スパナの全長

M_0 ：スパナ握り部の端から力 F の作用点までの長さ

スパナを握る位置は任意ではあるが、手でスパナ握り部の端を持つとすると、成人の手の甲の幅を約80mmとして、 $M_0 = 40\text{mm}$ である。また、

$$M_2 = \frac{e}{2} \cos 15 = 0.48e$$

図表-1 から、 $M_1 = 6.9e$ であるから、ナットを回す回転半径はナットの対角距離 e を用いて、

$$R = M_1 - M_2 = (6.90 - 0.48)e = 10.91e \quad (8)$$

と表される。

ナットを使って2部品を締結してある場合、ナットには緩めトルクに加えてナット座面の摩擦に打ち勝つトルク

$$T_K = \frac{1}{2} d_w \mu_w \quad \left(d_w = \frac{2}{3} \left(\frac{e^3 - D^3}{e^2 - D^2} \right) \right) \quad (9)$$

が必要である。ここで、 μ_w は座面における摩擦係数、 d_w はナット座面における摩擦トルクの等価直径、 S は二面幅、 D はボルト穴の直径である。

d_w は、ねじの呼び径を d として、平均的な対角距離 $e = 1.74d$ とすると、ボルト穴径はJIS B 1001 3級とすれば、 $D = 1.2d$ であるので、

$$\begin{aligned} d_w &= \frac{2}{3} \left(\frac{(1.74d)^3 - (1.2d)^3}{(1.74d)^2 - (1.2d)^2} \right) = \frac{2}{3} \left(\frac{3.540d^3}{1.588d^2} \right) \\ &= 1.47d \end{aligned} \quad (10)$$

と表される。

そこで、ナットを回して緩める場合の必要トルク T は、

$$T = T_N + T_K = \frac{1}{2} Q \{ d_p \tan(\rho' - \beta) + d_w \mu_w \} \quad (11)$$

参考として、締め付ける場合のトルクは式(11)において β の符号を変えた、

$$T = T_N + T_K = \frac{1}{2} Q \{ d_p \tan(\rho' + \beta) + d_w \mu_w \} \quad (12)$$

で表される。



堀田源治 (ほった・げんじ)

1953年福岡県北九州市生まれ。九州工業大学、有明工業高等専門学校で教鞭をとる他に、堀田技術士事務所の所長として企業向けコンサルタント活動（安全・保全・企業倫理など）や学協会の委員・役員活動（日本技術士会、日本材料学会、日本設計工学会など）を実施中。職業訓練指導員、1級技能士、技術士（機械部門）、博士（工学）。

式(11)において $\tan \rho' = \mu_s / \cos \alpha' = 1.15 \mu_s$ とおくと、

$$T = \frac{1}{2} Q \{d_p(1.15 \mu_s - \tan \beta) + d_w \mu_w\} \quad (13)$$

$$\left(\tan \beta = \frac{P}{\pi d_2} \right)$$

(P : ねじのピッチ(1条ねじ)、 d_2 : おねじ有効径の基準寸法)と表される。

また、 $T = FR$ であることから、

$$FR = \frac{1}{2} Q \{d_p(1.15 \mu_s - \tan \beta) + d_w \mu_w\} \quad (14)$$

$$F = \frac{1}{2R} Q \{d_p(1.15 \mu_s - \tan \beta) + d_w \mu_w\} \quad (15)$$

ボルト・ナットおよび被締付け材が鋼製の場合を考えると、式(15)において、 $d_p = d_2 = 0.92d$ 、 $\tan \beta = 0.044$ 、 $\mu_s = \mu_w = 0.15$ を代入し、 $d_w = 1.47d$ 、 $R = 10.91e$ 、 $e = 1.74d$ を考慮すると、式(15)は、

$$F = 0.0155 \frac{Qd}{e} = 8.92 \times 10^{-3} Q \quad (16)$$

と簡略化される。

式(16)において締付け力 Q が算定できれば、スパナに加える力 F がわかる。そのためには以下の順序で Q を求める。

締付け応力の平均値は次のように表される⁽²⁾。

$$\sigma_{mean} = 0.35 \left(1 + \frac{1}{G} \right) \sigma_y \quad (17)$$

ここで G は締付け係数で、 $G = \text{最大締付け力} / \text{最小締付け力}$ で表されるものである。

G の値は、JUNKER によって締付け方法(トルクレンチ使用、インパクトレンチ使用、スパナによる手締めなど)、ボルト・ナットの表面状態(無処理、亜鉛メッキ、リン酸塩処理など)、潤滑状態(無潤滑、

油潤滑、すべての場合など)によって $G = 1.25 \sim 3$ ままで示されている(詳細は文献2)を参照)。スパナを使用する場合には、表面状態や潤滑状態によらず $G = 3$ である。

そこで

$$\sigma_{mean} = 0.35 \left(1 + \frac{1}{G} \right) \sigma_y = 0.35 \left(1 + \frac{1}{3} \right) \sigma_y \quad (18)$$

$$= 0.47 \sigma_y$$

以上から締付け力 Q は、有効断面積を A_s として、

$$Q = \sigma_{mean} \times A_s = 0.47 \sigma_y \times A_s$$

$$= 0.47 \sigma_y \times \frac{\pi}{4} d_s^2 = 0.37 \sigma_y \times d_s^2 \quad (19)$$

と表されることになる。

式(19)の σ_y は鋼製ボルトの引張り強さで、JIS B 1051 の強度区分ごとに示されている。また、 d_s は有効断面の直径 $= d - 0.9382P$ (d : ねじの呼び径、 P : ねじのピッチ)で、おおまかには $d_s \approx 0.9d$ であるから、式(16)は、

$$F = 8.92 \times 10^{-3} Q = 8.92 \times 10^{-3} \times 0.37 \sigma_y \times d_s^2$$

$$= 3.3 \times 10^{-3} \sigma_y \times d_s^2 \approx 3.3 \times 10^{-3} \sigma_y \times (0.9d)^2$$

$$= 2.67 \times 10^{-3} \sigma_y \times d^2 \approx 0.003 \sigma_y \times d^2 \quad (20)$$

すなわち、締め付けた鋼製ボルトに対してスパナを使用して手で緩める場合、強度区分とねじの大きさがわかれば加える力 F が計算できることになる。同じ強度区分のボルトを使用する場合には、スパナを用いて緩める力 F は、ねじの呼び径の2乗に比例して大きな力が必要であることがわかる。

●参考文献

- 1) 林則行, 富坂兼嗣, 平賀英資, 最新機械工学シリーズ4 機械設計法, 森北出版, 第35刷, 2018.
- 2) 山本晃, 他, ねじ締結の理論と計算, 養賢堂, 1970.



未来と世界に通用する

論理的な保全

実践をサポートするガイド群



設備ユーザー視点の
画期的内容

『外面腐食対策ガイド』



フルカラー版
検査から工事まで

『配管付属物の
外面腐食対策ガイド』



戦略的な
回転機保全ナレッジ

『回転機保全ガイド』



データ解析による
最適な保全計画へ

『熱交換器腐食抑制報告書』

たったひとつの帳票も、「保全」全管理サイクルの凝縮である



保全経営の
Bible

保全経営のための
『MOSMS 実践ガイド』



保全経営力を評価！
5段階基準

エクセル自動集計評価フォーム付き
『保全水準評価プログラム』



“リスクベースド”
の本質

経営から生産現場までの
『実践リスクマネジメント』

公益社団法人日本プラントメンテナンス協会

お申込み

ホームページ
または FAX で

<http://www.jipm.or.jp/>
or FAX : 03-6865-6082

しくみ生産 PJ 通信

第 42 回：業務は流れている

株式会社ビズブロック
代表取締役社長

小久保重信
Shigenobu Kokubo



▼ Profile

クライアント企業の業務について、その企業の良さや職場の潤いを残しながらムダやロスを取り除き、最高のパフォーマンスが出るように業務の新設計・再設計をする専門家。

これまで根本的な問題解決につながらず、同じような問題が何度も繰り返し発生する。生産性も上がらない。そんな企業の問題の本質を解明し、誰でも納得できる問題発生メカニズムを提供することで、無益な解決時間と投資を徹底的に排除し、確実な結果へと導きます。

いつもありがとうございます。
ビズブロックの小久保です。
今回は「業務は流れている」についてお話しします。

企業が取り組む改革活動の中で、取り組み内容が多いのが、“製造現場”と“業務”の改善、改革ではないでしょうか。

製造業の企業では、製造現場の改善、改革として、生産プロセスのロスをなくし、生産性を上げる取り組みをされていると思います。IoT で得たデジタルデータを使って、現場の状況を適時に把握して生産性をコントロールするやり方は、当たり前のこととして取り組まれるようになっていきます。ロスをなくして生産性を上げることは、利益増に直結しますので、製造業の企業としては、永続的に取り組まれているテーマでしょう。

一方、業務の改善や改革は、製造業だけでなく、あらゆる企業が対象になります。「オペレーショナル・エクセレンス」という言葉が使われるように、企業の競争力を高める取り組みとして、業務の改善や改革は定番と言えます。

その主旨としては、高い品質の業務、効率化が追求された業務にしていくことで、競争優位をつくり出すことにあります。簡単に言ってしまうと、

他社の真似ができないレベルの効率が良く品質の高い業務にしていくことで、社員がミスや無駄な動きをすることなく、着実に企業の戦略を実行に移すことができ、全社一丸となって競合他社と戦うことができるということです。

しかも、通常の業務を効率良く高品質で行うだけでなく、継続的に業務を改善、改革していくプロセス、つまり、「業務を改善、改革するという業務」も会社のしくみとして持っている優良企業もあります。

このように、“業務”に着目した改善、改革も、永続的に取り組むべきテーマと言えます。

今回は、この“業務”についてのお話をしたいと思います。

ところで、そもそも“業務”とは何なのでしょうか。

辞書的な意味は調べていただければわかると思うのですが、改革活動という目線で“業務”の意味を捉えてみると、“業務”とは、事業を行っていくために組織的に行われる活動と言うことができます。

ところが、企業で働いている人は、自分たちが会社でやっている作業を“業務”と認識していないように思うのです。つまり、事業を行っていくためのもの、組織的に行われるものという意識を

持つことなく、日々の業務をやっているのではない、ということです。

たとえば、営業部門が注文を受注したときに、システム画面に注文情報を入力する場面を見てみましょう。営業部門に配属されると、先輩社員から「受注したら〇〇システムの受注情報入力画面を開いて、必須項目に必要な情報を入力しなさい」と言われ、その指示にしたがって情報を入力していくと思うのです。そして、「受注したら受注情報を入力する」という作業を、あまり深く考えることなく日々の作業として行うようになると思うのです。

他にも、倉庫から部品を出庫したときに、出庫した部品の出庫実績（品目コードと品名、出庫数量など）を記入する（システム画面に入力する）場合も、同じです。「部品を出庫したら出庫実績を記入する」という作業を、その作業についてさほど深く考えることもなく、現場で日々の作業として行っていると思うのです。

それが悪いと言っているわけではありません。会社に出勤して、日々、ルーチン作業をしていると、だんだんと考える必要がなくなって、体が自然に動くようになる。そうなる“業務”だと思えなくなるのも致し方ない話なのかもしれません。

ただ、会社で働いている限り、日々のルーチン作業であっても、その作業は事業を行っていくために組織的に行われる活動です。誰かが休むと、他の誰かの仕事が止まってしまうたり、誰かが入力を間違えると、他の誰かの仕事に影響をしたり、“業務”が繋がっているという実感を持つ場面もあります。それらの作業は“業務”の一部を成して、企業の多くの人たちが関係をしています。

先にお話をしたように、業務の改革活動や情報

システムのシステム導入をするときには、必ず“業務”に触れることになります。そして、企業で働く方々の一人ひとりにヒアリングをして“業務”の流れをつかんでいきます。

ただ、ヒアリングをしても、まともに“業務”の流れを把握することはできません。それは、企業で働いている人が、自分たちが会社でやっている作業を“業務”と認識していないからです。ヒアリングをただけでは、ブツブツに切れた作業の羅列になり、“業務”の流れとしては穴空き状態になってしまうのです。

そこをコンサルタントのような、他の企業の“業務”を診たり、標準的な業務の流れを知っていたりすると、企業の“業務”を客観的に観ることが出来ます。「この作業があるなら、こんな情報をつくる仕事があるはず」「この作業をしているなら、誰かがこんな判断をしているはず」というように、前後の関係や情報の繋がりを解き明かしながら、ブツ切れの作業を繋げ、穴の空いたところを埋めて行きながら“業務”の流れをつくり上げるのです。最終的に、その流れを、納得できるまでつくり込んでいきます。

できあがった“業務”の流れに関係する方々に見ていただくと、「確かにそのような仕事をしています」という確証も持つことができることが多く、完成度は一気に高くなります。

ブツ切れの“業務”を、解き明かしながら繋げて、業務の流れにしていくことは、何千ピースのジグソーパズルを組み上げるような面白さがあり、そして、完成した業務の流れは、芸術と言っても過言でないほど本当に美しいモノです。

完成した姿を見ると、企業で働いている方々も、“業務”とは、事業を行っていくために組織的に行われる活動であり、そして、業務は流れていると実感することができるのです。

電磁式ダンパ

No.18

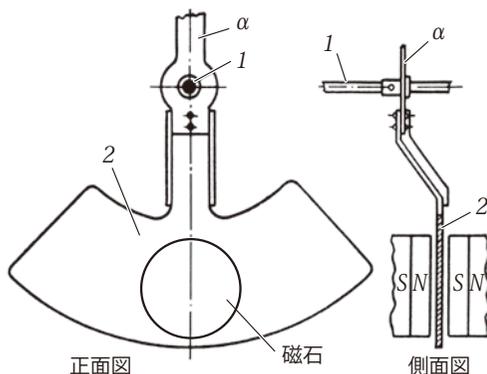
1 はじめに

今回はパンタグラフの新しい使い方を紹介し、その仕組みについての証明も行ってみました。もしも紹介したパンタグラフを利用したからくりを設計する場合には、ぜひ、読み返していただければと思います。

さて、今回ですが、前回とはまったく関係なくダンパ（動吸収器）をテーマとして選びました。機構学の入門では動的な部分は、ほぼ除外して考えますので、今回取り上げるダンパは機構学の教科書では取り扱われていないことが多いと思います。しかし、実際の現場では積極的にダンパを活用することもあると思いますので、あえてテーマに選んで紹介したいと思います。また、今回取り上げるのはちょっと変わり種の非接触で振動を減衰させる磁気式です。

2 流体式ダンパについて

ダンパとは動吸収器とも呼ばれ、名前のとおり振動を吸収する装置です。ダンパには、いろいろなタイプのものがあります。たとえば、自家用車のサスペンション



図表—1 磁気式ダンパ

ンなどには、流体（液体）を利用したものが利用されており、これは注射器のような構造をしています。

注射器はシリンジ（円筒のケース部分）に液体を充填し、プランジャ（針と反対側の押し込む部分）を押すことで、針から液体が押し出される構造をしています。また、プランジャの先端には液が漏れないようにガスケットが取り付けられています。

次に、ダンパについて、注射器を改造して実現する手順で説明してみます。まず、注射器の針の部分から液体が外に出ないように封をして、プランジャの先端のガスケットに小さな穴をあけ、プランジャを押し込んだときに、針ではなくガスケットから液が抜けるように加工をします。このとき、ガスケットから抜けた液体が注射器の外にもれないようにシリンジ後方にも栓をしてしまいます。

以上の構造を持つダンパは次のような動作をします。まず、プランジャをゆっくり動かすとほとんど抵抗なく動きます。一方、プランジャを高速に動かそうとすると大きな抵抗を感じます。この現象については、みなさんも体験したことがあると思います。たとえば、プールに入って、ゆっくりと水中を歩いたときには、それほど水の抵抗を感じることなく歩くことができます。しかし、水中で急に移動しようとして駆け足をしたとしても、思うようには動くことができないと思います。これは流体が示す特徴的な性質で、流体の抵抗が流体中を移動する物体の速度に比例することを感覚的に良く表しています。

3 磁気式ダンパ

さて、前フリが長くなりましたが、図表—1をご覧ください。この図は、「現代機械技術者の実例機構便覧、



神谷和秀 (かみやかずひで)

富山県立大学 工学部 知能ロボット工学科 教授

1967年生まれ。1992年、富山大学大学院工学研究科生産機械工学専攻修士課程修了。富山県立大学工学部講師、准教授を経て、2016年より現職。専門は、計測工学。レオナルド・ダ・ヴィンチの手稿から機構モデルを復元し、展示や講演などによって機械工学の将来を担う子どもたちへの啓発活動を行っている。

(下巻)・現代工学社」のp.876に掲載された「3417 指示計器の消振ダンパの機構」で、左が正面図で右が側面図を表しています。しかし、図を見ただけでは、この構造で振動が押さえられるとは信じられないと思いますので、以下、詳細に仕組みを説明したいと思います。

まずは、構造について見ていきましょう。正面図を見ていただくと、省略されていてわかりにくいのですが計器の指針 α の根本部分が描かれており、そこへ扇型の導体2が固定されています。これらが軸1に固定されています。そして、側面図を見ると、扇型の導体2は磁石で挟みこまれていることがわかります。ただし、磁石は導体とは接していません。正面図では実線で描かれた円の部分が磁石です。

続いて、動作について説明しますが、磁石のN極が導体に面している側で考えます。まず針が動くと導体部も動くことになり、磁石によって生成された磁界の中を導体が横切ることになります。すると導体中に渦電流が発生します。また、同時に渦電流によって磁界が形成されるのですが、導体が磁石を通り過ぎる前と後では、状況が異なります。磁石の手前では磁束が増え、磁石を通り過ぎると逆に磁束が減ります。そのため、渦電流の流れる方向が違い、手前ではN極、通過後はS極が形成され、導体を引き戻すような力が働き、導体の動きを静止させることになります。磁石のS極が導体に面している側も同様に考えれば、手前ではS極、通過後はN極が形成され、やはり導体を引き戻すような力が働きます。図では磁石で挟む構造ですが、実は、片面に磁石を近接させるだけでダンパとしての働きを得ることができます。さらに、磁石を動かして導体を固定しても同様な現象が生じます。

今回は、リアルな実験動画を制作しようと思いまし

たが、その前に、良い教材がないかとGoogleで検索してみたところ、NHK for School 考えるカラス #8の8:30-9:30の部分にピッタリの実験動画を見つけました。この実験動画では磁石を動かして固定された導体に近づいた場合の現象を観察しています。著作権の関係で、詳細はここではお知らせできませんので、各自で次のキーワード「NHK for School 考えるカラス #8」を検索してみてください。

4 簡単な実験

実は、もっと簡単に現象を体験できます。準備するものは3つだけです。1つ目は磁石、2つ目は導体のアルミ板(できるだけ厚いほうが効果がわかりやすい)、そして、3つ目は比較用のアクリルなどの板(不導体)です。実験方法は、次のとおりです。まず、アルミの板とアクリルの板を同じ傾きにセットします。そして、斜めになった板の上で磁石をすべり落とすだけです。アクリルの板では渦電流は生じませんので、勢い良く磁石が滑り落ちると思います。一方、アルミの板では前述したように磁石が滑り落ちることで渦電流が発生し、磁石の前後の磁束の変化でアルミの板の前後が磁石として働くことでブレーキをかけ、滑り落ちるスピードが遅くなるはずですよ。

5 おわりに

今回はダンパの中でも磁気式ダンパに注目し、原理の説明に加えて、簡単にできる原理確認実験についても紹介しました。振動を止めるには磁石とアルミです。からくり改善®のネタとしていつか活用できるように引き出しにしまっておいてください。

メカが決める上限と制御が引き出す性能

数日前に SNS を見ていたところ、メカトロの本質を言い表したような表現が流れてきました。曰く、ハードが限界性能を決め、制御がその何%の性能を出せるかを決めると。付け加えるなら、センシングがその正確さを決める、でしょうか。私の担当するメカトロ系科目でも、実現性という意味で比重が大きいのはメカの部分と教えています。

メカトロは機械の一種であって、力学的な動作によって目的を果たします。少なくとも実体としてのハードがその動作をできなければなりません。メカを検討する上での重要要件は、第1に壊れないかどうか、第2に期待する運動性能があるかどうか、です。

壊れないかどうか、つまり強度の計算とそれに基づく各部構造の設計では、力と材料と構造の形状が主たる要素です。我々がふだん使う材料には、「力をかけると変形するが力を抜くと元の形に戻る」弾性変形と、「力を抜いたあとに元には戻らない」塑性(そせい)変形とがあります。後者の変形をすると、「伸びた」「曲がった」「へこんだ」のような、形状的な破損になり、とくに運動に関わる部分であれば機能に支障が出て、「壊れた」というべき状態になります。よって、前者の弾性変形の限界が設計指標となります。

材料の変形に関わる「強さ」には弾性変形の範囲

での「変形のしにくさ」もあります。弾性変形はバネやゴムのような性質で「硬い」=同じ力で変形が少ないもの、柔らかい=変形の大きなものがあります。これは、壊れないけれども「たわむ」という現象で現れます。たわみは動作の位置誤差になりますし、機械振動の周期にも影響します。

この材料をどのような形で使うかも強度に大きく影響します。棒状の材料に力がかかって曲がり・たわむとき、曲がる内側には圧縮の力が作用して縮み、外側には引張りの力が作用して伸びます。その間のどこかに伸び縮みのない面(中立面)があり、材料の断面がその中立面から離れたところにあるほど、変形しにくい強い断面になります。パイプ構造は総断面積の小ささ(≒軽さ)のわりには外周に断面があるので強く、鉄骨などで見られるH型(工型)も力のかかる方向を想定して両端に断面を寄せた形状です。

この変形を引き起こす力は、外部から直接作用する力、機構内部での相互作用の力を除くと、大きく二つあります。一つは各部に作用する重力で、地球上にあるものでは、これが主です。もう一つは直線的あるいは回転での加減速にともなう力です(遠心力もこの一種)。生産設備などでは俊敏に往復運動するメカがありますが、その動作では重力に匹敵するような力が作用している場合があります。この二つはいずれも、質量に比例します。

熊谷正朗—KUMAGAI MASAOKI—

東北学院大学 工学部 機械知能工学科 教授

東北学院大学工学部 教授/仙台市地域連携フェロー(ロボットメカトロ系担当)。2000年東北大学大学院工学研究科修了、博士(工学)、同大助手。03年東北学院大学講師、助教授、准教授を経て、現在に至る。ロボメカ系開発を専門とし、メカの設計からマイコンやサーバのソフト開発までを行う。「基礎からのメカトロニクス講座」や地域企業訪問も実施中。



機械の軽量化は、持ち運びの利便性にもつながりますが、これらの力に関わります。

以上のような検討は「構造を決める」→「運動を決める」→「質量を見積もる」→「力を求める」→「材料を決める」→「構造を決める」→「弾性変形で済むかチェック」という手順ですが、すんなりはいきません。材料と断面を決めないと質量がわからないのです。強度が足りないと思って断面を太く厚くすると、質量が増えて、力が大きくなって、もっと太くしなければならない、重くなるという堂々巡りが起きる場合もあります(お金を積んでより強い材料を使う手もあります)。

つぎに、機械を動かすための動力を検討します。シンプルには、動きのあるところで「力[N]×速さ[m/s]」が「動力[W]」になります。それにギヤボックスのような伝動機構での損失、可動部の摩擦による損失などを上乘せしたものが、モータに必要な動力[W](おおむね必要な電力[W])となります。ここからモータの選定、およびモータの出力から望ましい動作に変換する機構を設計します。ここでまた質量の問題が起きます。動力部も重たいのです。目的の運動性能を考えたら動力部が大きく重くなった、ので、必要な力が大きくなった、ので、動力も大きくなり、モータを一回り大きくしなければならず…(以下同)。

このようにしてつくり上げた機械をきっちり動

かすのが制御の仕事です。上の苦勞による上限を制御で超えることはできない一方で、制御が悪いといくらでも性能は落ちます。「思った通り動かす」ためには、目標(=あるべき状態・動作)と現状の動作の差に応じて操作を決めるフィードバック制御を行います。目標と現在値の一致が制御のゴールですが、その現在値はセンシング(センサ+信号系回路+信号処理ソフト)で得ます。これに誤差があると、いくら制御手法が良くとも、メカが良くとも、その誤差の分だけ結果がずれます(誤差含めてぴったりになるように制御してしまうため)。ここにも同じく、センサや周辺回路が超えられない上限を定め、信号処理はその性能の何%を引き出せるか、という関係がありますが、メカに比べると、一見ダメそうな状況でも信号処理手法で改善できるケースがあります。

制御がうまくいけば、外的要因による一時的なずれなどは、制御動作で押さえ込まれます。感覚的には「余力を使って安定化するマージンを確保している」ような感じですが。たとえば、移動する目標を追いかけていて遅れそうになったとき、速度性能に余裕があるほど、一時的に加速して追いつくことができますが、すでに出力が一杯一杯ではそれができません。これはふだんの仕事をする上でも同じことが言えますが、いまからハード(身体)側の性能上限を引き上げることは難しく…。



サステナブルな モノづくりのために



第 66 回



黒船



梅田 靖

— Umeda Yasushi —

東京大学 大学院工学系研究科
人工物工学研究センター 教授

Profile

1992年、東京大学大学院工学系研究科精密機械工学専攻博士課程修了。東京都立大学、大阪大学などを経て、2014年より東京大学教授、2019年より現職。ISO 20140（生産システムの環境・エネルギー効率評価）などの規格の策定にも関与している。専門は、ライフサイクル工学、ライフサイクル設計、サステナブル・マニュファクチャリング、知的生産システム、設計学、メンテナンス工学。著書は、『サーキュラーエコノミー—循環経済がビジネスを変える』（勤草書房）、『インパース・マニュファクチャリングハンドブック』（丸善）ほか多数。



サーキュラー・エコノミー(CE)が依然としてなかなかのブームで、CEについて話をさせて頂く機会が多い、ありがたいことに。「分かりやすい」と褒められることが多いのだが、それって褒められているのかなと思わないこともない。それは良いのであるが、CEの話はEUが非常に活発に動いていることもあり、どうしても、黒船が来た、狼少年的な、出羽の守的な話をしているなど自分でも感じながらしゃべっていることも多い。先日社会人向けの学内の講義で「言っていることは分かるが、どうしても黒船が来た論法の話になってしまうのだろう?」とコメントを貰った。それは、EUが将来の方向性に向けたコンセプトを明確に打ち出し、それに合わせた戦略や戦術がシステムティックに組み込まれているから、EUを参照して話をせざるを得ないからである、悔しいけれど、日本人は、と一括りにしてはいけないが、どうしても、個別のリサイクル技術、材料技術など目に見える要素技術に注目がちで、そこに役所が予算を投入する傾向が強い。日本ほど技術でイノベーションと言う国はないのではないか。

なぜEUはこうなのか。1つは、ドイツの緑の党に代表されるように、サステナビリティ問題が選挙の票になるというのが決定的な違いであろう。それと先日誰かと議論していて教えられたのは、EUは民族も文化も違う27カ国をまとめ上げなければいけないので、誰もが納得できる理想を、誰もがわかる言葉遣いで説明して、合意を得なければEUの統合を維持できない、だからカーボン・ニュートラルやサーキュラー・エコノミーが出てくるという説である。これは説得力があった。そもそも、先進国が多く集まり、知的水準も高いので、世界中の知恵が集まるため、コンセプト作りやその戦略・戦術への展開はお手のものであろうし。

関連して、EUにしても国連にしても、サステナビリティ関係の活動にはNGOが大きな役割を担っている。これが近年のサステナビリティ分野の特徴であろう。EU発祥のNGOの人に聞いたのは、日本では企業、少なくとも大企業は社会的に信用されているが、欧州では企業はあごぎで、隙があったら儲けようとする信用のならない

存在で、だからこそNGOを信用して、参加したり、寄附したりする、ということだそうだ。説得力があるものの、関係者の話なのでどこまで本当かはちょっとわからない。

サーキュラー・エコノミーの発祥のNGOに対する批判を最近ちよくちよく耳にするようになった。要は、循環にこだわりすぎて、手段が目的化しているという訳である。確かに、サーキュラー・エコノミーの国際規格を作っているISO TC323の会議の場でも、〇〇は常に正しいとか、××は絶対にダメとか言う人がいる（このNGOの人に限らず）が、こういう人達は、純粋にそう信じてしまっているのか、分かっている何らかの理由で無理筋を主張しているのか判断がつかないことが多々ある。

どのようなライフサイクルもエネルギーは消費するし、品質も100%に戻るわけではないので、どの循環手段もそれが資源消費量削減や廃棄物削減に効果的かどうかの一般論はなく、case by caseでしか語れない。だからこそ、製品ライフサイクル全体の循環の効果をシミュレーションするライフサイクル・シミュレーションが、目的と手段の関係を評価するために有効であり、逆に、目的と手段の関係は論理的には決められず、シミュレーションなどによる方法しかないというのが本連載の立場である。ライフサイクル・シミュレーションと言えば、7月に一般社団法人グリーンCPS協議会と早稲田大学の循環バリューチェーンコンソーシアムという兄弟組織(?)が設立された。特に後者はライフサイクル・シミュレーションの普及をミッションの1つとしている。ご興味がある方は是非検索してみてください。

さてそれで、サーキュラー・エコノミーに対する日本企業の態度である。ここ1年位で何か取り組まなければという機運が急に盛り上がってきて、多くの企業がいるいと模索を始めた印象を受ける。これは我々の普及啓発活動が効いてきたという訳では全然無く、ひとえにESG投資などの金融システムの急激な変化だと理解している。企業の方には当たり前の話であろうが、昔は企業は製品価値で勝負していたと思う。良い製品を市場に出せば売れて、企業が儲かり、企業価値も上がるとい

う単純な構造で。ところが今は、企業は製品価値と企業価値の二本立てで、もしかしたらむしろ企業価値で勝負しなければいけなくなってきたのではなからうか。今や、製品価値もある意味企業価値向上の手段と言えるかもしれない。そしてその企業価値が、サステナビリティ経営だ、環境格付けだ、TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures) だ、TNFD (Taskforce on Nature-related Financial Disclosures) だ、タクソミー規則だと様々な格付けやデファクト/デジュールな規格で縛られ、ESG投資、サステナビリティ投資でコントロールされる。筆者の浅薄な金融知識でいえば、従来は、株式市場といったある種、無色透明、中立的なお金だけの場所で企業価値が評価されてきたと思っている。そこに、上記のようなサステナビリティの視点が強力に突っ込まれ、評価尺度が大きく変わった、それに従って日本企業も重い腰を上げ始めた、という認識である。ここ10年、20年で最も大きな変化だと思っている。

サーキュラー・エコノミーはやってくるか、こないか分からない、少なくとも日本では法規制の兆候がないのでとりあえずは様子見というのが多くの日本企業のスタンスであった。欧州には素早くCEビジネスに動いている企業も多い。その違いは何なんだろうと欧州の大学の先生をやっているS君と議論したときに、欧州企業は座して待っていると自分が獲得できるはずの市場を他のプレイヤーに取られてしまうという危機感が強い、だから迅速に、プロアクティブに動くのだ、というのである。これは説得力がある。日本企業は今自分が握っている市場の維持を優先し、茹でガエル状態になるのに対し、欧州企業はプロアクティブに動かなければならず、いわば椅子取りゲームをやり続けなければいけないという状況にあるように見える。従って必然的に、日本企業(ネットワークの軽いベンチャーを除く)に対しては、黒船が来たと脅して、茹でガエル状態からの脱出を促すという講演になってしまうような気がする。金融の黒船の話が一番効くのかも知れないが…。

10月号予告

● 特集

● 続 現場の優秀改善事例

● 連載

- 保全の仕事再入門 — 原理・原則編 —
- しくみ生産PJ通信
- “動く”からくり事典 — 「機構学」入門 —
- 身の回りを見つけるメカトロ雑学
- サステナブルなモノづくりのために

新世代エンジニアのための技術&情報マガジン

プラントエンジニア

2022年9月号 第54巻・第9号

2022年8月20日印刷・2022年8月27日発行

[発行] 公益社団法人日本プラントメンテナンス協会

発行人 鈴置 智

編集人 村上 透

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町3-3
(神保町S F Ⅲビル5階)

TEL. 03-6865-6081 (JIPM 代表)

FAX. 03-6865-6082 (JIPM 代表)

E-MAIL. center@jipm.or.jp (JIPM 代表)

印刷所 株式会社グロップ (TEL.03-5918-9284)

■編集企画にみなさんのご意見をお寄せください。投稿も歓迎します。新製品・新技術に関する情報などもお待ちしております。左記あてにお送りください

■本誌の内容を無断で複製すると、著作権および出版権の侵害となりますのでご注意ください

「プラントエンジニア」予約購読のおすすめ

当会ホームページ(<http://www.jipm.or.jp>) かお電話 (03-6865-6081) でお申し込みください。代金は請求書到着後、銀行振込みでお支払いください

定価：本体 1100 円(税込)

年間購読料(12冊)：11000 円(税・送料込)



月刊 トライボロジー

潤滑剤、ベアリング、シール、表面処理など、トライボロジー（潤滑・摩擦・摩耗）に関する技術情報誌。

新技術開発、製品差別化に役立つトライボロジー関連技術をクローズアップ。有識者による解説原稿など、技術者・開発者に有用な情報をお届けします。

毎月10日発行／A4変形判 70～100頁

年間購読 12,650円

最近のメンテナンス関連特集号

- 2021年4月号 <軸受技術／回転機械のメンテナンス>
- 2021年7月号 <潤滑油技術／潤滑油のメンテナンス>

ベアリング新聞

各種機械の運動を支えるベアリングに関する総合情報紙。「機械産業の米」と呼ばれるベアリング（軸受）技術にフォーカス。業界の最新情報を迅速にお届けします。

毎月5日・20日発行／タブロイド判 12～16頁

年間購読 8,800円



トライボロジー総覧2022

トライボロジー関連の技術・製品、研究情報などを一冊にまとめた年鑑。

関連技術・製品を「研究する」「製造する」「販売する」「応用する」方の参考資料として、広くご利用をお勧めいたします。

年1回発行／B5判 総計550頁

定価 5,800円

トライボロジー総覧 2022

※価格はすべて税・送料込です

株式会社新樹社

〒110-0005 東京都台東区上野7-11-6 上野中央ビル5F
Tel. 03-5828-0311 Fax. 03-5828-0312

<https://press-shinjusha.co.jp>

新樹社 検索

INTELLINOVA®

Online Intelligence ●●●

parallel EN



振動・軸受状態・潤滑の監視 高度で効率的な技術を装備

- HD ENV－高性能振動エンベローピング
- SPM HD－高性能ショックパルス監視
- SPM LR/HR HD－ショックパルス測定方式
- ISO 2372/ISO 10816 規格に基づいた広域振動測定
- 機械損傷徴候評価付き FFT 解析
- ユーザー定義の測定（アナログ入力や OPC を介した圧力・フロー・負荷など）



Duo Tech 新型トランスデューサ ショックパルス・振動を同時測定

- ISO 10816 振動測定（変位・速度・加速度）
- 軸受徴候（BPFO 等）・アンバランス・ギヤメッシュなどの徴候値
- HD エンベローピング（軸受やギヤ損傷の早期発見が可能な高精度振動エンベローピング）
- SPM 法（HDm/HDc・LR/HR）
- スペクトル/タイムシグナル



アプリケーション ◆ 連続鋳造設備・熱/冷延設備・攪拌機・ミキサー・蒸解釜・ワイヤープレス・風力発電・船舶・艦艇・ギヤボックス・ローラープレス・粉砕機・コンベヤ・クレーン・ロータリーキルン・遊星歯車等 極低速回転機械

SPM

● ● ● ● ● ● ●
condition monitoring solutions

SPM Instrument Japan (株)

本社： TEL 06-6266-1171 FAX 06-6261-3637

東京： TEL 03-6403-5875 FAX 03-6403-5975

<http://www.spmjapan.jp> | mailbox@spmjapan.jp

〈資料請求番号-904〉

定価 1100円(税込)