

No.	テーマ (フリガナ) (インゴットハダンサギョウニオケルサギョウシャノフタンケイゲン)
201	インゴット破断作業における作業者の負担軽減

会社・事業所名 (フリガナ) (カブシキガイシャ トヨタジドウシヨッキ)	発表者名 (フリガナ) (マツモト イクマ)
株式会社 豊田自動織機 ダイエンジニアリングセンター	松本 征磨

1. 会社紹介：(株)豊田自動織機

豊田自動織機は、お客様のニーズに合わせた最先端の製品とサービスを提供することにより、社会への貢献を目指しています。また、1926年の創業以来、自動車、産業機械、織機、電子機器など、さまざまな分野で技術革新を推進しています。

1. 職場紹介：ダイエンジニアリングセンター

私たちの職場は、愛知県内11拠点ある内の共有工場に在籍しており、ダイエンジニアリングセンターでは自動車の外板を量産するためのプレス金型を製作し、私たちが製作した金型から、多くのボディ部品が生まれています。

豊田自動織機は、お客様のニーズに合わせた最先端の製品とサービスを提供することにより、社会への貢献を目指しています。また、1926年の創業以来、自動車、産業機械、織機、電子機器など、さまざまな分野で技術革新を推進しています。

私たちの職場は、愛知県内11拠点ある内の共有工場に在籍しており、ダイエンジニアリングセンターでは自動車の外板を量産するためのプレス金型を製作し、私たちが製作した金型から、多くのボディ部品が生まれています。

2. QCサークル活動紹介

製造課内のQC活動の特徴として、一つ目は、週に一回、4サークルのテマリーダーと、世話人、副世話人、アドバイザー、QC推進委員が集まり、製造課内全体のQC活動のレベルアップを目的とした『QC情報共有会』を行っています。進捗に対するフォロー、アドバイスを対話型にて実施し、それをもとに、次回のサークル活動へつなげる準備を行っています。

二つ目は、前年度に製造課全体で成長を実感できた、サークル間でメンバーシャッフルを引き続き実施しています。「他サークルの良い所を学び、新たな視点を持ち帰る」を目的とし、困り事も工程間の垣根をなくして活動を進めています。

3. サークル紹介

サークルメンバーは正規メンバーが5名、シャッフルメンバーが3名の合計8名で構成。サークルレベルはCゾーン。X軸のサークル能力を向上させることで、Bゾーンを目指し活動中。サークルリーダーの西山さんは、『メンバーが活発な発言をするために、全員で若手を教え込もう。』と、私をテマリーダーにしたいという思いがあり、私のレベルは、テマリーダーとしての経験がなく、運営などもしたことがありませんでしたが、他サークルの先輩方が、社外大会で賞をいただく姿を見て、自分も先輩同様に成長し、挑戦していきたいという思いがあり、サークルリーダーには、QC海外洋上研修を経験した西山さんがバックアップしてくれる環境があったので、自らテマリーダーとして立候補しました。

製造課内のQC活動の特徴として、一つ目は、週に一回、4サークルのテマリーダーと、世話人、副世話人、アドバイザー、QC推進委員が集まり、製造課内全体のQC活動のレベルアップを目的とした『QC情報共有会』を行っています。進捗に対するフォロー、アドバイスを対話型にて実施し、それをもとに、次回のサークル活動へつなげる準備を行っています。

二つ目は、前年度に製造課全体で成長を実感できた、サークル間でメンバーシャッフルを引き続き実施しています。「他サークルの良い所を学び、新たな視点を持ち帰る」を目的とし、困り事も工程間の垣根をなくして活動を進めています。

サークルメンバーは正規メンバーが5名、シャッフルメンバーが3名の合計8名で構成。サークルレベルはCゾーン。X軸のサークル能力を向上させることで、Bゾーンを目指し活動中。サークルリーダーの西山さんは、『メンバーが活発な発言をするために、全員で若手を教え込もう。』と、私をテマリーダーにしたいという思いがあり、私のレベルは、テマリーダーとしての経験がなく、運営などもしたことがありませんでしたが、他サークルの先輩方が、社外大会で賞をいただく姿を見て、自分も先輩同様に成長し、挑戦していきたいという思いがあり、サークルリーダーには、QC海外洋上研修を経験した西山さんがバックアップしてくれる環境があったので、自らテマリーダーとして立候補しました。

4. テマの選定

テーマ選定では、職場の困りごとに対して評価基準を設け、重み付けを行った結果、インゴットを扱う作業の3項目の点数が高くなりました。この3項目は、前年度からの新規作業で、作業頻度もかなり多くリスクを伴うポイントもあります。

ミーティングで作業内容の説明をしようとしたが、他工程からのシャッフルメンバーは作業内容や、何に困っているのかも分からないため、メンバー全員に3現で作業を見てもらい、内容を理解したうえで、テーマとして落とし込むことになりました。

4. テマの選定

工程の順序として、120kg程度のインゴット計量から、溶解炉へインゴット投入、インゴットを溶解、テストライ、出湯、インゴットケースから剥離、フォークリフトにてケースを反転、インゴットを破断、破断したインゴットは再利用するため、再び計量へ。メンバー全員に工程の概要を3現で説明し、全員に理解してもらいました。

テーマ選定では、職場の困りごとに対して評価基準を設け、重み付けを行った結果、インゴットを扱う作業の3項目の点数が高くなりました。この3項目は、前年度からの新規作業で、作業頻度もかなり多くリスクを伴うポイントもあります。

ミーティングで作業内容の説明をしようとしたが、他工程からのシャッフルメンバーは作業内容や、何に困っているのかも分からないため、メンバー全員に3現で作業を見てもらい、内容を理解したうえで、テーマとして落とし込むことになりました。

工程の順序として、120kg程度のインゴット計量から、溶解炉へインゴット投入、インゴットを溶解、テストライ、出湯、インゴットケースから剥離、フォークリフトにてケースを反転、インゴットを破断、破断したインゴットは再利用するため、再び計量へ。メンバー全員に工程の概要を3現で説明し、全員に理解してもらいました。

QCサークル紹介	フリガナ	フレッシュ		
	サークル名	フレッシュ		
本部登録番号	69-445	サークル結成年月	1995年 4月	
メンバー構成	8名	会合は就業時間	(内)・外・両方	
平均年齢	41歳 (最高 61歳、最低 23歳)	月あたりの会合回数	4回	
テーマ暦	本テーマで 60件目 社外発表 4件目	1回あたりの会合時間	0.5時間	
本テーマの活動期間	2023年 4月 ~ 2023年 9月	本テーマの会合回数	19回	
発表者の所属	勤続 5年			

4. テーマの選定

3) 工程の概要と困りごとを共有

インゴット計量 → インゴット投入 → 溶解 → テストトライ → 出湯 → 剥離 → ケース反転 → インゴット破断

インゴットは再利用

120kg程度 高熱 ケース反転

インゴット計量 インゴット投入 インゴット破断

困りごとをメンバー全員が共有

困りごととしてあがった3項目として、「インゴット計量」は、120kg程度のインゴットを細かい成分調整をしながら計量していかねばならない。「インゴット投入」は、溶解炉が深いことや、壁が脆いため、壁を傷つけないよう気を遣う。「インゴット破断」は、何度も叩打撃が必要のため握力が無くなっていく、などメンバー全員に同じ作業を行ってもらい、何に困っているかを理解して、全員に同じ目線で意見を出してもらえよう、共有会を行いました。

4. テーマの選定

4) 作業比較評価

作業姿勢分析システム 姿勢重量点調査

インゴット計量 インゴット投入 インゴット破断

安全衛生の方に相談 品質統括部のHPから参考になる資料はないか？ 作業者の感じるきつさを評価する方法

「作業きつさ一元総合評価要領」 ※作業きつさの見える化指標

要領を参考に作業きつさ点数表を作成

作業きつさ点数表で3項目の作業を比較評価することに

3項目の作業の中でどれが一番つらい作業なのかを、定量値で表し比較しようと、作業姿勢分析システムや、姿勢重量点調査など既存の評価を当てはめてみましたが、作業を比較できるツールが見当たらず、安全衛生の方に相談しても、おススメのものが見当たりませんでした。評価方法に行き詰まった時、サークルリーダーより、「QCホームページを見てみたら？」とアドバイスがあり、全社QCサークルの資料を見てみると、独自に評価しているサークルを見つけ、作業者の感じるきつさを評価する方法で、「作業きつさ一元総合評価要領」を参考に、作業きつさ点数表を作成し、3項目の作業を評価することにしました。

4. テーマの選定

5) 作業きつさ一元総合評価

項目	1	2	3	4	5
重量	~2.5kg	~5.0kg	~10kg	~15.0kg	15.0kg~
作業時間	~5分	~10分	~15分	~20分	20分~
握力低下	~5kg	~10kg	~15kg	~20kg	20kg~
リスクレベル	I (1点)		II (3点)		III

作業きつさ点数表

作業項目	インゴット計量	インゴット投入	インゴット破断
作業きつさ度	5	6	16
作業きつさ度	1	1	4

インゴットを扱う作業きつさ評価結果

テーマ『インゴット破断作業における作業者の負担軽減』

評価項目を自職場の作業環境に当てはめ、項目を重量、作業時間、握力低下、リスクレベルに変更し、3項目の作業を比較評価したところ、インゴット破断の作業が最も評価が高く、作業きつさ度は4で、感じ方は「きつく感じ長く続けられない」。上方方針や安全方針と一致することから、【インゴット破断作業における作業者の負担軽減】をQCのテーマとして取り組むことになりました。

5. 目標の設定と活動計画

目標の設定

項目	1	2	3	4	5
重量	~2.5kg	~5kg	~10kg	15kg	15kg~
作業時間	~5分	~10分	~15分	~20分	20分~
握力低下	~5kg	~10kg	~15kg	~20kg	20kg~

改善後 インゴット破断作業きつさ度 2

活動計画

項目	1	2	3	4	5
重量	~2.5kg	~5kg	~10kg	15kg	15kg~
作業時間	~5分	~10分	~15分	~20分	20分~
握力低下	~5kg	~10kg	~15kg	~20kg	20kg~

各ステップでベテラン・中堅が教え込み、若手を伸ばす

目標は、改善前のインゴット破断作業の作業きつさ度4を、改善後、作業きつさ度2に、目標設定の根拠としては、重量とリスクレベルは条件があるため下げることができず、点数は6点で固定ですが、作業時間と握力低下の点数を2以下に下げることができれば、作業きつさ度の合計が8~11点に入り、作業きつさを2に下げられるからです。活動計画では、ステップごとにベテラン・中堅が若手を教え込み、メンバーシャッフルをしたことで、様々な意見が出て進めやすく、活動を期間内に終わらせることができました。

6. 現状の把握

1) データの確認

項目	現状	目標
作業時間	8.3分	12.7分オーバー
総打撃回数	125回	175回オーバー
握力低下	32.4kg	21.2kg低下

原単位を確認

接続部を一つを割る標準回数：5回

打撃回数が多いため時間オーバー・握力低下をしていた

現状の把握として、まずインゴット破断作業のデータの確認をしてみると、原単位では、作業時間は500秒の8.3分、現状の作業時間は21分と12.7分オーバーしており、原単位から計算し、インゴット接続部一つを割る標準回数は5回、25個の接続部に対し、あるべき姿の総打撃回数は125回ですが、300回も打撃していました。打撃回数が多いため、作業前後で握力を測定すると21.2kgも低下していました。

6. 現状の把握

2) 4M調査

(1) 人 Man: 人による違い無し

(2) 設備 Machine: 設備・治具による違い無し

(3) 方法 Method: 方法による違い無し

(4) 材料 Material: 材料による違い無し

インゴット同士の接続部をさらに調査

4Mからの視点で調査すると、普段どおり作業をしてもらいましたが、人による打撃回数は誤差があるものの、大きな違いは無し。設備は一つ、破断治具は安全衛生の方と相談し、製作したものを使用。手順書確認・作業観察しましたが、方法による違いは無し。3種類の素材によって多少の誤差があるが、素材による大きな違いはありませんでした。しかし接続部によって割れる回数が違っており、標準回数の5回以下で割れるものもあるが、ほとんどが標準回数をオーバーしており、割れるもの、割れないものの違いは接続部にあると、さらに調査することに。

6.現状の把握

【本日の目標】 GC手法を調査して把握

2) 4M調査 (4) 材料

純鉄部の厚みを測ってみよう!

標準回数以内 標準回数オーバー

標準回数以内	標準回数オーバー
4回	10回 13回 14回

7mm 正の相関

標準回数以内で割れる

標準回数以内で割れない

接撃部の厚さ

6mm	10mm	12mm	14mm
-----	------	------	------

接撃部の厚さ

ぜんぶ測ってあげて散布図にしてみよう!

散布図…丁度です!

特性: 「インゴットの接撃部が厚くなる」

接撃部の厚さを測ってみると、標準回数以内で割れている接撃部は薄く、標準回数以上で割れているものは厚みがあることがわかり、打撃回数と接撃部の厚みの関係性を散布図で見ると、正の相関があり、接撃部の厚さ7mm以内では標準回数で割れ、それ以上になると標準回数で割れていないことが分かってきました。インゴット接撃部を薄くすれば標準回数以内で割れることから、「インゴット接撃部が厚くなる」を特性とし、要因解析をすることにしました。

7.要因解析

【本日の目標】 特定要因を特定して仮説を立てる

「対応は趣味で簡単な練習」

3項目に仮説を立てて、検証を実施

要因①: 傾倒ハンドルを一定の速度で回していない

要因②: 酸化膜を取っていない

要因③: インゴットケースの接撃部の溝が深い

インゴットの接撃部が厚くなる

要因解析では、まず一度、私の好きな趣味の登山をテーマとして、簡単な練習を行い、意見が出しやすい環境を作ってから、テーマの要因解析を行った結果、人から、「溶解炉の傾倒ハンドルを一定の速度で回していない」材料から、「酸化膜を取っていない」設備から、「インゴットケースの接撃部の溝が深い」の3項目に仮説を立てて、検証することにしました。

8.要因の検証

要因① 『溶解炉の傾倒ハンドルを一定の速度で回していない』

【仮説】 一定の傾倒速度であれば、溶湯が一定に流れ込み、接撃部が均一になる

【検証】 3パターンの一一定速度で検証

2秒に1回転

4秒に1回転

6秒に1回転

結果

OK → NG

OK → NG

OK → NG

一定速度で流しても、接撃部は均一にならない

要因の検証① 『溶解炉の傾倒ハンドルを一定の速度で回していない』
検証として、一定の傾倒速度であれば、溶湯が一定に流れ込み均一になると仮説を立て、傾倒ハンドルを回す作業者の横に、タイマーを持って時間を読み上げる人を置き、3パターンの速度で出湯してみました。
検証の結果、回転速度が早い方がインゴット接撃部は薄くなる傾向でしたが、一定速度で流しても、厚みは均一にならず仮説が立証できないため、対策は不要となりました。

8.要因の検証

要因② 『酸化膜を取っていない』

酸化膜とは?

溶湯と酸素が触れることで溶湯表面に生成される酸化膜

イメージ

ホットミルクの表面にできた膜

【仮説】 酸化膜が接撃部になる湯道に引掛かっており流れを悪くしている?

【検証】 出湯作業前に酸化膜を全て除去し、綺麗な状態で出湯

結果は変わらず

動画をチェック

出湯機

出湯機を流れる時にも生成

出湯中にも酸化膜が生成するため対策不可能

要因の検証② 『酸化膜を取っていない』
まず酸化膜とは、溶湯と酸素が触れることで、溶湯表面に生成される膜のことで、イメージで説明すると、ホットミルクを作った時にできた、表面の膜のことで、その膜が、接撃部になる湯道に引掛かり、接撃部の厚みを増しているのではありませんか?と仮説をたて、酸化膜を出湯前に除去し綺麗な溶湯状態で出湯したところ、除去したはずの酸化膜が、同じように堆積しており結果は変わりませんでした。
なぜ、除去したはずの酸化膜が出てきたかになり、メンバーで検証動画をチェックしてみると、出湯機を流れている時に、多くの酸素に触れることで酸化膜が生成されていたため、同じ結果となったことがわかり、対策は不可能と判断。

8.要因の検証

要因③ 『インゴットケースの結合部の溝が深い』

設計者に確認

インゴットケースの溝: 1.5mm

【仮説】 インゴットケースの溝(接撃部)を深くすれば接撃部の厚みは薄くなる

【検証準備】 段階的に肉盛りで高増し

12mm

9mm

6mm

インゴットケースの溝に各列ごと段差をつけ検証

要因の検証③ 『インゴットケースの溝が深い』
検証として、まず、インゴットケースの溝が1.5mmなのを、どの様に設計したか、設計者に確認しに行く、「破断の事までは考えていなかった」と回答があり、それなら「インゴットケースの溝を浅くすれば、接撃部の厚みは薄くなる」と仮説を立て、現状のインゴットケースの溝1.5mmを浅くする検証方法に悩んでいたところ、シャッフルメンバーの稲木さんから、溶接肉盛りで溝を嵩増して段差を変えてみようという提案がありました。
稲木さんはシャッフルメンバーの溶接技能士なので、安心してお願いすることに。インゴットケースの列ごとに、0mm,3mm,6mm,と3mmずつ段差を変えて検証してみること。

8.要因の検証

要因③ 『インゴットケースの結合部の溝が深い』

【検証結果】 溝深さを変えたことによる変化

溝深さ12mm

溝深さ9mm

溝深さ6mm

溝深さ3mm

標準回数以内で割れない

標準回数以内で割れる

接撃部を薄くすることで再反

溝深ければ、インゴット全て一体で取れる

一体で取れる

接撃部2.5mm以下は剥がす時に接撃部が割れる

作業性大幅低下

接撃部の厚さで打撃回数は減るが、背反有り

検証の結果、溝深さ12mm,9mm,では打撃回数が5回以上、溝深さ6mm以下で標準回数の5回以内で割ることが出来、「インゴットケースの溝を浅くすれば、接撃部の厚みは薄くなる」という仮説が立証できました。
しかし、インゴットケースからの剥離作業で、通常ならば、インゴットが一体で剥がれるところが、接撃部の厚みが2.5mm以下になってしまおうと、接撃部から割れてしまい、一個一個剥がさなければならず、著しく作業性を落としてしまうという、背反がある事がわかり、最適な溝深さを追加検証することにしました。

8. 要因の検証

要因③『インゴットケースの結合部の溝が深い』

【追加検証】最適な溝深さは何mmか？

条件① 背反が無く一体で取れる (接続部厚さ3mm以上)

条件② 打撃回数は出来る限り少ない

【追加検証結果】接続部の厚さと打撃回数の散布図

溝深さ：3mm 打撃回数合計：2.1回

溝深さ：4mm 打撃回数合計：1.6回 **採用**

溝深さ：5mm 打撃回数合計：2.1回

溝深さ：6mm 打撃回数合計：3.0回

背反が無く、打撃回数が少ない最適な溝深さは4mm

追加検証の条件としては、背反が無く一体で取れること、打撃回数はできる限り少ないこと。
 溝深さ3mm～6mmを追加検証した結果、3mmは背反有り、4～6mm背反が無く、打撃合計回数が一番少ない、溝深さ4mm採用することとなりました。

9. 対策の実施

対策方法について

4mmに溝を加工

肉盛り=溝高上げ 4mm

加工=山を切削 4mm

生産管理Gに相談

加工工程にて「スマイルメンバ」小寺さんが自ら加工

加工工程の生産計画を空けてもらい対策実施

対策の実施として、全ての溝を溶接肉盛りで4mmにしようとしたのですが、全てを均一に綺麗にするのは工数も大幅にかかることと、さらに、開発室の方より、「肉盛りが剥がれた時に、インゴットに混ざって成分が変わるのでやめて欲しいです」とお願いがあって、対策方法に悩んでいると、加工工程からのシャッフルメンバーの小寺さんの提案で、「溝を肉盛るのでなく、山を加工機で削れば、綺麗に統一できるよ」と自分たちの工程では思いつかなかった案を出してくれ、採用することに。
 早速生産管理の方に相談しに行ったところ、快く引き受け下さり、生産計画を空けてもらい小寺さん自ら加工工程にて対策を実施しました。

10. 効果の確認 (現地・現物)

1) 打撃回数と厚みの関係

2) 総打撃回数の推移

3) 握力低下の推移

4) 作業時間の推移

5) 経済効果

改善前：2.1分/回
 改善後：0.8分/回
 効果：1.3分/回 短縮

1.3分/回 × 20回/月 = 260分/月減

効果を現地・現物で確認すると、対策前は接続部が、7mm以上あり、6回以上叩いていたものが、対策後は接続部が全て7mm以下になり、標準回数以内で割ることができるようになりました。
 総打撃回数も300回から80%減の60回、打撃回数を減らしたことにより、握力低下は5kg以内、作業時間も8分になり、1.3分減することが出来ました。
 経済効果として月当たり260分の効果が得られました。

10. 効果の確認

6) 作業きつさ度

項目	1	2	3	4	5	対策前	対策後
重量	~2.5kg	~5.0kg	~10.0kg	~15.0kg	15.0kg	3	3
作業時間	~5分	~10分	~15分	~20分	20分	5	2
握力低下	~5kg	~10kg	~15kg	~20kg	20kg	5	1
リスクレベル	1 (1点)	2 (3点)	3 (5点)	4 (7点)	5 (9点)	3	3

インゴット繰出作業 作業きつさ度数表

合計 16 9

7) QCLレベル

個人能力 (X軸)

シャッフルメンバー

若手 中堅 ベテラン

サークルレベル

活動前 活動後

Bゾーンへ!

作業きつさ度数表にまとめると改善前の作業きつさ度数16、作業きつさ度4だったものが、改善後には、作業きつさ度数9、作業きつさ度を2まで下げることができ、目標達成です。
 QCLレベルでは、チームリーダーとして実戦経験が無かった自分を、メンバーの皆さんが教育・指導してくださり、特に運営能力をはじめ、問題解決能力・まとめる力など、全体的に、X軸の個人能力が大幅にレベルアップ。
 ベテラン、中堅の方も、「教えることで自分の勉強になった」と言ってくださり、シャッフルメンバーは、他サークルの文化を知ることでレベルアップし、サークルレベルのX軸が上昇しBゾーンへ上がることができました。

11. 標準化と管理の定着

標準化と管理の定着

5W1H

1.5mm → 4mmに変更

破断時間の経過観察

項目	いつ	どこで	誰が	何を	なぜ	どのように
標準化	9/27	作業場で	松本	変更内容を	変化点を全員が理解	作業者・開発室へ展開
標準化	9/26	ハウスで	西山	ケースの図面を	後戻りしないように	1.5mm → 4mmに変更
標準化	9/25	加工場で	小寺	予備ケースを	後戻りができないように	溝深さが4mmになるように加工
管理の定着	9/25	ハウスで	西山	作業工数を	作業変化が無いように	原価管理システムにて破断時間の経過観察

後戻りできないよう5W1Hで定着化

標準化と管理の定着では、5W1Hでこのように実施し、インゴットケースの図面から修正、予備のインゴットケースも同じように加工し、原価管理システムにて作業時間の経過観察をすることで、化があった時にすぐに確認でき、後戻りできないよう定着化していきます。

12. 反省と今後の進め方

1 2 3 4 5 6 7

1 テーマの選定

2 現状把握

3 目標設定・活動計画

4 要因解析

5 対策の検討と実施

6 効果の確認

7 標準化と管理の定着

3現で共有会

QCレポート 報告書

QCポート 報告書

分らない事が多かったけど成長を感じ、チームリーダーをやった良かったと思えた

次世代のリーダーになれるようさらなるレベルアップを!

反省と今後の進め方として、テーマの選定では、作業を比較するツールがありましたが、今までにない独自の評価を作ったことで、メンバーの既成概念が取り払われ、「こうあるべき」ではなく柔軟な考えが持てるようになりました。
 ステップごとでわからないことがあれば、シャッフルメンバーへ共有会を行い、理解しながら進めることで、普段の視点と違う様々な意見が出てスムーズに進めることができました。
 そして今回初めてのチームリーダーで、わからない事だらけでしたが、ミーティングの準備や、資料のまとめ方多くのことを勉強させていただき、そして、部署として初の全社QC大会優秀賞を獲得し、苦戦しながらも成長を感じられ、リーダーをやった良かったと思うことができました。
 この結果に驕らず、次世代のリーダーとなれるよう、さらなるレベルアップをしたいと思います。