

会社・事業所名（フリガナ） ニッポンシャリョウセイゾウカブシキガイシャ トヨカワセイサクシヨ 発表者名（フリガナ） マツイヒビキ ハカマダヒデマサ 日本車輛製造株式会社 豊川製作所 松井響生、袴田英征

1 チーム紹介

会社紹介

日本車輿の紹介
日本車輛製造株式会社
 本社所在地：愛知県名古屋市熱田区
 従業員数：2,176名 (2024年9月現在)
 創業：1896年9月18日(創業130周年)
 製作所・製品：豊川製作所... 鉄道車両、鳴海製作所... 建設機械、衣浦製作所... 汎用機械、豊田... 輸送用機械、橋梁

豊川製作所
 所属部門：鉄道車両本部
 従業員数：1,140名 (2024年9月現在)
 2024年 新幹線電車製作 4500両を達成！ (製造両数No.1)
 2024年 新幹線電車製作 4500両を達成！ (製造両数No.1)
 2024年 新幹線電車製作 4500両を達成！ (製造両数No.1)

チーム紹介
 鉄道車両本部
 製造部
 板金 溶接
 曲げ加工班 ユリゲラー
 切商班
 リーダー：松井 響生 (20代)
 副リーダー：袴田 英征 (20代)
 メンバー：平野 隆之 (20代)、高橋 真由 (20代)、神田 英征 (20代)、小林 由貴 (20代)、西村 慶斗 (20代)、川上 リツ (20代)、佐藤 俊之木 (20代)

はじめに
 ■ 業務紹介
 使用設備：NCプレス機、汎用プレス機
 製作部品：車体・台車部品の曲げ加工全般

2.現状把握

■ 軸ばね座とは

16両→1編成

1両目 2両目 16両目

N700S 台車 N700S 台車枠

軸ばね座 (下面側) 4個/台車 (128個/編成)

■ 軸ばね座の製作工程

1.加工工程 2.曲げ加工 3.修正段取り 4.修正

汎用機:金型 (上型・下型) 取付

1.加工工程 2.曲げ加工 3.修正段取り 4.修正

1.テーマ選定

■ 社内での困りごとを調査

項目	緊急性	波及性	効果	実現性	総評価	合計
1. N700S軸ばね座製作に時間がかかる	◎	○	◎	◎	◎	23
2. NCプレス機での段取り作業が難しい	△	○	△	△	△	7
3. 材料、部品の取寄せ作業が難しい	△	△	△	△	△	21
4. 材料、精神シスの金型交換が難しい	○	△	○	○	○	13
5. 手書きの作業が完了しているか分からない	△	○	△	△	△	13
6. NCプレス機でのプレス機故障が頻りに発生する	○	△	○	△	○	13

■ 各部品の加工工数調査 (台車部品)

軸ばね座の工数が突出 → 全体工数の38%を占めている

テーマ『N700S「軸ばね座」の製作工数削減』に決定!

2.現状把握

■ 軸ばね座の特徴

部品重量が重い (32kg)
 曲げ部: 板厚変化あり
 厚い 薄い
 曲げ加工「高」難易度
 軸ばね座

■ 軸ばね座 曲げ加工概要

50tプレス 汎用機
 曲げ作業フロー
 上型・下型を用いて一定圧力で加圧し、部品を曲げる

■ 軸ばね座 製作工程

1.加工工程 2.曲げ加工 3.修正段取り 4.修正

汎用機:金型 (上型・下型) 取付

1.加工工程 2.曲げ加工 3.修正段取り 4.修正

活動を始めるにあたり、班内で業務上の困りごとを調査しました。その結果、メンバーから約30件の意見が挙げられました。これらの意見を内容ごとに整理・分類したところ、主に6つの項目に集約することができました。各項目について評価を行った結果、最も総合評価が高かった「台車部品 N700S 軸ばね座の製作に時間がかかる」という課題に取り組むことにしました。

そこで、台車部品ごとの曲げ加工工数をパレート図にまとめました。グラフから軸ばね座の工数が突出しており、台車部品全体の38%を占めていることがわかります。以上の分析結果を踏まえ、活動テーマを『N700S「軸ばね座」の製作工数削減』に決定しました。

軸ばね座とは、N700S台車の骨組みである台車枠を構成する部品の一つで、台車枠の下面側に位置し、車輪などから荷重を受ける重要部品です。数にして1台車あたり4個あり、新幹線は16両1編成で構成されており軸ばね座は1編成あたり128個使用されます。

続いて製作工程について説明します。工程は大きく分けて、加工段取り、曲げ加工、修正段取り、修正の4工程で構成されています。順に説明すると、まず加工段取りではプレス機に、金型を取り付ける段取りを行います。

軸ばね座の特徴は、重量が32kgと重く、曲げ部に板厚変化があります。これにより、加工難易度の高い部品となっています。加工後はゲージで形状を確認し、寸法を合わせるために複数回の修正作業が必要で、製作に多くの時間と手間を要していました。

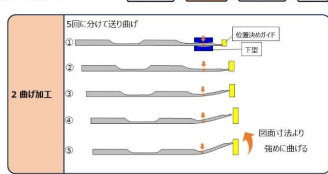
それでは、軸ばね座がどのように加工されているのか説明します。曲げ加工には、左の写真に示す50tプレスの汎用機を使用しています。汎用機には上型と下型があり、図のように上型を上下に動かし、一定の圧力を部品に加えることで、曲げ加工を行います。

続いて製作工程について説明します。工程は大きく分けて、加工段取り、曲げ加工、修正段取り、修正の4工程で構成されています。順に説明すると、まず加工段取りではプレス機に、金型を取り付ける段取りを行います。

QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)		発表形式	
	ユリゲラー (ユリゲラー)		プロジェクト	
本部登録番号	2881-5		サークル結成年月	2025年4月
メンバー構成	10名		会合は就業時間	(内)・外・両方
平均年齢	39.7歳 (最高 55歳、最低 22歳)		月あたりの会合回数	2回
テーマ暦	本テーマで 1件目	社外発表 1件目	1回あたりの会合時間	1時間
本テーマの活動期間	2025年 4月 ~ 2025年 12月		本テーマの会合回数	14回
発表者の所属	日本車輛製造株式会社 鉄道車両本部 管理本部 製造部 台車・鉄工センター 勤続 5、29 年			

2.現状把握

■ 軸ばね座 製作工程



続いて曲げ加工では、5回に分けて送り曲げを行います。曲げを行う際には図のように位置決めガイドに合わせ部品をセットし、プレス加工を行います。2回目以降は位置決めガイドをずらし、曲げの狙い位置を変えていくことで最終形状に近づけます。曲げ加工時には、曲げ不足による曲げ回数の増加を防ぐため、図面寸法より強めに曲げています。

10

2.現状把握

■ 軸ばね座 製作工程

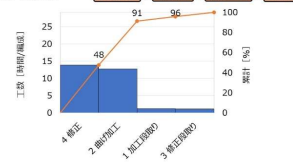


次に修正段取りで、修正機に金型段取りを行います。最後に、修正工程で修正機を用いて反対向きにプレスし、図面寸法に修正します。

11

2.現状把握

■ 軸ばね座 製作工程内訳



修正工程が曲げ加工工程を上回っている

ここでは、各工程の工数を比較しました。結果、修正が最も多く、曲げ加工工数を上回っていることがわかりました。ではなぜ、このような結果になったのか要因調査することになりました。

2.現状把握

■ 加工方法と修正工程の関係

金型	製法① (汎用の製法)	製法② (専用製法)
曲げ角度	角度が強くなる傾向	精度を出しやすい
型内	無 (既存型)	大 (新規製作)
保管場所	省スペース	膨大 (部品の多量)
段取り	1回	複数回

製法①: 修正量は増加するが、型費不要・省スペース・少段取りでメリット大

板厚変化のある部品を曲げるためには、大きく分けて2つの製法があります。現在採用している製法①は、汎用金型を使用する方法です。この製法は、曲げ角度が強くなる傾向にあります。一方製法②は、板厚に合わせた専用金型を使用する方法です。曲げ精度は高いですが、金型費が高額に加え、保管場所の増加や治具段取りも増えるためデメリットが大きいと判断しました。そのため修正量は増えますがコストや運用性を考慮し、現在は「製法①」で作業しています。

13

2.現状把握

■ 修正作業について

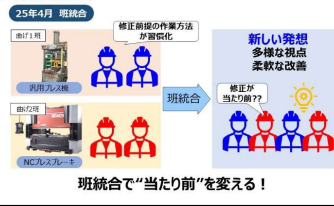


修正作業について説明します。曲げが完了した部品は定盤上でゲージによる寸法確認を行いながら修正機で曲げ直しを実施し、最後にハンマリングで微調整を行っています。このように、手順や移動に時間がかかること、修正することが前提の工程となっていることが問題点であると考えました。そこで修正作業を減らすため、チームで取り組むことになりました。

14

2.現状把握

■ 修正工程改善の取り組み



冒頭でも話しましたが、今回のチームは班統合により、汎用プレス機がメインの班とNCプレスブレーキがメインの班が統合し、曲げ専門の班として再編されました。従来の班体制では修正前提の作業方法が習慣化していましたが、新しい班体制を活かし、従来のやり方や前提にとらわれず、多様な視点と柔軟な発想で修正をあたり前とせず改善策を検討しました。

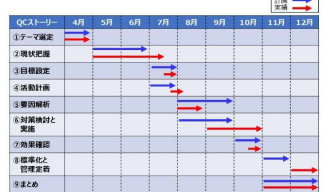
3.目標



目標です。現状把握を踏まえ、私たちは軸ばね座の製作工数を2025年11月までに会社方針に沿って、1/3にあたる「1編成あたり9.7時間削減する」を目標に、改善にチャレンジすることになりました。

16

4.活動計画



活動はこのように計画を立てて進めました。

17

4.活動計画



また、今回の活動はこのように各メンバーに主担当を決めました。若手の成長を促すため、リーダーにはあえて若手を起用しました。さらに役割を通じてQCの考え方や改善能力向上を図るとともにチーム全体の活性化を図るべく、メンバー全員で活動に取り組みました。

5.要因解析

■ 特性要因図

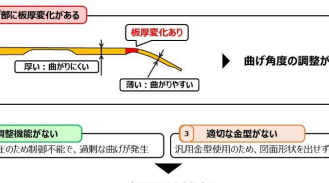


要因解析です。まず特性要因図で「修正作業に時間がかかる」要因を分析しました。挙がった要因の中から関連する要因の分類分けを行いました。その結果、赤、緑、黄枠の3項目に分けることができました。その中から「曲げ部に板厚変化がある」「機械に調整機能がない」「適切な金型がない」の3つを主要因として仮定しました。

19

5.要因解析

■ 主要因の検証



続いて、主要因の検証を行いました。「曲げ部に板厚変化がある」については図の通り曲げ部に板厚変化があり、曲げ角度の調整が困難です。「調整機能がない」については、一定加圧のため制御不能で、過剰な曲げが発生していました。「適切な金型がない」については汎用金型使用のため、図面形状を出せず修正増加しており3つの項目が主要因であると結論付けました。

20

6.対策検討と実施

■ 対策検討

1次手段	2次手段				優先順位
	実施性	効果	コスト	リスク	
1 板厚変化を無くす	○	△	○	9	3
2 押手力を調整する	○	△	○	7	5
3 適切な金型を使用する	○	○	○	13	1

3つの要因に対して、系統図を用いて対策の深堀りを行い、マトリックス図で評価点を付けました。評価点の高い2つの対策項目について対策を実施することになりました。

■ 対策検討

- 対策案1 NCプレスレーキで加工する
- 対策案2 圧力を分散し曲げを緩くする

曲げ加工精度向上により修正工数の削減を図る

対策案1はNCプレスレーキで加工する。対策案2は圧力を分散し曲げを緩くするとしました。これらの対策により曲げ加工精度を向上させ、修正工数の削減を図ります。

■ 対策案1 NCプレスレーキで加工する

- 班統合で新たな発想
 - 汎用機だとどうしても曲げが強くなってしまふ
 - NCプレスレーキなら押す力を微調整できるよ
 - それなら曲げる角度を調整できるかも!

班統合 → 新たな発想

従来、軸ばね座の曲げは汎用機を使用しており、曲げが強くなっていましたが、NCプレスレーキを使うことで角度調整できるのでといった意見など、班統合によって生まれた、新しい発想や視点を活かし、改善を実施しました。

■ 対策案1 NCプレスレーキで加工する

● 加工機の比較

	従来	対策案
名称	50tプレス 汎用機	50t NCプレスレーキ
外観		
圧力	50tで一定	可変
曲げ角度	調整困難	調整可能

圧力・曲げ角度の調整が容易なプレスレーキで加工検証

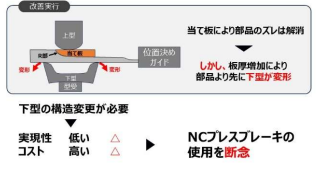
ここで加工機の比較を行います。従来の汎用機と違い、対策案のNCプレスレーキではプレス圧力が可変制御で、角度の微調整が可能です。その特徴を踏まえ、圧力・曲げ角度の調整が容易なNCプレスレーキで加工の検証を行うこととしました。

■ 対策案1 NCプレスレーキで加工する



上側2枚の写真がトライした際の写真になります。トライした結果、問題が発生しました。上型は部品のRと合わせたものを選定しましたが、プレスを行ったところ、R部との接触により位置決めガイドに対して部品がズレてしまい、狙った位置での加圧ができないことが判明しました。

■ 対策案1 NCプレスレーキで加工する



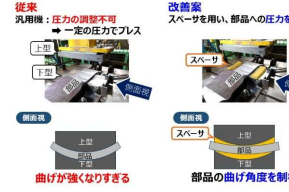
そこで、図のような当て板を製作してプレスを行いました。結果として、部品の位置ずれは解消しましたが、当て板により、合計板厚が増加し、部品より先に下型が変形しました。これを解消するためには下型の構造変更が必要となりますが、下型修正に関する十分な経験がなく実現性やコストの観点から難しいと判断し、今回はNCプレスレーキの使用を断念しました。

■ 対策検討

- 対策案1 NCプレスレーキで加工する
- 対策案2 圧力を分散し曲げを緩くする
- 2-1 スペースを用いた改善
 - 2-2 専用当て板を用いた改善
 - 2-3 加工回数の見直し

続いて、対策案2の圧力を分散し曲げを緩くするについて、取組み内容を説明します。こちらの改善では実施した対策をさらに深掘りし、2-1から2-3までの3つの対策を段階的に検討・実行しました。これらの対策内容について順を追って説明します。

■ 対策案2-1 スペースを用いた改善



まずはスペースを用いた改善です。従来から使用している汎用機は、プレス圧力の調整ができないため、金型にセットした部品は全工程一定の圧力で加圧され、金型に沿って変形していました。結果、曲げが強くなりすぎるという課題が見つかりました。そこで改善案として、部品の両脇にスペースを置き、部品にかかる圧力を分散できないか検討しました。スペースの間に部品をセットし、プレスすることで 部品の曲げ角度を制御する構想です。

■ 対策案2-1 スペースを用いた改善

● スペース量の検討

曲げ工程	チレンZの隙間とスペース量 [mm]					最終決定
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	
1工程	22	22	22	22	22	22
2工程	32	32	32	32	32	32
3工程	32	32	32	31.5	31.5	32
4工程	30	32	32	31.5	32	32
5工程	30	31.8	31.5	31.5	31.5	31

100回以上の調整・検討を重ね、適切なスペース量を導出

また、スペースの量を決定するために、100回以上の調整・検討を重ねました。スペース量の選定には、こちらの表のように0.1mm単位の調整を重ね各工程で適切なスペース量を導き出すことができました。

■ 対策案2-1 スペースを用いた改善



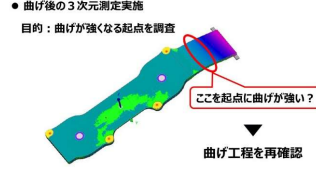
スペースによる改善で、寸法ゲージに対して隙間が改善前は18mmから、改善後は4mmまで低減することができました。

■ 対策案2-2 専用当て板を用いた改善

- 修正作業時間は下がったけど、修正機での修正作業はまだくせないね
- 修正機での修正作業を無くすために隙間を2mm以下にしたい!
- どこを起点に曲がっているか確認したいね
- 品質保証部に3次元測定してもらおう!

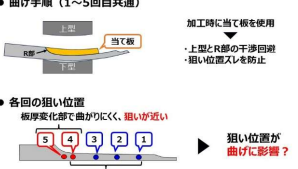
精度向上により作業時間は短縮しましたが、修正機を使用した修正作業を完全に無くすことはできませんでした。それを無くすためには寸法ゲージに対する隙間を2mm以下まで低減する必要があったため改善活動を継続しました。さらなる改善を行うため品質保証部に協力を得て、3次元測定を実施し、部品形状を詳細に把握することとしました。

■ 対策案2-2 専用当て板を用いた改善



曲げの起点を調査する目的で、加工品を3次元測定器で測定してもらったところ、赤丸の位置を起点に曲げが強くなっていることがわかりました。そこで部分的に曲げが強くなる原因を明らかにするため曲げ工程の内容を改めて再確認することとしました。

■ 対策案2-2 専用当て板を用いた改善



汎用機は上型幅が広いので、曲げ加工を行う際は、当て板を使用します。これは、R部との干渉回避と狙い位置のスレ防止が目的です。また、各回の狙い位置はこうになっており、1~4回目は互いに狙い位置が離れているのに対して、4、5回目は狙い位置が非常に近いことに気づきました。これは板厚変化部が曲がりにくいからです。したがって、この4、5回目の狙い位置の近さが部分的に曲げが強くなる要因ではないかと考えました。

6.対策検討と実施

- 対策案2-2 専用当て板を用いた改善
 - 4回目、5回目プレス範囲



プレス範囲が重なった部分
部分的に強く曲がってしまう

34

ここでは4、5回目のプレスで押される範囲を示します。赤色が4回目、青色が5回目の範囲です。図からもわかるように狙い位置に近いことにより、プレス範囲の一部が重複していました。この位置は三次元測定データで曲げが強くなっていった位置と一致していたため、これが原因で部分的に強く曲がってしまったと考えられます。

6.対策検討と実施

- 対策案2-2 専用当て板を用いた改善



そこで4回目までは従来の当て板を使用し5回目は幅を狭くした専用当て板を製作することになりました。当て板の幅を狭くすることで、5回目のプレス範囲を限定し、重複を回避できると考えました。

35

6.対策検討と実施

- 対策案2-2 専用当て板を用いた改善
 - 専用当て板を使用した検証 (5回目に専用当て板を使用)



寸法ゲージとの隙間 4mmから1.5mmに低減
班員全員で成果確認 ▶ 4、5回目は狙い位置に近い専用当て板を4回目で使用した？

専用当て板を使用した結果、寸法ゲージとの隙間を4mmから1.5mmまで低減することができました。班員全員で成果の確認を行った際、新たな意見がメンバーから挙がりました。「4回目と5回目の狙い位置に近いなら、5回目だけでなく、4回目の工程でも専用当て板を使用したらどうなるか」という提案です。

6.対策検討と実施

- 対策案2-3 加工回数の見直し
 - 専用当て板を使用した検証 (4回目に専用当て板を使用)



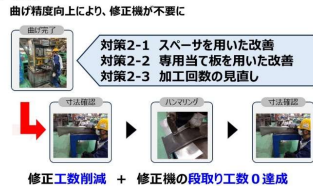
曲がりにかかった板厚変化部に力が集中
曲げ4回目でゲージとの隙間が1.5mmに低減
曲げ加工工程を1回削減

37

4回目で改良品の当て板を使用して曲げを行ったところ、曲がりにかかった板厚変化部に力が集中した結果、曲げ加工4回目でゲージとの隙間が1.5mmまで低減しました。その結果、曲げ加工工程を1回削減することができました。

6.対策検討と実施

- 対策案2 まとめ



3つの改善策を加工工程に適用し曲げ精度を向上させたことにより、修正機での修正が不要となりました。これにより、目標としていた修正工数の削減に加え段取り工数の削減も達成しました。

38

7.効果の確認

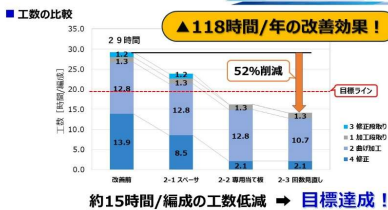
- 製作工程の比較

工程	従来	改善後
1 加工段取り	1回	1回
2 曲げ加工	5回に分けて送り曲げ	4回に分けて送り曲げ
3 修正段取り	1回	0回
4 修正	修正機で修正曲げ1回 + ハンマリング	修正機で修正曲げ0回 + ハンマリング



効果の確認です。まず工程の比較を行います。曲げ工程では曲げ回数が4回に削減、修正工程では修正機が不要となり、修正段取りを0回にすることができました。課題となっていた、修正工数は従来比で85%の削減に成功しました。

7.効果の確認

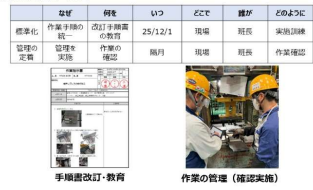


工数の比較です。それぞれの改善で、段取り、加工、修正のすべての工程で工数を削減し、1編成あたり15時間の工数削減に成功しました。これにより目標としていた1/3削減を達成することができました。これは年間118時間分の改善効果に相当します。

40

8.標準化と管理の定着

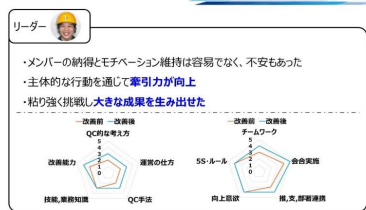
- 手順書の改訂と教育・管理



また、標準化と管理の定着として手順書を作成し、作業者への教育も実施しました。

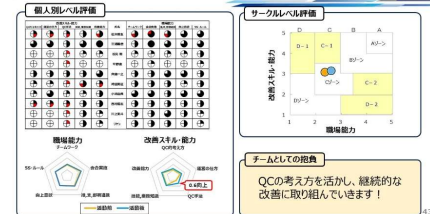
41

9.リーダーの成長



最後に今回リーダーを担当した私としてはメンバーの納得を得ること、モチベーションを維持することは容易でなく、不安を感じることもありました。しかし、主体的な行動を通じてチームの牽引力が次第に高まり、メンバーと協力しながら粘り強く挑戦を続けた結果、大きな成果を生み出すことができ、達成感を得ました。

9.チームの成長



また、ともに改善活動に取り組んだメンバー一人ひとりの主体性が向上するとともに、QC手法に関する理解と活用能力の向上につながりました。今後もQCの考え方を活かし、継続的な改善に取り組んでいきます。

43