

会社・事業所名（フリガナ）ニッポンセテツ ナゴヤセテツ

発表者名（フリガナ）ヒラノ テツヤ

日本製鉄(株)名古屋製鉄所

平野 鉄也

【当社紹介】日本製鉄グループ

総合力世界No.1の鉄鋼メーカーへ

国内製造拠点：13地区

粗鋼生産量：約4300万t/年

中部地区で唯一、鉄鉱石から鉄板、鋼管まで加工する鉄鋼一貫製鉄所

名古屋製鉄所

中部地区で唯一、鉄鉱石から鉄板、鋼管まで加工する鉄鋼一貫製鉄所

【職場紹介①】制振ラインの職場紹介

完成

2枚板→1枚板へ

上鋼板 下地処理 乾燥 樹脂塗布 乾燥 圧着 制振鋼板

下鋼板 下地処理 乾燥 鋼板を予熱

【職場紹介②】樹脂コーター概要

樹脂が塗布されるまで

②ヘッターからコーターへ樹脂を送る

【制振鋼板】

【樹脂コーター】

③鋼板へ樹脂を塗る

【樹脂タンク】

①タンクから樹脂を送る

★樹脂は接着剤

私の職場である日本製鉄(株)名古屋製鉄所は中部地区で唯一鉄鉱石から鉄板、鋼管まで加工する鉄鋼一貫製鉄所です。

【職場紹介③】制振鋼板とは？

【メカニズム】

衝撃

樹脂が衝撃を吸収する

振動を抑制する

強度と制振性を兼ね備えた鋼板です！

強度と制振性を兼ね備えた鋼板です！

【サークル紹介①】エス・ケー・エルの職場紹介

社内唯一の製造ライン

先達方の技術を受け継ぎ...

4人の少数精鋭ながら、オンリーワンの技能で制振鋼板を製造！

【メンバーの経験と年齢】

平均年齢：37歳

【サークル紹介②】活動前グループレベル評価

明るく働きやすい雰囲気、QCサークル能力

平均 2.8 2.8 2.5 2.8

「樹脂コーター」で塗布された樹脂は衝撃を吸収する力を持ち、「振動を抑制」します。これがハイブレス＝「制振鋼板」となります。

制振鋼板の製造拠点は当所のみとなり、このオンリーワン鋼板を製造できるOPは世代交代をえて、現在社内では4人しかおりません。

私たちSKLサークルの課題はベテランOP不在による「専門知識」や「多技能」といった「技術力」であり、現在のサークルレベルは「Cゾーン」に位置しています。

【テーマ選定①】新製品製造に向けて

【主要製品】

オイルパン

【巾別の生産構成比】

巾1000mm以下(巾狭材) 30%

巾1000mm以上(巾広材) 70%

新製品の製造に向けて、巾広材のテスト材をトライ！

【テーマ選定②】巾広テスト材の試験結果

【密着性試験結果】

強度 高 低 高

【巾方向の密着性】

テスト材品質目標ライン

目標ラインに届かず...鋼板中央部の樹脂量を測定してみよう！

【テーマ選定③】巾広テスト材の樹脂量を調査

【樹脂量試験結果】

【巾方向の樹脂量】

目標ライン

鋼板中央部の樹脂量が少ない！原因を追究してみよう！

一様不安を抱える中で、高品質の制振性能が期待される新製品の開発に着手。今後需要の増加が期待されている、巾広材への制振鋼板を拡張すべくテスト材にトライしました。

テスト結果は鋼板中央部の密着性強度が目標ラインに届かず。密着性強度が低いという事は鋼板が割れる懸念があるため、製品として使用できません。

そこで鋼板中央部の樹脂量を測定してみたところ、中央部の樹脂量が目標値より低いことが分かりました。なぜこの結果になったのか、原因を追究していきます。

【現状把握①-1】密着性を左右するセクション

セクション

①下地を塗布

②樹脂を塗布

③鋼板を圧着

役割

鋼板表面を活性化

密着性を作る樹脂を塗る

2枚板を1枚板にする

使用設備

前処理コーター

樹脂コーター

圧着ローラー

【現状把握①-2】樹脂を塗布するセクション

【Man】-作業者-

各操作者にバラつきは？

【Machine】-設備-

樹脂コーターの健全性は？

【Material】-材料-

樹脂自体に異常は？

【Method】-作業方法-

測定方法に問題は？

【現状把握①-2】各操作者にバラつきはあるのか？

【Man】-作業者-

操作手順

操作時間

バラつき

①樹脂量の狙い値を設定

自動

無

②コーターの回転・圧力を変更

自動

無

③実績値に補正値を入力

手動

調査

★樹脂が液体であるため変動が大きい。補正を入れて安定させている

【POINT】手動操作において、バラつきは見られず！作業手順に問題なし！

【現状把握②】密着性強度を左右する3セクション

最も影響度が高いと思われる樹脂塗布について4Mで分析していくことにしました。

4M分析の結果から、各要因に対して検証項目を選定。密着性＝樹脂量となるため、樹脂量低下の原因が分かれば密着性も改善できると考えました。

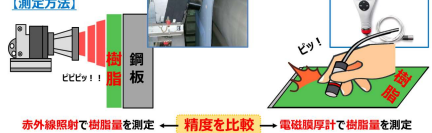
【作業者】要因を検証。樹脂コーターは手動と自動の両方で操作するため作業のバラつきがなかったか？確認するも、手順ともに問題ありませんでした。

Q C サークル紹介	サークル名（フリガナ）		発表形式	
	SKLサークル（エス・ケー・エル）		プロジェクト	
本部登録番号			サークル結成年月	2020年1月
メンバー構成	4名		会合は就業時間	内・外・両方
平均年齢	37歳（最高41歳、最低35歳）		月あたりの会合回数	2回
テーマ暦	本テーマで2件目 社外発表1件目		1回あたりの会合時間	2時間
本テーマの活動期間	2024年5月～2024年12月		本テーマの会合回数	16回
発表者の所属	冷延工場制振係		勤続	13年

【現状把握①-3】 樹脂量の測定方法に問題は？

【Method】-作業方法-

【測定方法】



赤外線照射で樹脂量を測定 ← 精度を比較 → 電磁厚計で樹脂量を測定

POINT 樹脂量に差は無いため、測定方法に問題なし！

【現状把握①-4】 樹脂コーターロールの健全性は？

【Machine】-設備-

【定量検査】

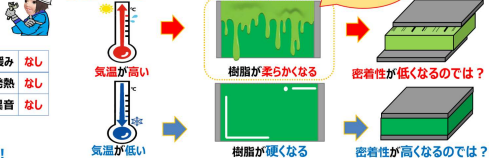


POINT ゴムロールの摩耗、樹脂コーター設備異常は見られず！

【現状把握①-5】 樹脂自体に異常は？

【Material】-材料-

【樹脂の特性】



【材料】要因を検証。使用している樹脂は外気温の影響を受ける事が多く夏場・冬場では樹脂の粘度が変化するため、密着性に影響すると考えました。

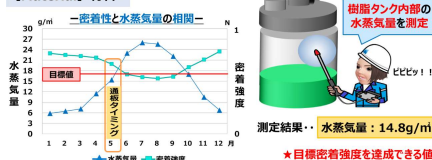
【作業方法】要因を検証。樹脂量の測定は主に自動測定で行っており、今回精度比較のために手動測定を導入し検証の結果、樹脂量の差はありませんでした。

【設備】要因を検証。樹脂コーター内で樹脂を塗布しているロールと樹脂コーター設備全体の健全性を定量・定性検査するも異常は見当たりませんでした。

【材料】要因を検証。使用している樹脂は外気温の影響を受ける事が多く夏場・冬場では樹脂の粘度が変化するため、密着性に影響すると考えました。

【現状把握①-5】 樹脂自体に異常は？

【Material】-材料-



POINT 樹脂粘度は異常なし！何が原因だろうか...

【現状把握②-1】 再度4Mから原因を考える

【Man】-作業-

【Method】-作業-



POINT 鋼板に「反り」が発生する？

【現状把握②-2】 鋼板に変化点は？

【Material】-材料-



POINT 鋼板に「反り」が発生する？

換気設備を整備すると、高温多湿下では密着性は低下傾向にあり、通板時季が5月であったため、吸湿での樹脂粘度の軟化を疑い、樹脂タンク内の水蒸気量を測定。結果は異常はなく、目標の密着強度を達成できる値でした。

樹脂要因からは密着性低下の原因が掴みませんでした。再考したところ、樹脂を塗布している鋼板のものに変化点はなかったのか？調査することにした。

【材料】要因を再検証。鋼板への変化点を見出すために樹脂コーター前後のライン調査を実施。すると樹脂コーターの入口で鋼板が反っている事が分かりました。

【現状把握②-2】 鋼板に変化点は？

【Material】-材料-



POINT 横バスでは分からない！縦バスでは鋼板が反っていることが判明！

【現状把握②-3】 なぜ鋼板に「反り」が発生する？

【Man】-作業-



POINT 鋼板に「反り」が発生する？

【現状把握②-4】 鋼板の「反り」発生時の樹脂コーター

【Material】-材料-



POINT 「反り」の発生で鋼板が樹脂コーターに届かず、塗布できない！

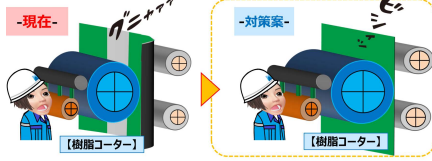
私たちのラインは横に鋼板が進む「横バス」と縦に鋼板が進む「縦バス」を複合させたラインであり、ライン入口と樹脂コーターの入口までは横バスであるためこの変化に気付くことができませんでした。

なぜ鋼板に「反り」が発生するのか？その原因は鋼板にかかる張力にあります。ライン稼働時、鋼板が重なるのを防ぐため、張力をかけており、縦バスだと重なる力が大きくなるため、張力が高くなり「反り」易くなります。

この「反り」の発生により、樹脂コーターから鋼板が離れてしまうことで鋼板中央部に樹脂が塗布できない状態が発生していると推測。これまで市換材メインの製造で、この現象は初めての経験でした。

【現状把握②-5】 中央部に樹脂を塗るためには？

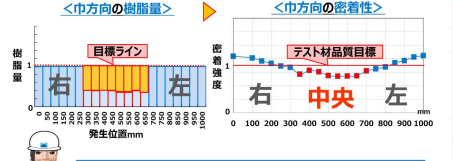
【Material】-材料-



POINT 「反り」を改善することで、鋼板が近付く塗布できるようになる！

【目標設定】 中央部の密着性を良くするには？

【Man】-作業-



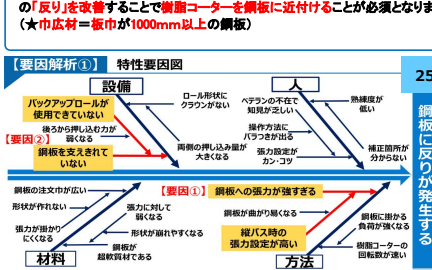
POINT 鋼板「中央部」の樹脂量を増やして、目標の「密着性」を確保！

【活動計画】 目標達成に向けてロードマップ



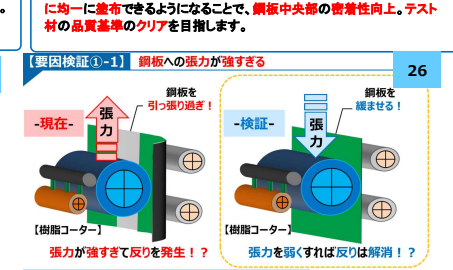
POINT 目標達成に向けてのロードマップを作成。新製品の開発に向けて、自らのメンバーだけでなく、多方面に協力を要請。OBも巻き込んで活動に取り組んでいます。

【要因分析①】 特性要因図



【要因分析】「鋼板に反りが発生する」特性要因図で解析
要因①：縦バス時の張力設定値が高いため、張力が強くなり過ぎている
要因②：鋼板を支えきれないため、「反り」が発生している

【要因検証①-1】 鋼板への張力が強すぎる



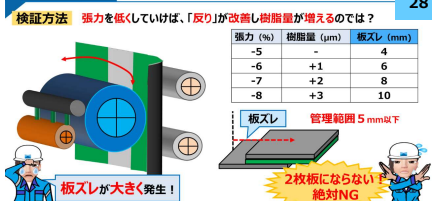
【要因検証】要因①：鋼板への張力が強くなり過ぎている市販材に対しての現在張力設定値の見直しを実施。張力を制限まで下げることによって鋼板に弛みが発生するか？検証していきます。

【要因検証①-1】 鋼板への張力が強すぎる



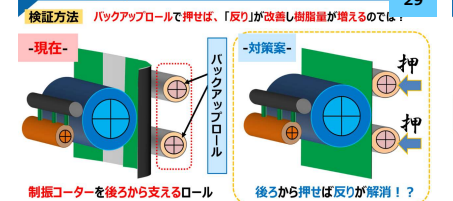
＜イメージ図＞
★張力設定は鋼板の板巾・板厚・材質の3点から計算し手動で入力

【要因検証①-2】 鋼板への張力を弱くする



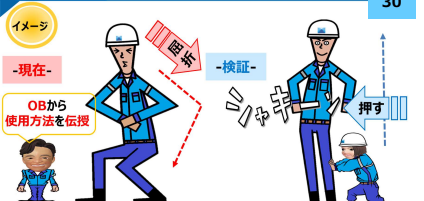
【要因検証方法】張力を低くしていけば、「反り」が改善し樹脂量が増える？
結果は、樹脂量は微増したものの、鋼板が左右へ蛇行してしまい、板ズレが発生。2枚板にならないと鋼製鋼板にならないため、この案は不採用となりました。

【要因検証②-1】 鋼板を支えきれない



【要因検証】要因②：鋼板を支えきれないため、「反り」が発生している鋼板を後ろから押すために、樹脂コーターの後方に設置している「バックアップロール」の活用を検討することにした。

【要因検証②-1】 鋼板を支えきれない



＜イメージ図＞
★バックアップロールは市換材メインの現在では使用しておらず、OBでも一部しか使用経験がない。今回使用方法を伝授してもらいトライ！

【要因検証②-2】バックアップロールで鋼板を押し込む

【操作方法】
★4つのハンドルで2本のロールを押す

POINT バックアップロールを押し込んで、「反り」を改善しよう！

【要因検証②-2】バックアップロールで鋼板を押し込む

＜樹脂量分布＞

UP

15mm以上の押し込みはコーターに歪みが入るNG

樹脂コート

樹脂量が増えた！密着性も良くなるはず！再度テスト！

【要因検証②-3】再度テスト材を通板した結果

＜巾方向の樹脂量＞

＜巾方向の密着性＞

目標値までは到達せず・・・試験片を観察してみよう

【要因検証方法】バックアップロールを押し込むことで、樹脂量が増える？「バックアップロール」の操作は上下ハンドルで2本のロールを操作します。押し込み代は目標値のため、OBの協力など操作することができました

【要因検証結果】押し込み量に比例して樹脂量の増加を確認。反りの改善は、樹脂コート内部でしか確認ができず困難であることから樹脂量の増加＝鋼板の形状に変化を起こせたと検証結果は成功！

再度テスト材を通板し樹脂量と密着性を評価したところ、改善はしているが目標ラインまでは届かず・・・原因を深堀するために試験片を観察してみることになりました。

【要因検証②-4】テスト材の試験片を観察

テスト材 ★白い部分が現れ、樹脂が全体に塗布できていない？

試験片を開いて

樹脂の状態を観察

良品 ★白い部分が全体にあり、樹脂が全体に塗布されている

樹脂が弾いている？これはなんだろう・・・

【要因解析②】特性要因図

設備 コーターロールの汚れ付着、樹脂粘度の変化、ロールに樹脂が溜まる、歩道下の温度、コーターとの接触で樹脂が剥がれる、コーター温度上昇

環境 樹脂硬化の遅延、樹脂硬化の遅延、樹脂硬化の遅延

材料 鋼板表面に圧延液が残留、鋼板の温度が高い、鋼板の温度が高い

方法 鋼板の温度が高い、鋼板の温度が高い、鋼板の温度が高い

【要因検証③-1】樹脂コートと水分・油分の関係性

鋼板に水分・油分がある 樹脂が付着しない 密着性×

鋼板に水分・油分がない 樹脂が付着する 密着性○

試験片を観察したところ、良品に比較してテスト材では樹脂が剥がれ付着しており、塗布された樹脂が弾いている状態でした。原因を調べてみることにしました。

【要因解析】「鋼板に付着した樹脂が弾く」特性要因図で解析。原因：前工程で圧延のために使用した圧延液が鋼板表面に残ることで樹脂を弾いていると推測（圧延液の成分は水分・油分）

これは樹脂コートと水分・油分の関係性になります。使用している樹脂は非水溶性であるため、水分・油分が混入すると樹脂が付着せず密着性が低下します。

【要因検証③-1】密着性を左右するセクション

セクション ①下地を塗布 ②樹脂を塗布 ③鋼板を圧入

Check! 下地

鋼板

樹脂

鋼板

鋼板

役割 鋼板表面を活性化、密着性を高める樹脂を塗る、2枚板を1枚板にする

使用設備 前処理コーター、樹脂コーター、圧着ロール

樹脂と鋼板との密着強度を上げる役割！

【要因検証③-2】下地の塗布方法

【前処理コーター側面図】

①下地液を滴下

②半アでロールを押し込み

③鋼板に塗布する

前進

鋼板

縦パス通板

【要因検証③-2】下地と樹脂の関係性

下地

樹脂

樹脂

樹脂

【前処理コーター】

【樹脂コーター】

POINT 前処理コーターでも「反り」があるため、下地が塗布できない？

この水分・油分の混入を防ぐため、樹脂コートに入る前に「前処理コーター」で下地を塗布して、鋼板表面を清浄・活性化させることで、密着性の向上させています。この前処理コーターに原因があるかと思ひ調査してみました。

前処理コーターの側面図です。タンクで塗布した下地を液上げし滴下。コーター内部に液を溜めて、手動でロールを押し込み鋼板に塗布しています。この前処理コーターでも縦パス通板をしています。

樹脂コート前で「反り」が発生していた経験から、前処理コーター前でも同様の現象が行っていると考えました。しかし前処理コーター前では設備構造上確認ができないので、下地量を測定してみました。

【要因検証③-2】下地量の測定結果

＜巾方向の下地量＞

＜巾方向の樹脂量＞

前処理コーターでも「反り」を改善して、下地を塗布できるように！

【要因検証③-3】サポートロールで鋼板の「反り」直す

Q.サポートロールとは？

【操作方法】
★両側からボルトを回して押し込む
（サポートロール）

鋼板を後ろから支えるロール

誰も使用経験が無い！調査が必要！

【要因検証③-3】サポートロールの使用環境を調査①

作業スペース狭い 危険！

作業スペース広い 安全！

機械側

操作側

下地量と樹脂量を測定したところ、相関関係を確認。今回の密着性低下の要因は「下地量が適正に塗布されていないため、樹脂量が付着しなかった」と推察。下地を塗布するために、前処理コーターでの反りの改善を目指しました。

前処理コーターで鋼板の反りを直すためには？思い浮かんだのは樹脂コートで反りを改善した、後部のロール「サポートロール」でした。しかしOBも含め使用経験がないため、調査することになりました。

「サポートロール」を調査した結果、1本のロールを両側からボルトを回すことで押し込む事が可能でした。両側の作業環境は、「操作側」は安全に作業できますが、「機械側」はスペースが狭く、危険に思われました。

【要因検証③-3】サポートロールの使用環境を調査②

機械側

【問題点①】作業姿勢が悪く操作しづらい

【問題点②】狭いため視野が狭くなる

1150mm

850mm

300mm

300mm

（サポートロール）

【対策立案】システム図

目的	方針①	方針②	評価：OS値③点×0.6	効果	費用	計
サポートロールの作業改善	作業治具を変更する	対策① 伸縮式のモンキーレンチで操作	○	○	○	15
		対策② ラチェットレンチを連結して操作する	○	○	○	15
		取付ボルトにガイドバーを添着する	○	△	△	11
		通板でロールを押し込めるようにする	○	○	△	13

【対策活動①-1】サポートロールを機械側から押す

銅板

（サポートロール）

対策① 伸縮式のモンキーレンチでボルトを回す

ボルトから外れる

ボルトからモンキーレンチが外れてしまい連続操作できず！固定が必要！

実際に操作してみると、手を突っ込むような姿勢となるため、自分の胸で押し込みボルトが隠れてしまい、押し込み量を見ながら操作できません。この問題を解決するために対策を立案することになりました。

【対策立案】サポートロール操作時の作業改善をシステム図で対策検討ポイント「手を突っ込まず」、押し込み量が見ながら操作できる」対策案：作業治具を「伸縮式モンキーレンチ」「ラチェットレンチ」に変更

【対策活動】伸縮式のモンキーレンチで操作。伸縮式にしたことで、押し込み量を見ながら操作可能となったが、ボルトからレンチが外れる事態が頻出。固定しての操作が必要と判断。

【対策活動①-1】サポートロールを機械側から押す

銅板

（サポートロール）

対策② ラチェットレンチを連結、架台に固定し操作

距離が作れて、固定した事で、押し込み量を見ながら連続操作できる！

【対策活動①-2】サポートロール押し込み後の下地量を測定

＜下地量分布＞

＜巾方向の樹脂量＞

下地量が増えたことで、樹脂量もアップ！目標値達成！

【対策活動①-3】機械側からの押し込み操作の効果確認

【問題点④】回転体付近で巻き込まれリスク

【問題点③】架台上下入り込む打撲のリスク

最善の安全なくして最高の品質はなし！

対策再検討！

【対策活動】ラチェットレンチを連結して操作。作業治具を固定するために、六角ボルトにラチェットレンチを連結。Uボルトで架台に固定した事で、安定した連続操作が可能となりました。

サポートロールの押し込み操作をした所、下地の塗布量がアップ！樹脂量も目標ラインに到達することができました。これでテスト材の品質基準をクリアすることができます。しかし・・・

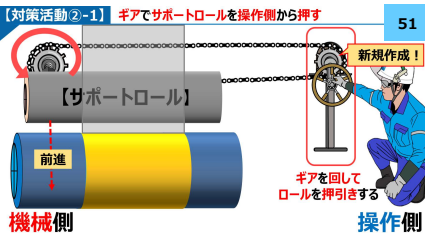
作業性は向上しましたが、安全リスクは改善できていません。特に設備への巻き込まれは、当社の作業では極めて多く、品質を確保できても災害にあつては意味がありません。対策を再検討することに！

【対策立案①-1】 系統図				49	
目的	対策①	対策②	評価点：○5点 △3点 ×0点	効果	費用
サポーターロールの作業改善	作業器具を変更する	伸縮タイプのモンキーレンチで操作		○	○
		ラチェットレンチで連結して操作する		○	○
		取付ボルトにガイドバーを溶接する		△	△
		遠隔でロールを押し引きできるようにする		○	△

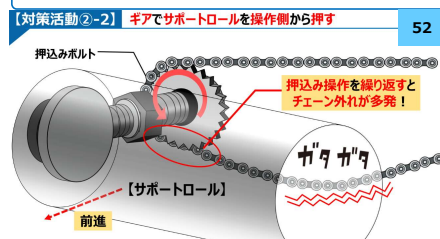
安全に操作するためには、作業スペースがある「操作側」から遠隔でロールを押し引きできるように、新しい治具を作成しなければなりません。自家整備の経験が強いことから、各所の協力を仰ぎながら、全員で対策を立案することに！

【対策立案①-2】 操作側から遠隔でロール押し引きするには？				50	
対策案イメージ	施工内容	耐久性	加工性	メンテナンス性	評価
	プロペラシャフトとギアでロールを押し引きする	○	△	×	不採用
	ギアとチェーンでロールを押し引きする	○	○	○	採用
	ワイヤーワイヤーでロールを押し引きする	△	○	○	採用

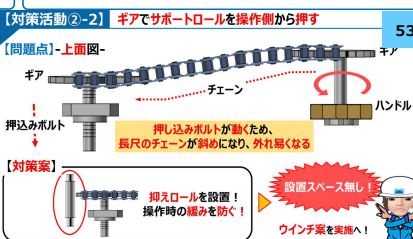
治具作成に向けて、様々な案を検討。操業中に使用できなくなった場合に自分たちで迅速にメンテナンスできる「ギア案」と「ワイヤー案」を採用。耐久性が高い「ギア案」から試してみることにしました。



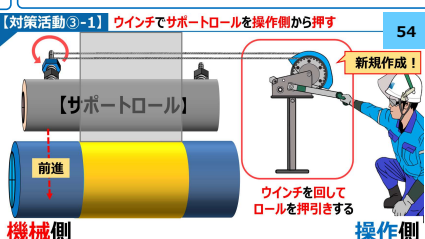
【対策活動②-1】 ギアでサポートロールを操作側から押す
専用の架台を作成し、押し込みボルトにギアを取り付け固くすることでロールを押し引きできるようにしました。試したところ...



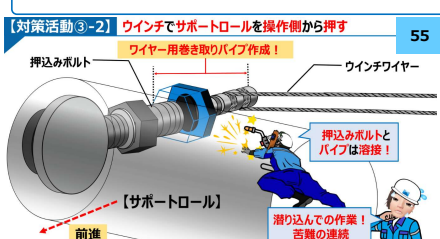
押し込み操作を繰り返すと、ボルト側のギアチェーンが外れてしまいました。耐久性があり、連続操作に向いていただけに、なんとか作業を継続すべく、チェーン・ギアの種類変更などを試してみましたが、どれもダメでした。



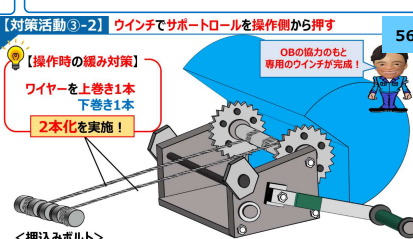
【対策活動②-2】 ギアでサポートロールを操作側から押す
原因は操作時にチェーンが長尺であるため緩んでしまうことでした。対策として、抑えロールを設置を検討しましたが、スペースが無いため断念。「ウインチ案」に切り替えることにしました。



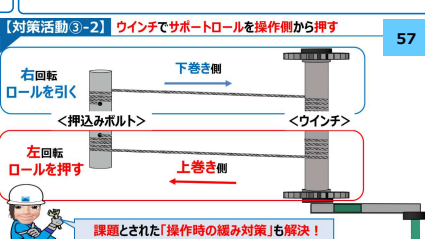
【対策活動③-1】 ウインチでサポートロールを操作側から押す
【対策活動】ウインチでサポートロールを操作する専用架台を作成し、ウインチを固定。押し込みボルトにワイヤーを取付けてロールを押し引きできるようにしました。



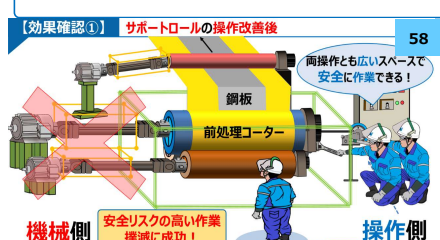
ワイヤーを押し込みボルトに取り付けるために、市販では手配できないことから、専用のパイプを作成し溶接。ロールを取外して溶接作業ができないので、押し込みながら溶接作業を実施。失敗の連続の末、ようやく取り付けの事が出来ました。



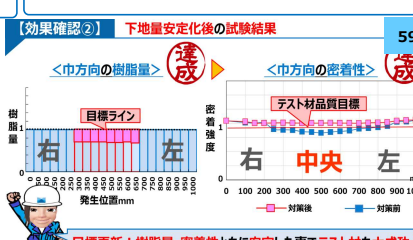
【対策活動③-2】 ウインチでサポートロールを操作側から押す
操作時のワイヤー緩み対策をOBの知恵を借りながら検討。ただ押すだけでは、下地量の調整ができないことから、ワイヤーでも押し引きできるように、ワイヤーの2本化を採用



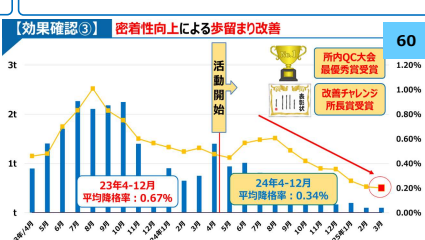
【対策活動③-2】 ウインチでサポートロールを操作側から押す
ワイヤー2本化のウインチによる操作方法です。ワイヤーの巻き方を押し引きする方向ごとに変えることで、1つのウインチでロールの押し引きが可能となりました。



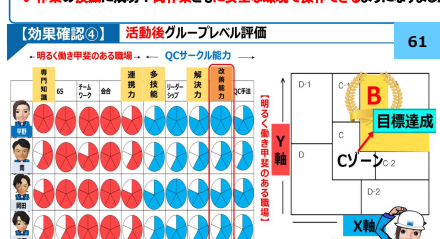
【効果確認①】 サポートロールの操作改善後
両操作とも広いスペースで安全に作業できる！



【効果確認②】 下地量の安定化後の試験結果
目標更新！樹脂量・密着性ともに安定した事でテスト材も大成功！



【効果確認③】 密着性向上による歩留まり改善
この影響はテスト材のみならず、現行の製品にも適用可能となり、歩留まりが大幅に改善。また本活動認められて、所内QC大会において最優秀賞を受賞することができました。



【効果確認④】 活動後グループレベル評価
活動後のグループ評価は、課題とされていた項目だけでなく、コストを下げず自分達の知恵と工夫でやり遂げたことから、「改善能力」がアップ。目標としていた「Bゾーン」に到達することができました。



【標準化と管理の定着】
標準化は5W1Hでまとめました。また製造業において初期の迅速さは「現場視察の頻度」が重要であることから、OODAループを設定しました。



【反省と今後の進め方】
「最善の安全なくして、最高の品質はなし」を活動の柱とし、社内唯一の生産ラインとして、今後も一丸となり技能の追求に励みます。