

8.テーマ選定の理由-3 現場の実態-3

想いっつく 富士松
すべての人の笑顔のために

アーキ溶接 送給装置 ミックスガス 溶接機

アーキ溶接はワイヤーと母材を溶かし接合する

電流・電圧 ワークの隙 溶接速度 溶接ワイヤー シールドガス 溶融池 母材

工程概要 調べポイントとしてロボット・部位に集約している箇所も見てね!

対象 ID ID 9-1 ID 27-3 B170 / B177

この2台に絞って調査

14台のロボットでアーキ溶接実施!

現状調査として、アーキ溶接の仕組みと不良の発生状況を確認しました。アーキ溶接は、ワイヤーと母材の間でアーキを発生させ溶かして接合する工法です。調査の結果、工程内でビード切れが発生しやすい箇所があること、ロボットごとに不良発生件数にばらつきがあることが分かりました。全14台のロボットのうち、不良が集中している2台を対象を絞り調査を進めました。

9.現状把握-1 QC会合開催

想いっつく 富士松
すべての人の笑顔のために

4M1Eに照別

Man (人: 作業者・姿勢・操作)
Machine (機械・設備要因)
Material (材料: ワイヤー・母材・周辺材)
Method (方法・条件設定)
Environment (環境: 治具状態、環境要因)

経験別よりまとめた確認項目一覧

QC会合を実施し、過去の経験や現場の知見をもとに、不良発生につながる可能性のある項目を洗い出し、★4M1Eの視点で整理しました。

10.現状把握-2 層別した問題の確認

想いっつく 富士松
すべての人の笑顔のために

ワイヤー張力基準外

1. Man (人: 作業者・姿勢・操作)
2. Machine (機械・設備要因)
3. Material (材料: ワイヤー・母材・周辺材)
4. Method (方法・条件設定)
5. Environment (環境: 治具状態、環境要因)

現地・現物で一つずつ確認を行い、基準外やばらつきがないかを一つずつ確認しました。その結果、複数の項目で影響が疑われる点がありました。

QC会合を実施し、過去の経験や現場の知見をもとに、不良発生につながる可能性のある項目を洗い出し、★4M1Eの視点で整理しました。

11.現状把握-3 確認項目の深堀-1

想いっつく 富士松
すべての人の笑顔のために

ワイヤー張力基準外

送給装置のロックを解除

消耗品!!

まずは、GFライナーを交換して見たらどうか?

交換

GFライナーを交換してみたが改善せず

【GFライナーとは...】

プラスチック製のホースで最も劣化しやすい消耗部品 交換効果が出る確率が高い

外径: 8mm 内径: 4mm

素材: 高分子PP 切刃ク (アワカク) 30M 1巻者 ¥39,000

現状把握の結果、ワイヤー張力が基準外であることを確認。経験上効果のあるGFライナーを交換しましたが、改善効果は確認できませんでした。

12.現状把握-4 確認項目の深堀-2

想いっつく 富士松
すべての人の笑顔のために

調査手順書の用に分割して調べると1つの手です

安全作業要領 調査手順

測定で抜き出したワイヤーを確認していると...

表面メッキが有りの状態 VS 表面メッキが割れた状態

あれ! ワイヤーが何かおかしいぞ!!

ワイヤーメッキ剥がれの要因調査へ!

次にワイヤー経路を前後で切り分けた結果、ロボット側に問題があることが分かりました。その調査の中で、中村班長がワイヤーのメッキ剥がれに気づきました。ワイヤーのメッキは溶接品質に影響するため詳しい要因調査を進めることにしました。

13.目標設定と活動計画

想いっつく 富士松
すべての人の笑顔のために

目標値

何を(特性) B170とB177のロボットの品質不良(ビード切れ)

どれだけに(目標値) 品質不良件数

いつまでに 開始 2025年3月28日 完了 2025年7月20日

活動計画ガントチャート

高木アドバイザー(組長)

活動リブーム

目標設定ですが、要因を潰しければビード切れの品質不良を7月以降はゼロにすることは可能と判断し0件を目標に設定しました。サークルとしてコミュニケーションを絶やさず活動するために少数を利点に全員参加とし、関連部署の同世代に声をかけ協力体制を整えました。

14.要因解析-1 特性要因図(4M1E)

想いっつく 富士松
すべての人の笑顔のために

作成者 西原・中川原 作成日 2025/5/23

人: 指導不足、選別・省略、見落とし、体調不良、維持・管理不良、知識・技能不足、知識不足、寝不足、情報ミス、体調不良、健康チェック未実施

設備: 回転不良、汚れの蓄積、破損、荷重不良、送給装置、1/2破損、1/3不良、1/4不良

材料: 硬度不足、チップ未交換、メッキ不良、スパッタ付着、クリアランス不適正、過大摩擦

方法: 送給不良、設定ミス、バラつく、パワ、ワイヤー不良、ワイヤー接続不良、管理不良、交換計画未

環境: 棚内環境、湿度(強力UP)、温度・湿度、ヒューム汚れ、潤滑(劣化)

ワイヤーメッキ剥がれ

3つの主要因を抽出!

①チップ摩耗 ②異物混入 ③インナーチューブ破損

そこで、現状把握の結果をもとに特性要因図を作成し、体系的に整理しました。その中で、特に影響が大きいと考えられる主要因を3つに絞りました。

15.要因解析-2 主要因①検証 チップ摩耗

想いっつく 富士松
すべての人の笑顔のために

チップ摩耗の原理

強制給電方式

加圧スプリング

ネライガイド

一方のみ摩耗

チップの管理者 ポデー課さん

チップ交換回数 1回/250台

『連携プレイサークル』 協力 X

『つくしサークル』

新品チップへ交換するも

表面メッキが割れた状態

ワイヤーメッキ剥がれが改善されず

チップ摩耗は真因ではなかった

チップ摩耗確認

新品チップ 1.3mm

溶接発生時チップ 1.55mm

異常時のチップは基準内で問題なし

最初に、主要因①である、チップ摩耗について検証行いました。本設備は加圧スプリングによりワイヤーをチップに押し付ける強制給電方式で構造上、チップは一方に摩耗する特徴があります。チップの管理をしているツクシサークルにも協力依頼し、ビード切れが発生したチップを確認した結果、摩耗は基準内で問題無しさらに新品チップに交換してワイヤーを送給すると、ワイヤーメッキ剥がれは改善されずチップ摩耗は今回の要因ではないと判断しました。

16. 要因解析-3 主要因②検証 異物の混入調査

（関連部品）
ケーブル内に1次コイル
ワイヤーガイド
洗浄

洗浄材で清掃
普段の汚れ
今回の汚れ
選別

清掃時のカス
【黄銅カス】
【ワイヤカス】
インナーチューブのガイドじゃない？

主要因②の異物混入の調査の中で、ロボット内部の清掃を実施しました。その際、ワイヤカスの中に黄銅のカスが混入していることを確認でき、ベテランメンバーから、インナーチューブのガイド部ではないか、との意見があり、主要因③のインナーチューブの破損を調査した結果、ガイドが破損している事実を掴みました。インナーチューブを新品に交換すると、ワイヤメッキ剥がれは改善し、ビード切れ不良も発生しなくなりました。

17. 要因解析-4 主要因③検証 インナーチューブ破損調査

インナーチューブ構造
ジョイントボデー
インナーチューブ（現物）
新品へ交換

ガイド（黄銅）
コイル
ワイヤー経路を塞ぐ部品
破損
交換
取付
外す

データ解析
溶接データを可視化し解析
Excelでグラフ化（電流、電圧）
インナーチューブ破損？
交換

溶接管理サーバーよりCSVへ一括抽出し
溶接データ
溶接電流・電圧実測値
溶接時間
溶接位置
溶接速度
溶接電圧

もう1台のロボットでもデータ確認
交換履歴
波形データ一致
原因を特定

特定した主要因③の確からしさを確認するため、溶接電流および電圧データを解析しました。インナーチューブ破損時には電流・電圧の乱れが確認され、交換後は安定していることが分かります。もう1台のロボットについても、インナーチューブの破損履歴とグラフを照らし同じ兆候が確認でき、インナーチューブ破損が真因であると結論付けました。

18. 要因解析-5 原因のさらなる調査

【原因】インナーチューブガイド破損
いろいろな目線で問題を見つけるためボデー課さんにも協力依頼
トーチ内でインナーチューブがガタつき摩耗した？
溶接姿勢の違うのは関係するの？
現場からの声

5ゲン主義
現場 必ず現場に足を運ぶ
現物 実際の現物を手に取り
現実 現実をにらみながら自分の目で確認
原理 『なぜ起きたか』という原理を深掘り
原則 『どうあるべきか』という原則に照らし合わせる

現場からの声
現場・現物・現象で問題抽出
溶接姿勢の違いは関係するの？
現場で調査

ガイド破損がなぜ起こるのか、再度つくりサークルと会合を開き5現に基づいて意見を収集しました。その中で、ボデー課さんから「ロボットの溶接姿勢の違いが影響しているのではないか」という設備面の着眼点が出されました。この意見にベテランメンバーも興味を示し、溶接姿勢の違いに着目した調査を進めました。

19. 要因解析-6 出代変化メカニズムの解明1

一線式パワーケーブル
ワイヤー
一次コイル
外皮を剥いだケーブル
6本の銅線の右捻り

パワーケーブル断面
1次コイルとワイヤーを通すため中央に空間あり

ロボット姿勢によって影響を受ける部品を調べるとパワーケーブルと一次コイルがありました。ケーブル断面をみるとパワーケーブル内に一次コイルが配置され、その中をワイヤーが通る機構となっています。さらに分解調査するとパワーケーブルは6本の銅線が右捻りに束ねて作られていました。

20. 要因解析-7 出代変化メカニズムの解明2

右回転による一次コイル押し出し現象
絞りによる縮む
一次コイルの伸縮
インナーチューブ
一次コイルが押し出されインナーチューブガイド摩耗となる

1次コイル押し出し現象検証
（散布図）
右回転角度と1次コイル押し出し量
ロボットの6軸の右回転が影響する

この右寄り構造ではロボットの回転動作でタコルを絞るように、パワーケーブルがねじれます。その影響で、中の一次コイルが前方へ押し出され、インナーチューブおよびガイド部に負荷がかかっていると考えました。先ほどの右捻りの構造が、ロボットのどの動作に影響するか調査し、6軸の右回転動作が影響していることを突き止めました。

21. 要因解析-8 交換件数との相関関係

ロボット別に右回転角度調査
最大角度調査チェックシート
右回転最大角度別ロボット台数
最高180度回転するロボットが3台

散布図による相関関係の解析
右回転角度と交換件数の推移
（設備立ち上がりから現在 期間 21/1~25/4）
交換件数のばらつきが右回転角度と一致

さらに、右回転角度と交換件数の関係を調査しました。その結果、最大180度右回転するロボットで交換件数が多い傾向が見られ、右回転角度と不具合発生に相関があることを確認しました。

22. 要因解析-9 要因解析のまとめ

問題：ワイヤーメッキ剥がれ
ベテランメンバーの心境に変化
目線の違いで原因を特定

問題	検証	結果	判定
主要因① チップ口摩耗	問題なし	基準内で影響なし	0
主要因② 異物混入	問題なし	外部からの混入無し	0
主要因③ インナーチューブ破損	問題あり	ガイド破損有り	X 真因

品質不良までの流れ
ワイヤーメッキ剥がれ
インナーチューブ破損
ガイド摩耗
インナーチューブ
一次コイル押し出し量が増える
ロボットの右回転
ケーブルの構造
真因

他部署と組んだ方が問題解決が早かった

要因解析をまとめるとチップ口摩耗と遺物混入では再現せず問題無し、一方インナーチューブ破損は、右回転時に一次コイルが押し出される現象を再現できました。このことから、「ロボット右回転 × ケーブル構造」が起点となり品質不良に至る因果関係があると判断しました。これまで保全は、トーチ側の条件に注目しがちでしたが、ロボット姿勢による影響は盲点でした。この「視点の違い」が他部署連携の価値であり、保全の思い込みを外す大きな転機となりました。

23. 対策立案-1 対策立案

メーカーさんは僕が連絡とります
選定理由 根本原因のガイド材質にアプローチ
計画通り進めよう

品質確認もあるのでボデー課・技室とも話し合い進め方を検討
計画通り進めよう

対策は真因が構造にあることから一時的な調整でなく構造的対策が必要と判断し、ガイドの材質見直しに取り組みました。本対策はメーカーの協力が不可欠であるため、「私が窓口役を担うこととし、関連部署とも連携しスムーズに対策を推進できるよう計画しました。

24.対策立案-2 ガイド材質選定

【送給速度と摩擦係数の比較】
Friction Coefficient vs. Wire Feed Speed for Different Materials. 作成者: 西澤

摩擦係数
ワイヤ送給速度 (m/min)

ステンレス鋼は摩擦に強い

【材質の特性一覧】 O.3 Δ.2 ×.1

ガイド材質	耐摩耗	耐熱	耐腐食	加工	合計	結果
黄銅	Δ	Δ	×	○	○	11
ステンレス鋼	○	○	Δ	○	○	14 採用
銅	Δ	Δ	×	○	○	11
タンクステン	○	○	○	×	Δ	12
焼き入れ鋼	Δ	○	×	○	○	12

材質変更による単価の変動
単価: 黄銅: 3千円 → ステンレス鋼: 4千円
半年以上で元が取れる計算

ベンの屋サークル
遠隔プレーサークル

コストも重要
参考になるな
材料を変えたら
材料色変なら
ステンレス鋼とか
いいんじゃない
材質は
ステンレス鋼ですわ

また、材質変更の経験のある、保全のべんり屋サークルにも協力を依頼しました。
一緒に特性表を作成し、材質検討会を実施した結果。
ロボット右回転による繰り返し負荷に対し、摩耗しにくいと考え、ステンレス鋼を採用しました。

25.対策の実施-1 トライの実施

Before 1次コイル インナーチューブ
After 1次コイル インナーチューブ
できました

トライ期間中効果確認中
中川原・西澤ペア
門野・中村ペア

新たな問題が発生

緊急会合
新たな問題
ステンレスでガイド摩擦は解消したが
ジョイントボデーの保持部に新たな摩耗が発生した

ガイドに摩耗無し
ジョイントボデーに
段摩耗有り

想定外の問題を『失敗』とせず
次の改善に繋げ再発を防ぐ

さっそくトライ効果の確認中、中村班長、門野ペアが新たな問題を発見、
緊急会合を開きました。
確認の結果、インナーチューブのガイド自体には摩耗はなかったのですがジョイントボデーの
保持部に段摩耗が発生していることが判明しました。
この部品の硬さはステンレス鋼と同等ですが、グレード違いで摩耗することが分かり
追加対策を検討することに。

26.対策実施-2 摩耗先の移りを防ぐ対策検討

課題 方策 方策の評価

課題	方策	安全	品質	納期	原価	実現性	検閲	合計	結果
摩耗先の 移り防止	潤滑材の使用	Δ	×	○	○	○	○	Δ	15
	シングルネジによる固定	○	○	○	○	○	○	○	20 採用
	ダブルネジによる固定	○	Δ	○	Δ	×	○	Δ	16
	ジョイントボデー材質変更	Δ	Δ	×	×	Δ	×	×	10

インナーチューブの固定に決定
外観の変化しない止めネジを採用

止めネジ用の穴あけ加工に問題が
のみ格納している
固定位置を上部に決定
穴あけ時の固定に問題発生
1: アール形状
2: 丸パイプ
3: 絶縁チューブが破れる
高難度の穴あけ
カーブ中央での固定に決定

安全だけでは限界だね...
品質・検閲・改善のプロフェッショナル
ボデー課さんの力が重要だ!!!
技術力の高いボデー課さんの
力をぜひ貸してほしいです
協力しましょう
つくしサークル

前回対策の学びを踏まえ、想定されるリスクを評価項目に加え検討しました。
その結果、構造的に動きを拘束する必要があると判断し、インナーチューブを
固定する方針としました。
あわせて、固定アイテムおよび固定部位を選定しました。
一方で、高い加工精度が求められるため、自分たちだけでの加工は難しいと判断し、
精度管理を担っている、ボデー課さんに協力を依頼し対策を進めることにしました。

27.対策実施-3 穴あけ治具作成と本対策

30アクリル板
レーザー加工
穴あけ加工
シリコン粘土治具
穴あけ専用治具完成

私が図面を引き
中川原さんに作成を依頼

穴あけ加工の協力も!

対策の実施 Before After
固定なし
止めネジ固定

ガイド摩耗発生なし
保持部摩耗なし
電流・電圧問題無し

品質問題なかったよ
14台横展実施

誰もが同じ位置に穴あけできる、専用のシリコン粘土治具を作成し、再現性のある穴あけが
実現し、止めネジ穴の加工が完了しました。
さっそくトライ、ステンレス製ガイドのインナーチューブへ交換し止めネジで固定する
対策を行い、ガイドと保持部の摩耗は無くなりました。
トライの結果、品質面での問題はなく、電流・電圧の変動も見られませんでした。
そこで、本対策を14台すべてのロボットへ横展し、対策の有効性を確認しました。

28. 効果の確認 有形効果

品質不良件数
3月 40
7月 0
目標達成!
品質不良ゼロ継続!!

※改善活動の評価結果からオプション部品として
メーカーさんに型式登録してもらいました
図面 図面
関連会社にも展開されました

サステナビリティに貢献

取り組み	効果	サステナビリティへの貢献
対症による品質安定	摩耗が減少 交換頻度が低下	廃棄物の削減
安全作業手順の確立	作業員負担軽減	働きやすさ向上
メーカーとの連携	新素材の検証・検証	良品率向上
知能の活用	技術の進歩	将来世代へ貢献

①ライン停止損失: 2400#x6人x1.0分/6.0分x40#/月=96,000円/月
②安全対策工事: 2400#x4人x1.0分/6.0分x40#/月=64,000円/月
③改善工事: 2400#x1人x2分/2人x12月=6,000円/月
☆コスト効果額 154,000円/月

対策後は、摩耗による品質不良ゼロ件数を継続しており目標を達成することができました
また、本対策は同様の課題を抱えていた他社へも展開され再発防止の取り組みとして
評価されています
その結果、サステナビリティへの貢献に加え挟まれリスクの低下やコスト効果の
向上にもつながりました

29. サークルの変化 無形の効果

個人能力アップ
発言回数比較
自主性 × 積極性

【活動実績】
・会合: 月2回 合計 8回
・関与: 部署共有会: 2回
・現地: トライ: 2回

連携プレー

明るく働きがいのある職場
チームワーク
コミュニケーション
スキルアップ
モチベーション

サークル能力
改善の余地
改善の余地
改善の余地
改善の余地

Aランクへ1歩前進

活動後のサークル変化として会合の場づくりをきっかけに発言が活発になり
関連部署との連携を密にしたことでサークル全体の意識に変化が生まれました
その成果として、サークルレベルもB+へ向上し、私自身も活動前は指示待ちでしたが
自ら課題を提起し、他部署と調整する立場へと成長しました

30. 標準化と管理の定着 管理項目一覧<5W1H>

No	項目	Why・What なぜ・なにを	When いつ	Who 誰が	Where どこで	How どのように
1	標準化	インナーチューブ イモネジ固定方法	7月15日	保全担当員	該当	要領書の作成
2	標準化	インナーチューブ(ステン) 点検項目追加	7月15日	組長	該当	点検チェックリスト作成
3	維持管理	定期点検	1M	保全担当員	現場	チェックリストを元に点検 点検シートに記録残し
4	維持管理	教育・訓練	移動着 配属	組長	教育場	要領書による教育訓練
5	点検管理	電流・電圧の乱れの確認	1W	保全担当員	現場	グラフ作成(乱れ確認) インナーチューブ確認

要領書改定
PM項目追加
経過確認し定期交換化へ
電流・電圧の兆候管理

次に、標準化と管理の定着です
インナーチューブのイモネジ固定方法と点検項目を追加し、要領書とチェックリストを
整備し、維持管理として月1回の定期点検を行い、結果を記録しています
また、要領書による教育で判断のばらつきを防ぎ、さらに電流・電圧の乱れを
兆候として管理し変化があれば送給経路を重点点検することで不良を未然に防ぐ
仕組みとしました

31. 活動のまとめ

【良かった事】
保全×他部署との連携で真因を特定できた!
連携プレー
真因を特定!

【活動の反省】
視点のスレがあり、
データ取得が手作業中心で、異変の発生を
リアルタイムに感知できなかった
初期段階の共通理解に
時間がかかった
材質変更
想定外
材質変更後に保持部の摩耗が発生するなど、
派生リスクを予測できていなかった

【今後の進め方】
①: DX化: サーバー → Grafana による
稼働監視システムへ移行(進行中)
※ 電流・電圧・電圧変動を...
リアルタイムでモニタリング
②: 他部署連携(ボデー課・技術室)を継続し、
広い視点で改善活動を進める
③: マトリックス図で整理した調査基準を
標準化(点検項目・教育内容に反映)

今回の活動を振り返ると、保全と関連部署が連携することで課題を的確に捉え、
真因の特定につなげることができました。また、連携プレーが品質をつくることを
現場で示せた点は、サークル復活に向けた大きな一歩だと感じています。
一方で、データ収集や分析のタイミングに課題があり、異常の兆候をリアルタイムで
把握できなかった点は反省点です。
今後は、設備データの見えやす化とデジタル活用を進め、異常の常時監視による
予測保全につなげ、Aランクサークルを目指して活動を継続していきます。