

会社・事業所名 (フリガナ) トヨタ自動車株式会社 本社工場 発表者名 (フリガナ) ヤマダ ノブアキ・ムカイ ヒロミ 山田 信明・向 浩美

1.職場紹介 油脂管理組～業務～

油脂管理
部消費量把握、受入れ、供給

油脂関係の予防保全
グリースアップ
油脂色相点検

洗浄機の条件管理
AUT-501 TTT-510
濃度、PH、油分測定

油脂の再生
作動油、クーラント
洗浄液の再生

2.今回の取組み内容

【洗浄液再生品供給】

運搬・投入
貯蔵タンク
使用済み洗浄液を回収・貯蔵

洗浄液再生
今回の取組み
洗浄液再生装置にて再生

台車投入
完成した再生液を台車に投入

設備給油
製造課
中間洗浄機に給油

★油脂の再生に尽力(カーボンニュートラル推進)

作動油再生・供給

クーラント再生・供給

洗浄液再生・供給

【作業の流れ】

1工程 回収液投入

2工程 不純物除去

3工程 分離剤投入・攪拌

問題発生
4工程 浮上油吸引

再生洗浄液完成

私達は、トヨタ自動車株式会社 本社工場機械部です。業務は工場全体の油脂管理を行っており、受入・供給予防保全・条件管理等を行なっています。その中でも課の重点取組みカーボンニュートラル推進で、作動油・クーラント液・機械加工製品洗浄液の再生に力を入れ取り組んでいます。

今回の取組は、機械加工油が付着した製品を洗浄し汚染濃度上限になった洗浄液を回収・再生・給油するまでの作業の一つで、『洗浄液再生』です。取組み工程は4工程の浮上油吸引で、分離剤を投入後、分離した浮上油を吸引します。その時、再生液ごと多く吸引する必要があり廃液が増加する問題があります。

3.サークル紹介

【サークル診断】

チームワーク 2.8

問題解決力 2.8

5Sとルール 2.8

QC手法 2.8

改善能力 2.8

活動の運営 2.8

関係部署との連携 2.8

専門技術 2.8

【サークルレベル評価リーダーチャート】

4.テーマの選定①

課方針 ▶ **・【カーボンニュートラルへの推進】** ・【日々のロス低減】

項目	問題点	目標レベル(課方針)	◎=3点 ○=2点 △=1点	評価点	順位
安全	洗浄液採取場所が狭く怪我をする恐れがある	災害・疾病ゼロ	◎ ◎ ○ △ ○	11	2位
品質	クーラントPH数値9が確保できない	後工程不具合ゼロ	◎ ○ △ △ ○	9	3位
原価	洗浄液再生時の廃液量が多い	再生剤1kg/300L/月	◎ ◎ ◎ ◎ ◎	15	1位
環境	クーラント液劣化で臭いがする	異常/苦情 ゼロ	○ ○ △ △ △	7	4位

【サークル構造】

3つの動機形
常駐1名、白班3名、夜班3名
7名中、4名が嘱託社員
平均年齢 59歳
超ベテラン

【サークルの現状】

固定観念 (無意識の思い込み)

そうに違いない

過去の経験・情報 知識・価値観

凝り固まった考え方

サークルリーダー 小原TLの想い
物事をありのまま見る

結果重視の活動から脱却

プロセス重視の活動へ!
(データを活かして分析)

廃液量が増えるって?...

【廃液量増加前後比較】

廃液増加前 (2020年10月) 50L

廃液増加後 (2020年11月) 512L

【廃液増加前後の廃棄に掛かる処理費用(月当り)】

廃液増加前 (2020年10月) 1530円

廃液増加後 (2020年11月) 12810円

処理費用の内訳:
廃液増加前: 330円 (排水) + 852円 (処理)

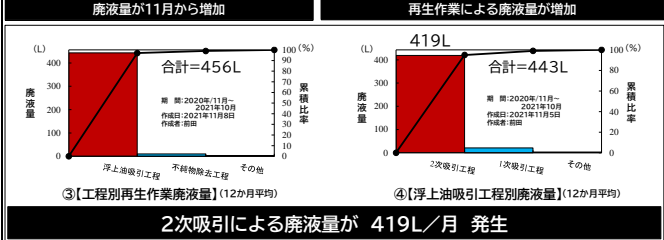
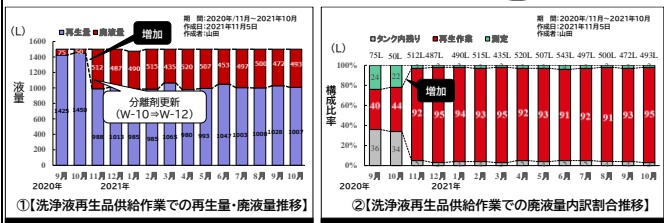
廃液増加後: 2928円 (排水) + 7100円 (処理)

サークル紹介ですが、サークル診断は2.8のCランクで、前回テーマの残課題から目指す姿を明確にしました。年齢層が高く嘱託社員を含め7人おり、平均年齢59歳の超ベテランサークルです。それ故に固定観念が強く『結果重視からプロセス重視の活動にしたい』というサークルリーダーの思いからQC手法向上を目指し進めていきます

テーマ選定では、課方針である「カーボンニュートラルへの挑戦」「日々のロス低減」の考えを踏まえ洗浄液再生時の廃液量が多いを最優先項目としました。廃液量が増えると全体の処理量も増え処理費用も増加する為、廃液量低減が急務です。

QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)		発表形式
	オイラーマン	(オイラーマン)	
本部登録番号	177-2678		サークル結成年月
メンバー構成	7名 (嘱託社員4名含)		1998年4月
平均年齢	59歳 (最高64歳、最低54歳)		会合は就業時間内・外・両方
テーマ	本テーマで3件目 社外発表2件目		月あたりの会合回数
本テーマの活動期間	2021年11月 2022年2月		4回
発表者の所属	本社工場 機械部 製造支援課		1回あたりの会合時間
			1時間
			本テーマの会合回数
			16回
			勤続年数
			43年

5.テーマの選定②



分離剤更新により、分離剤がW-10からW-12に変更された2020年11月から廃液量が増加しており、その内訳の割合推移を見てみると再生作業による廃液量が増加していました。再生作業による廃液量を2020年11月からの12か月平均で送別して行くと2次吸引工程による廃液量が平均491L/月発生している事が分かりました。

6.現状の把握①

【再生時の廃液(2次吸引)現地現物調査】

【浮上油吸引の作業方法】

ボルト締結で深さ調整
固定治具を手で移動し調整

【なぜ2次吸引をするの?】

1次吸引後の再生液を測定
ナド 0.10% ウスイ コアン 311ppm OK

【現状調査結果】

1次吸引時に浮上油が再度再生液中に混ざる

再生液油分量規格(10ppm)を超える

再度分離させ2次吸引へ

<2次吸引イメージ>
2次は浮上油が細分化されている
再生液も多く巻き込み吸引(廃液多)

【油分量とは...】
浮上油吸引後の再生液中の油の量(ppm)

現状の把握では、2次吸引状況を現地現物で調査。浮上油吸引方法は吸引管深さをボルト調整し治具を手で移動しています。なぜ2次吸引が必要なのか、1次吸引後の再生液は吸引時に分離した浮上油が再生液中に混ざり油分量規格10PPMを超える為、再度分離させ2次吸引しています。2次吸引は浮上油が細分化しており 再生液も多く巻き込み吸引してしまいます。

7.現状の把握①

【メンバーの疑問】

吸引後の油分量のパラツキをみるにはどうすれば?

QC手法聞き込み (全国大会出場 Meisterサークル)

ヒストグラムの勉強会実施

TU 規格上限 → TU(10)

各小区間「階級」

仮データで全員学習

【仮データのヒストグラム】

ヒストグラム勉強会風景

山の形にも着目して現状を見よう

①第一型 ②山型 ③歯抜け型(くし型) ④右すそ引き型 ⑤絶壁型 ⑥離れ小島型

メンバーの疑問で、油分量のパラツキを見るにはどうすれば良いのか若手中心の全国大会出場経験のあるマイスターサークルに聞き込み、ヒストグラムが必要とのアドバイスを受け、勉強会を実施してもらいました。分布のばらつき度合いだけでなく、山の形にも着目して現状を見る事を全員で学習しました。

8.現状の把握②

【分かる事】

学習した事を踏まえ 1次・2次吸引の油分を調査!

【1次吸引後の再生液油分量ヒストグラム】

全体に右に偏っていて上限規格線より外れている

【分かる事】

歯抜け型

\bar{X} (データ平均値)が規格外

S(分布のばらつき度合い)標準偏差が大きい

Cp 工程能力指数が全く無い

【分かる事】

正規分布型

\bar{X} (データ平均値)が規格内

S(分布のばらつき度合い)標準偏差が小さい

Cp 工程能力指数 工程能力がある

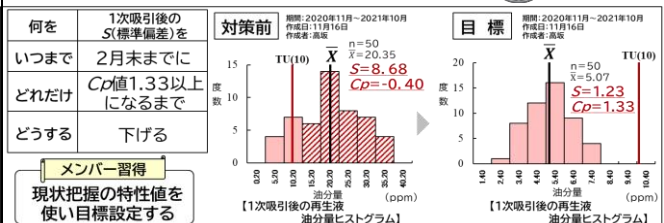
【分かる事】

1次吸引で安定すれば 2次吸引は必要ない

☆結論 1次吸引後のS(標準偏差)を小さくしCp値1.33以上にする

学習した事を踏まえ、1次吸引後のデータを確認すると標準偏差Sが大きくXbarが規格上限線を外れ、Cp=0.4と工程能力が無いことが分かりました。2次吸引後のデータを見ると、標準偏差は小さく、工程能力Cp1.33あり正規分布型で安定していました。結論は、1次吸引後の標準偏差Sを安定状態にする必要があります。

9.目標の設定

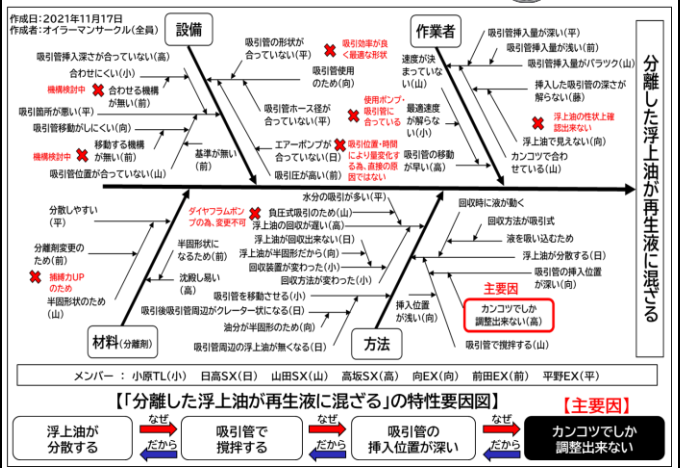


10.活動計画

活動計画 (ステップ項目)	役割分担	11月	12月	1月	2月
P	テーマ選定	全員			
P	現状の把握	高坂・山田・向・メーガ・高橋	QC手法の勉強会を開き、実際のデータに適したグラフを使用態を絞り込めた		
P	目標設定	全員	特性値を用いて具体的な目標設定が出来た		
D	要因の解析	全員		全員で要因解析	
D	対策立案	平野・山田・改修組	対策立案の検証を行い戻りしない対策が出来た		
D	対策実施	山田・向・改修組		検証を行った	
C	効果の確認	小原・高坂			
A	標準化	日高・前田・平野			
A	反省と今後	全員			

目標の設定ですが、1次吸引後の標準偏差Sを2月末までにCp値1.33以上になるまで下げて、工程能力の安定を目指します。QC手法習得として、管理特性の定義を明確にし、導き出した特性値を使い目標設定する必要性を理解しました。活動計画では、各ステップの会で、3つの勤務形態でラップする時間を利用して活動、情報を共有出来る様に掲示されました

11.要因解析



要因解析では「分離した浮上油が再生液に混ざる」の特性に対して各要因を検証し「浮上油が分散する」→「吸引管で攪拌する」→「吸引管の挿入位置が深い」→「カンコツでしか調整出来ない」が主要因として上げられました。

12. 仮説の検証① ~吸引管で攪拌する~

TOYOTA

なぜ 浮上油が分散する → 吸引管で攪拌する → なぜ 吸引管の挿入位置が深い → なぜ カンコツでしか調整出来ない **【主要原因】**

~吸引管で攪拌するとどうなる?~

【メンバーの疑問】

吸引管挿入・移動 (約4時間繰り返し)

浮上油が分散し 再生液に混ざる

吸引管で攪拌

浮上油が分散し 攪拌されるのでは? かき回している状態?

【検証内容】浮上油吸引前と1次吸引後の再生液油分量を比較

再生液測定

測定

油分量 (ppm)

規格上限

油分量が増加

【浮上油吸引前と吸引後の再生液油分量比較】

吸引管で浮上油が攪拌されている

13. 仮説の検証② ~吸引管の挿入位置が深い~

TOYOTA

なぜ 浮上油が分散する → 吸引管で攪拌する → なぜ 吸引管の挿入位置が深い → なぜ カンコツでしか調整出来ない **【主要原因】**

【メンバーの気づき】

挿入位置が深いから…

浮上油が攪拌されてしまう?

油分量 (ppm)

挿入位置 (mm)

強い正の相関がある

①【吸引管挿入深さ・油分量の散布図】

挿入が深いほど、油分量が増加する

【検証内容】作業員別に吸引管の挿入深さを調査観察

挿入深さ (mm)

平均7mm

②【作業員別吸引管挿入深さ推移】

挿入位置がばらつき0mmよりも深い傾向

「吸引管で攪拌する」の仮説検証ですが、吸引管で攪拌すると浮上油が分散して再生液に混ざります。メンバーの疑問として「吸引管で浮上油が攪拌されるのでは」との意見から浮上油吸引前後の再生液油分量を比較しました。吸引前の油分量は規格内であるのに対し、吸引後は規格を超えており攪拌されている事が分かりました。

「吸引管の挿入位置が深い」の仮説検証ですが、メンバーの気づきから「吸引管の挿入が深いから攪拌されるのでは」との意見、散布図で吸引管挿入深さと油分量の関係性を調べたところ、挿入が深いほど油分量が増加する事が分かりました。検証内容は作業員別で挿入深さを調査、挿入位置がバラツキ深い傾向にある事が分かりました。

14. 仮説の検証③ ~カンコツでしか調整出来ない~

TOYOTA

なぜ 浮上油が分散する → 吸引管で攪拌する → なぜ 吸引管の挿入位置が深い → なぜ カンコツでしか調整出来ない **【主要原因】**

【メンバーの気づき】

浮上油の状態が毎回変わるから…

カンコツ調整になってしまおう?

【浮上油層(厚さ)調査】

タンク内の測定箇所を4分割して測定

浮上油層(厚み)

②【再生タンク場所別 浮上油厚さ推移】

③【浮上油流れる時間推移】

粘度測定が出来ない為流れる時間で検証

条件が毎回変わる為、人依存になっている(カンコツ作業)

15. 対策立案

TOYOTA

基本目的 二次手段 三次手段 四次手段

【制約条件】

- 改善費用3万円以下・短期間
- 活動期間内2月末までに対策
- 従来の作業時間内(240分)に納める

【分離した浮上油が再生液に混ざる】の方策展開型系統図

品質	コスト	実現性	効果	評価	順位
◎	◎	◎	◎	◎	16.3
◎	△	◎	◎	◎	12.6
◎	×	△	◎	◎	13.5
◎	×	×	×	◎	8.8
◎	◎	◎	◎	◎	20.1
◎	◎	◎	◎	◎	18.2
△	△	△	△	×	3.11
○	△	△	△	△	6.10
×	◎	◎	×	×	10.7
×	○	△	△	△	7.9
◎	◎	◎	×	△	15.4

◎…5点 ◎…3点 △…1点 ×…0点

「カンコツでしか調整出来ない」の仮説検証では「浮上油の状態が毎回変わる為、カンコツ調整になっているのでは」との意見、そこで浮上油の厚さと硬さを調査すると各位置によって厚さにバラツキがあり、硬さでは粘度測定が出来ない為、流れる時間で調査しました。結論は、条件が毎回変わり人依存のカンコツになってしまう為、真因と分かりました。

対策立案では、カンコツ作業を無くす為、四次手段で上げられた「吸引管をスライド機構で動かす」「タンク下から回収する」「再生液の回収槽を設置する」の有効と思われる3つの対策案を検証して、一番効果的なものを取り組む事にしました。

16. 対策案の検証① 3位・吸引管をスライド機構で動かす

TOYOTA

【検証内容】①ボールネジで深さ調整

ボールネジを回す

ボールネジにより吸引管が下がる

①【作業員による吸引深さ推移】

②【吸引前と吸引後の油分量比較推移】

規格越え

規格上限

作業員のバラツキがあり、吸引管移動時に浮上油が混ざる

17. 対策案の検証② 2位・タンク下から再生液を回収

TOYOTA

【検証内容】吸引管をタンク底面に設置してポンプで回収

サークル交流

オイルマンサークル

孫娘からヒント

ソーダを飲み、アイスを最後に食べる娘…

逆転の発想 浮上油を吸って残す

ポンプ

吸引管

吸引圧で浮上油が吸い寄せられる

②【吸引時間ごとの油分量推移】

規格上限

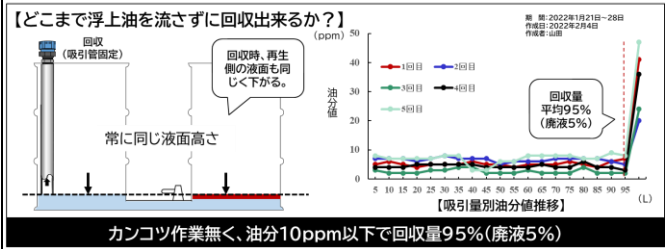
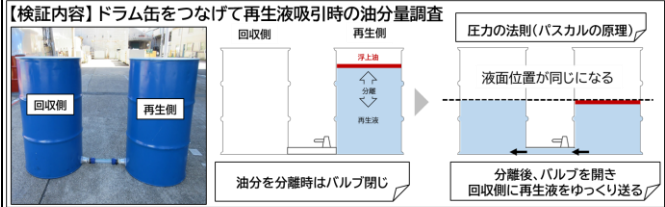
タンク液半分くらいから油分量が増加

カンコツ作業は無いが、吸引圧により浮上油が混ざる

対策案の評価3位「吸引管をスライド機構で動かす」ですが、ボールネジでの深さ調整や位置移動をスライド機構を使用しましたが、作業員のバラツキがあり吸引管移動時に浮上油が混ざり、有効な対策案ではありませんでした。

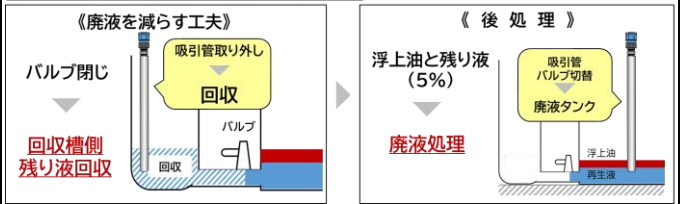
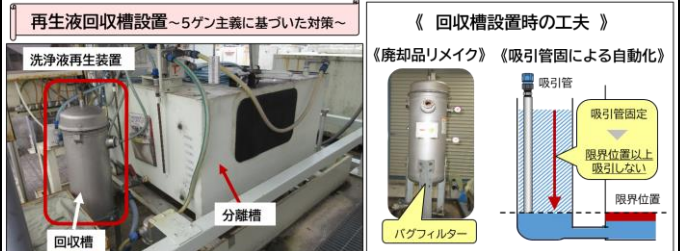
対策案の評価2位「タンク下から再生液を回収」ですが、クリームソーダのアイスを最後に食べる孫娘からヒントを得て、浮上油を取るのではなく、タンクに残す事を発案しました。結果は、人の依存はないもののタンク内の液が減ってくると吸引圧により浮上油が混ざり、これも有効な対策案ではありませんでした。

18. 対策案の検証③ 1位・再生液の回収槽を設置する TOYOTA



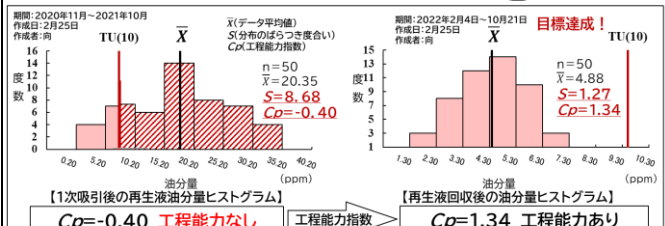
対策案の評価1位「再生液の回収槽を設置する」では、ドラム缶を繋げ吸引時の油分量を調査。再生側で分離させて回収側に送ります。この時、圧力の法則で液面が同じ高さになります。どこまで浮上油を流さず回収出来るか検証した結果、カンコツが無く油分量10PPM以下で、回収率95%確保でき一番有効な対策案と分かりました。

19. 対策実施 対策立案の1位・再生液の回収槽設置 TOYOTA



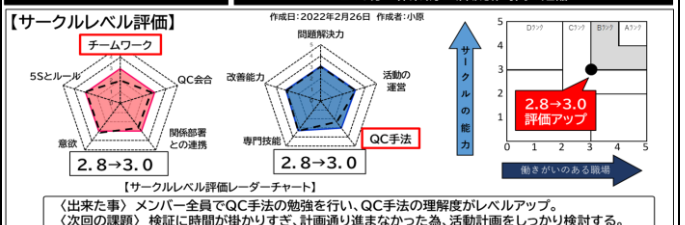
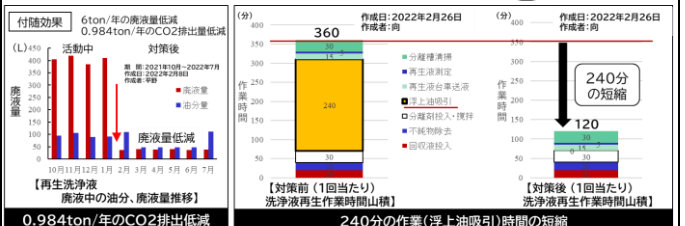
対策実施ですが、回収槽は廃却品(バグフィルター)をリメイクして、吸引管を回収限界位置に固定しました。これにより作業による吸引作業を廃止できました。少しでも廃液を減らすため、バルブを閉じ回収槽側の液も回収する様にしました。残った液の廃液処理ですが、吸引管側バルブを切り替えて廃液タンクに送っています

20. 効果の確認① TOYOTA



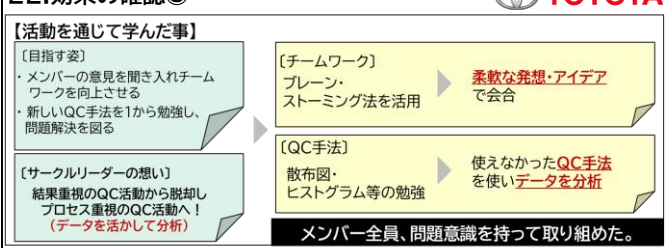
効果の確認ですが、1次吸引後の標準偏差Sが小さくなりCp値1.34 これにより2次吸引も無くなり工程能力も安定して目標を達成する事が出来ました。浮上油吸引工程での廃液量は、419L/月となり廃棄に掛かる処理費用も低減する事が出来ました。

21. 効果の確認② TOYOTA



不随効果ですが、0.984ton/年のCO2排出量低減が出来ました。1回の作業時間も吸引の自動化により240分短縮出来ました。サークルレベル評価は、チームワーク、QC手法のレベルUpが図れ、評価は3.0に向上しました。

22. 効果の確認③ TOYOTA



メンバー	キャッチフレーズ	【Before】QC会合の様子	【After】QC会合の様子
日高SP	古いおじさん	自分が正しいと思っている	納得するようになった
山田SP	ジョギングおじさん	意見を曲げない	意見を受け入れ会話
向SP	パソコンおじさん	自分の意見を押し付ける	色んなアイデアを提案
高坂SX	呑みバエ〜	納得しない	納得するようになった
平野SP	測定おじさん	意見を聞かない	周りの話を聞く様になった
前田EX	盛り上げキャラ	決めつけて話を進める	話に賛同する様になった

活動を通じて多くの学びを得て、若手のサークルとの交流・勉強会を通じてQC手法向上は、もちろんですが、みんなの意見に耳を傾け、物事をありのままに受け入れる事が出来る様になりました。凝り固まった考えも柔軟になり、固定観念を取り払う事ができてサークルの活性化に繋がりました。

23. 標準化と管理の定着 TOYOTA

何を	いつ	どこで	誰が	なぜ	どのように	チェック	管理(記録)方法
標準化	作業要領書	対策評価後	自組	TL&高坂SX	装置製作に伴い	要領書作成	黒沢組長 作成済み一覧表記入
管理の定着	品質(油分量)	再生作業毎	自組	作業者(向EX)	品質維持	油分量(PPM)	黒沢組長-TL 記録表に記入
	廃液量	再生作業後	現地・現物	作業者(山田SX)	廃液量増防止	量・吸引管の位置	黒沢組長-TL 記録表に記入
	吸引装置	再生作業前	現地・現物	作業者(前田EX)	動作不良防止	動作付・破損確認	黒沢組長 チェックシートに記入
再生液回収槽	再生作業前	現地・現物	作業者(小坂TL)	液漏れ防止	破損・漏れ確認	黒沢組長 チェックシートに記入	

【再発防止】
・アドバイス・油脂の講習を開いて頂いた、工場製造部技術員室(技室)・品管・メーカーさん
・設備改造に力を貸してもらった改善組に活動結果を報告
・工場製造部技術員室から「他工場への展開を検討します。」との回答

25. 反省と今後の進め方

課題	内容	進捗	次回テーマ
①	洗淨液油分量の測定	完了	吸引管の位置
②	吸引管の位置	完了	吸引管の位置
③	吸引管の位置	完了	吸引管の位置
④	吸引管の位置	完了	吸引管の位置
⑤	吸引管の位置	完了	吸引管の位置
⑥	吸引管の位置	完了	吸引管の位置
⑦	吸引管の位置	完了	吸引管の位置
⑧	吸引管の位置	完了	吸引管の位置
⑨	吸引管の位置	完了	吸引管の位置
⑩	吸引管の位置	完了	吸引管の位置

標準化と管理の定着では、管理方法を明確にし関係部署に調査内容を伝え、他工場への展開、再発防止に努めました。反省と今後の進め方ですが、今までは結果が全てだと思っていましたが、ステップ毎のプロセスが一番大切な学びました。それにより柔軟な発想・アイデアが生まれ「年齢は関係ないまだまだやれる！」とメンバー全員、意欲的に今後も活動して行きます。