

図面のないプラントの老朽化対策

ケイ・エイチ工業株式会社 代表取締役 平野祥之

はじめに 日本のプラントの現状

日本のプラントの多くが建設されたのは高度成長期の 1960 年代～80 年代。今から 40～60 年前であり、図面がないプラントも多くある。また図面があったとしても変更や改善があり、現状が整理できていない。日本のプラントがかかえるこの問題に対し、解決策が必要とされている。

図面のないプラント老朽化における問題点

老朽化した図面のないプラントで使用している機器や機械装置は、すでに廃番になっていたり、メーカーが廃業していることも多い。しかし新しい製品につけかえようとする、その周辺のやりかえ工事に製品導入以上の費用が掛かることがある。そういった事情から新品に代えることは難しい。かといって図面のない老朽化した機器を修理することは担当者も業者も怖がり放置すると、結果とりかえしがつかなくなってしまう、というような悪循環になりかねない。

図面がなくても今ある機器や機械装置の機能を再生し、小予算で老朽化対策を可能にする方法が求められている。

提案・解決策

以下、弊社の事例を元に具体的な提案・解決策を述べていくこととする。

1. 回転機器・機械装置

回転機器と機械装置を機能再生するにあたって、まずは下記を確認する必要がある。

- ・図面があるかないか
- ・その設備のメーカーが現在もあるかないか
- ・その設備が廃番になっているかいないか
- ・もしくは在庫部品があるかないか
- ・どれくらいの期間、その設備を止めることができるか
- ・事前に運転を止めて設備の中身を確認することができるか
- ・そもそも、修理しても、新品交換と比較して、コストが見合うかどうか
(汎用ポンプ等の場合、新品交換の方が安い場合がある。)

など

これらを確認したのち、下記の手順で作業を進めていく。

- ・ 取り替え部品の特定
- ・ 材質・厚みなどの選定
- ・ ガasketなどの選定
- ・ 取り替え部品などの製作
- ・ 交換部品等の発注
- ・ 取替工事

など

プラントごとの提案と解決策

1-1 回転機器

①ポンプ

まずポンプの中身を開け、交換する部分を測る。材質を決め交換する部品を製作する。定期修理工事期間などプラントを止められるときに部品を交換する。

もしくは、交換する部品がすぐに作れないものだった場合は、仮修理で今ある部品を溶接で肉盛りなどをして機能再生する。



また、必要があれば、モータのコイルの巻き替え、ワニスを塗る。モータのハウジングの摩耗不良の場合、ブッシュを挿入し、ベアリングをはめ込む場合もある。



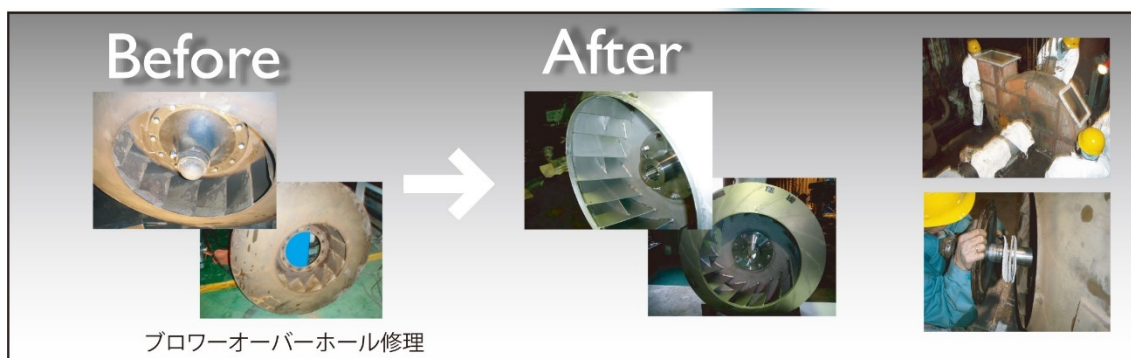
②ウォーム減速機

ウォーム減速機のネジ（入力軸）のオイルシール当たり部分が摩耗のため、溶射肉盛りをして、切削加工を行い、元通りに復元する。



③ブロワー

事前に設備が止められるときに羽根を取り外して、寸法を測り図面化し、使用条件を確認して材質を特定し、製作する。バランス調整をしたのちに、定期修理工事中に部品の交換をする。



④攪拌機

攪拌機の不具合はベアリングやグランドパッキン、メカニカルシール等の摩耗が多い。軸シールであるグランドパッキンによる洩れの場合、軸の太さ等に対して、グランドパッキンの仕様がほぼ決まってくるが、特に中国製などの海外メーカーの攪拌槽の場合などは、予測と異なるサイズのグランドパッキンが出てくることが多い。かといって、事前に、グランドパッキンの仕様を確認するには手間と費用がかかり、かつ一度取り出したグランドパッキンを戻すことはよくないので、事前に軸の太さ等からグランドパッキンの仕様を予測して購入準備しておく。

万一の場合に備え、異なる仕様のグランドパッキンをすぐに購入できるように準備をしておく。また早く手に入れるためには平日施工が望ましい。



⑤ローターシャフト

金属疲労等で軸が折れて、ローターの特に入り口側付近の内径が大きくなっている。シリンダゲージで、ローターの入り口側付近と奥側それぞれの内径を計測し、計測した内径の最大値に合わせて、切削加工を行う。その内径に合わせて、軸を作成する。焼きばめで軸を挿入するので、ローターの内径+0.02のクリアランスで軸の外径を仕上げる。ローターを加熱し膨張させて広げ、製作した軸を挿入する。



1-2 機械装置

①コンベア

・スクリュウコンベア

図面がない場合や搬送量が不明の場合は、点検口等から羽根ピッチ等を測定する。また、既設モータの回転数や馬力を確認する。そして、材質を特定し、図面化してスクリーンの製作に取り掛かる。駆動チェーンホイールや駆動チェーンの摩耗具合を確認し、必要に応じて交換する。



・チェーンコンベア（フライトコンベア）

図面がない場合や搬送量が不明の場合は、点検口等から既存のフライトの大きさやピッチ等を測定する。また、チェーン等を測定する。そして、既設モータの回転数や馬力を確認する。そして、材質を特定し、図面化してフライト等の製作に取り掛かる。コンベアチェーンやコンベアsprocketホイール、駆動チェーンホイールや駆動チェーンを摩耗具合を確認し、必要に応じて交換する。



before



after

・バケットコンベア

コンベアsprocketホイール、コンベアチェーン、バケット、シャフト、軸シール等の寸法を測定し、材質を特定し、図面化。sprocketホイールとチェーン、軸シール等を発注し、バケットやシャフトは工場で作製。定期修理工事期間中に、取り替え工事を行う。

また、軸がよく折れる等の問題がある場合は、調質材料を使用し、折れるのを防ぐ。逆転防止装置があるものは点検を行う。



②ジェットミキサー

Vベルトを外してミキサーを分解し、ベアリング、シャフト、Vプーリー、Vベルト、モータのベアリングなど摩耗している部品を取り出し、寸法測定や仕様、材質等を特定する。スケッチして図面化し、一旦元に戻す。

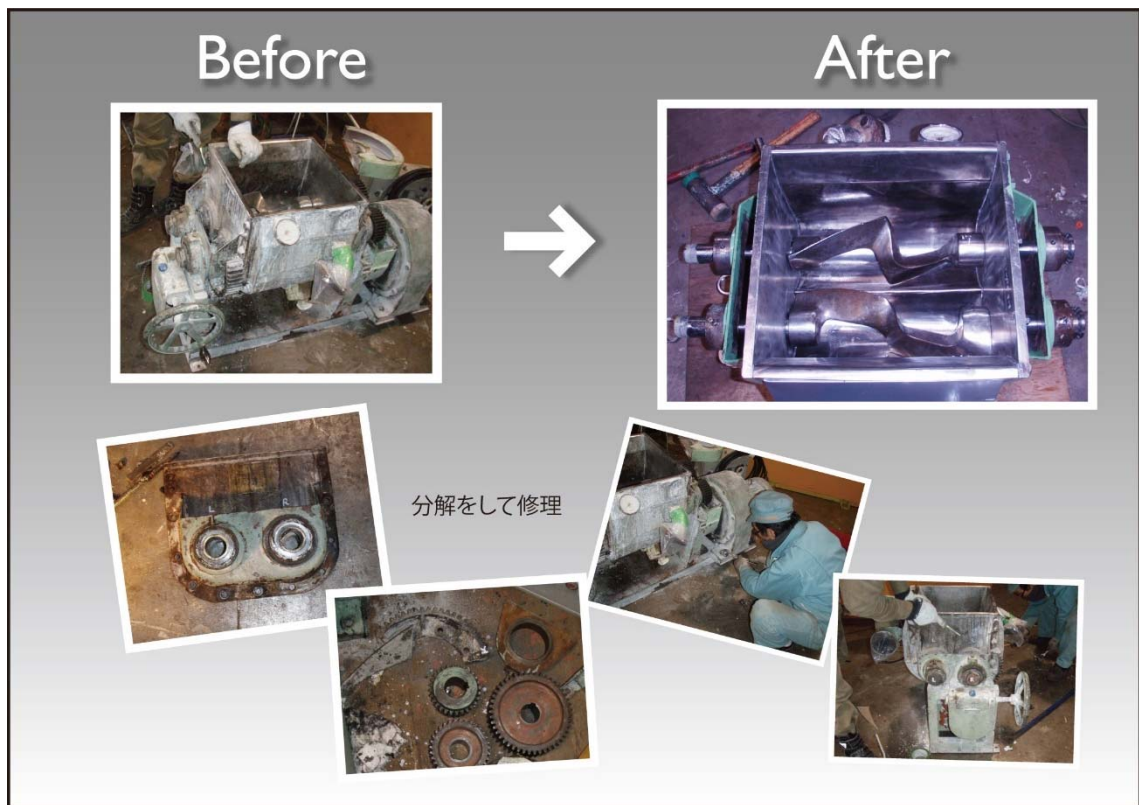
図面をもとに工場で特定した材質でシャフト等を製作、その他発注を行う。定期修理工事期間に据替工事を行う。

もしくは、設備を止めておける期間がある場合は、ジェットミキサーの軸受け本体（部リングの挿入口）が摩耗しているところを溶射して切削加工し、組み立てる。



③ニーダー

軸が摩耗してきて、取り替えたいけれども図面がないので、設備をそのまま工場に持ち帰り、摩耗している軸を切削加工して、メタル製の軸受を、軸に合わせて製作取替を行う。



④振動乾燥機

保温されている振動乾燥機から温水の漏れが発生。漏れを特定するために保温カバーを外し、水張り検査をしても漏れ箇所が分からず、実際に温水をジャケットに通して運転稼働テストして、漏れ箇所を発見。漏れ箇所を特定する。漏れ箇所部分の挿げ替え（すげかえ）をした後、溶接を行い、補修。再度、運転稼働検査を行い、漏れがないことを確認し、保温の復旧工事をする。



2. 製品

製品を機能再生するにあたって、まずは下記を確認する必要がある。

- ・図面があるかないか

- ・補修部分の特定
- ・材質・厚み等の特定

①タンク

廃液タンクの底板が腐食し、漏れが発生したので、タンク内が空にできる時に入り、底板の寸法測定を行う。マンホールから入る大きさ、また人が持てる重さにまで分けて製作する。定期修理工事期間中に、製作した各板を中に入れ、パチ当てを行う。材質を S U S 3 0 4 から SUS316L に選定し直し、底板全面溶接をしたのち、PT 検査を行う。

②熱交換器

多管式熱交換器のパイプが腐食してきたので、パイプのみを抜き取る。抜き取るのに錆びていて硬くてなかなか抜けないのでクレーン等で引っ張り抜き取る。管板の穴は開先を取って、新しいパイプに差し替え、管板に溶接しなおす。その際、投入するパイプの先端は角を取ってバッフル等があっても挿入しやすいようにしておく。また、片側の管板の穴から、もう片方の管板の穴までまずは丸棒を通し、その後パイプを通し、丸棒等を微調整し、反対側の穴にパイプを貫通させ、最後にパイプと管板をそれぞれ溶接する。

念のため入ってくる液体の温度・流量を調べ、熱量計算を行い、必要な伝熱面積、または必要な冷却液体の流量を確認する。

③フィルタープレス

フィルタープレスの濾板に、高圧が掛かり、破損し割れが発生。新しい濾板を仕入れるためには半年かかると言われたため機能再生で対応。濾板が PP 製のため工場に持ち帰り、割れて形が変形している濾板を元の形に戻して押さえて、まずは濾板のサイドから 6mm 程度の穴径で 30cm 程度の深さまでドリルで穴を開ける。その後、高圧が掛かっても再び割れないように、ステンレスの丸棒を投入し固定させる。その後、割れ部分を PP 溶接補修を行う。



④シュート

既設のシュートが摩耗によりパチ当てを繰り返しツギハギだらけで元のかたちも分からない状態になっている。現状の図面がないので、現場寸法測定を行い、それを元に図面化。材質をSSから摩耗しにくいハルドックスに選定しなおし、工場でフランジからフランジまでのシュートを製作。定期修理工事期間に据替工事を行う。

⑤カーペンターの蛇管

リボイラー（熱交換器）内にある、材質がカーペンターの蛇管において、応力腐食割れが発生した。蛇管に対して、固溶化処理を行い、カーペンターパイプを冷間巻きの時に生じた残留応力を除去し、応力腐食を防ぐ。

⑥貯槽のジャケット

アルミニウム製の貯槽のジャケットに、電解腐食が発生した。ジャケットの内面に、ゴムライニングを施すことによって、電解腐食を防ぐ。

3. 配管

配管は下記の順序で機能再生を行う

- ・ 非破壊検査
- ・ 配管ルートの特定制
- ・ 圧力損失
- ・ 流体等の確認と材質等の選定
- ・ 図面化

①スチーム配管

スチームによりエルボ等での摩耗が発生し、穴が空いたり、筋が付いたりしてスチームが漏れるので、その漏れ箇所部分の配管の取り替えを行う。経年劣化したスチーム配管はガス管を使用している場合は、パイプの種類を STPG370 SCH40 に変更する。ガスケットも GF300 等のガスケットに変更し、ボルト締め付けを行う。スチーム再稼働後、ホットボルトニングを行う。

②工水配管

漏れていた箇所をクランプを使用し漏れを止めていたが、更に腐食が広がりクランプの長さよりも長い亀裂が生じ、突発工事の依頼があった。漏れ箇所を特定し、材質をガス管から STPG370 SCH40 に変更し、内作を行い、取り替えるために配管を取り外したところ、配管内部を見るとパイプのシーム部分が腐食し、筋が入り、開いた穴が何ヶ所も見られた。新しい内作した配管を取り変える。



③塩酸配管

漏れが発生し、配管の内部を調査したところ、塩ビのライニング配管であった。フランジとパイプの接合がネジパイプであったため、ネジ部からの腐食が激しかったので、材質を、割れ等を防ぐ安全対策の一環で、PFA ライニング配管に変更し、発注。取り替え工事を行う。

④冷却塔の冷却用循環水配管

まだ配管を更新して 5 年も経たないのに、冷却度合いが下がったので、配管内を点検すると中に錆びやスケールなどが多数付着し、管内の断面積が小さくなり、流量が大幅に少なくなっていた。

更に配管のルートが継ぎ足し継ぎ足しで施工されていたため、客先からの要望で配管ルートを整理・変更。配管の圧力損失を計算し、既設のポンプの能力が合致するものであるか確認。材質をガス管から SUS304 に変更し内作した配管と取り替え工事を行う。

おわりに

図面のないプラントの老朽化対策においてもっとも大事なことは経験である。限られた時間の中で、もし取り返しがつかない失敗をしてしまったら、プラントの生産計画が大きく崩れることになる。かつてそういった経験を積んできたので、今がある。

これは AI や IoT が参入しにくい分野なので、現状は熟練技術者の経験が頼りである。

プラントを確実に運転するためには図面はできるだけ残す。設備の変更があるたびに、図面をアップデートしつづけていくことが重要である。