

# 「最適整備」保全システム

## 1. はじめに

21世紀当初、製鉄、化学等の製造業において、グローバル化に伴う国際競争力の強化や設備の生産性向上が求められ、大量リストラ等の合理化が行われた。さらには2007年問題に対応するため、業務のアウトソーシングが急務となり、自社のコア業務部分までをも含め一括発注が行われた。このような中、2003年に製鉄所ガスホルダーの爆発事故、タイヤ工場の火災事故、さらに石油タンクの火災と事故が多発し、この原因の一端が製造業のリストラ、設備の老朽化および業務のアウトソーシングにあると考えられている。

このような背景を踏まえ、設備オーナーは、コア業務を自社内に担保し、それ以外をアウトソーシングする形態を取り始めている。現在、設備オーナーとメンテナンス会社は一致協力して、設備を連続運転させることを目標に、その業務範囲を明確に分けPDCAサイクルを実行している。

設備オーナーは保全方針・年間基本計画を策定し、メンテナンス会社はそれに基づき詳細計画、日常保全および定期保全計画を作成し、承認を得て保全を実施する。さらにそのデータを解析し、設備改善、基準改訂および保全業務改善の提案を行う。設備オーナーはそれを受けて、次年度の計画に反映し保全方針を出す。

当社はこれらのPDCAサイクルを確実に実行することと、設備オーナーに満足いただけるP(生産性)、Q(品質)、C(コスト)、D(納期)を提供するために、「最適整備」<sup>1)</sup>と称する保全システムを考案し推進している。以下にその内容について概説する。

## 2. 「最適整備」とは

設備オーナーの喫緊の課題は、次の通りと考えられる。技術要員は、コア技術に集中させる。

変動する業務量に対して、固定技術要員を少なくする。保全計画から実行までの時間を短縮させ、さらに計画段階での綿密な検討により、追加変更を減少させる。

機能的で、保全性の高い設備をつくり維持する。

他社の事例を入手し、自社で水平展開する。

当社の役割は設備オーナーと連携を深め、これらの課題を技術的に解決し、設備の長時間稼働を実現していくことである。

当社では、静止機器や配管については、老朽化した設備の診断を実施し、的確な補修方を策定し、設備オーナー承認のもと短時間に補修を行う技術を有している。また、回転機械においては、日常保全の段階で診断を実施し、故

障箇所を特定し、部品調達後に故障箇所の集中整備を行い、短時間に復帰させる技術を有している。

「最適整備」とは、『これらの高度な診断・解析技術を駆使し、「短工期・高品質な補修/整備」を実施すること』、すなわち、過去に亀裂等の損傷を起こした機器の原因分析結果や故障率の高い機械の診断解析結果に基づき、計画的かつ短期間で確実な補修や整備を実施することにより、突発による損失と保全の総合コストを最小化し、さらには設備の連続運転を可能にすることを意味する。当社の「最適整備」により設備オーナーの安定稼働と収益改善に寄与できると考えている。

## 3. 静止機器/配管保全

### 3.1 静止機器

静止機器の保全では、漏洩等により設備が突発停止にならない限り、通常は定修時または計画的に機器を開放検査し、必要に応じ補修を行う。その検査および補修工事のフローを図1に示す。特筆すべき内容について以下に説明する。

#### よごれ検査

機器開放直後に内容物の付着状態や堆積状態を確認する。これは、金属表面検査の際に減肉や亀裂が確認された場合の発生原因究明の手がかりとなる。場合によっては、生産性の確認のために重要な検査項目であり、継続的な観察が必要である。日常保全において懸念される問題点解決のため、重要なアイテムである。

#### 金属表面検査/肉厚測定

金属表面検査は、まず、目視検査を実施し、異常が確認された場合、PTやMT等の非破壊検査によって、表面における亀裂・減肉等の有無を確認する。亀裂が確認されれば、その深さを超音波等で計測し、減肉が確認されれば、超音波板厚計にて板厚を計測する。また、ふくらみ等が確認されれば、超音波を用いて板厚内部のブリストアの有無や配置を確認する。

肉厚測定は定点を決め、その部分を定期的に超音波にて肉厚を測定し、腐食速度の評価を行う。腐食速度が大きい場合、よごれ検査のデータや運転条件を参考にして総合的に判断することになる。

#### 亀裂評価と補修

亀裂は、SUMP検査等のミクロ的観察によって原因を特定する。亀裂補修の必要性について評価を行う場合は、「圧力機器の亀裂状欠陥評価方法」<sup>2)</sup>を基に、実施する。補修が必要となる時は、亀裂の発生原因を明確にし、経

年劣化した材料、負荷応力および腐食環境の状態を考慮して的確な補修方案を作成する。つまり、脆化材料が補修溶接に耐えられるかの確認、負荷応力発生の原因特定および運転プロセスの変更はほとんど不可能であるため亀裂発生部分の環境遮断等を検討する。

当社は、設備オーナーから損傷した設備の一部を入手し、その亀裂を様々な手法で補修実験し、最適な方法を確立している。さらに、データベース化した補修実績を基に検討を加えることで、現場での補修を短時間に完了させることが可能となっている。また、この補修については、設備オーナーの承認後に実施することは自明である。

#### データの解析と保存

よごれ検査、金属表面検査および補修の記録等は保存し、次の開放検査に反映させる。検査仕様については、必要に応じて変更する。

### 3.2 配管

配管の保全は、静止機器と同様に定修時や計画的に検査と補修を行う。その手順は、静止機器とほとんど同様であるが、全ての配管を検査することは不可能であることから、計画的に配管ラインを特定し、集中的に検査を行っている。

近年、ガイド波等を用いたスクリーニング検査が普及しているが、老朽化した配管ではガイド波が届かず、スクリーニング検査は不可能である。現在、目視検査が主流であるが、限界があり、検査方法の確立が急がれる。

検査記録については、静止機器と同様に保存し、次回検査に反映させている。問題は、正確な配管図面がない場合が多いことであり、現在、優先順位をつけて、現場の配管状況を図面化し、検査記録を残している。

### 4. 回転機械保全

回転機械の保全方式は、一般的に機械の重要度によって、BM (Breakdown Maintenance: 事後保全)、TBM (Time Based Maintenance: 定期保全)、CBM (Condition Based Maintenance: 予知保全) に分類される。

BM では、異常が発生した時に予備機に切り替え、故障した回転機械を整備している。しかし、これでは突発工事が多発した場合、生産効率や品質だけでなく、安全面にも大きな影響を与えることになる。

TBM では、定期整備実施後も頻繁に故障が繰り返し発生するような設備がある。この場合、保全コストが高くなり生産にも影響が出てくる。異常や故障のメカニズムを解明するとともに、根本的な原因を除去する整備を実施する必要がある。

また、重要な回転機械は、運転中に異常な兆候を発見した場合、タイムリーに異常の程度、異常の部位、余寿命を把握する必要がある。

日常保全で状態を簡易診断し、異常状況を把握した上で、保全計画を立案し整備するのが CBM である。当社では、この CBM 方式を提供しており、CBM を的確に実施するためには、最新の診断技術に基づき、異常部位を特定、故障原因を究明し、短時間に整備しなければならない。

当社で実施している回転機械の保全フローを図2に示し、以下にその内容を概説する。

#### 日常点検・傾向管理

日常点検において、問題を解決すべく対象機械の生産プロセス・稼動状況・品質状況などの運転情報、機械システムの構造、基礎・配管の劣化状況などの状態情報および過

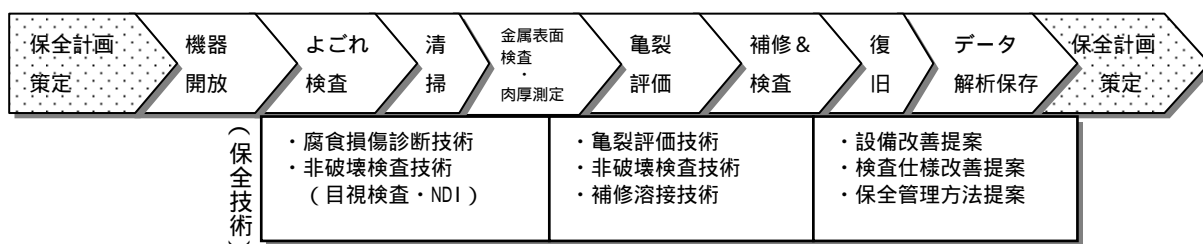



図1 静止機器・配管に対する保全フローと保全上必要な技術

(  設備オーナーの業務所掌範囲)

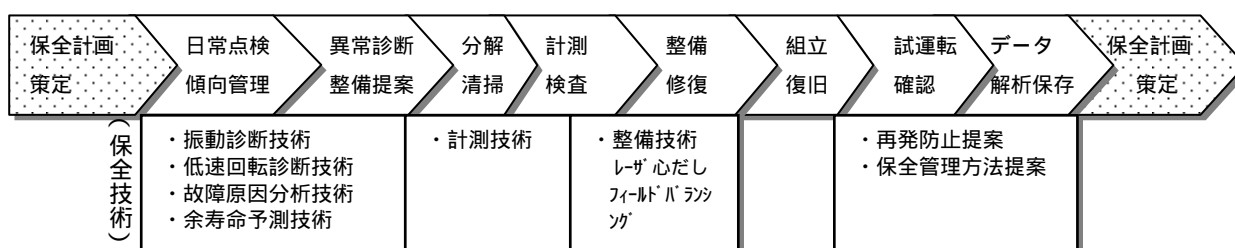



図2 回転機械に対する保全フローと保全上必要な技術

(  設備オーナーの業務所掌範囲)

去の故障・整備などの履歴情報を収集・分析する。

分析結果により診断方法を選定し、振動信号などの現場計測、オイルなどのサンプリングおよび現場実態調査を行い、傾向管理を続ける。

#### 異常診断・整備提案

計測した信号、またはサンプルを詳細に解析し、この結果と収集したあらゆる情報を総合的に分析し、機械の劣化状況、異常箇所、余寿命、整備の要否および時期、必要かつ適切な応急措置について判断する。

整備が必要と判断した場合、直ちに生産状況を考慮し、整備時期を調整すると共に開放検査要領や整備・補修要領を作成し提案する。設備オーナーの承認後に、推定した故障による交換部品の確保を行うと同時に、整備までの間に安全運転のための適切な応急措置を実施する。

#### 分解検査・整備

検査要領に基づき、回転機械を分解し、重点項目について細かく検査し、検査結果を記録する。分解検査の結果と診断推定結果を照合し、劣化の程度、故障の根本的な原因を特定した上で、現場で整備手順を見直し、異常原因を徹底的に除去する整備を実施する。

必要に応じてレーザ心だし技術やフィールドバランス技術等を駆使し、整備品質の確保と工期短縮を図る。

#### 試運転確認・データの解析と保存

整備後は、試運転と状態確認を行い、整備報告書を作成する。通常運転再開後、振動診断・解析を実施し、整備・修復の結果を確認する。また、継続的な状態管理により、対象機械の劣化傾向、または故障再発状況を把握する。同時に、異常再発防止や保全管理方法改善の提案を行う。

### 5. 今後のメンテナンス事業の方向性

設備オーナーは、機能的で、安全性の高い設備をつくり、維持することを課題としている。その対策の1つが定修における設備改善工事の実施である。当社は永年、国内外で多くのプラント建設を行い、そこで培ってきた技術と技能を有しており、それがこの課題解決に対する強みとなっている。

さらに、設備オーナーの設備改善工事の計画段階で、日常保全や定修時に収集・解析したデータを反映させることで、より安全・安定操業のできる機能的設備に更新することが可能となる。

当社の永年培ってきた建設エンジニアリングと、現場で実績を上げているメンテナンスエンジニアリングの双方を提供することで、設備オーナーの課題解決を可能にすると考えている(図3)。

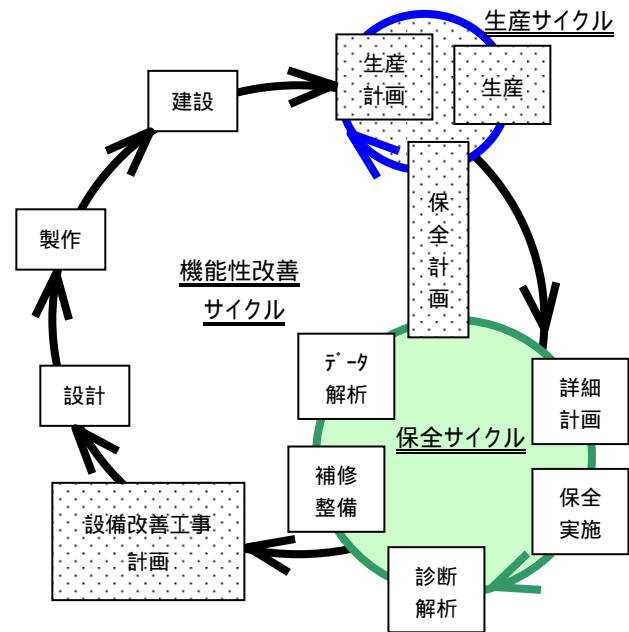


図3 「最適整備」保全システム  
(点線ボックスは設備オーナーの業務所掌範囲)

### 6. まとめ

2007年9月14日に開催された総務省所管の「第653回統計審議会」において、「プラントメンテナンス業」が日本標準産業分類に例示されることとなった。当社はプラントメンテナンス業を営む者として、責任を持って設備オーナーに対して「痒いところに手が届く」メンテナンスを提供していかなければならない。

今後は、これまで開発・蓄積してきた腐食損傷評価技術、腐食損傷部補修技術、回転機械診断解析技術、保全管理技術、および補修整備ノウハウをパッケージ化し、提案型メンテナンス、メンテナンスソリューションといった新しいサービスを付加した「最適整備」保全システムを設備オーナーに提供すると共に、設備オーナーと一体となって、メンテナンスの効果を最適にすることを追求していきたい。

炭矢 芳男(技術本部 技術部)

劉 信芳(技術本部 技術部)

#### 参考文献

- 1) 「Best Maintenance/最適整備」(登録商標第5089920号)
- 2) HPIS Z101: 2001. (社)日本高圧力技術協会