

JEITA

予知保全技術に関する調査報告書

～21世紀のプラントの安全・安心操業の実現のために～

2012年1月

一般社団法人 電子情報技術産業協会

2011年度 制御・エネルギー管理専門委員会予知保全WG編

Japan Electronics and Information Technology Industries Association

巻 頭 言



JEITA 制御・エネルギー管理専門委員会顧問
公立大学法人 首都大学東京 産業技術大学院大学
産業技術研究科
研究科長・教授 川田誠一

本調査書初版の巻頭言を書いてからまだ2年と言えば良いのか、もう2年過ぎたと言えば良いのか、目まぐるしく時代が変化している。初版の巻頭言を書いたのは、日経平均株価が6000円台の安値をつけたリーマンショックの直後であった。当時、その巻頭言を次のように書き出した。

『「明るい未来」と「一寸先は闇」という言葉が対になって頭をよぎるのは、昨今の経済情勢のせいだけではない。産業技術に携わる人間は、「明るい未来」を実現するために日々現実の課題を解決し、「一寸先は闇」とならないよう努力しているからである。』

新たに改定版の巻頭言を書くにあたって、2011年3月11日の東日本大震災の傷がまだ癒えないこの日本の現状を考えるに、あの書き出しが今も変わらない普遍性を持つ言葉だったと痛感する。「一寸先は闇」であり、産業技術に携わる人間は、「闇の中の明かり」となることが期待されているのである。

このような状況において技術者には、従前にも増して技術倫理について深い理解が求められるようになってきた。工学系の大学に対する認証評価機関においては技術倫理を教授することが必須とされており、私が勤務する大学院大学においても、技術倫理の授業科目を開講しているところである。多くの技術者は、理系を自負するがあまり、文系の素養がないことは当たり前、むしろ文系の素養がないことを自慢する風潮もあるやに聞く。しかし、企業を取り巻くいろいろな問題が発生したとき、トップとしての判断、中間管理職としての判断、一般社員としての判断は、それぞれの立場によって異なるであろうが、何らかの判断が求められる局面は少なくない。その際、法的な視点での議論は専門家にゆだねるとしても、すべての法を熟知して産業活動を実施することが困難な状況で最低限守るべき倫理基準などを学ぶことで、自然と法に抵触することなく業務活動が円滑に実施できるようになるという意味において技術倫理について理解することは有意であることを指摘しておきたい。

さて、JEITA 制御システム専門委員会では、予知保全ワーキング主査 油谷 訓男氏のリーダーシップのもと、関連する業界から傑出したエンジニアが集まり、「安全・安心」を実現するための予知保全技術についてとりまとめた調査活動の成果報告書を今回改定した。改定箇所をみると、

この分野の二つの課題が明確にされている。まず、保全現場の技術者の質の変化である。高度経済成長期の保全現場では、担当者の善意とやる気に依存して多くの問題解決がなされてきた。まさに現場のプロフェッショナルに支えられ日々「安全・安心」が守られてきたようである。「一寸先は闇」の世界に「闇の中の明かり」を照らす人々が支えてきたのである。その技術継承の課題が十分に解決されていない。これを問題意識として課題解決に取り組んだ成果が、本改定版にみられる。製造現場の事故件数の増加についての問題意識が高まるなか、いまだ十分な解決策がない。この現状において、本報告書に学ぶべきことも多いと思う。どのように技術を伝承するかという問題に真剣に取り組むことと、保全現場の技術者の質の変化に対応して、テクノロジーで何らかの対策を講じることなど、今後の予知保全の在り方について考えさせられる内容である。

次に、予知保全のサービスビジネスとしての課題がある。フランス、イギリス、ドイツなどのヨーロッパ諸国では合理的な予知保全サービスの価値が定義され、その詳細なレベル化がなされていることが報告書の調査結果で示されている。技術視点から顧客視点へのシフトを考えると、真に顧客が望んでいる予知保全サービスについて体系的な整理の下、提供する予知保全サービスが何を保証し、その保証に対して合理的な価格設定がなされてこそ、「安全・安心」に関わる予知保全ビジネスの健全な発展につながるものと考えられる。このことを考えると、本報告書の初版で述べた次の一文を思い起こす。

『....これは予知保全技術の「コスト」の問題や、「もったいない」という言葉に象徴される日本社会の美意識からくるのであろうか、古い設備を使い続け、耐久年数の判断を誤り重大な事故に至ることもある。やはり、予知保全技術が「コスト」としてのみ捉えられがちであり、「価値」として理解され難いことに大きな要因があるのだと考える。』

本報告書には貴重な課題や提言が示されている。是非とも予知保全技術の重要性を認識する多くの方々に御一読いただき、予知保全技術の現状と進むべき道筋について理解を深めて頂くことを願う。

必ずや、予知保全ビジネスが正当な対価を払う価値のあるサービスであることが広く認識されるようになり、健全なビジネスとして「安全・安心」が保証される時代がすぐそこにあると信じて疑わない。

目次

1.	はじめに.....	5
2.	予知保全技術を求める社会的背景.....	6
2.1.	増え続けるプラント事故.....	6
2.2.	プロフェッショナルの引退と知識の空洞化.....	6
2.3.	保全現場の日々の問題.....	6
2.4.	プロフェッショナルサービスとプロセスサービス.....	7
2.5.	予知保全技術による安全・安心向上の期待.....	7
3.	保全現場の実態調査.....	8
3.1.	JEITA 専門委によるプラント訪問調査活動(2006 年度～2008 年度).....	8
3.2.	JEITA 専門委による機械メーカー訪問調査活動(2010 年度).....	9
3.3.	石油学会によるアンケート調査(抜粋).....	10
4.	予知保全技術を支える技術トレンド.....	12
4.1.	予知保全技術の範囲と対象.....	12
4.2.	保全現場の抱える課題.....	12
4.3.	予知保全対象のランク付けと絞込み.....	14
4.4.	商品化事例(1) 地中埋設ラインを 3 次元でスケルカ(透ける化) 埋設管マッピングシステム.....	15
4.5.	商品化事例(2) 調節弁診断.....	18
4.6.	商品化事例(3) フィールド機器診断 - フィールドバス型機器による高度診断.....	20
4.7.	商品化事例(4) 赤外線による VOC ガス可視化診断技術: GasFindIR“GF320”.....	22
4.8.	商品化事例(5) 放射線配管肉厚診断:放射線透過式配管厚さ測定装置.....	25
4.9.	商品化事例(6) 配管腐食診断技術:Scan-WALKER®～スキャンウォーカー～.....	27
4.10.	商品化事例(7) 4ch無線式ポータブル振動診断装置 “神童君 Pro”.....	29
4.11.	商品化事例(8) 無線式回転機振動監視システム(Wiserot<ワイスロット>).....	31
4.12.	商品化事例(9) 電機設備の予知保全技術.....	33
4.13.	商品化事例(10) エンドポイントセキュリティ対策サービス.....	36
4.14.	商品化事例(11) ホスト診断:統合機器管理パッケージ“PRM”.....	39
4.15.	商品化事例(12) 設備管理システム:「e-メンテ」システム.....	41
4.16.	商品化事例(13) 組み立て加工ライン向け“あんどん”型保全管理システム.....	43
4.17.	商品化事例(14) テキストマイニング「レクシオン プロ」.....	45
4.18.	プラントモデルの安全・安心技術への活用.....	47
5.	関連法規制と技術標準化動向.....	49
5.1.	NAMUR Recommendation (ドイツ化学工業会ナムールの提言).....	49
5.2.	欧州におけるサービスレベルの標準クラス分けガイドライン.....	50

5.3.	その他の標準化活動.....	52
6.	予知保全技術の課題と産業界の安全・安心実現への提言	53
6.1.	課題.....	53
6.2.	課題克服のための提言	53
7.	結び.....	54

1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災の惨禍により日本全体の安全意識は大きな変革を求められています。JEITA 制御・エネルギー管理専門委員会では2006年から三つの重要調査研究テーマとして、

- 1) 省エネ制御技術
- 2) 予知保全技術
- 3) セキュリティ技術

について現状の技術課題とこれからの解決技術における調査活動を進めてきました。また、「これからの産業社会における環境と安全・安心」のテーマのもと、「産業社会制御システムフォーラム」を開催し、その調査結果の発表と、識者を招いての公開討論にも取り組んできました。

本調査報告書は2009年3月に初版が発行され、当時の状況に基づいたプラントの安全・安心を支える予知保全技術の技術動向と普及状況について報告しました。本来、自然災害による破壊的被害対策は保全活動の対象外かもしれませんが、今回の震災の発生により、大規模プラントの社会的使命と責任においては、あらゆる事態に「想定外は許されない」ことを再認識させられました。プラントの安全・安心確保とそのため保全技術は震災前から重要課題でしたが、安全神話が崩壊した今、プラントの保全活動は一から見直す必要があるのではないのでしょうか。

そのような状況もふまえながら、この度、初版発行後の技術進歩やプラントの状況変化を再調査し、改訂版を発行いたしました。

本調査報告書がこれからの予知保全技術の導入を検討している企業や、すでに導入を進め今後の展開を検討している関係者の方々にご参考になることを願っています。

また、この場を借りて、今回資料をご提供いただきました方々に深く感謝申し上げます。

2012年1月

一般社団法人 電子情報技術産業協会
制御・エネルギー管理専門委員会
予知保全ワーキンググループ主査 油谷 訓男

■ JEITA について

一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA: Japan Electronics and Information Technology Industries Association) は、電子機器、電子部品の健全な生産、貿易及び消費の増進を図ることにより、電子情報技術産業の総合的な発展に資し、我が国経済の発展と文化の興隆に寄与することを目的とした業界団体です。

世界中がインターネットで結ばれ、エレクトロニクス技術とIT(情報技術)が、様々な形でグローバルに浸透しています。このエレクトロニクスの進化とITの進展により、情報・通信・映像・音声等の技術が融合して新しいシステムや製品が生み出され、経済社会のみならず、人々の生活や文化に至るまで、従来の枠組みを超えた大きな変化がもたらされています。

JEITA は、まさに21世紀のデジタル・ネットワーク時代を切り拓いていくことを使命としており、電子情報技術の発展によって、人々が夢を実現し、豊かな生活を享受できるようになることを願っています。このため、政策提言や技術開発の支援、新分野の製品普及等の各種事業を精力的に展開するとともに、地球温暖化防止等の環境対策にも積極的に取り組んでいます。

2. 予知保全技術を求める社会的背景

2.1. 増え続けるプラント事故

技術の進歩と多面的な安全対策にもかかわらず、プラントの火災などの災害のニュースが後を絶たない。高圧ガス事故統計資料や消防白書によると、近年の事故の増加傾向が数量的に把握できる。事故原因の半数近くは設備劣化、故障などの物理的要因(49.2%)、次に判断ミスや操作ミスなどの人的要因(47.5%)が事故につながっているという報告になっている。高圧ガス保安協会の調査によると2000年以降、製造事業所における事故件数も増加していることが確認されている。

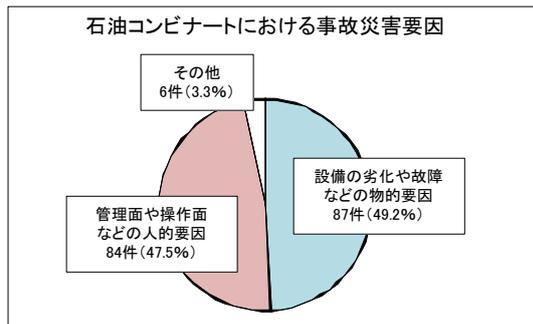


図 2.1.1 石油コンビナートにおける事故災害要因 (消防庁) *1

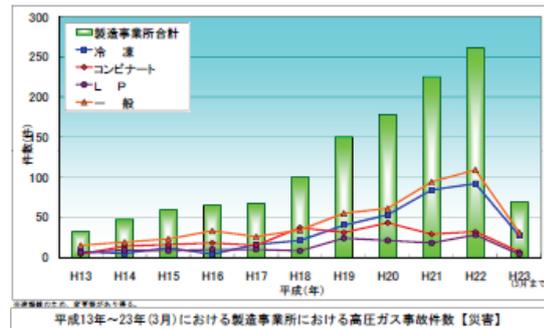


図 2.1.2 高圧ガス製造事業所事故件数の推移 (高圧ガス保安協会) *2

2.2. プロフェッショナルの引退と知識の空洞化

これらの災害件数増加の原因はいくつか考えられるが、その1つとして、プラントの保全現場におけるベテラン(団塊世代)の引退と技術継承の難しさが考えられるのではないだろうか。保全活動というのは、プラントの設備やシステム、計装機器などが設計、仕様どおりに正しく動作するための維持活動であり、現在でも専門担当者による現場作業が主体となっている。プラントには膨大な種類と数の機器類が設置されており、外見だけでは正常か異常かの判断は難しいものが多く、専門家が専門ツールを使った作業と判断を繰り返している。もちろん長年の作業を通して、その手順や判断基準は標準化、手順書化されるとともに保全記録の蓄積によって、後継者に引き継がれてきた。ハードの超高信頼化と作業標準化に伴い大きな故障はなくて当たり前になり、また、長引く不況の中で設備投資が抑えられ、大規模な改造、増設機会が行われない中では、後継者の新しい問題への対応力、応用力、試行錯誤の経験の場がどんどん減少しつつある。また、いろいろなツール類がシステム化、高機能化に伴いブラックボックス化されてしまい、1つ1つの機器やシステム全体の動作原理をしっかりと理解しなくとも生産活動、保全活動が粛々と行われる時代になってしまったともいえる。

2.3. 保全現場の日々の問題

プラントというのは、図 2.3.1 のように大規模なタンク、塔槽類、配管や加熱炉などの装置に数千、数万のバルブや計測機器類が装備され、24 時間連続で中央操業センターのオートメーションシステムから運転・制御が行われている。数十年間の改善活動の積み重ねにより多くのトラブルの原因は排除されてきたが、その一方で設備劣化、経年変化による突発故障や事故は繰り返され、また担当者の交替に伴う予期せぬ作業ミス、オペレーションミスが時折発生している。この問題は管理層、経営者も十分に認識しており、現場改善活動や継続的な教育、

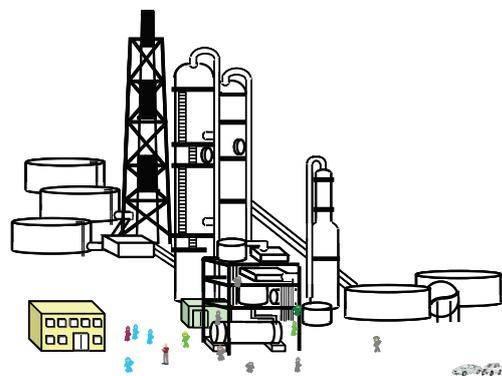


図 2.3.1 保全現場

システム化した事例蓄積など様々な活動が継続されている。しかし、30年前の高度成長期に比べると社会状況は大きく変化し、以前のような担当者の善意とやる気に依存した安全維持活動が難しくなってきたのではないだろうか。

2.4. プロフェッショナルサービスとプロセスサービス

今後、産業の成長とともに事業所内に組織化され、技術を蓄積してきた保全部門の維持が難しくなると考えると、これまで自社内の専門家により継承してきた高度な保全作業を外部委託するか、機械化・自動化することを検討しなければならない。しかし、現状の保全現場を見ると、高度な設備診断は自社内のベテランが担当し、外部プロフェッショナルへの委託は専門機器など機器ベンダについてはある程度進んでいるものの、広く保全コンサルテーションサービスが受け入れられていない状況にある。この原因としては、保全技術領域や専門性が多岐に渡り、また、その経済価値を客観的に評価することが難しいために属人的なビジネスとしてのみ成立していることが考えられる。診断や保全などの専門技術の内容や信頼性に応じた適正な価格付けやビジネスモデルが標準化されれば、このような問題が社会的に認知され、またベテランの技術継承も進むことが期待される。

本調査報告書では、ヨーロッパで進展しているサービスクラスの標準化の取り組みについて調査し、紹介する。

2.5. 予知保全技術による安全・安心向上の期待

設備劣化などの物理的要因による事故は、本来的には適切な保全活動で防止可能なはずである。現在の保全活動の主体は、定期保全や日々の見回り活動により実施されている。現場の保全活動に加え、非破壊検査機器や振動監視により、従来検知が難しかった配管の肉厚減や電動機の劣化などが検出可能になり、さらに、センサによる運転中のオンライン監視の実施により、故障時期や部品の適切な交換時期の予知を可能にする予知保全技術への期待が高まっている。

*1: 出典: 消防庁 平成 22 年版 消防白書

(<http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h22/h22/html/1-3a-1.html>)

*2: 出典: 高圧ガス保安協会 平成 22 年版 高圧ガス事故統計資料

(http://www.khk.or.jp/activities/incident_investigation/hpg_incident/pdf/jiko2012graph.pdf)

3. 保全現場の実態調査

3.1. JEITA 専門委によるプラント訪問調査活動(2006年度～2008年度)

当予知保全ワーキンググループは、プラントの現場における予知保全技術の導入状況を調査し、その技術動向、課題を整理することを目標に活動してきた。予知保全ニーズの高い石油、化学プラントを水島、京葉地区コンビナートの数社について訪問し、予知保全技術やワーキンググループ活動への期待などをヒアリングした。

■ ヒアリング内容(抜粋)

予知保全の実施状況
計装機器への導入は難しいが、大型回転機では導入が進んでいる。
予知保全技術へのコメント
予知診断の進まない理由:人間の判断が入る。使いこなすのが難しい。
予知保全、安全操業への期待
今はコストではない。事故があれば企業は成り立たない。安全が一番だ。異常があれば取り替えればよい。
回転機診断
壊れた場合のダメージが大きいもの(大型回転機)は台数が少なく(投資金額が少なく)すぐメリットが出る。 低圧電動機は劣化診断の需要が無い。買い換えたほうが安い。
配管、静止機器診断
サーモグラフィは温度の面情報が得られ配線・ケーブル・保温の影響がわかりやすい。
バルブ診断
外から見てわかる(漏れ、グランド漏れ、動きが固い) 内弁を外さなくて健康診断できないか?全開、全閉をしないと不明。
無線診断
セキュリティは実績をみてから。制御に採用するには慎重になる。 既存の計器にアドオンで設置し、まずはモニタリング用として評価したい。 無線の振動センサがあれば、調節弁に振動センサをつけたい。

■ 調査からわかったこと

予知保全ワーキンググループの活動成果目標を模索しながら、プラントの保全現場における予知保全実施状況の調査を行った。現状、予知保全技術は技術的には商品化が進んでいるものもあるが、全体として現場への普及、保全業務改革という潮流を引き起こすには至っていない。技術の成熟度、コスト、人材育成など多面的な課題がある。

3.2. JEITA 専門委による機械メーカ訪問調査活動(2010 年度)

■ 訪問先、日時

2010 年 5 月、石川県にある最大手建設機械メーカ、株式会社コマツ様の栗津工場を訪問した。数ある事業所のなかで中小型ブルドーザ、ショベル、ホイールローダ、モータグレーダを生産するコマツ様中核工場である。こちらでは数十台の NC マシンが 24 時間フル操業している。これら NC マシンすべてに盤クーラが設置されていたのが目にとまった。NC マシン各社への購入仕様書の雛形には盤クーラの取り付け必須を明記しているそうである。

■ 予知保全システム導入状況

複数台の大型 NC マシンをネットワークで結び、予防保全システムを構築・運用されていた。

NC マシン主軸のネットワークセンサを活用し、振動・電流・絶縁抵抗・温度など状態コンディションをネットワークで監視 PC に送信・ロギングし、傾向管理する。閾値を超えたら保全部門にメールメッセージが自動発報される。NC マシンには約 15 点の項目の瞬時値が送信される抽出エンジンが用意されており、それを活用しシステム構築したものである。数年前から運用されているとのことであった。

このシステムの構築目的は、予期せぬ突発故障でその復旧に時間がかかることを避け、その前に手を打つためであるという。例えば、ベアリング、軸、ボウルスクリーなどの部品は入手に時間がかかり、それにより長期停止が余儀なくされる。「使えなくなってから入手する」ではなく、「使えなくなる前に察知し、部品を入手し備えておきたい」ということである。管理手法で人の手でやるのは従来からやっているが、それを自動的に得ることでよりよい成果を上げようということであり、同時には研究的な要素もあるとのことであった。明確な目的、意図をもって臨まれていた。

システム組み上げ・運用に関し、工夫、苦労された点として、異常の判定閾値の設定があげられるという。閾値を過去データから収集しているものもある(例:状態の $\pm 3\sigma$ 超えて発報など)が、しかしながら数年経つと判定値がドリフトしていき、何が異常なのかあいまいになってしまう。メーカ推奨値などは大雑把だったり、マージンを持ちすぎたりして実用的でない数値も多い。初期データを計測し、メーカ推奨値との兼ね合いを工夫し設定するようにしたとのこと。かなりの時間と知恵で練り上げられているようであった。

また、システム構築の際は信号情報をネットワークにのせるため、監視 PC に FA 系 LAN と工場内情報 LAN の 2 ポート用意した。セキュリティの観点から、社内部門に許可申請したが問題となり、調整に手間取ったという。セキュリティの課題は導入障壁になりえるだろう。

■ 診断成果事例

数ある成果のなかで一例を紹介していただいた。

ある日、1 台の初期使用段階の NC マシンに絶縁抵抗の低下アラームが発報された。NC マシンの構造上、クーラント溜りが設置され、そこに電気ケーブルが浸された状態で施工されており、そのケーブル外皮の劣化が原因であった。ケーブル仕様の選定ミスか施工上の問題といえる。もしこのような検知が見過ごされ、そのまま経年し不調に陥ったとしても、経年劣化と判断されユーザ責任での修繕となっていたかもしれないが、メーカ責任での無償改修となった。漏電による機械不調は原因調査にも手間取り長期停止されることが予想されるが、それも回避できたことになる。

メーカが入れたものをそのまま使うのではなく、自分たちですり合わせて活動されている予知保全の好例である。

前向きな活動されている事例のひとつだが、保全課長様の「積極的に活動することが大事である。」というお言葉が非常に印象に残った。



3.3. 石油学会によるアンケート調査(抜粋)

製油所や石油化学工場を操業する企業が多く参加する石油学会においても、予知保全技術への期待から、予知保全技術を使う立場でその活用状況を調査している。この調査は保全情報をオンライン化し、情報化することにより有効活用するという観点に主眼が置かれている。

表 3.3.1 石油学会 予知保全アンケートの範囲と検討結果(■:アンケート範囲)

		回転機	静機械	電機設備	計装
運転中	オンライン	オンライン診断は確立済み 振動波形解析パッケージ搭載、ネットワーク化。	オンライン診断は確立済み オンライン腐食モニタリング 分極抵抗法も適用可能 AE 技術によるクラック破壊の自動検出技術が実用化進展中	オンライン診断は確立済み(絶縁) 高圧ケーブル等に適用中 大型トランス異状診断監視システム実用化進展中(石油での適用事例少)	オンライン診断は確立済み デジタルセンサ:自己診断情報を DCS を介し供給。導圧管診断 調節弁:流量開度の相関・ヒステリシス情報から異状診断 環境監視:計器室内のダスト、腐食性雰囲気診断
		パフォーマンス診断:大型タービン等にプロセスデータ監視の実用化中	パフォーマンス診断: タワー:蒸留効率監視 加熱炉:炉効率監視 熱交 :熱効率監視	パフォーマンス診断: 省エネ関連力率監視(オンライン)	パフォーマンス診断: 制御ループ AUTO 率
	オフライン	ハンディターミナルによる振動解析簡易診断、スペクトルデータ収集 停止中スペア機器のベアリング点検、交換、芯出し	運転中検査:ポータブル機器による 配管定点検査:超音波、放射線等 塔槽:外部からの肉厚検査等	停止しているスペアポンプに対して絶縁診断はモーターが定期的に行われている。診断機器からのデータは PC ヘマニユアル保管	緊急弁のパーシャルストロークテスト 運転中のレンジヤストロークテストが可能になり、普及
定修時	開放分解検査	大型回転機:分解点検、重要部位の劣化状況検査	配管:通常配管は運転中対応。加熱炉チューブ等は定修時抜管検査対応 塔槽:内部腐食状況は開放検査のみ 熱交:ほとんどが開放検査でチューブ減肉検査(超音波/渦流探傷)、一部抜管検査	ほとんどが電気事業法に基づく定期点検でカバー	定期修理での点検検査項目が減少
備考		オンライン監視診断技術に依存することが可能な状況(ただし、国内普及率は低い)	運転中(オンライン/オフライン)監視診断には限界。開放分解検査が主たる判断要素。静機械検査情報管理システムが劣化判断に重要な役割を果たす。オンラインでは超音波診断に期待がかかる。	ほとんどが定期検査でカバー。絶縁診断が最も重要であり、ケーブルは実用可能な状況であるが、モーターはまだオンライン化までできていない。	オンライン/運転中検査調整が主流になりつつある。

■ アンケート結果(サマリ)

1) 回転機

オンライン監視診断技術は確立しており、主要回転機を中心としてオンライン監視のニーズは高いが、コスト面で導入が進まない状況にある。その観点からケーブル敷設の手間や費用がかからず、試験的に導入、撤去のできる無線センサへの期待が見られた。

2) 静機械

オンライン腐食モニタリングは、約半数の製油所で主として常圧蒸留装置に導入されており、方式は電気抵抗法である。オンライン化は、技術面、コスト面で課題も多く、運転中検査、定修検査に多くを頼っているのが実情である。課題として、センサの安定化、信頼性向上に加え、連続運転に対応した腐食劣化の予測システムへの期待が高かったため、静機械の検査情報管理システムの導入活用が進展しており、重要な位置付けにあると考えられる。静機械検査情報システムでは、某社パッケージがほとんどの製油所で活用されており、その有効性がわかる。

3) 電機設備

電機設備におけるオンライン監視は、主にケーブル絶縁等が実施されているケースがあるが、保安検査で義務付けられている検査が主体となっている。オンライン化への期待は、技術的なハードル、ニーズの面から、それ程高くはない。

4) 計装設備

計装機器では、センサのデジタル化が進み、自己診断機能が搭載されるようになり、DCSで状況が把握できるようになってきている。FB（フィールドバス）環境での技術的な進展があるものの、FB自体の普及が遅れ、現状でのセンサ情報の収集管理システムはこれからといった状況である。DCS本体の監視については、リモート監視サービスがベンダから提供されている。また一方で、導圧管詰まり等機器単体からプロセスや周辺環境と組み合わせた新しい診断技術が開発されつつある。

5) オンライン化

オンライン監視診断は回転機や電気ケーブル等実用性の高いものがあるが、状態監視把握の面からは、一部をカバーしているに過ぎない。オンラインシステムは、総じてコスト面、信頼性等が導入の足かせとなっており、会社によって設置台数にバラツキが見られた。今後は、無線化、信頼性向上に向けた改善に期待があり、実用化レベルが向上するにつれ、その役割の重要性が増してくるものと考えられる。

6) 情報化

状態把握の多くは運転中検査情報に依存していることから、今後も検査情報管理システムが重要な役割を果たしていく。また、運転中検査のデータは、紙や手入力で管理システムと連携しているのが現状である。今後は、ネットワーク化とデータの自動的な連携がキーポイントであり、改善が期待される。同時に、オンライン診断のデータが運転中検査情報へ連携されて、状態監視情報として統合的に扱えるシステム環境が期待される。

4. 予知保全技術を支える技術トレンド

4.1. 予知保全技術の範囲と対象

プラントにおける保全活動は、故障したところや壊れた設備、機器を直す事後保全、定期的に点検し、古くなった個所、異常が見つかった個所を交換、修理する定期予防保全、さらにプラントの稼働中に診断技術を活用し、あとどのくらいの時間で壊れるか、逆に壊れないかを予想し、何か異常が発見されても、それが次の定期保全まで待てるかどうかを判断する予知保全(機器、設備の状態に応じた保全: Condition Based Maintenance ともいわれる)に大別される。これらはどれか1つで十分というのではなく、生産活動への影響が少なく安価なものは事後保全、重要なものは定期的に検査、調整、交換し故障しないようにする、さらに本来は定期保全が望ましいが管理しきれないもの機器の状態を診断、予知するという組合せにより設備保全の網羅性を確保する。

予知保全の適応対象としては、バルブ・計器、回転機、パイプライン、塔、タンクなどすべての機器、設備が対象と考えられる。また、検知すべき事象は磨耗、腐食、亀裂、脆化などであり、予知する検出技術としては、振動、圧力、超音波、光、X線など様々な技術の応用が研究、開発されている。これらの測定技術を利用して集められたデータは膨大な量になるため、それを記録、蓄積し、統計解析あるいはデータマイニングする情報処理技術も開発対象となる。



図4.1.1 予知保全対象となる機器、設備と事象

4.2. 保全現場の抱える課題

上記のように、予知保全技術の対象となる分野は広範であるが、本調査報告書では、現場利用の観点で保全現場の担当が日々抱える問題を分析し、その解決に役立つと思われる商品化事例を探索してみた。課題の分類方法はいろいろ考えられるが、ここでは以下のように分類する。

4.2.1. ベテラン技術の消失を補完する技術

多くの保全現場では、長年のすぐれた知識と経験を有する保全のプロが、検査機器だけでは検知不能な劣化や異常を察知し、生産活動を支えてきたが、2000年以降、徐々にベテランのリタイアが進んでいる。しかしながら近年の技術の発展から、新たな担い手への業務移管が進みつつある。

現場の課題	商品化事例
『複数個所の同期したデータが取れる振動計があれば、振動解析が簡単になるのに。』 回転機の振動解析は結構大変だ！	神童君 Pro
『振動計測の無線化を図り、有線方式で適用しにくかった範囲・分野に、簡易診断として異常傾向を把握し故障する前兆を見極めたい。』	無線式回転器診断
調節弁を定期開放点検したけど、半数の内部はあまり汚れていなかった。 調節弁の内部状態を開放せずに見えないか？ 『調節弁の挙動を数値化して保全管理したい。』	調節弁診断

異常反応を予測できないか？	プラントモデル
バッテリーや変圧器の電解液劣化や絶縁シートには劣化の個体差があるのに、手間・費用をかけて一括交換している。	電気設備予知保全技術

4.2.2. 設計変更に伴う図面管理や、作業記録の不備を補完する技術

多くのプラントは高度成長期に建設され、長年の間に機器の設計変更、増設、更新などが行われ、また、それに伴って機械だけでなく計装機器とそれに伴う配線の変更が行われてきた。その都度、管理図面は更新されてきているが、部門をまたがって多くの情報が独立管理され、また、外注委託や組織変更に伴って、必ずしもすべての図面や書類が正しい状態で管理されているとはいえない状況がある。このような状況に起因する作業ミスや事故が増えており、それらを回避したり、軽減したりする技術も登場してきた。

現場の課題	商品化事例
『生産設備の保全計画や実績、設備稼動情報などをIT化し、効率的な業務運営をしたい？』	あんどん型保全管理システム
『土木工事があるが埋設物が心配、何処を掘れば良いのか？』 久しぶりに工事をしたら埋設配線を切ってしまった。 (工事発注するのに正しい図面を引き渡せない)	埋設管マッピングシステム「スケルカ」
保全記録が管理できていない。 図面管理(完成図書)が一元化されておらず、いろいろなバージョンの図面が存在する	e-メンテ
配管がトレーシングなどで保護されている場合、通常の非破壊検査器では配管の減肉がわからず、交換時期が判断できない。	放射線配管肉厚診断

4.2.3. 作業の安全化(危険や困難の回避)技術情報技術の浸透とその弊害

保全現場は常に高所作業や毒ガスの発生など危険と隣り合わせである。以下のような新技術はそのような現場作業の危険の回避や軽減が期待されている。

現場の課題	商品化事例
『揮発性ガス化合物の漏れを素早く追跡、記録、保存をしたい。』 変な臭いがするが、ガス検からのアラームはまだない。	赤外線カメラによる VOC ガス可視化診断
配管検査をしなければならないが、高所の大口径配管は、登るのが危険。	スキャンウォーカー
『現場情報が大量に蓄積されてきたが、有効活用できないか？』	テキストマイニングシステム 「レクシオン プロ」

4.2.4. 情報技術の浸透とその弊害

コンピュータ技術の発展に伴い、あらゆる作業や生産プロセスの情報化が進んだ。それらはタイムリーで正確な作業や生産を支える一方で、また、新たな弊害を引き起こしている。

現場の課題	商品化事例
インターネットにつながっていないのに監視システムがウイルスに感染してしまった。	横河・エンドポイントセキュリティ
フィールドバス機器を買ってはみたが使いこなせない。	PRM
『既設のフィールドバス伝送器の多機能な情報を活用して診断情報を得たい』 計器の信号は出ていたが、電極が汚れてちゃんと測れていなかった。 パラメータが多すぎ、また、ベンダ毎に意味が違い、使いたくても使えない。	フィールド機器診断

4.3. 予知保全対象のランク付けと絞込み

製造を行うためのプラント設備類のすべてに、予知保全のためのセンサ類を取り付けて稼動の状態を常時監視することは理想であるが、非常に多くのコストを必要とし、現実的ではない。そのため、現状では、故障した場合の被害が大きく、かつ、予知保全技術が確立された設備に対して重点的に診断機器が設置されている場合が多い。保全対象箇所は多岐に渡り、また、担当部門も細分化されている。

表 4.3.1 の例に示すような診断対象の重要度評価基準を定め、診断対象を選定していくことが望ましい。

表 4.3.1 プラント設備重要度ランクの設定例

重要度		A	B	C	
重要度の判断	生産性	プラント停止となる設備	プラントの部分停止となる設備	プラントの停止に関係ない設備	
	安全・災害・公害	労働衛生	労働者の安全確保にとって急迫した危険・有害な状況のある設備	労働者の安全確保にとって相当程度の危険・有害な状況のある設備	労働者の安全確保にとって特に危険・有害の認められない設備
		災害	災害発生の可能性がある設備	災害発生の可能性は低いが法規制の適用を受ける設備	災害発生の考えられない設備
		公害	流出により公害規制値を超える可能性がある設備	流出すれば公害対象物が発生する設備	公害発生の恐れがまったく無い設備
	設備管理	保全性	修理の復旧に24時間を越える設備	修理の復旧に8～24時間以内の設備	修理の復旧に8時間以内の設備
		信頼性	月1回以上検査の必要がある設備	年1回以上検査の必要がある設備	2～3年に1回程度検査する設備
		保全費	設備の修復費用が全保全費用の15%以上を占める設備	設備の修復費用が全保全費用の5～15%を占める設備	設備の修復費用が全保全費用の5%以下の設備

4.4. 商品化事例(1) 地中埋設ラインを3次元でスケルカ(透ける化) 埋設管マッピングシステム

4.4.1. はじめに

更新の時期を迎えた設備の改築、通信網強化、新設備の整備などこれからのプラント操業においても配管工事を伴う機会は数多くある。そこには埋設物の輻輳化や建物外の管路図面等の不備などで工事の際に既存埋設ケーブルを破断し、装置の運転が停止してしまうなどのリスクが常に伴っている。今後の安全・安心な操業の継続に、配管工事の事故防止は重要な懸案事項として挙げられる。このような懸念を払拭させ、予知保全技術に適用させることにより安全・安心を確保できる技術を紹介する。

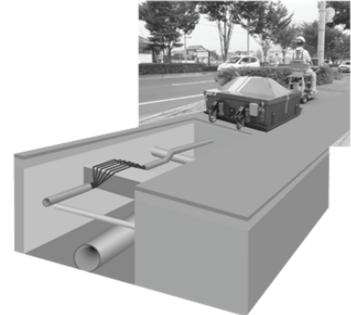


図 4.4.1 埋設管マッピングシステムイメージ図

4.4.2. 埋設管マッピングシステムの概要

(1)特長

埋設管マッピングシステムは、非破壊で地中の埋設ラインを可視化する新しい技術で、調査原理は電磁波レーダ法である。右図は本システムの出力例であるが、このように地中の状況を透かしたように可視化できることが特長である。従来の非破壊調査方式で得られる断片的な情報ではなく、連続した三次元情報を再現することで飛躍的に埋設物の検知量・精度が向上し、現地作業時間が短縮された。また、主に国道や地方自治体の電線共同溝整備の事前調査に活用されており、下記に示す効果を挙げている。

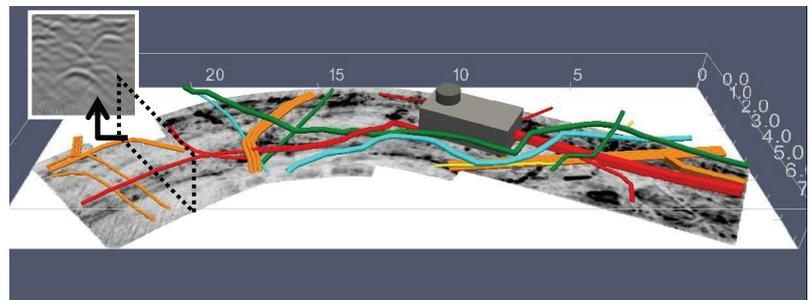


図 4.4.2 埋設管マッピングシステム出力例と従来方式の取得データ(横断)

埋設管マッピングシステム活用の効果

- ・埋設物破損事故の防止
- ・施工現場での手戻り設計の軽減
- ・その結果として工事工期の短縮、交通・沿道への影響の最小化
- ・最小限、最適な試掘箇所を選定

多配列アンテナによる面データ取得：縦断計測
(取得速度：約4km/h)

シングルアンテナによる補足データ取得(横断計測)



図 4.4.3 道路(歩道部)での調査状況

(2)調査方法および基本仕様

①使用機材とその周波数

本システムは、牽引型多配列アンテナレーダ(400MHz)と、シングルアンテナレーダ(250MHz・500MHz)を使用する。電磁波の特性上、あらゆる管径・埋設深度条件に対応できるように、それぞれ異なる周波数のアンテナを使用する。

②作業能力

データ取得能力は、1,000 m²/日～2,000 m²/日であり、解析能力は200 m²/日～400 m²である。探查範囲が1,000 m²程度の場合、現調査から報告までに概ね2週間程度を要する。

表 4.4.1 埋設管マッピングシステムの探查性能

項目	主なスペック	
使用機材	多配列アンテナ地中レーダ	
探查能力	深度限界	1.0～1.5m (諸条件により異なる)
	検知可能な材質	金属系、コンクリート系、プラスチック系、その他 ※φ50以下の小口径の埋設物については土質条件等から検知できない場合があります
	探查精度(誤差)	水平位置 ±10cm程度 埋設深さ ±10%程度 ※埋設物の管径形状等、埋設企業者(ガス・水道等)の特定は既存資料から行います
施工能力	現地調査	1,000～2,000 m ² /日程度 ※歩道部の場合500～1,000 m ² /日程度
	データ処理・解析	200～400m ² /日程度 ※1000～2000m ² の調査は現地調査から報告まで2週間程度
適応条件	有効幅員	1.2m以上
	気象条件	降雨時は不可 ただし小雨程度なら可(路面滞水がある場合は不可)
	路面状況	舗装面もしくは平坦性がある箇所は可
	舗装	鉄筋コンクリート舗装、スラグ路盤は不可

③探査・解析不能条件

電磁波レーダの特性上、鉄筋コンクリート舗装およびスラグ路盤下、路面滞水箇所(降雨時)の埋設管は検知不能である。また、探査機の幅が1.08mのため、それ以下の幅員狭小箇所ではシングルアンテナレーダを活用して探査する。

④探査能力、検知精度

探査可能深度は、土質条件・管径・材質等により異なるが、1.0m~1.5mであり、管の材質を問わず検知可能である。本システムの探査精度は、テストフィールドにて水平位置±10cm、深さ位置±10%であることを確認している。また、検知精度については113箇所での試掘結果と対比して検証した結果、対象埋設物236件のうち検知した埋設物208件(約90%)であり、埋設物の深度、大きさ、材質によって違いがあることを確認している。

表 4.4.2 埋設物検知が困難となる条件

対象	条件	検知の不可	コメント
舗装	鉄筋コンクリート舗装	検知不可	鉄筋コンクリート下の埋設物は鉄筋の影響があり検知不可
	スラグ路盤		これまでの調査実績より検知不可
幅員	有効幅員1.2m以下		使用機器幅1.08m
路面	未舗装	条件付で検知可能	平坦性があれば調査可(砂利敷・砂浜など)
気象	降雨、積雪		小雨等路面に滞水がなければ可
管路線形・位置	検知が困難な状況 急激な落とし込み箇所ではその角度によって管の反射波を捉えることができないため検知不可となる		

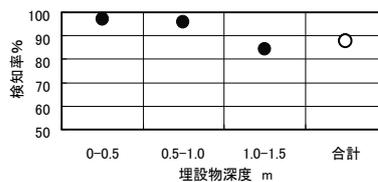


図 4.4.4 深度別の検知率

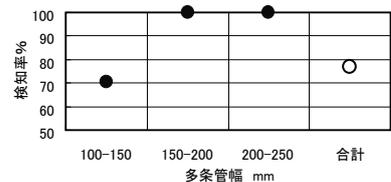


図 4.4.5 多条管幅別の検知率

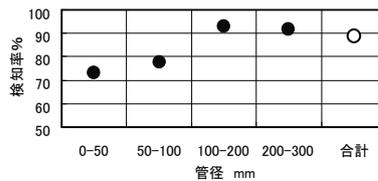


図 4.4.6 管径別の検知率

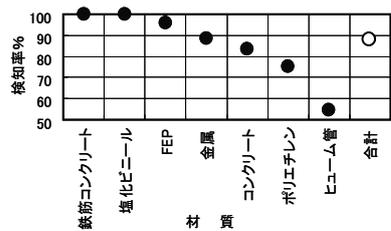


図 4.4.7 材質別の検知率

4.4.3. 埋設管マッピングシステム活用事例

(1)市街地歩道部 管路敷設工事における事前調査-引込み管等の確認

市街地歩道部においては、隣接する民地からの横断方向の引き込み管が「浅い」・「台帳等事前情報がない」ケースが多く、掘削工事で破損させてしまう可能性がある。本事例は、市街地歩道部における管路敷設工事において、このような事故を防止するために事前調査を実施したものである。通常の埋設管マッピングシステムによる面的な調査に加え、ハンディ型地中レーダ(単配列アンテナ)を用いた歩道縦断方向の詳細調査を併用し、民地への引込管の位置を重点的に調査した。

調査の結果、下記の埋設状況が明らかになり、本システム活用の効果が確認された。

- ・連続した縦断管路の敷設位置、深度、線形(台帳と相違)
- ・複数の浅い民地への引込み管を確認

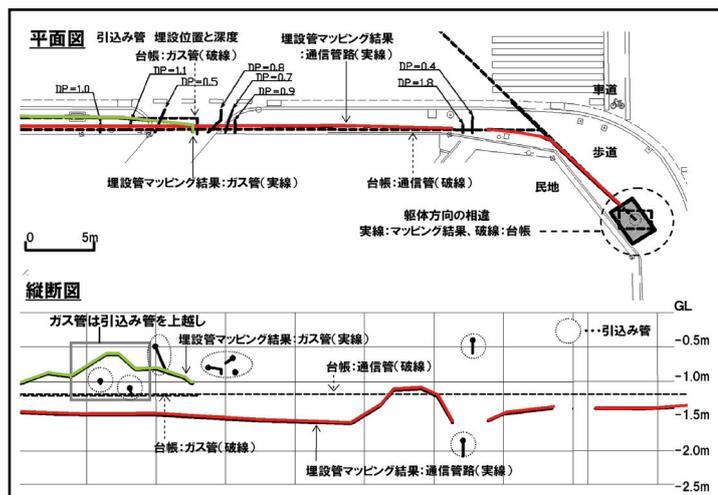


図 4.4.8 埋設管マッピングシステム報告例(市街地歩道部)

- ・さらに引込み管を上越して部分的に浅い縦断管も確認
- ・通信用柵躯体の設置方向(台帳記載と相違)

(2)調査実績、技術登録等

2004年の実用化以来、埋設管マッピングシステムは180件・90万㎡以上の調査を実施してきた。主に国道や地方自治体の電線共同溝整備の事前調査に活用されてきており、近年ではプラント施設内での活用も始まった。また、新技術として、国土交通省の新技術情報提供システム(New Technology Information System:NETIS)【No.CG-040028-A】、東京都新技術、横浜市新技術・新工法として登録されている。

4.4.4. 今後の展望

縦断方向に面的で調査する本システムでの手法は、非破壊調査技術としては従来方法(横断探査)に比べ有効的な技術であるが、調査区間の土質条件等により、もれなくすべてを検知すること、完璧な精度を出すことは非常に困難で少なからず誤差が生じ、試掘などの結果を併用することで精度が大きく向上することも確認されている。そのため現在は調査の際には地中レーダ探査のほか、埋設物台帳・表函物調査・試掘調査のデータおよび情報を相互に補完させ精度向上を図っている。これまでは主に道路で活用され開発を重ねてきたが、近年は民間施設での活用が増えてきたこともあり、今後は新たな場面での活用と新しい視点での技術開発が期待されているものである。

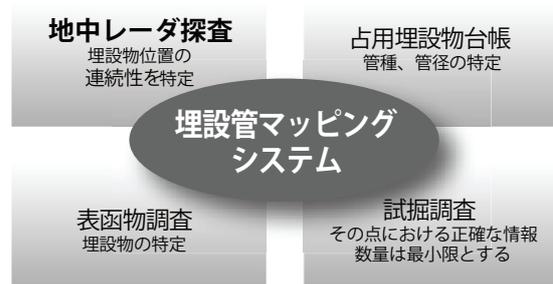


図 4.4.9 埋設管マッピングシステムの構成

<参考文献>

- [1] 神代、村瀬:「電線共同溝事業における埋設管マッピングシステムの活用と効果事例」第28回日本道路会議(2009)
- [2] 阿部、入江:「地中可視化のイノベーション 埋設管マッピングシステム」No-Dig Today No.68(2009.7)
- [3] 神代、藤井:「埋設管マッピングシステムを用いた地下埋設物の三次元非破壊探査の精度検証結果について」2008年非開削技術研究発表会(第19回)論文集、日本非開削協会
- [4] 末永:「電線共同溝事業における埋設物非破壊探査の試行と使用効果の検証について」平成20年度近畿地方整備局研究発表会論文集、調査・計画・設計部門I-No.11.

4.5. 商品化事例(2) 調節弁診断

4.5.1. はじめに

調節弁のメンテナンスは、一定周期で修理・分解点検を行う時間基準保全(TBM=Time Based Maintenance)と、故障してから修理を行う事後保全(BM=Breakdown Maintenance)とに分かれている。多くのユーザでは、プロセス上の重要度と過去のプラント操業の経験から、どちらの方法でメンテナンスするかを決めている。TBMにおいて、定期的に分解点検している調節弁の中には、分解を行い、問題の無いことの確認し、再度組み立てて戻すものが多くあると聞いている。これは、これまでの実績とプラントの安全率を高め、設定したメンテナンスを計画していたことが起因していると考えられる。効率よく分解点検する調節弁を選定する場合は、これまでの実績だけでなく、客観的なデータを追加指標として蓄積することで、その調節弁に対する最適なメンテナンス周期が確立できる。このことが状態基準保全(CBM=Condition Based Maintenance)を実現する第一歩と考える。BMにおいては、巡回点検やDCSからの情報によりプラントの異常を検知し、その原因を特定、修理、改善し、復旧するというルーチンを回しているのが現状である。その中で、原因を特定するための工数や異常時から復旧するための工数の削減、またはプラントが異常となる前に、調節弁としての異常を検知し、調節弁のメンテナンスを行うことでプラント安全性、安定操業の確保を実現させたいとの要求が出てきている。

4.5.2. 調節弁診断システム

調節弁の診断システムとは、マイコンを搭載したバルブ・ポジションが演算した調節弁の稼働状況に関わる情報を収集するシステムで、制御システムとは別のネットワークとして構築され、調節弁メンテナンスに必要な意思決定の支援、メンテナンス業務の最適化・高効率化に貢献できるシステムである。

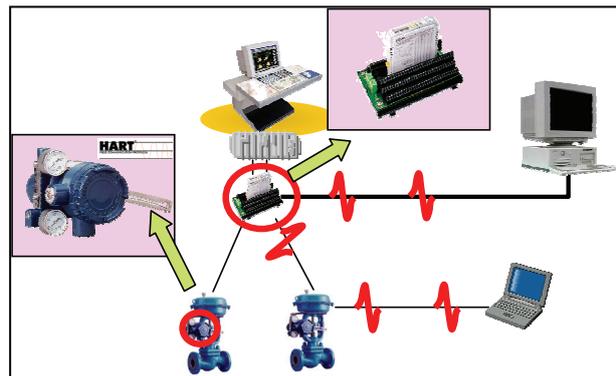


図 4.5.1 調節弁診断システム構成

4.5.3. 調節弁の診断項目

ここからは、調節弁の動作、稼働状況に関する診断データ、モニタリングデータを調節弁の異常状態と関連付けながら紹介する。

■ 固着、かじりなどによる調節弁動作異常

・スティックスリップ診断

スティックスリップ診断とは、調節弁が固着やかじりなどを起こして動作異常となる前の階段状に動くスティックスリップ現象を定量的に検知する診断である。

・ポジションナへの入力信号と開度の偏差診断

ポジションナに印加される入力信号と調節弁開度との偏差が、ある設定時間以上、ある設定偏差幅を超えた場合にアラームを発報する。

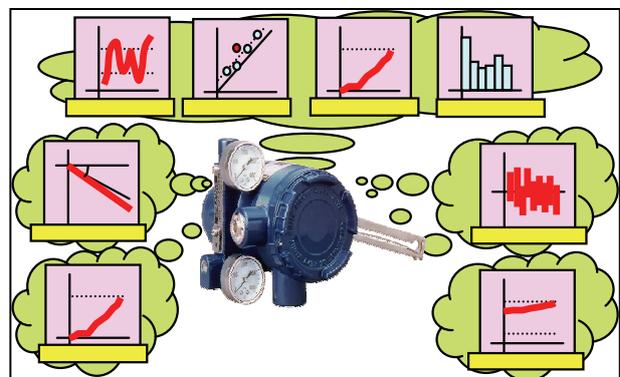


図 4.5.2 調節弁の診断項目

■ 摺動部の劣化によるグランド漏れ、または操作器の動作異常、ベローズシールの破れ

・摺動距離積算値モニタリング

調節弁の弁軸移動距離の積算値をモニタリングすることにより、調節弁の摺動部、例えば、グランドパッキン、シリンダー操作器のOリング、ベローズシールなどの劣化指標とすることができる。

・反転動作回数モニタリング

弁軸動作が反転した回数で、摺動距離積算値と同様に、摺動部の劣化指標値としている。

■ プラグ、シート部の異常

・ゼロ点开度比較診断

調節弁が全閉となる信号の場合に、実際のゼロ点开度と調整時のゼロ点开度との偏差を比較し、偏差が大きい場合にアラームを発報する。

・全閉回数モニタリング

全閉になった回数、すなわちプラグがシートをたたく回数で、ゼロ点开度比較診断と合わせて、プラグ、シート部のダメージ度の指標とする。

■ 調節弁稼働状況の傾向監視

・開度別頻度分布モニタリング

調節弁が稼働している頻度を開度別に比率で表す。このグラフは開度、頻度、時間の3次元になっており、時系列での変化を捉えることができる。これにより、開度別頻度分布を時系列に傾向監視でき、常用開度の変化を捉え、プロセス制御としての変化や、配管の閉塞、調節弁の詰まり、またはシート部の磨耗などが早期に発見できる。

・ポジョナ内部温度モニタリング

ポジョナの内部に温度センサを搭載しており、この温度を監視することでポジョナ周囲温度の異常昇温を検知できる。

<参考文献>

[1] 福田 稔:「調節弁メンテナンスの最適化、高効率化に向けたサポート システム」計装 Vol.58,No.6,2008

4.6. 商品化事例(3) フィールド機器診断 - フィールドバス型機器による高度診断

4.6.1. はじめに

近年のフィールドバス技術、情報処理技術、ネットワークスピードの劇的な向上に伴い、フィールドセンサ内部で様々な情報処理を行い、その結果をDCSや上位コンピュータに通知することが可能になった。ここでは、フィールド機器の近年の高度化(多機能化、高速化、デジタル化)によって得られた複数のセンサ情報から予知診断に活用する診断技術について紹介する。フィールド機器は温度・圧力・流量・PH値・濃度などプラントの物理化学量を計測して、プラントにおける制御システムに測定情報を提供する役割を担っている。計測精度、測定レンジ、耐環境性、コストと共に、フィールドバスなどのデジタル通信機能を有するフィールド機器では、機器の自己診断、周辺機器診断、制御ループ・設備診断、装置の性能診断などの情報によりプラント操業の保守性・安全性を支援する情報を提供することが顧客から求められている。必ずしも新規にセンサを設置しなくても、既設のフィールドバス伝送器の多機能な情報を活用して診断情報を得ることも必要である。

4.6.2. 診断アプリケーション

■ スチームトレース診断

図 4.6.1 に示すような差圧伝送器によるオリフィス流量計において導圧管とフランジを保温して液体が固化しないようにスチームトレースを施して差圧を計測する場合がある。導圧管を保温するスチームの温度を差圧伝送器のカプセル温度(CAP_TEMP)とアンプ温度(AMP_TEMP)からフランジ温度(FLANG_TEMP)を推定する以下の式が成立する。

$$FLANG_TEMP = (1+K) * CAP_TEMP - K * AMP_TEMP$$

上式におけるKの値の最適化によりフランジ温度が計算できる。スチームトレースの健全性を診断することができる。

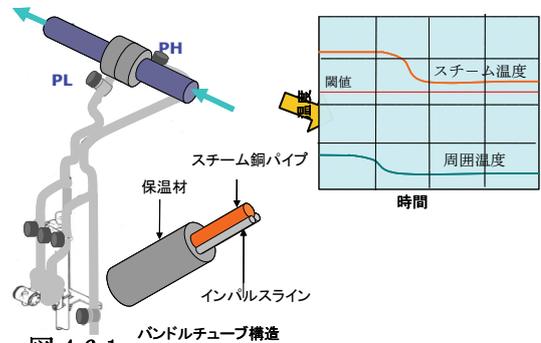


図 4.6.1 スチームトレース温度と周囲温度トレンド

■ 導圧管つまり診断

オリフィス差圧計の導圧管が詰まると流量計測に支障をきたし、プラントの制御に問題を生じる。導圧管つまり診断は正常時にパイプラインの流れに存在する圧力信号の揺らぎがつまりによって変化することを利用している。差圧・高圧側圧力・低圧側圧力の揺らぎの相関係数を組み合わせて「つまり度」と呼ぶ診断関数Fからどちらの導圧管が詰まったかを知ることができる。

正常状態と高圧側導圧管つまり状態の差圧・低圧側圧力揺らぎの相関係数 CorL の差異を図 4.6.3 に示す。低圧側圧力揺らぎと差圧揺らぎを2つの確率変数として2次元平面にプロットすると、高圧側つまりでは CorL が-1に近い値となる。図では示していないが、反対に低圧側つまりでは高圧側圧力揺らぎと差圧揺らぎの確率変数の相関係数 CorH は+1に近い値である。図 4.6.4 の原理式に従って CorL、CorH を複合した診断関数 F は±1に正規化された関数で、+1近傍で高圧側導圧管つまり、-1近傍で低圧側導圧管つまりと診断する。

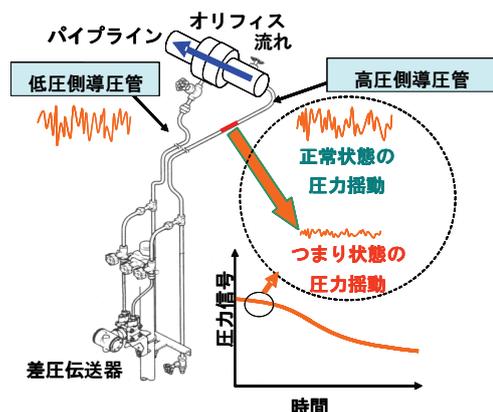


図 4.6.2 導圧管つまり診断

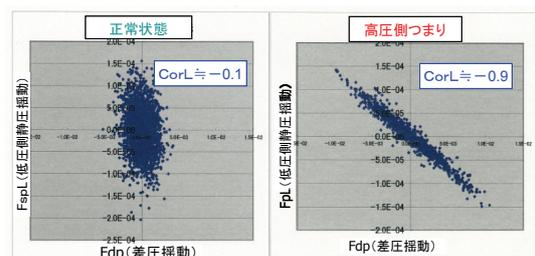


図 4.6.3 高圧側つまりの場合の低圧側静圧揺動と差圧揺動の相関

$$F = \left(1 - \frac{1 + CorL}{1 - CorH} \right) / \left(1 + \frac{1 + CorL}{1 - CorH} \right)$$

ここで、高圧側つまりでは $1 + CorL \div 0$ となるからつまり度 $F \div +1$ になる。

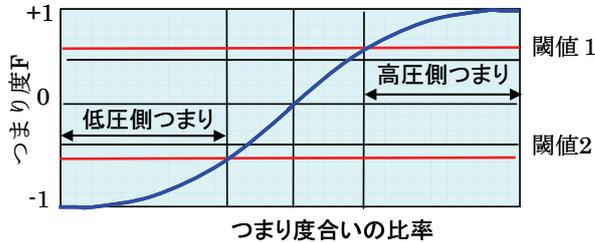


図 4.6.4 片側つまり度 F とつまりの関係原理

■ 電磁流量計電極付着診断

図 4.6.5 に示すように、電磁流量計では電極からアースリングに対して極微小の矩形電流を流し、オームの法則の原理で抵抗値を測定して汚れ付着度合いを診断する。矩形波の周波数は流量信号演算には影響しないように設定されており、電極の汚れ付着診断の信号処理を行う時間では、流量信号はマスキングされて信号に現れず、汚れ付着度合いの診断が行われる。

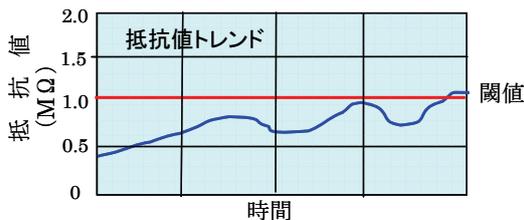
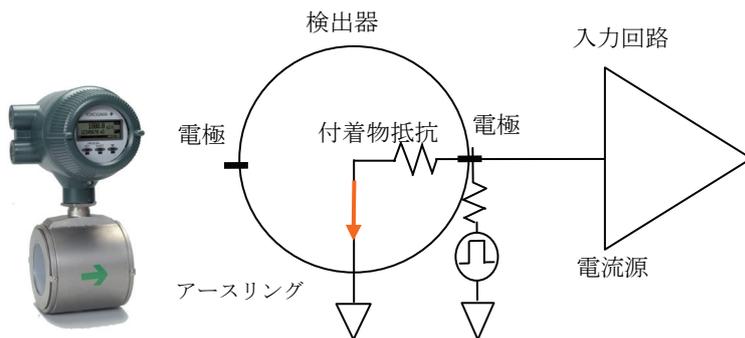


図 4.6.5 電極付着抵抗値トレンド

4.6.3. 今後の展望

本稿で紹介した診断技術はインテリジェントセンサがプロセス状態をフィールド現場で常時監視し、変化傾向を分析し、より早い段階で保全のための情報を提供する技術である。診断技術の適用範囲や診断確度の評価方法などの実用上の課題をさらに改善していく必要がある。さらに超音波や光など入力信号のバリエーションを増やし、高周波領域の計測値による高速な診断を開発し、これまでの局所的な計測値の変化を診断する点的な診断から、空間的に多数点の計測値を組み合わせた2次元3次元的情報による高度診断に発展していくと予想される。

<参考文献>

[1] 結城、宮地:「Asset Excellence 実現のためのフィールド機器における高度診断技術」横河技報 Vol.51 No.2, 2007

4.7. 商品化事例(4) 赤外線による VOC ガス可視化診断技術: GasFindIR“GF320”

4.7.1. はじめに

ほとんどの化合物やガスは肉眼で見ることができない。しかしながら、多くの企業が製造過程の前後および最中にこれらの物質を扱っている。企業がどのように、また、どの頻度で揮発性ガス化合物の漏れを追跡、文書化、修正するかに関しては厳しい規制がある。

ガスの漏れは従来、対象物に近づきガス検知器を使って検知していた。しかしこの方法では時間がかかる上、検知ミスが発生するリスクがあった。また、検査員を目に見えない危険な化学物質にさらしたり、風やその他の天候要因が不正確な測定結果をもたらしたりする可能性もある。さらには、事前に特定された箇所しか検査できない、また、検査員の近辺の結果しか得られないという問題点があった。最新のガス検知用カメラ GasFindIR“GF320”は、小さなガス漏れを可視化する。カメラは対象箇所の全体像を写しだし、漏れをカメラのビューファインダーまたはスクリーン上に煙のように表示する。画像はリアルタイムで見ることができるだけでなく、記録、保存も簡単にできる。

今日、ビジネスの成功は安全性、効率性、収益性にかかっている。メンテナンス作業を行う上でもっとも大切なのは、作業員がプラントの状況を最大限に把握していることである。そこで赤外線カメラは、問題の原因追跡に非常に重要なツールとなる。



図 4.7.1 診断風景

4.7.2. 安全の確保と環境保護

ガス検知用カメラを使うと、全体像が見え、検査の必要ない箇所を即座に除外することができる。つまり、時間と従業員のロスを大幅に削減することができるのである。また、検査中にシステムを停止する必要がなく、遠距離から迅速に測定ができ、早い段階で問題の洗い出しができる。赤外線カメラを使うと、1時間に100以上の物体を検査することができる。ガス検知用カメラは迅速かつ非接触の測定ツールで、アクセスしにくい場所も検査することができる。少量の漏れは数メートル、大量の漏れは何百メートルも離れた距離から検知できる。また、走行中のタンク車からも漏れを検知できるため、検査官およびプラント全体の安全性が大幅にアップする。一時的なガス漏れは地球温暖化を引き起こすだけでなく、罰金や損害などに多額のコストがかかり、作業員や近隣に住む人々の命にかかわる危険を及ぼす。ガス用検知カメラ GasFindIR“GF320”は、多くの揮発性有機化合物を検知し、環境の改善に貢献することができる。

検知可能なガス(タイプ:GF320)

ベンゼン、ブタンガス、エタン、エチルベンゼン、エチレン、ヘプタン、ヘキサン、イソブレン、メチルエチルケトン、メタン、メタノール、メチルイソブチルケトン、オクタン、ペンタン、ペンタン、プロパン、プロピレン、トルエン、キシレン 等

4.7.3. 世界の動き

アメリカ合衆国では、観光保護庁(EPA:Environmental Protection Agency)が LDAR(漏れ検知と修理)プログラムに則り、企業に Method21(米国:EPA)プロセスの遵守を義務付けている。それぞれの規制者が認定する方法で漏れ検知が義務付けられている。Method21(米国:EPA)では、ガス検知用カメラの使用が検査業務の実施代替えとして許可されており、EU でも適した方法として受け入れられてきている。EU では CONCAWE などの機関がガス検知用カメラのパフォーマンスを精査した結果、従来の VOC メータやスニフ法に取って代わる方法として受け入れられている。

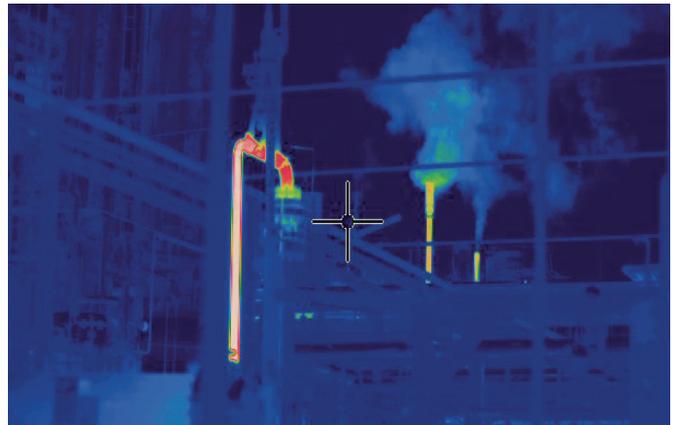


図 4.7.2 ガスの映像化

4.7.4. 測定原理

本機器は、ガス赤外線吸収スペクトルを利用している。多くのガスの赤外線放射吸収能力は放射の波長によって異なる。つまり、透明性の度合いは波長によって異なるのである。例えば、赤外波長のあるところでは吸収が理由で不透明になることがある。様々な物質の赤外線吸収データを集めたデータバンクも存在する。ガスの赤外線吸収スペクトルを知るには、赤外線スペクトロメータにサンプルをおき、異なる波長で赤外線の吸収率(透明性)を測定する。これらのスペクトルは通常グラフで表示され、下記は、ベンゼンと六フッ化硫黄の吸収スペクトルである。ガスの吸収率が高い波長でのみカメラを稼動できるようにフィルターを選択すると、ガスがより見やすくなる。ガスは背景の物質からの放射をより効果的にブロックする。

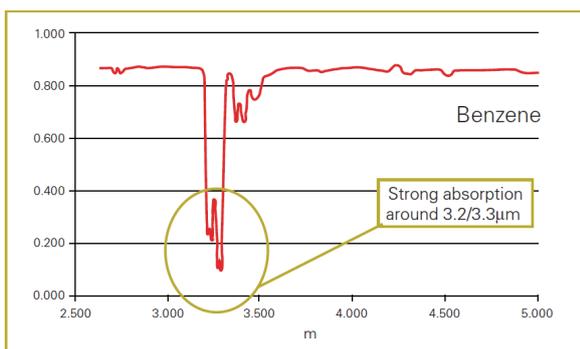


図 4.7.3 ベンゼンの吸収スペクトル

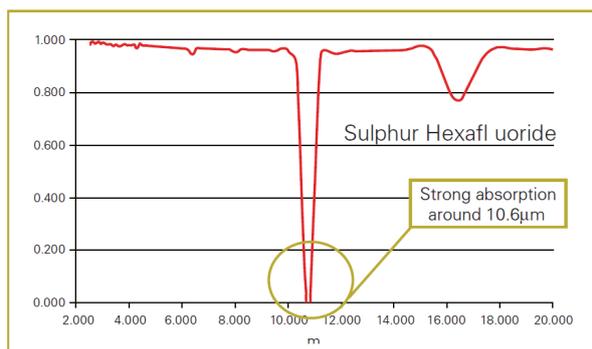


図 4.7.4 六フッ化硫黄の吸収スペクトル

4.7.5. 石油化学プラントでのガスの漏れ場所

ガス漏れ検知用カメラは石油化学プラントの様々な場所に使うことができるが、主に漏れが発生する場所は下記のとおりである。

- ・フランジ
- ・バルブ軸
- ・プラグやキャップ
- ・カップリング
- ・ポンプのシール
- ・パッシングバルブ
- ・排水管の蓋
- ・機器の接続部

複雑な石油化学施設では何千もの漏れの経路が考えられる。実際に漏れが発生する箇所もあれば、そうでない箇所もある。ガス検知用カメラを使うと、ユーザは短時間で長距離から漏れの原因を検知することができる。VOC メータ(スニファ)など従来の漏れ検知法では、オペレーターが漏れの可能性がある場所に直接行って検査しなければならなかったため、対象物へのアクセスが不可欠であった。この方法ではガス検知用カメラに比べ、時間とコストが大幅にかかることが明らかである。

4.7.6. まとめ

ガス検知用カメラの技術は、石油化学産業において幅広い使用方法があり、そのすべてがプラントの利益となる。また、Method21(米国:EPA)の業務実行の代替案として受け入れられており、従来のVOCメータやスニファ法と比べ時間およびコスト的な利点も明らかである。カメラはある程度環境条件に制限されるが、遠距離から漏れを検知でき、漏れの経路全体へのアクセスが必要でないため、検査のコスト削減につながることを証明されている。ガス検知カメラは、プラントをメンテナンスする方の安全と企業の収益性を確保し環境問題にも役に立つ最先端ツールである。

4.8. 商品化事例(5) 放射線配管肉厚診断:放射線透過式配管厚さ測定装置

4.8.1. はじめに

近年、発電プラントなどの安定稼働の観点から、配管肉厚管理が一層重要視されるようになっている。そのため、管理や調査の対象が増え、肉厚管理にかかるマンパワー、コストは増大しており、より効率的・効果的な予知保全技術が要望されている。特に、保温材が嚴重に巻かれている配管の肉厚測定では、多くの時間とコストが保温材の撤去・復旧工事に費やされている。そこで、保温材の上からでも測定可能な配管厚さ測定装置について説明する。

4.8.2. 配管厚さ測定装置

■ 特徴

- (1) 放射線透過型であるため、保温材の上から配管の厚さが測定できる。
- (2) 定期検査前のプラント運転中でも減肉を検出し、配管の早期手配ができる。
- (3) 小型・軽量なので狭隘(きょうあい)部・高所へも対応できる。
- (4) 表示付認証機器*1であるため、被ばく管理は不要であり、安全・安心である。

*1 表示付認証機器とは、使用時の被ばく線量が十分少なくなるように設計・品質管理していることについて、文部科学省あるいは文部科学省の認定した機関の認証を得ていることを、設計認証印により表示した機器である。(「放射線同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」第12条の2など)

■ 構成

図 4.8.1 に配管厚さ測定装置のシステム構成を示す。装置は、放射線源部、検出部、駆動制御部、自動回転アタッチメント、操作表示部で構成する。放射線源部は、線源ホルダで遮へいされており、線源ホルダは測定時の散乱線の影響を低減する。検出部は、Cs I (よう化セシウム)を用いた検出器で放射線を検出している。また、操作表示部への測定データの通信および各種測定条件データの通信には、配管への取付け、回転が迅速かつ容易に行えるよう、Bluetooth を採用して、ワイヤレス化を図った。放射線源部と検出部は、C 型フレームに固定され、自動回転アタッチメントで測定配管に取り付けられる。保温材付き配管の外形寸法は配管と保温材の組合せにより多種にわたるため、図 4.8.2 に示す配管取付け回転レールは、多種のサイズに対応できるよう、5種類の回転レール部と各サイズに対応した回転レール部取付け金具で構成される。自動回転アタッチメントの回転制御は、駆動制御部からの信号で、パルスモータを駆動させて任意の位置に回転させている。駆動制御部は操作表示部からの指令に基づき、自動回転アタッチメントのパルスモータを制御して、指定された回転角度に制御している。



図 4.8.1 配管厚さ測定装置のシステム構成

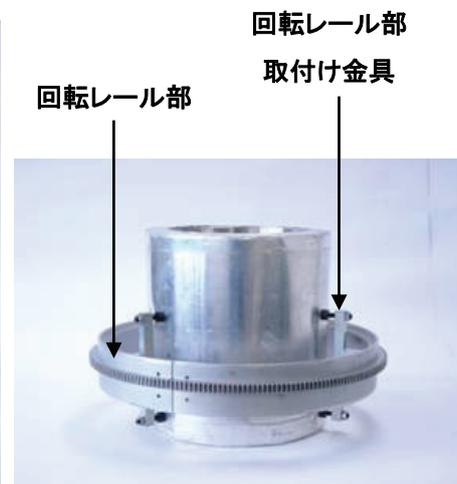


図 4.8.2 配管取付け回転レール

操作表示部は、検出した放射線量と、配管に関する各種定数データから配管の厚さを算出して保存する。また、測定データは測定値表示シート(EXCEL)に転送されて、3ビーム厚さデータの演算を行い、各点の厚さデータを絶対値で表示する。その他、配管情報の設定、配管断面のプロファイル表示、減肉速度や余寿命の計算、帳票作成などを行う。

■ 測定原理

図 4.8.3 に示すように、放射線は、外装板、保温材、配管、内部流体(水あるいは空)のそれぞれを透過するごとに減衰する。この特性を利用して、保温材付き配管全体における放射線の減衰率を検出した後、外装板、保温材、内部流体による減衰率を一定値として差し引いて、配管における減衰率のみを抽出し、これを用いて配管の厚さを算出している。したがって、算出する配管厚さは配管両側の肉厚の合計値である。この基本原理の放射線照射ビームを、図 4.8.4 に示すように、配管内に正三角形を形成するように照射して、基本原理式に基づいて厚さ演算を行い、その3箇所の測定結果から連立方程式を解いて、正三角形のそれぞれ頂点の t_1 、 t_2 、 t_3 の厚さを算出する。

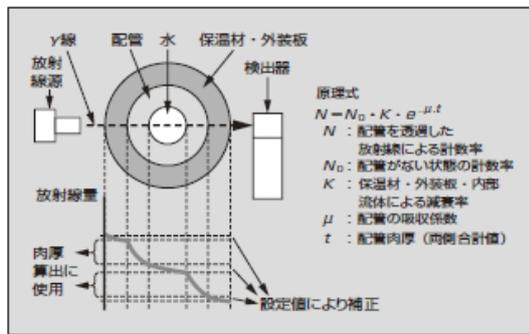


図 4.8.3 基本原理

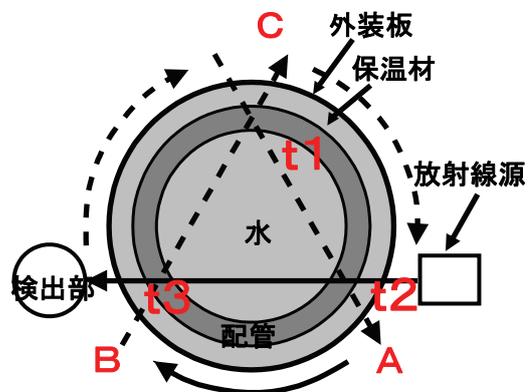


図 4.8.4 3ビーム演算方式の原理

■ 仕様

この装置の主な仕様は、対象配管として、火力発電所における配管の大部分が包含できるように、空配管で外径80A～500A以下、肉厚30mm以下とした(満水時は外径300A以下、肉厚20mm以下)。精度(再現性)は、配管の減肉が十分検出できるように、公称肉厚の2.0%以内とした。

4.8.3. 今後の展望

小型・軽量かつ被ばく管理が不要で、保温材の上から配管厚さの検出が可能な非常に便利な装置であるが、さらに効果的な装置に発展させるための課題として以下が挙げられ、実現させるべく活動中である。

- (1) 配管の減肉が発生しやすい、エルボ配管の測定治具の開発
- (2) 配管測定 of 完全自動化を目指して、配管直進方向の自動測定治具の開発
- (3) 原子力施設での適用範囲拡大のため、バックグラウンド放射線量・エネルギー範囲を調査し、測定可能な測定場所の確認

<参考文献>

- [1] 東 泰彦:「日本保全学会 第7回学術講演会要旨集」要旨集 P216-220
- [2] 東 泰彦:「配管厚さ測定装置」富士時報 Vol.84 No.4 2011
- [3] 小林、高木:「放射線応用計測器」富士時報 Vol.80 No.4 2007

4.9. 商品化事例(6) 配管腐食診断技術:Scan-WALKER®～スキャンウォーカー～

4.9.1. はじめに

近年、鉄鋼をはじめとする産業界では、腐食による劣化が顕在化している。そのため、劣化状態を効率的に診断する技術に注目が集まっている。特に、ガス配管の内部腐食による局所的な穴明きや減肉は、従来法では見落とす危険性があり、全体を効率良く診断できる技術が希求されていた。JFE グループでは、このようなニーズに応える診断装置『Scan-WALKER®～スキャンウォーカー～』(図 4.9.2)を開発し、効果を上げている。



図4.9.1 実際の孔食(配管内面より撮影)



図4.9.2 センサと自走装置

4.9.2. 『Scan-WALKER®～スキャンウォーカー～』

■ 測定原理とその特徴

測定原理は、低周波電磁誘導法を採用している。電磁誘導法は、欠陥部に発生する漏洩磁束を検出・解析するため、従来の超音波センサと比較すると、①厚い錆や塗料の除去等の下地処理が不要 ②水、グリセリン等の接触媒質が不要であり、短期間で広範囲の測定が可能である。

しかし、電磁誘導法では原理上肉厚や欠陥の大きさを推定することができないという問題があった。そこでスキャンウォーカーでは、16 個の検出コイルの信号を総合的に解析することで、配管内面の腐食欠陥の大きさと肉厚を評価する技術を開発した。その結果は、パーソナルコンピュータ上の画面に肉厚分布図として表示される。(図 4.9.4)

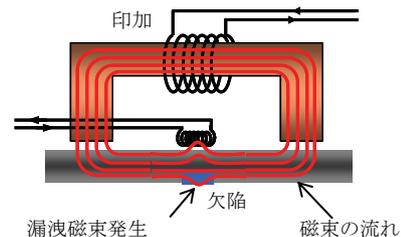


図4.9.3 電磁誘導法の原理

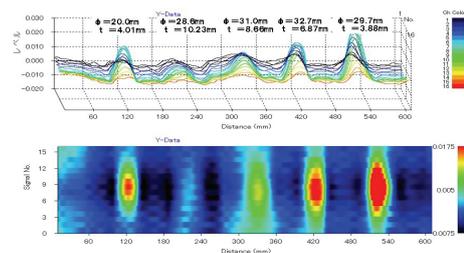


図4.9.4 肉厚分布図(上:俯瞰図、下:カーマップ)

■ 自走装置

さらにスキャンウォーカーでは、新たに開発された自走装置により、①定速安定走行での計測精度の向上②高所での計測作業の安全化を図った。自走装置の構造を図 4.9.5 に示す。自走装置は、強力な磁石の車輪によって、鋼板等にしっかりと吸着するため、垂直面や配管下面の走行も可能である。また、溶接部や補強プレート等の 5 mm以下の段差は乗り越えることが可能である。そして、独自の機構により、3次元曲面を自在に走行することができる。

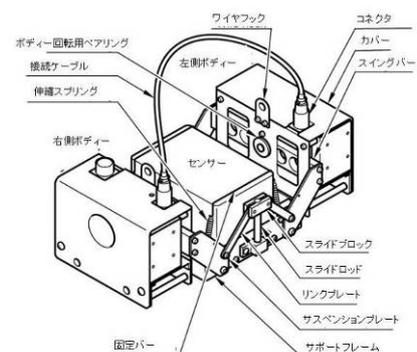
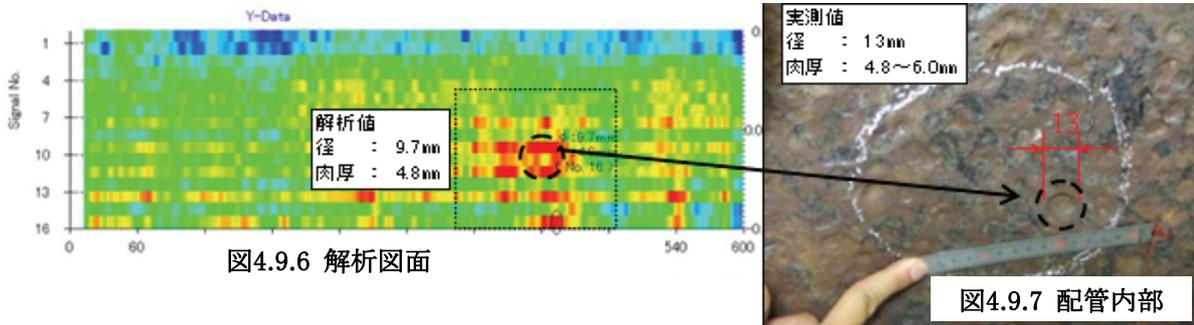


図4.9.5 自走装置概略図

■ 実際の測定事例

実機配管での計測において孔食が確認され、解析の結果、φ9.7 mm 残肉 4.8 mm と表示された(図 4.9.6 点線枠内)。配管内面を確認した結果、ほぼ同等の孔食が確認された(図 4.9.7)。



電磁誘導センサと自走台車の採用により、スキャンウォーカーは従来の超音波厚み計と比べ、非常に効率良く配管の腐食診断が可能になった。表 4.9.1 に両者の性能比較を示す。実際に発生した孔食部の肉厚を評価した結果、管厚は 6~19 mm、孔食部の直径は概略 7~30 mm 程度の評価対象に対し、±20%の誤差内で肉厚を評価することが可能で、配管の腐食劣化状況を把握し、補修や老朽更新の要否判断をするためには十分な精度である。

表4.9.1 従来センサとの性能比較

	超音波厚み計	Scan-WALKER
評価対象	点	面
測定時間(1㎡)	約14h	約0.3h
下地処理	必要	不要
接触媒質	必要	不要
測定精度	高	中(実用上十分)
報告結果	数字のみ	カラーマップ

■ 『Scan-WALKER®』の主な仕様

主な仕様は以下のとおりである。

- 計測可能板厚 : 保証 20 mm(最大 24 mm)
- 走行可能最小径 : 500A(250R)※これ以下の径ではセンサ手持ち測定
- 走行速度 : Max. 1.8m/min

4.9.3. 今後の展望

Scan-WALKER は JFE スチールの各製鉄所で有効活用中であり、生産阻害の防止、資源の有効活用、信頼性の高いメンテナンスの実現に大いに寄与している。今後、煙突や石油タンク側板等への診断展開を初め、無線化や自動化を含めた操作性の向上に向けて開発中である。

<参考文献>

- [1] 久保山 清:「配管腐食診断技術の開発と適用」 JFE メカニカル(株)
- [2] 壇上、他:「設備の健全性評価技術 架空配管・埋設配管の診断」 JFE 技報 No.11

4.10. 商品化事例(7) 4ch無線式ポータブル振動診断装置 “神童君 Pro”

4.10.1. はじめに

振動診断により設備状態が正しく把握できれば、適切なタイミングで必要な規模の補修・更新などが展開できるため、補修コストのミニマム化を図ることができる。同時に、故障の未然防止も可能となり、生産・設備両面からの効率向上が追求できる。従来の振動計による振動診断には以下の問題点があった。

- (1) 測定時に巻き込まれ・挟まれが懸念されるケースがある
- (2) 1つのセンサで測定しているため 3 方向測定(縦・横・軸方向)の場合、長時間を要する
- (3) 現場では振動レベル判定などの簡易診断のみを行っており、精密診断はできない
- (4) 低速回転系などの高機能解析ができない
- (5) 固有振動数測定ができない

これらの問題点を解決するために無線式振動センサを開発、4チャンネル同時測定を実現し、高機能解析ソフトを搭載した4ch無線式ポータブル振動診断装置“神童君 Pro”を開発した。



図 4.10.1 神童君 Pro の測定イメージ

[無線センサ仕様]

- ① サンプル周波数 : 33kHz
- ② 測定周波数範囲 : 5Hz~15kHz
- ③ 無線仕様 : Bluetooth 方式

4.10.2. 主な解析機能

■ 傾向管理グラフ

今まで測定した振動値を折れ線グラフで表示し、現場で過去の振動変化を確認できる。測定した振動値が安定しているのか上昇しているのかが図 4.10.2 に示すように一目で判り、上昇している場合は現場で状態確認や精密診断を行う。



図 4.10.2 傾向管理グラフ

■ 精密診断

神童君 Pro には図 4.10.3 に示すような波形解析、リサーチ解析、実稼働解析などの精密診断機能を搭載しており、現場で詳細な精密解析および、迅速な補修対応が可能である。従来の診断装置では現場で測定後、事務所のパソコンで精密診断を実施しており、現場での設備診断・異常原因調査は不可能であった。



図 4.10.3 精密診断機能

■ リサーチ解析

X 方向と Y 方向の 2 つの波形データを用いて XY 座標のリサーチ図形を表示する。回転軸の振れ回り状態や構造物などの XY 方向の動きを図 4.10.4 に示すような軌跡として描き、その軌跡の形状から振動現象を把握する場合に有効である。



図 4.10.4 リサーチ解析機能

■ 実稼働解析

設備がどのように振動しているかを図 4.10.5 に示すようにアニメーションで表示する。振動モードを直感的に把握できるので異常原因の特定や対策立案に役立つ。最大8部位のデータを用いた実稼働解析が可能である。

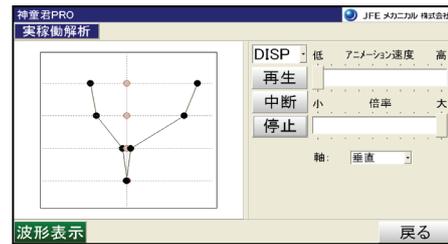


図 4.10.5 実稼働解析機能

■ 固有振動数解析

振動解析を実施する中で、確認しなければならない内容の一つに固有振動数がある。振動値が管理基準値を超えている原因の一つに共振現象があり、従来は専用の周波数解析装置 (FFT) を現場へ持って行き、固有振動数の測定を実施していた。神童君 Pro では固有振動数が測定できるので、専用周波数解析装置を使わずに現場で詳細な振動測定・解析ができる。



図 4.10.6 固有振動数解析機能

4.10.3. 機能一覧

前述したリサーチ解析・実稼働解析の他に、表 4.10.1 に示すような変位波形表示・自己相関表示 (軸受疵周期検出用)・任意周波数フィルタ設定などの機能を搭載し、現場での詳細な振動測定・解析ができる。

表 4.10.1 神童君 Neo・Pro の機能一覧表

機能	神童君Neo	神童君pro
計画測定	○	○
追加測定	○	○
簡易判定	○	—
精密判定	×	○
レベル判定	○	○
周期頻度	○	○
ピークカウント	○	○
ハンディターミナル	○	○
トレンドグラフ	○	○
時間波形表示	○	○
周波数表示	○	○
自己相関表示	×	○
変位波形表示	×	○
4点同時測定	×	○
リサーチ解析	×	○
実稼働解析	×	○
任意フィルター設定	×	○
固有振動数解析	×	○
記憶点数	300点	HDD容量依存
波形収集時間		10s

4.10.4. 今後の展望

今回、従来の振動診断に、4点同時測定、リサーチ解析、実稼働解析機能などを付加した高機能型診断計を開発した。

今後、設備診断機器・システムの更なる機能向上・新製品開発に努め、設備管理の精度・信頼性向上、保全費用低減などの負託に応えていきたいと考えている。

<参考文献>

- [1] 日本メンテナンス工業会「会報」第 82 号『最新の設備診断技術・機器紹介』 JFE メカニカル(株) 設備診断技術部
- [2] ものづくりNEXT ↑ 2010 メンテナンステクノショー セミナー『振動診断計「次世代神童君」の開発』 JFE メカニカル(株)

4.11. 商品化事例(8) 無線式回転機振動監視システム(Wiserot<ワイス'ロット>)

4.11.1. はじめに

生産設備などの重要な回転機の振動計測には、オンラインで高機能計測できるものが恒久設置されている。しかし、故障してもよい設備などは無いなかで建設コストの面からすべての重要機器に設置は現実にはできない。よって、計測装置が設置されていないものは日常保全の中で定期的な点検・管理としてハンディ計測振動診断を用い施されることになる。しかしながらハンディ機を使った点検業務は、人によるばらつきが起きやすく、データをまとめるのも苦勞する場面があり、また、人が計測できない危険環境では、その点検すらできないことが多くなりがちである。このことにより故障予兆が見逃され、設備停止や事故に進展してしまうことも起きている。

この商品は回転機の振動の予知保全計測において、無線化を図り、従来のハンディ計測振動診断で振動計測を実施しにくかった範囲・分野をも計測業務を可能としたものである。今まで監視できなかった部位への振動傾向を把握し、故障する前兆を見極めることができ、従来機能に高付加価値の予防保全対応処置を適切に実施するのに非常に有効である。

4.11.2. 無線式回転機振動監視システム

主要なポイントをまとめると以下となる。

- ・回転機異常の早期発見・・・回転系異常(機械的異常)、転がり軸受(ベアリング)異常について、従来の高機能型を用いなくても簡易に得られる。
- ・保全業務の軽減、安全対応・・・人による計測が危険・困難な環境で今までできなかった場所へ簡単設置できる。また、既存設備への設置は工事が省力できる。
- ・正確な振動解析・・・機械振動に重層されてしまったインバータキャリア振動ノイズをカットでき、回転機本来の機械振動を浮かび上がらせた解析ができる。

無線を活用し計測した振動データを基に診断解析PCで機械的異常やベアリング異常についてしきい値判定を行う。さらに、周波数解析により振動成分を分析する。無線振動計測は、現場に設置した送受信機を介して定期的に採取する方法と、携帯端末により現場の点検時に計測する方法がある。

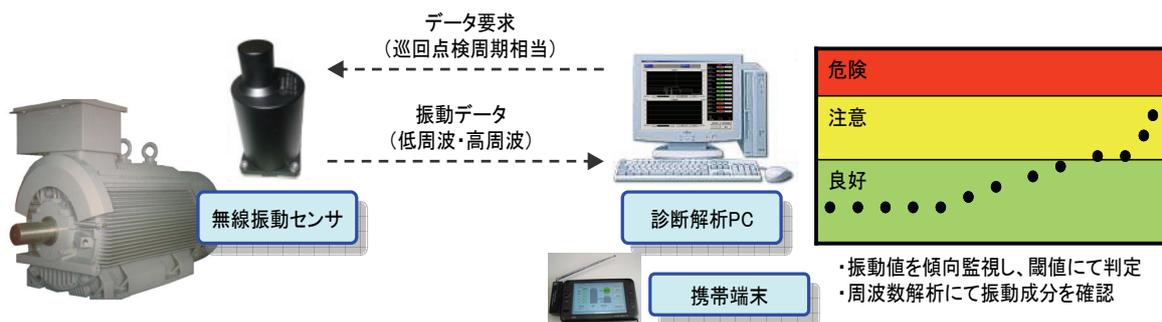


図 4.11.1 無線式回転機振動監視システム概要

ハンディ機を持って定期的に計測する場合、悪環境では困難なことが非常に多くある。センサに無線を活用することにより人が回転機に対して非接触で振動計測ができ、①保守作業が困難な悪環境(危険箇所など)下にセンサを常設することで均一な測定条件での傾向監視が可能(安全・安心管理)、②回転機本体への配線、および、工事が不要で既存設備への追加が容易となる。システム構成概要を図 4.11.2 に示す。

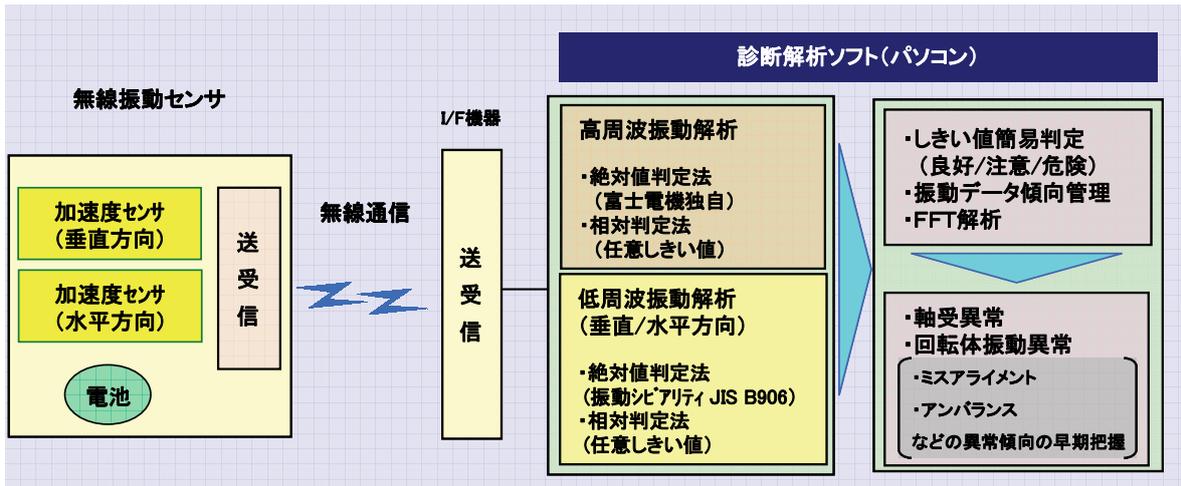


図 4.11.2 システム構成概要

4.11.3. システムの特徴

■ 診断判定方法

1) 機械的振動判定 (低周波振動)

機械的振動の絶対判定の一般的指針である JIS 基準値を予めテーブル搭載し、回転機の定格容量に応じた「良好・注意・危険」の判定をする。またこれは、ユーザの設備毎に特有な環境条件に対応する閾値を持つことができる。ほかにも、相対判定法による設定項目も用意し、設備環境に合せたきめ細やかな運用が可能である。

2) 軸受け振動判定 (高周波振動)

軸受け振動の異常判定は、多くの経験より得られている本商品独自の絶対判定基準Q値を適用している。Q値はグリス不足やベアリングのキズの二つの異常傾向を同時に判定することができる。右図の実験例のように、軸受部のグリス不足の状態では振動計測すると、Q値の傾向が右肩上がりになるのが顕著にわかる。注意レベルの段階で処置すれば予防保全対応が可能となる。

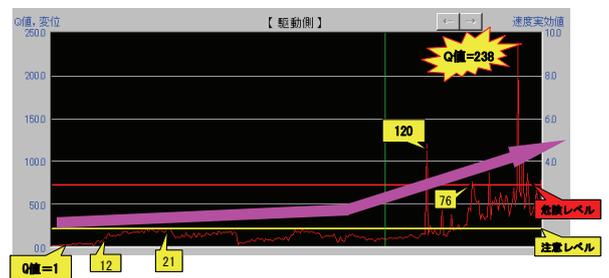


図 4.11.3 ベアリング焼付けにおけるQ値傾向の事例

■ インバータキャリア振動ノイズのカット機能

インバータ駆動している電動回転機では、インバータキャリア振動ノイズが回転機の機械的な振動に重畳されるため、本来の機械的な振動を得るのが困難になることが非常に多くみられる。このキャリア振動ノイズを本機特徴である機能でカットすることにより、回転機本来の振動が得られ、正しい診断が可能となる。

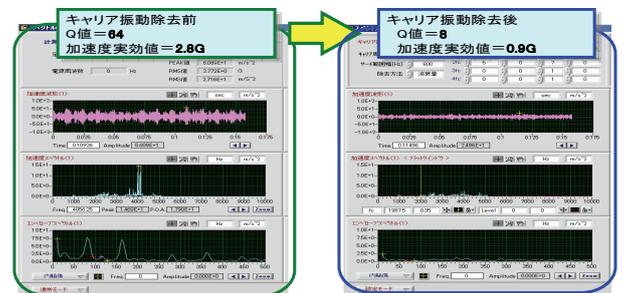


図 4.11.4 インバータキャリア振動ノイズの除去事例

<参考文献>

- [1] 富士時報 「無線式回転機振動監視システムの適用拡大」 2011年1月
- [2] オーム社 新電気「電気設備の活線状態診断:回転機軸受状態監視」2011.01 富士電機システムズ
- [3] 電気学会 金属産業研究会「無線化を図った回転機簡易振動診断システム事例」 2010.03.19

4.12. 商品化事例(9) 電機設備の予知保全技術

4.12.1. はじめに

景気低迷の中で高い信頼性を要求される電機設備が、更新されずに高経年リスクを内在しながら稼働を続けている。電機設備のトラブルは、操業へ与える影響度も大きく、場合によっては、他需要家への波及事故となり社会的影響も大きなものとなる。このため、事故の未然防止としての予知保全技術が期待されている。ここでは、特長ある4つの診断技術(1. 油入変圧器の余寿命診断、2. モールド変圧器の劣化診断、3. 高圧配電盤の絶縁劣化診断、4. 蓄電池の劣化診断)について紹介する。

4.12.2. 油入変圧器の余寿命診断

従来の絶縁紙の劣化生成物(フルフラール量や Co+CO₂ 量)による余寿命推定手法と比べ、構造化ニューラルネットワーク手法を用い、絶縁紙の劣化現象と関係が大きい複数の劣化要因を要素として診断することで高精度な余寿命推定を可能とした。

■ 特長

- (1)変圧器運用中でも診断が可能である。
- (2)複数の劣化要因を要素として診断するため高精度である。

■ 手法の説明

油入変圧器の解体時に採取した絶縁紙を直接分析して得られた平均重合度と絶縁油を分析して得られた測定データと設計諸元データ、使用環境データ(以下、現地採取データ)をもとに、絶縁紙の平均重合度を出力とする入出力関係を構造化ニューラルネットワークで学習させ、診断対象の油入変圧器に関する現地採取データを学習済みの構造化ニューラルネットワークに入力することで、学習した入出力関係に従って診断対象の油入変圧器の平均重合度を推定する。余寿命は、推定された平均重合度から公知の計算手法により算出する。

(社)日本プラントメンテナンス協会 PM優秀製品賞(開発賞)
(社)日本電機工業会 技術功績表彰(発達賞)

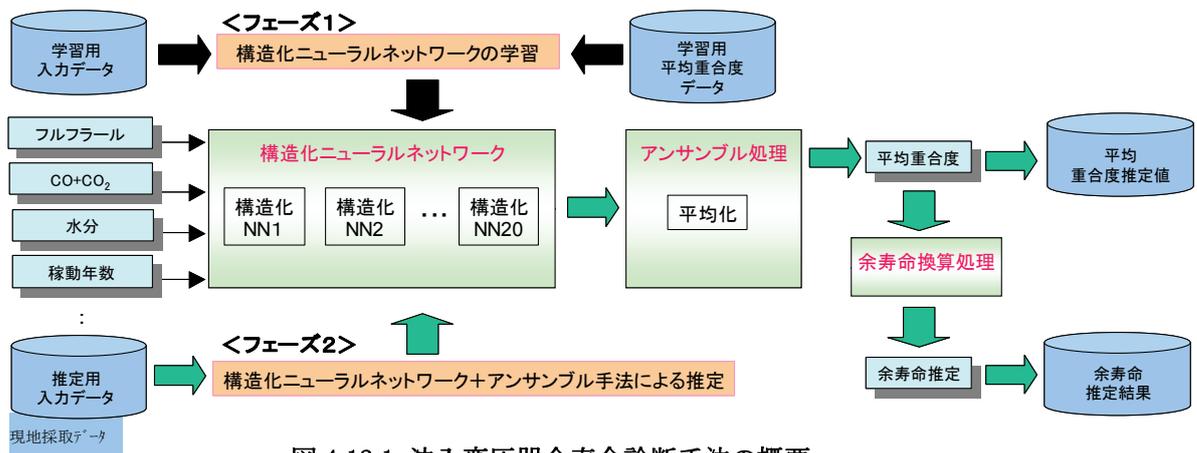


図 4.12.1 油入変圧器余寿命診断手法の概要

4.12.3. モールド変圧器の劣化診断

モールド変圧器の経年劣化を評価する指標として、主な構成部材のモールド樹脂に着目した劣化予知保全技術である。

■ 特長

光反射率を用いたモールド樹脂の劣化診断技術である。

■ 手法の説明

エポキシ樹脂の評価項目として、電気的特性や機械的強度、質量減少がある。なかでも、質量減少は、熱劣化による樹脂の熱劣化(炭化や灰化など)とともに進展する。質量減少値を現地測定可能とするため、樹脂のサンプルを加速劣化試験させて、光反射率を指標とした質量減少値—光反射率の特性マスタを取得した。診断は、このマスタを使用しエポキシ樹脂表面の光反射率を測定し、質量減少値を求める。光反射率測定に際しては、エポキシ樹脂の熱劣化による変化を精度よく判断できるように、近赤外光と複数の可視光の波長を使用して測定する。

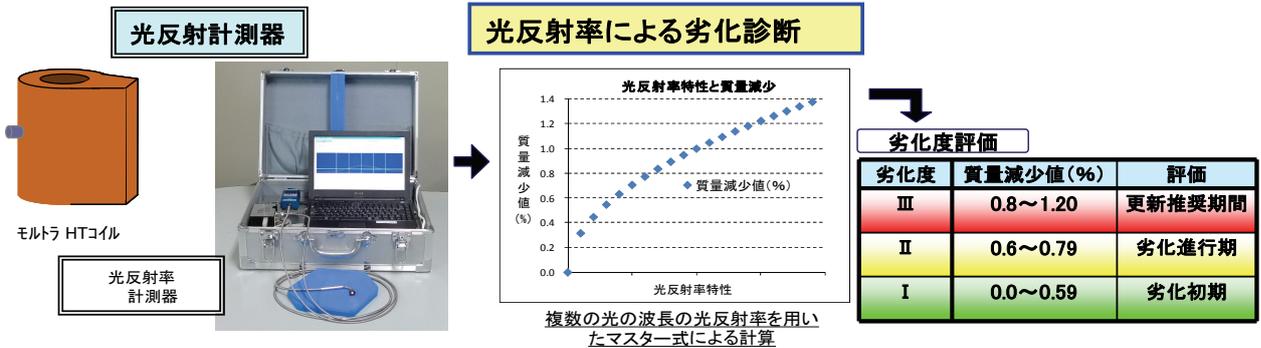


図 4.12.2 モルト変圧器劣化診断手法の概要

4.12.4. 高圧配電盤の絶縁劣化診断

配電盤全体の絶縁低下による部分放電現象をスポット診断ではなく、1 日間のスパンで測定する。このことで、1 日の湿度変化による影響を測定値に反映させ、より信頼性の高い診断をする。

■ 特長

- (1) 部分放電電荷量を測定し絶縁劣化状況を判断する。
- (2) 測定精度を向上させるため、接地線電流を測定する高周波CTと超音波マイクを使用する。
- (3) 部分放電は湿度により変化が生じるため 1 日間程度の間で検出(データ収集)する。

■ 手法の説明

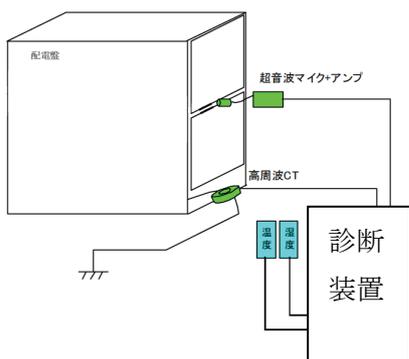


図 4.12.3 高圧配電盤の絶縁劣化診断システムの概要

測定は、盤内で発生する部分放電音を超音波マイクと高周波の漏れ電流を測定するための接地線に設置した高周波CTで検出する。

診断装置は、部分放電の検出信号を一定時間ごとにサンプリング収集する機能とノイズカット機能、電源位相、湿度との関係を自動記録する機能を有している。

4.12.5. 蓄電池の劣化診断 バッテリ短時間放電診断装置「BSC」

瞬時の停電も許されないデータセンタ・ネットワークセンタなどの情報制御機器の停電保護や、停電時の操作電源・駆動電源を供給確保するために、無停電電源機器(UPS)や直流電源装置が多用される。これらの装置には数多くの蓄電池(バッテリー)が格納されている。蓄電池が寿命となった場合の交換は、全数

を一括交換することが一般的であり、その費用は高額なものとなっている。交換の判定に際しては、従来は経年的な判断で一斉交換することが多く、保全費用低減が叫ばれて久しい昨今、高い費用を支払う理由付けには物足りない。

そこで蓄電池の一つひとつに対し、明確な判断基準で交換支出の理由付けをすることが資源配分の見地から重要になる。また、メーカー公称期待寿命に達していなくても、個別の不良・劣化進行によりいざ停電バックアップのときに機能しないアクシデントもあるが、その課題に対しても明確な予知ができれば装置の性能が十分に発揮される。このような課題を解消する診断サービスを紹介する。

■ 特長

- (1) 蓄電池(バッテリー)使用中でも測定可能である
- (2) セル単位で診断でき、診断結果がすぐにできる

■ 手法の説明

蓄電池 1セル毎に行う診断では浮動充電電圧の測定や内部抵抗測定の手法がある。これらは手軽であるが微小電圧の変化を計測する必要があり、計測時の接触抵抗などで誤差が大きくなることが多い。ここで紹介する診断手法 BSC は次のとおりである。

蓄電池は、電流を流すと電圧が若干下がるが、劣化(容量低下や内部抵抗上昇)した下がり方が大きく、この特性を利用する。蓄電池の容量に応じた電流を 500m 秒程度放電させ特性を得る。大電流というマクロ的なデータなので接触抵抗などの誤差に左右されにくく、精度がよく特性を得ることができる。蓄電池にダメージを与えることなしに、1セル毎の短時間放電特性で診断が可能である。また、鉛、アルカリなど蓄電池の種類、バッテリーメカは選ばない。また、1セル当たりの瞬時放電なのでバッテリーを使用中状態で1セルずつ全セルの診断が可能である。診断中に無停電電源装置(UPS)などの負荷システムに影響を与えることは無い。直近3年間で4500システム、67万個の蓄電池を診断している。特許第3213910号(バッテリー診断装置)

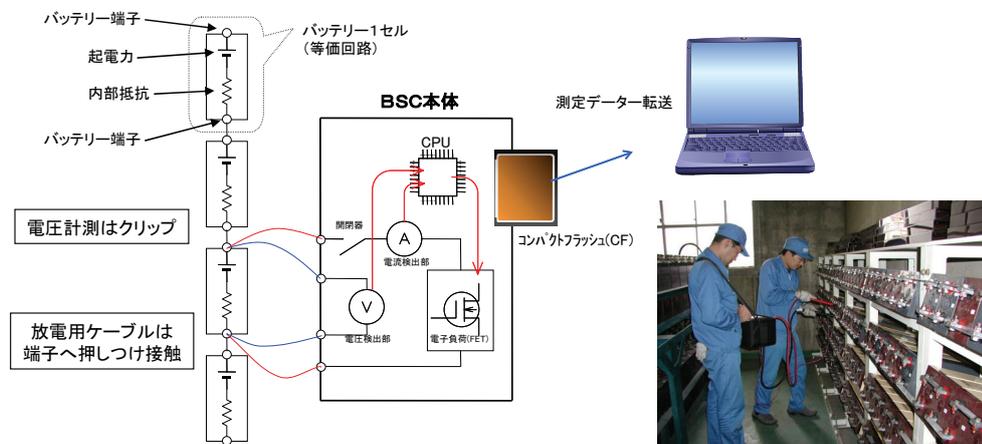


図 4.12.4 蓄電池の劣化診断手法の概要

<参考文献>

- [1] 富士時報 2008年5月 第81巻第3号
- [2] 富士時報 2005年11月 第6号
- [3] 日本電気技術者協会 電気技術者「制御電源設備の保全と管理」'02 No.9 富士電機システムズ
- [4] 計測技術 '03 9月「電源設備におけるバッテリー劣化診断」富士電機システムズ

4.13. 商品化事例(10) エンドポイントセキュリティ対策サービス

4.13.1. はじめに

プラントの正常な運転を阻害するものに事故・災害がある。一般にこれらは爆発・火災等を伴い外形上の変化が現れる。最近はこれとは別に、外形上の変化は伴わなくても正常な運転を継続できない状態を引き起こすことが報告されている。いわゆる「コンピュータ・ウイルス」や「サイバー攻撃」である。これらも、対応を誤ると事故や火災等の災害につながる可能性がある。

制御システムは限られた機器構成、専用のハード機器、専用の通信バスで構成された閉じられた世界で運転されていたが最近の技術革新により、インターネットによる機器の接続やマンマシンインタフェース機器の汎用化が進んでいる。これらに伴い、外部のネットワークに接続されていない環境で稼働している制御システムでもコンピュータ・ウイルス感染被害が報告されている。コンピュータ・ウイルス感染の要因としては、USB メモリの安全管理・運用が行われていないこととコンピュータ・ウイルスが巧妙・強力化した新種のコンピュータ・ウイルスが増加していることが挙げられる。

そのほとんどは USB メモリを経由し感染しており、工場の操業に影響を与えたり、復旧に時間を要するものがある。セキュリティ対策は最弱点がどこかを探り対処することが重要でありセキュリティ対策はコンピュータ・ウイルスの脅威から資産を保護する対策である。

4.13.2. 多層防御

効果的な対策は複数のセキュリティ対策を組み合わせる必要がある。図 4.13.1 に多層防御の概念を示す。多層防御によって、一つの層が破られた場合でも他の層で防御するためより強固に資産を守ることができる。

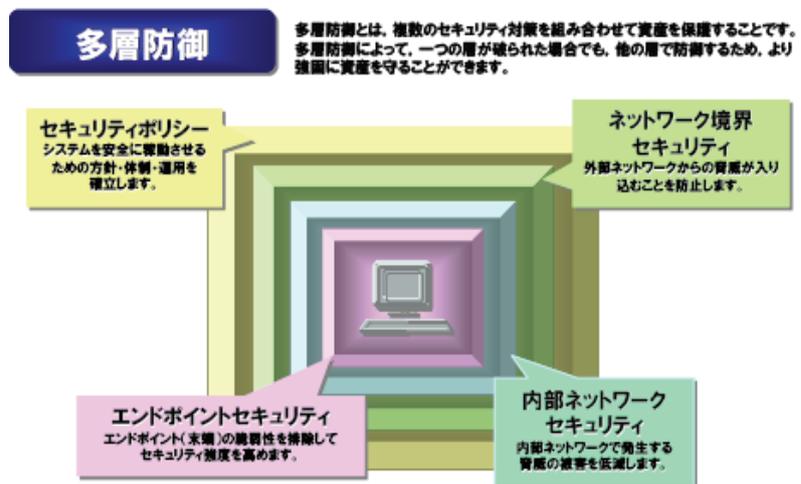


図4.13.1 多層防御の概念

- ①セキュリティポリシー:システムを安全に稼働させるための方針・体制・運用を確立する。
- ②ネットワーク境界セキュリティ:外部ネットワークからの脅威が入り込むことを防止する。
- ③内部ネットワークセキュリティ:内部ネットワークで発生する脅威の被害を低減する。
- ④エンドポイントセキュリティ:エンドポイント(端末)の脆弱性を排除してセキュリティの強度を高める。

セキュリティ対策は技術面・運用面・管理面と多角的な対策が必要である。コンピュータ・ウイルスは日々進歩しているため100%安全な対策を取ることはできない。コンピュータ・ウイルス感染の可能性・リスク・影響等を重要度別に分け、技術的にどこまで対策をするかあらかじめ決めておかないといけない。さらに万が一、コンピュータ・ウイルス感染が起きた場合どう対応するかを含めて総合的な対策を決めておくことが大切である。コンピュータ・ウイルス対策は一時的な対応ではなく、ライフサイクルにわたり継続して取り組むことが要求される。制御システムをコンピュータ・ウイルスの脅威から守るためには Windows PC や Windows Server などのエンドポイント(端末機器)を保護することが最も効果的である。エンドポイントセキュリティ対策サービスは、Windows PC や Windows Server のコンピュータ・ウイルス感染リスクを低減し、制御システムの健全性の維持をライフサイクルで支援するサービスである。

4.13.3. エンドポイントセキュリティ対策サービス

図 4.13.2 がエンドポイントセキュリティ対策のサービス体系である。

(1) コンピュータ・ウイルス検査サービス

コンピュータ・ウイルス感染の有無を専用ツールで検査する。検査対象機器 (Windows PC や Windows Server など) は一時的にオフラインとし、USB ポートを使用してコンピュータ・ウイルス検査する。本検査を定期的に行うことで制御システムの健全性を確認することができる。

(2) USB ポートロックサービス

コンピュータ・ウイルス感染経路の一つである USB ポートを物理的・論理的に使用制限し、感染経路を遮断する。具体的には下記の項目を実施する。

- ①通常使用しない USB ポートを鍵付きキャップで物理的に塞ぐ。
- ②Windows PC や Windows Server などの内部設定を変更し、USB 接続の補助記憶装置を認証できなくする。
- ③AUTORUN プログラムの自動実行を禁止する設定を行う。

(3) 不正プログラム対策サービス

あらかじめ許可されたプログラムのみを実行可能にすることで、悪意のあるプログラムや不正プログラムの実行を抑制できる。セキュリティパッチが適用できない、または適用が困難な Windows PC や Windows Server などのセキュリティリスクの低減に有効である。コンピュータ・ウイルス検査サービスを実施し、Windows PC や Windows Server などの健全性を確認したうえでの適用となる。

(4) 不正プログラム対策サービス

コンピュータ・ウイルス検査サービスで健全性が確認された状態で、ハードディスク構成情報や OS を含むディスクイメージ全体を外部メディアにバックアップする。万一の、ハードディスクの故障やコンピュータ・ウイルスに感染した場合の復旧作業時間が大幅に短縮できる。

(5) セキュリティ対策維持サービス

セキュリティレベルを維持するには定期的なチェックとメンテナンスが必要である。セキュリティ対策維持サービスは、定期的な下記の点検を行う。

- ①USB ポートロック対策維持確認
- ②不正プログラム対策有効性確認

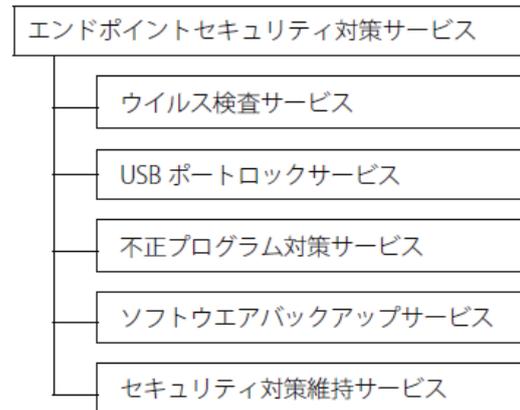


図4.13.2 エンドポイントセキュリティ対策サービス体系

4.13.4. 注意事項

- (1) USB ポートロックサービス実施後のウイルス検査サービスおよびソフトウェアバックアップサービスを実施する際は、一時的にポートロックを解除する。
- (2) 不正プログラム対策サービスはウイルス駆除を目的としたものではない。不正プログラム対策を解除した場合、不正なプログラムが実行される場合がある。
- (3) 不正プログラム対策実施後に、新たなプログラムをインストールまたは実行する場合は、不正プログラム対策を再構築する必要がある。

4.13.5. おわりに

USB は小型、大容量であり差すだけで使用できることもあり、安易に使用されている。USB の安易な使用はネットワーク境界セキュリティの保護外になる。便利さに流れず、制御システムでもセキュリティ対策を実施し、セキュリティ対策した機器以外の使用を制限することが大事である。

<参考文献>

- [1] 独立行政法人情報処理推進機構セキュリティセンター
IPA テクニカルウォッチ『新しいタイプの攻撃』に関するレポート」<http://www.ipa.go.jp/about/technicalwatch/pdf/101217report.pdf>
- [2] 横河電機株式会社 エンドポイントセキュリティ対策サービス GS43D02T30-02

4.14. 商品化事例(11) ホスト診断:統合機器管理パッケージ“PRM” *1

4.14.1. はじめに

プラントを構成する装置や設備などのプラントリソースを財産の視点で管理する EAM (Enterprise Asset Management) に対して、機器や装置の状態をリアルタイムで管理する PAM (Plant Asset Management) はフィールドバスの普及、診断技術の進歩により重要な役割を担っている。従来、保守員の勘や経験に頼っていた保守作業を情報技術に置き換え、機器や装置のリアルタイム一元管理を可能にするのがホスト診断 (PC 上の診断) と PAM の仕組みである。

■ 保全業務への情報技術導入のために

プラントの保全業務では作業場所が主にフィールドであり、作業内容も人間の五感の利用も含む点検、工具を用いた物理的な調整・修理などが主体である。したがって、フィールド機器データを電子化して扱うこと、さらにはデータから導出した情報をITにのせることは稀であった。しかし、近年になり状況は変化している。フィールド機器のインテリジェント化が進んだ結果、機器は内部に豊富なデータを持つようになり、さらにフィールドバスの普及によりこれらデータを外部から容易にアクセス可能になった。また、機器のインテリジェント化は計測・制御以外の機能、特に診断機能が積極的に実装され、診断結果を利用した保守業務が進んでいる。

■ 診断とそのオンライン化

診断とは種々のデータを収集・解析して対象の状態を判定し、結果をしかるべき手段で通知するという一連の行為である。例えば、バルブの診断を行う場合、

- 1) 外観検査やバルブ開閉動作を実施
- 2) パッキン磨耗、プラグ劣化等を推定
- 3) 診断結果の関係者への連絡

を行う。多くの診断ツールが提供されているものの、診断の運用に人が介在している限りは、診断対象の拡大や診断頻度の向上には限界がある。

オンライン診断とは人の介在なく自動的・継続的に診断を行うもので、前記1)～3)のすべてを自動化することが目標である。これには、フィールド機器と機器管理システムの密接な連携が必要である。特に3)に関しては種々のオンライン診断が発生する診断メッセージを統一的な形式に整えてから人に向けて配信することが、機器の調整などその後の保守作業を適切に行うために重要である。

4.14.2. 統合機器管理パッケージPRMのオンライン診断サポート

■ オンライン診断実現の機能要素

オンライン診断の実現には診断対象に関するデータ収集を行うセンシング機能、得られたデータに対して診断アルゴリズムを適用し判定を行う診断エンジン機能、診断結果を人に伝えるメッセージ生成・ハンドリング機能の3つの機能要素が必要である。例えば、測温抵抗体の断線検出の場合は、抵抗体にかかっている電圧と流れている電流の測定(センシング機能)、電圧/電流の計算により抵抗値を算出し健全範囲と比較して異常と判断する機能(診断エンジン機能)、断線発生場所や発生時刻をつけて人に分かる形式

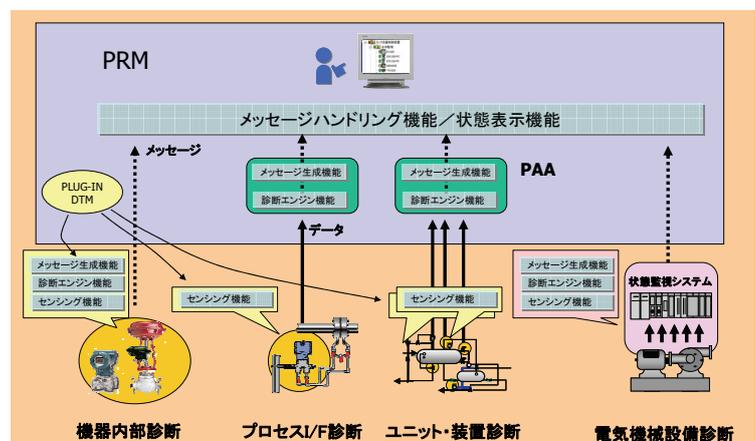


図4.14.1 オンライン診断の機能要素と実装場所

*1 PRM(Plant Resource Manager) は横河電機(株)の登録商標です。

で通知する機能(メッセージ生成・ハンドリング機能)の組合せで実現される。種々のオンライン診断を実現させるためには前記の3つの機能要素を適材適所で実現する必要がある。極力多くのオンライン診断を実現し、さらにその診断情報を一元的に把握することを目的に、PRMではカバー範囲を柔軟に選べる構成としている。図 4.14.1 にこの様子を示す。図の下段は診断対象の分類、矩形は診断機能要素の実装場所を示している。メッセージハンドリング機能と状態表示機能は常にPRMに実装されるが、診断エンジンやメッセージ生成機能の実装場所は診断対象によって異なる。以下、順に説明する。

機器内部診断

前記の测温抵抗体の断線検出やフィールド機器内部の電子回路の故障検出などが該当する。センシング、診断エンジン、メッセージ生成機能ともに機器に実装され、PRMはメッセージハンドリング機能を担当する。フィールド機器の診断エンジンが動作するに際してはモードや条件などの設定が必要になる。一般に機器の持つユーザインタフェースは限られているため設定にはPCが利用される。PRMではリモートにある機器の設定変更に関して、PLUG-IN 及び DTM (Device Type Manager) と呼ばれる組み込みプログラムでの実施をサポートしている。

プロセスインタフェース診断

機器自体ではなく機器とプロセスが接する部分の診断を指す。例えば、差圧伝送器にオリフィスの圧力差を伝達するために用いられる導圧管を対象に、そのつまりを微小な圧力の揺動から検出する診断などがこれに該当する。プロセスインタフェース診断は必ずしも機器内部だけで実現できるとは限らない。アルゴリズムが複雑なために機器の持つプロセッサではパフォーマンスが不足する場合や、診断に長期トレンド情報が必要な場合などが存在する。このためにPRMでは診断エンジン機能を持ち、機器が一次処理したパラメータを利用してさらに複雑な診断を行う仕組みを準備している。つまり、診断の例では数年に及ぶトレンドをPRMに持たせ、これを利用することで徐々に進行するつまりを検出する。

ユニット・装置診断

機器単独で行う診断の範囲はその機器が持つセンサからの情報を利用するものに限定される。これに対して複数機器にまたがる情報を利用すれば、より広い範囲を対象にした診断が実現可能である。例えば、バルブ開度と流量の相関を用いればバルブプラグ部のエロージョンやコロージョンを、また、熱交換器のような装置の入出力流量、圧力、温度などを測定できれば伝熱効率の低下や細管破断などを診断することができる。この場合にはセンシングのみをフィールド機器で行い、診断エンジンを利用する。

電気機械設備診断

タービンやコンプレッサなど特別に重要な設備には専門メーカーの診断システムが設置されている場合がある。例えば、振動監視システムは専用のセンサと診断実行ハードウェア、その設定や状態表示のためのHMIを合わせてシステムとして提供される。PRMはこのようなシステムからの情報も受け入れて、メッセージハンドリング機能でこれを解釈して人に伝える機能を開発中である。これによりすべての診断情報の一元管理を行うことができる。

4.14.3. 今後の展望

1970 年代、80 年代とプラント設計・運転に関わった技術者がリタイアしていく中でこれまでに培った保全技術が継承されずに失われようとしている。PRMは、機器情報を長期に保存することで時間・空間を越えた設備情報の共有化を可能にするものであり、ビジネスロジックをPRM上に構築することで技術伝承としても活用ができる。今後、機器や装置の診断情報の統合に加え、保全知識の統合プラットフォームとしての進化を目指して行きたいと考えている。

<参考文献>

[1] 松本 浩平、他:「統合機器管理パッケージ“PRM R3.0”」 横河技報 2007 年, Vol.51, No.2

4.15. 商品化事例(12) 設備管理システム:「e-メンテ」システム

4.15.1. 状態監視保全の動向について

国内の各業界では、自由化や自主保安の考え方が進み、生き残りをかけた保全革新の波が急速に押し寄せて来ている。これに合わせて規制緩和も進み、原子力発電設備に見られるように設備管理レベルに応じてプラントの効率的な運用や長期連続運転を可能とする条件が整いつつある。そこで設備の長期安全性維持とともに修繕費抑制と技術的管理要求の両者を満たす保全システムについてシステムの思想、国内外の導入状況・導入効果を紹介するものである。対象となる発電設備の管理手法については、「保全で儲ける」(競争力を纏う)ことを主眼として適切に現状を分析し、「実現のスピード」を重視して企画運営することの重要性を訴えたい。図にあるように欧米や国内の保全先端企業では計画保全(RBM/RCM/CBM含む)が主流になりつつある中で、変遷も含めいろいろな「保全システム」を紹介するが、とにかく体制や仕組みの再構築に2年も3年もかけられる時代ではないことは明らかである。

いずれにしろ保全活動は「総資産利益率向上」を目的とし設備管理はもとより、エネルギー効率なども含め総合的に資産が生み出す能力の向上を図ることである。それには、生産設備の状態を適切に監視し、その寿命を把握すること、弱点を補修・改善すること、生産効率を高めることが極めて重要である。要は「見える保全」「メリハリのある保全」へのアプローチが最大の課題となる。

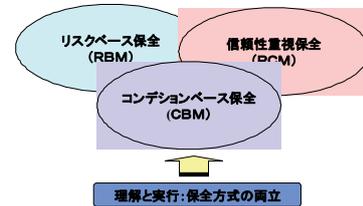


図4.15.1 新たな設備保全の動向

4.15.2. 計画保全(状態監視:CBM化)

①「計画保全システム」といろいろな保全方式への変遷

一般的に「計画保全」といわれるようになった新しい考え方で国内企業各社が保全革新に取り組みだしたのは今から 30 年余り前のオイルショックの最中である。このころ大きな事故やトラブルを多く経験したことで「生産と保全」あるいは「保全と安全」は「車の両輪」という考え方がベースとなった。「計画保全」はいわばメリハリ型ともいべき保全方式であり、「CBM化」(状態基準保全: 予知保全)を基軸にしなが、 「TBM」(時間基準保全: 予防保全)・「BM」(事後保全)もいところ取り入れていこうという考え方である。「CBM化」が中心となったことで、そのTOOLとして「設備診断技術」「保全情報管理技術」が積極的に取り入れられた。

また、「CBM化」の定義を「設備の状態量の把握は計測器を用いて・・・」とすることで「設備診断技術」は急速に進歩し、振動診断や非破壊検査はもちろんAE(アコースティックエミッション)などの数多くの「センシング技術」が飛躍的に向上した。

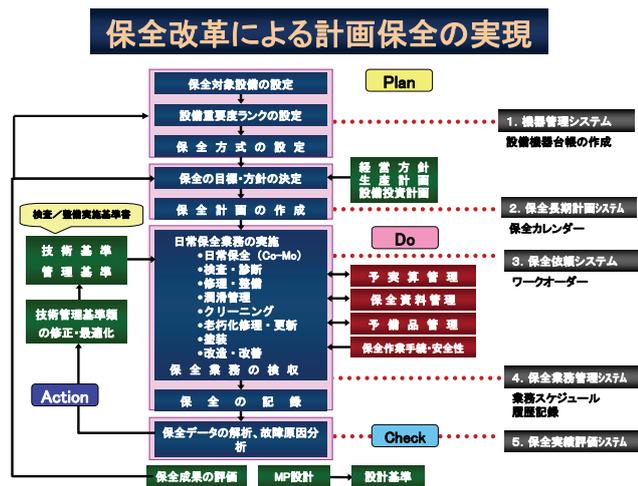


図4.15.2 保全改革による計画保全の実現

保全充実プログラムの推移

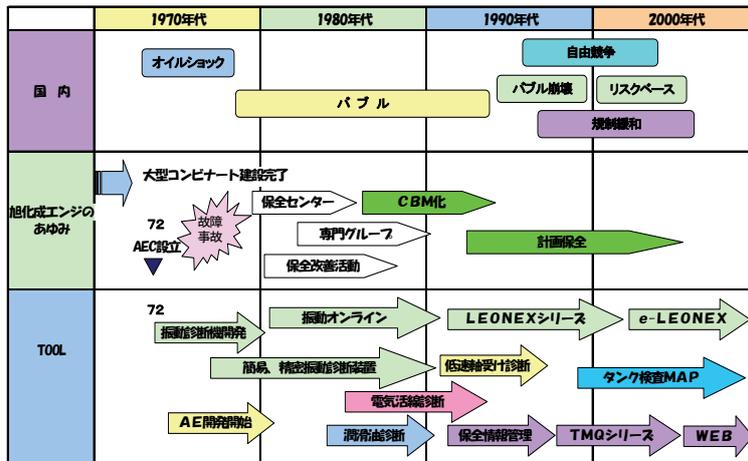


図4.15.3 保全充実プログラムの推移

②状態監視のTOOLと活用法

現在、振動診断や潤滑診断、赤外線サーモグラフィなど多くの状態監視のためのTOOLがフィールドで使用されるようになってきたが、必ずしも保全方式(CBM)を支える役割を担っていない場合が多く見受けられる。

それはTOOLを支える仕組みが整っていないためで、このようなところでは保全基盤からの立て直しが急務となる。これまで大小いろいろな業種について保全再構築支援のためのコンサルテーションを行ってきたが、多くが、すでに設備診断の機器や保全情報管理のTOOLは整っている場合が多い。

これを生かす仕組みを考える。あるいはコンサルを行う立場からいえばこれらをいかに実用的に提供するかが課題となる。ここでは振動診断に関するTOOLを紹介するがオフラインで行うにしても、オンラインで常時監視を行うにしても検出できることはもちろん、できないことをよく理解し、補完技術も含め保全全体の仕組みの中で生かしていくことが重要であると考え。

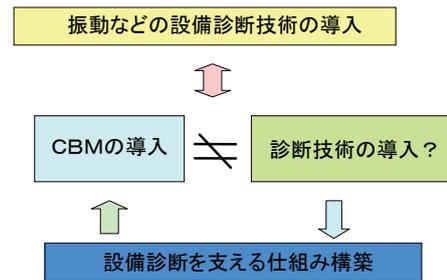


図4.15.4 設備診断を支える仕組み

AECの「e-メンテ」システム

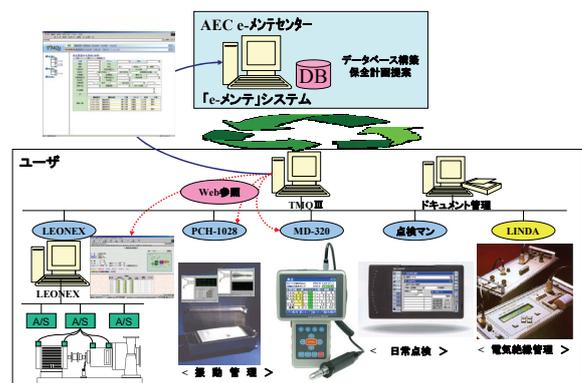


図4.15.5 AECの「e-メンテ」システム

<参考文献>

[1] 日笠 久和:「設備管理システムの紹介と課題」旭化成エンジニアリング(株)

4.16. 商品化事例(13) 組み立て加工ライン向け“あんどん”型保全管理システム

4.16.1. はじめに

近年の製造工場は、生産の機械化・自動化が進みより一層の生産性向上のため、高性能な生産設備が使われている。これら設備は機能が充分発揮でき停止を極小にすることが求められており、設備故障が生産活動に与える影響は大きくなっている。したがって、生産設備の保全管理は、従来の事後保全から事前に処置対策ができる予防保全が非常に重要である。

PA(プロセスオートメーション)の現場では中央監視システムが多く浸透しているが、組み立て加工ラインのような FA(ファクトリーオートメーション)の現場では大規模な場面を除き集中監視化、それを活用した管理がやり切れていないことがあり、リアルタイムでの設備の稼働管理、故障予知が難しいことがある。これらの保全管理システムを導入する際は都度、仕様をつめながら一品ずつ手作りされていることが多かったが、これらを簡単・安価に実現するためパッケージ化した予知保全活動に有効な商品を紹介する。

4.16.2. 保全管理システム「@E.Terminal for PM」

■ 保全管理システムとは

保全業務とは次の①～⑤流れで業務を実施し、生産設備の健全化を図ることにより安定した生産活動を継続することである。

- ①点検／整備計画の立案 ②点検／整備の実施、故障復旧の実施
- ③点検／整備の実績収集、故障の実績収集、設備状態把握のための設備診断
- ④実績・履歴情報の分析 ⑤点検／整備計画の見直し

この保全管理システム「@E.Terminal for PM」(アットイーターミナル)は②～④の業務負荷を軽減し、効率的な保全業務を支援する。

■ 特徴

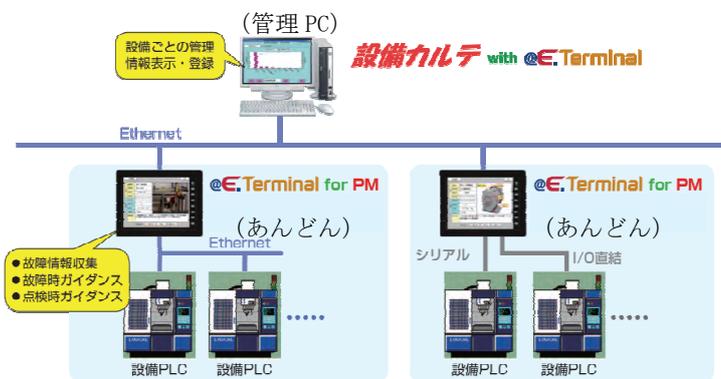
パッケージ化されたハードウェア／ソフトウェアにより、次に挙げることが実現できる。

- ・設備毎の点検・故障履歴の見える化 ・点検作業ガイダンスによる点検作業の均質化
- ・設備毎の点検・故障状況のわかる化 ・故障復旧ガイダンスによる復旧時間の短縮化

収集端末は、生産設備との接続後、簡単な設定・登録作業で設備稼働情報が取り出せる。また、管理PCは、オラクルなどの専用データベースが不要なため、特別な知識が無くても扱えるように考えられている。つまり、すぐに／簡単に／低価格で提供できることを特徴とし、今ある生産設備への簡単適用にも主眼が置かれている。また、安全コントローラ、安全コンポーネントとの融合も容易である。

■ システム構成

図 4.16.1 にシステム構成を示す。生産設備からの稼働情報/故障情報などの実績収集と、設備故障時の復旧方法または、点検時の点検方法のガイダンス表示など“あんどん”の役割を担うのは「@E.Terminal for PM」である。既存設備からの情報収集は、Ethernet 通信・シリアル通信・I/O ハード結線など生産設備に応じた選択が自由である。生産設備の点検／整備計画の作成と、



点検実績や故障実績から設備状態の定量的指標管理の役割を担うのは、「設備カルテ with @E.Terminal」で

図 4.16.1 システム構成

ある。これにより、設備からの実績の収集統合と管理指標の作成を効率的に行うことができるとともに、豊富なパッケージを使い充実した指標データの分析や、予知保全につながる設備診断業務ができる。これらの結果は生産ラインに設置した“あんどん”で見える化し活用する。

4.16.3. 代表的な機能

■ @E-Terminl for PM

①点検計画通知・点検作業ガイダンス機能

設備カルテで作成された点検スケジュールは、収集端末に転送され、計画日時に到達すると点検実施の催促表示を行う。また、点検一覧から、点検設備画像、点検箇所、点検手順を示す点検作業ガイダンスを表示し、確実かつ速やかな点検作業をサポートする。さらに点検作業終了時は、担当者／処置工数／コメントなどの報告を収集端末から簡単に入力できる。



図 4.16.2 点検計画通知



図 4.16.3 点検作業ガイダンス

②故障発生通知・復旧作業ガイダンス機能

生産設備の故障信号を最大400点までリアルタイムで監視することができる。故障発生時にはアラームアナウンスとともに、発生設備名・故障箇所の表示を行う。故障発生時には、故障設備画像、故障箇所、復旧手順などの適切な復旧ガイダンスを表示し、確実かつ速やかな復旧作業をサポートする。さらに故障復旧後、担当者／処置工数／コメントなどの報告を収集端末から簡単に入力できる。



図 4.16.4 故障発生通知



図 4.16.5 復旧作業ガイダンス

■ 設備カルテ with @E-Terminl

①点検/整備計画作成機能

保全計画に基づき、EXCEL により点検/整備計画を簡単に作成できる。作成された計画は、@E-Terminl for PM へ転送され、現場にある収集端末“あんどん”でも計画の確認ができる。



図 4.16.6 点検実績一覧



図 4.16.7 故障実績一覧

②点検実績・故障実績一覧表示機能

設備単位に、点検計画および点検結果(良否、内容、実施日、実施担当者)が一覧参照でき、点検周期、点検結果によるフィルタで、絞り込みが簡単にできる。さらに、設備単位に、故障発生履歴一覧(発生/復旧日時、故障レベル等)を確認できる。故障レベルによるフィルタで、絞り込みが簡単にできるパッケージなどが豊富に準備されている。

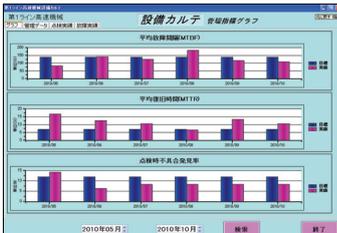


図 4.16.8 MTBF/MTTR 表示



図 4.16.9 設備管理

③管理指標作成機能

設備単位に、平均故障間隔(MTBF)、平均復旧時間(MTTR)、点検時の不具合発見率が指標値と実績値のグラフを表示させ、設備管理画面では、設備台帳情報の確認・修正、管理指標値の確認・修正ができ、故障時間、故障回数、点検回数、点検時の不具合検知数などを表示するパッケージを備える。

4.16.4. 最後に

設備稼働・故障情報の連続的な収集と、そこから得られるデータを分析し、設備の劣化や使用限界に至る時点を予知することが重要であるが、本器は設備情報の収集と豊富な分析機能により、最適な設備更新、部品交換、修復の保全計画の立案を支援し、予知保全(故障の未然防止)に役立てることができる。

<参考文献>

[1] 計装 4月号 工業技術社「保全ガイダンス機能と設備カルテ機能によるCBMの実現」/富士電機システムズ(株)

4.17. 商品化事例(14) テキストマイニング「レクシオン プロ」

4.17.1. はじめに

製造設備の操業やメンテナンスといったものづくりを支える業務は、対象となる設備と長年付き合ってきたベテランが体得したノウハウなくしては成立しえない。

一方、要員の異動や新人の育成といった事態に対処するためには、これらノウハウを形式知化(≒マニュアル化)することが必須であり、その取り組みが連綿と継続されてきている。

近年になり、あらためて技術の伝承が問題となっているが、これは従来からの考え方ではカバーしきれない暗黙知という種類のノウハウがあることが知られて来たためである。

形式知化しやすいノウハウとは、一般的に定常作業として位置付けられる種類の作業であり、これを手順書化することは比較的容易である。一方、マニュアル化が困難なノウハウとは、状況依存性が高くケースバイケースの判断が欠かせない非定常作業に関するものだと考えられる。

すなわち、製造業において今後の技術伝承を着実に進めるためには、この状況依存性の高い非定常作業をいかにして整理・伝承するかがポイントになってくると考えられる。

■ テキストマイニングとは

昨今の IT の進歩は、多量の情報を蓄積し流通させることを容易にした。これは情報洪水といわれる状況をもたらし、多量の雑多な情報のなかに重要な情報が埋没してしまうという思わぬ落とし穴を発生させているのは周知のとおりである。

データマイニングとは上記のような状況を前提として、もはや人間の手で十分に解析することができない規模にまで肥大化したデータベースから意味のある情報を取り出すための技術である。(Mining=発掘する)

テキストマイニングとは上記のデータマイニング手法の一種であり、定型化されていない文章の集まりを自然言語解析の手法を使って単語やフレーズに分割し、それらの出現頻度や相関関係を分析して有用な情報を抽出する手法である。

4.17.2. 「レクシオン プロ」の概要

本技術は人工知能分野の最新技術を適用して開発されており、大量のテキストデータを分析して重要語を抽出し、これをベースに各テキストデータの内容を把握して層別分類する処理を計算機で自動実行する。

■ 重要語抽出処理

「レクシオン プロ」が搭載している処理エンジンは、東大/大澤教授(システム創成学専攻)らが開発した重要語抽出アルゴリズム「キーグラフ」である。重要後抽出における本アルゴリズムの最大の特徴は“出現頻度が少ない重要語”を効率よく探索できる点にある。

一世代前のアルゴリズムでは、出現頻度によって各単語の重要度を判断していたが、この考え方では「稀にしか出現しないが、文脈上重要な位置付けの語」を見逃してしまうことが解ってきた。「レクシオン プロ」では、「キーグラフ」を搭載することによってこの問題に対処している。また、本ツールでは重要語を共起度(同時にひとつの文章に出現する度合い)を利用してペアで取り扱っている。重要語を単独で扱う手法ではデータの文脈を踏まえた解析は難しいが、本法によりある程度文脈の内容を把握した状態で文書データ群を取り扱うことが実現されている。

■ 分類処理

最初に行うのは、各文書データに含まれる重要語のリストアップである。この結果は、各文書データを特徴付ける情報(=特徴量)として扱うことができる。この特徴量を各文書間で比較し、「似たような特徴量を

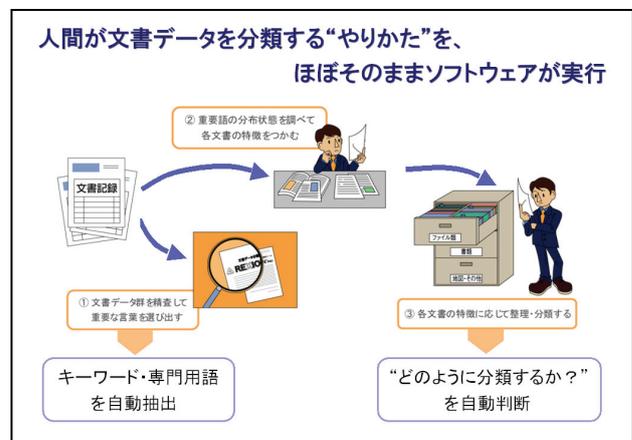


図 4.17.1 テキスト処理概要

持つデータは同じグループに所属させる」というシンプルなルールで各文書を仕分ける。さらにこの処理過程にて、各分類グループのラベル情報も自動付与される。

予め分類指針を決めることなく多量の文書データを自動分類する技術は本法の他にも存在するが、ラベル情報の自動生成は本製品が持つ特徴のひとつであり、特許も取得している。この技術により分類結果をマップの形に見える化し、データ全体の姿を直観的に把握することが可能となった。

具体的な処理内容の詳述は避けるが、この処理を高速に行うために記号処理、およびグラフ理論と呼ばれる数学的手法が適用されている。

4.17.3. 設備保全への適用

設備保全業務では、電子化された情報として定期保全記録、突発対応記録、補修記録といった文書データが保安全管理システムに蓄積されていることが多い。

これらの記録を分析して「保守が必要となる状況—そのときの処置内容」というルール (If~Then~ルール) の形に整理することが可能である。

メンテナンスという状況依存性の高いノウハウは、状況をキーとして整理することによって関係者間での理解・共有が容易になると考えられる。さらに、保全作業内容の分類結果と各種の指標 (対処日付、補修費用、ライン停止時間、対処工数等々) との相関性を見える化することで、「特定の保守作業が、一定時期に集中発生」、「ある設備の機器が、同種の不具合を定期的に繰り返している」といった現場の状況を客観的に把握することも可能となる。

このようなデータ活用の結果として、保全作業の効率化、低コスト化、予防保全へのスムーズな移行、さらに保全業務の勘所を整理して技術伝承をスムーズに進めることまでが期待される。

4.17.4. 今後の展望

最新の解析技術により、暗黙知として存在する業務ノウハウを既存のテキストデータから効率よく見つけ出し、共有～伝承することが可能となってきた。

ここでの解析ツールは、人間の持つ推論、連想、仮説構築～検証といった高度な情報処理能力を最大限に活かすために、雑多な状態のデータをなるべく直感的に理解できる形に整えるという役割を果たしている。

例えば、膨大なデータで構成される情報空間をマップ化して、全体を俯瞰したうえで重要ポイントを押さえることは、見落としや大局的な方向性を見失う危険を避けるための良い方法となる。

一方、データ解析の“真のアウトプット”は、整理・集約化されたデータから解析者が読み取った解釈結果であるともいえる。この解釈結果をひろく関係者間で共有するための重要なポイントとして、知識工学の分野ではアノテーション (注釈) 情報に注目が集まっている。「レクシオン プロ」には、解析結果とリンクした形で解釈結果をアノテーションメモとして蓄積し第三者と共有する仕組みが組み込まれている。

今後は、知識の抽出～共有という取組みをより強力に支援するため、解析結果の見える化と併せて結果を共有する仕組みについて機能強化を進める計画である。

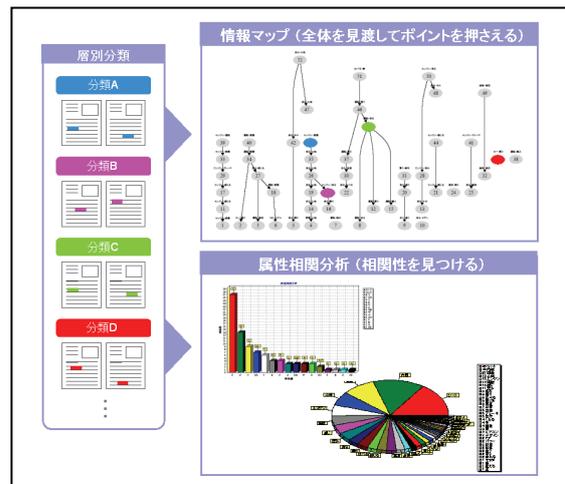


図 4.17.2 情報マップと属性相関分析

<参考文献>

- [1] 木幡真望:最新 IT による“ものづくりナレッジ”の見える化、第 49 回 2006 年度 紙パルプ技術協会年次大会
- [2] 村上英次:産業応用分野に求められるテキストマイニング技術と適用事例、2006 年 12 月 azbil Technical Review

4.18. プラントモデルの安全・安心技術への活用

4.18.1. はじめに

近年、プラント事故の原因の多くは人為的なミスによるものであるという報告もあり、教育や訓練の重要性が高まっている。その取組みの一つとして、プラントのダイナミック・シミュレータを用いて、プラント運転員の訓練が実用化されている。プラントにおけるスタートアップ/シャットダウンおよび異常時などにおける非常操作は、実際に体験する機会が少なく、シミュレータを使った訓練に期待されている。本章では、このようなシミュレータによる事故防止の取組みについて紹介する。

4.18.2. 運転員訓練シミュレータ

プラントのダイナミック・シミュレータは、プラント設計、解析、そして、教育など広く活用されている。中でも、運転員訓練シミュレータは、安全・安心を実現するために、運転員を教育するシステムであり、日頃経験できない事象に対応することにより、プラントの理解を深め、操作方法を確認して、事故を減らすことができると期待されている。シミュレータすなわち仮想プラントを相手に運転員が訓練をするので、シミュレータには実プラントと違和感のない挙動を示すことが要求される。そのため、リアルタイム性と高い精度が要求される。株式会社 オメガシミュレーション製の OmegaLand は、このような特徴を備えたダイナミック・シミュレータであり、以下のような機能をもつ。

①実行制御機能・・・実機 DCS を含むシステム全体の運転を開始したり、休止したりする実行制御のほか、状態を一時的に保存するスナップショット、それを元に戻すステップバック、また、実行のスピードを2倍、4倍と加速、あるいは、逆に1/2倍、1/4倍と減速する機能を持っている。

②初期状態読み込み・保存機能・・・訓練はあらかじめ決められた状態からスタートする。また、途中の状態を保存しておいて、いろいろな操作を試してみることが考えられる。そのために、シミュレータを実行した途中の状態を、初期状態としてファイルに作成しておくことができる。

③マルファンクション機能・・・異常状態や機器の故障を故意に発生させる機能であり、それに対する訓練を行うことができる。

④その他・・・自動運転機能、リプレイ機能、ロギング機能、訓練評価機能、DCS 接続機能などにより、多彩なシナリオに基づく訓練を行うことができ、極めて現実に近い状態での訓練を実現して、また、訓練結果を評価する機能を持つ。

原子力発電プラントでは、その性格上、建設当初から定期的な運転員の訓練が義務付けされており、運転員訓練シミュレータが重要な役割を果たしている。OmegaLand の主要な客先である、石油精製や石油化学の分野においては、コンピュータの進歩によりリアルタイムで精緻なモデルを解くことが可能になり、同時に、高度成長期のプラント建設時を経験したベテラン運転員の定年退職の増加により、運転員訓練シミュレータの重要性が増して、ここ 10 年で高精度なモデルを用いた訓練シミュレータの実用が進んだ。

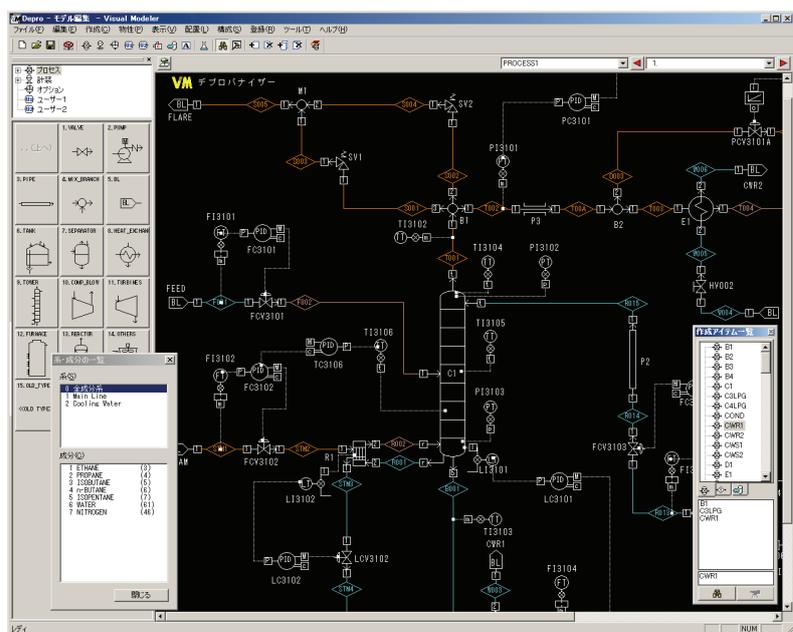


図 4.18.1 運転員訓練シミュレータ

4.18.3. トラッキング・シミュレータ

運転員訓練シミュレータは、ダイナミック・シミュレータをオフラインで活用して、運転員を教育するものであったが、シミュレータをオンラインで作業時に活用することにより、稼働中のプラントの安全・安心を目指す取組みもある。プラントにおける異常状態は、流体の温度、圧力、流量、あるいは、組成など、直接測定した値そのものに基づいて発見することもあるが、複数のセンサ間の関係から、何かしらの異常が起きていることに気付くこともある。例えば、センサ信号のドリフトなど、一見それらしい値を出力していると、センサ単体の指示値では異常が発見できないが、周囲のセンサ情報との関係を見たときに、異常が発見できることがある。また、同じ場所の温度を複数の温度計で測定している場合や、流体の合流や分岐の前後で流量を測定している場合など冗長なセンサが存在すると、それらの関係から異常を発見できる。センサ間の満たすべき関係を表した数式は、プラントモデルであり、プラント全体をこのような方法で監視するには、プラント全体のモデルをリアルタイムで活用することになる。しかしながら、プラントモデルは、定性的には正確なものが開発できたとしても、定量的にも現実に合わせることは簡単ではない。特にある状態では、定量的にも現実に近いプラントモデルを作成できたとしても、動作条件の変更や経年変化により、プラントモデルが現実とずれてくることが多い。

そこで、プラントモデルをリアルタイムで現在のプラントの状態に合わせ込みながら活用する技術が研究されている。ダイナミック・シミュレータを実プラントと同時並行で動かしておいて、センサ情報を取り込み、シミュレータの値とのずれを減らすように、シミュレータの状態やパラメータを徐々に調整して、シミュレータを実プラントに近づける。このようなシミュレータを用いると、センサ間の関係を監視して、異常な状態を発見することができる。また、センサが存在しない場所の温度や圧力などが推定でき、これによっても異常な状態を早期発見できる。さらには、シミュレータを加速実行することにより未来の状態を予測して、異常な状態が起きる前に、事前に予知することができる。今後は、このように、プラントモデルを操業に活用して、安全・安心かつ最適にプラントを運転する技術が望まれる。

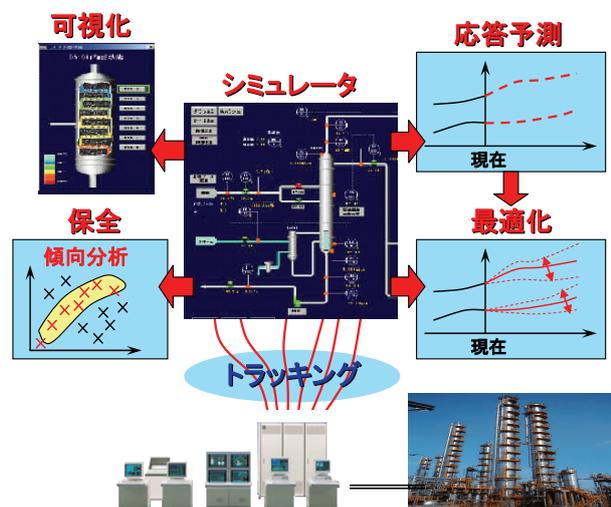


図 4.18.2 トラッキング・シミュレータ

<参考文献>

- [1] 大谷哲也:「オンライン・シミュレータによるプラント操業革新」計測と制御, Vol.47, No.11 (2008)
- [2] 仲矢実, 中林暁男, 大谷哲也:「トラッキング・シミュレータの活用と将来のプラントオペレーションへの応用」横河技報, Vol.52, No.4 (2008)

5. 関連法規制と技術標準化動向

5.1. NAMUR*² Recommendation (ドイツ化学工業会ナムールの提言)

ドイツ化学工業会の NAMUR は、近年のフィールド機器のデジタル計装化に着目し、ユーザの立場から計装システム、機器の診断機能への期待をまとめ、Recommendation (メーカへの提言) という形で要求仕様を策定している。計装機器メーカがその要求仕様に従うことで、メーカ間の互換性、相互運用性の向上が期待できるということで、FOUNDATION™ Fieldbus 協会では NAMUR Recommendation を機器の実現仕様に落とし込む活動を開始している。

■ NAMUR の2つの提言

■ NE91: “Requirements for Online Plant Asset Management Systems”

- 保全情報とプロセス情報の分離
- すべての設備情報の可視化
- 設備状態の簡単な評価

■ NE107: “Self-Monitoring and Diagnosis of Field Devices”

- 診断結果が信頼できること
- すべてのデバイスの診断状態を汎用的な4つに分類
- 機器ごとに故障時の対応は違うため、設定は自由に行えること
- プラントオペレータがこれらの状態を参照可能であること
- 機器専門家(保全担当者)はさらに詳細情報を読み出すことができること

■ NE107 の例(抜粋)

アクチュエータ

優先度	種類	ユーザから見た問題点 (日本語訳)
1	バルブ	シート・プラグ漏れが仕様外れ
1	バルブ	スピンドルとシャフトシールからの漏れ
1	バルブ	スピンドルの変質(磨耗など)
1	バルブ	摩擦の変化
2	バルブ	バルブの固着
2	バルブ	バルブ動作特性の変化
3	バルブ	スピンドルの変形
1	ポジショナ	空気ユニット故障
1	ポジショナ	不適正なポジションセッティング
2	ポジショナ	振動が仕様外
2	ポジショナ	ポジショナ温度異常
3	ポジショナ	湿気の進入

*² ドイツ化学オートメーションユーザによる国際規格団体

流量計

優先度	センサ種類	ユーザから見た問題点（日本語訳）
1	コリオリ	液体中の気泡
2	コリオリ	腐食
2	コリオリ	付着物
1	電磁	液体中の気泡
2	電磁	低導電率
2	電磁	腐食
1	超音波	液体中の気泡
1	超音波	粒子の混入
2	超音波	外部(バルブ等)からの超音波
2	超音波	付着物
1	渦	液体中の気泡
2	渦	外部振動
2	渦	二相流

圧力計

優先度	ユーザから見た問題点（日本語訳）
1	測定範囲外の圧力ピーク値
1	シールダイヤフラムの堆積物と付着物
1	経年変化による特性曲線の変化
1	リーク
1	導圧管つまり
2	腐食、ダイヤフラムの破損
2	取付位置によるオフセット誤差
2	設置高さによる静水圧偏差
2	液体中の気泡
3	シールダイヤフラムの塑性変形

5.2. 欧州におけるサービスレベルの標準クラス分けガイドライン

主だった欧州の各国単位で導入が進んでいるオートメーションシステムのサービスレベルカテゴリを紹介する。

メーカーから提供されるサービスの内容や分類は、企業毎、あるいは同じ企業であっても製品により異なることが多い。企業として提供する製品・システムのサービス提供内容のレベルを標準化しカテゴリー化することにより、利用者がイメージしやすくなる。それをどの企業でも同じように定義付けるものが「サービスレベルの標準クラス分け」であり、サービスの体系化・商品化のスキームである。このクラス分けが正當に導入されると、サービス品質の適正な価格付けや保証が可能となり、ユーザ、メーカー双方にとってメリットがあると期待される。

各国の代表的な協会・団体（各国の電機工業会に相当する組織）が策定し、それぞれの国で多くのメーカーが加入している。

国	主幹協会・団体	名称
フランス	GIMELEC	Service Classes
イギリス	GANBICA	Assessment and Selection of Automation and Control Services
ドイツ	ZVEI	Services in Automation

元々はフランスで策定されたものが他国に展開されたようであり、各国でアレンジされているが、7つのカテゴリーが「0」から始まる点やその定義内容はほぼ同じである。

以下の表にその一部を紹介する。

クラス	内容	
6	ソリューション	<ul style="list-style-type: none"> 操業・保全の一括請負サービス。 運用のための予算計画、運用コンサルテーション、更新計画など。 運転代行、保全代行
5		<ul style="list-style-type: none"> 対象設備関連のサービス 設備毎の保全計画策定。 装置や機器を含むマルチベンダ製品、システムのメンテナンスを一括請負し、実施。
4		<ul style="list-style-type: none"> システム関連のサービス 顧客の一定の要求に応える定型サービスメニューの提供 システムのスタートアップ、検証サービスなど
3		<ul style="list-style-type: none"> アプリケーション特定のサービス アプリケーションの仕様を満たすためのハードウェア、ソフトウェアの運用サポート、変更、助言サービス
2	製品	<ul style="list-style-type: none"> 製品関連の、そしてカスタマイズされたサービス 電話や遠隔診断による技術サポートと遠隔サービス 現場でのサービス 故障解析
1		<ul style="list-style-type: none"> 製品関連の標準サービス トレーニング 保障満期後のスペアの修理、または供給
0		<ul style="list-style-type: none"> 製品関連の基本サービス 基本的なドキュメンテーション 電話によるサポートとカタログ情報

0 クラスはコストがかからないサービスという考えで定義されているようである。サービスクラスはお互いに独立しており、Class3 の提供内容が Class2 を含んでいるとは限らない。

このガイドラインは欧州でのサービス文化に基づいている。

製品の電話での技術サポートが当たり前のように行われていることを想定するが、逆に製品を売ってもサポートをしないような問題・懸念があった場合に、透明性を高め「要求すること」「要求されること」の基準を明確にし、サービス提供者・ユーザが合意の上でカスタマイズすることで効果的に活用可能と思われる。また、製品購入選定のためのベンダ比較の判断にも有益と考えられる。

5.3. その他の標準化活動

NAMUR 以外にもいくつか海外で予知保全技術に関わる標準化の取組みが行われている。

- MIMOSA(Machinery Information Management Open Systems Alliance <http://www.mimosa.org>)
米国の機械設備の診断、保全情報インタフェースを標準化、統合を提言。ISO 13374-1 standard for machinery diagnostic systems を策定している。

6. 予知保全技術の課題と産業界の安全・安心実現への提言

前章までに紹介したように、いろいろな診断技術の実用化、およびその利用を促進するための標準化活動が進められているが、まだ技術普及の課題も残されている。

6.1. 課題

- **診断結果の信頼性**
多くの予知保全技術は直接目視確認できない事象を何らかのセンシング技術で推定するものが多く、必ずしもその検出結果と事象が一致しないことがある。診断結果の信頼性をあげていくためには多くの実証テストを積み重ねることが求められるが、まだその段階に達していない製品も少なくないという意見もある。
- **導入コストと効果のバランス**
新しい技術は、広く普及する前は導入コストが高くなりがちであるが、その導入費用対保全費用削減効果が見合わなければ導入に踏み切れない。高い導入コストが技術の普及を阻んでいるために実証データの蓄積が進まないため、その技術の一般的普及と導入コストが進まないというジレンマの状況がある。
- **診断機器の耐久性、耐環境性**
一般に診断対象とされる装置や機器はプラントの危険領域や屋外に設置されているものが多いため、設置する機器は耐久性、防水性、防爆性などの高い基準をクリアすることが要求される。
- **機能性、操作性**
一般的に製品、機器は多くのユーザに利用してもらい、フィードバックと改善のサイクルにより機能、操作性が向上していくが、導入実績の少ない技術はまだ機能も操作性も発展途上のものもある。
- **実績**
日本のユーザの多くは、現場導入実績のない機器を採用したがる。

6.2. 課題克服のための提言

上記のような多くの課題は、一部の先進的技術者がある程度のリスクを許容し、チャレンジしなければ乗り越えることができない。そのためには、診断機器を提供するベンダだけでなく、それを利用するユーザ、また、プラントの安全を守る法規制を定める行政機関それぞれにやるべきことがあると考えられる。

- **診断機器ベンダの役割**
確立した技術の実用性を高め、より使いやすくするのは、ベンダの責務である。一企業での実用化が難しい場合は、共同で技術を評価する活動や、ユーザとの共同開発など、従来のプロダクトアウト型ではなく、問題解決型(ソリューション提案型)の開発姿勢が期待される。
- **ユーザの役割**
ユーザ側も実用化をベンダ任せにせず、導入効果についての仮説を立て、試験、評価、改善、再試験のサイクルを回す姿勢が求められる。また、単独や1対1の共同開発でありがちな技術の権利化、囲い込みが類似製品の追従を阻み、ひいてはその技術の進化を妨げる場合がある。未熟な技術を育てるためには、複数企業でアイデアを出し合い、技術だけでなく、事例を共有することで完成度を高める努力が必要である。
- **行政機関の役割**
日本のプラントの事情として、安全基準や法令が海外技術の導入を妨げる場合もある。技術の進歩を反映した法令整備や特区制度を活用した技術評価の推進など、関連省庁の協力を得た活動も望まれる。

7. 結び

5年間の調査活動を通して、十分とはいえませんが、予知保全技術の概要と活用のための課題を整理することができた。個々の製品、技術の普及については、それぞれの企業や組織が取り組んでおり、解決されている、あるいはすでに普及が進んでいる技術も増えている。そこで、JEITA という活動組織において、どのような貢献が可能かという点を議論してきた。参加メンバーの認識としては、予知保全技術はプラントの保全現場における技術革新の起点となるにはまだまだ力強さが足りず、製品開発だけでなく、現場での利用技術や用途開発など多面的努力が必要という点で一致した。本報告書が業界、関係者の理解と問題意識を喚起する一助となれば幸いである。

予知保全技術報告書作成委員会（JEITA 制御・エネルギー管理専門委員会）

氏名	所属
油谷 訓男(主査)	富士電機株式会社
木幡 真望	株式会社 山武
小谷 幸生	株式会社 山武
松井 幹雄	富士電機株式会社
正岡 栄進	富士電機株式会社
結城 義敬	横河電機株式会社
大谷 哲也	横河電機株式会社
角口 開道	横河電機株式会社
中島 嘉秀	横河電機株式会社
小鷹 茂	日揮株式会社

商標情報

本調査報告書に記載されている社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。また、本文中で特に言及することが必要な場合は、記載していることがあります。

禁 無 断 転 載

予知保全技術に関する調査報告書

平成24年1月

発行 一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA)
<http://www.jeita.or.jp/>
制御・エネルギー管理専門委員会
〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-1-3
大手センタービル

印刷 株式会社 オガタ印刷
〒102-0072 東京都千代田区飯田橋 1-5-6