

石油化学産業におけるオンライン設備診断システム導入事例

Online equipment diagnostic system introduction case in petrochemical industry

旭化成エンジニアリング(株) 福永 辰也 Tatsuya Fukunaga

The online equipment diagnostic system by the vibration is introduced and has been operated for about 25 years for an important equipment and the equipment with a difficult measurement by the person in the Asahi Kasei group. Moreover, IT (e-E-mail and Web browser monitor) function is added in recent years, and a remote monitor on monitor on Intranet has been achieved, too.

Here, it introduces the idea and the operation case with the online equipment diagnostic system introduction.

Keywords: Vibration diagnosis, Condition Monitoring, Online equipment diagnostic system

1. はじめに

近年、設備の安定運転の確保、効果的なメンテナンス実現の必要性が高まり、CBM(Condition Based Maintenance)の有効性が再認識されてきている。その中でも技術的に多くの実績があるのが回転機器の振動診断技術である。

振動診断は、ポータブル振動診断器を用いて巡回測定にてデータを収集し、パソコンにて傾向管理を実施するのが通常である。一部、重要機器や人による測定が難しい設備に関してはオンライン設備診断機器を導入し、傾向監視・診断を実施する場合がある。当社では、振動によるオンライン設備診断システムを約25年前より開発・運用してきた。近年は、IT(eメール、Webブラウザ監視)機能を付加し、イントラネットにより遠隔モニタリングを実施している。

ここでは、オンライン振動診断・監視システムの概要を紹介するとともに、石油化学でのオンライン導入の考え方、導入のポイントを紹介する。

2. CBM 導入の考え方

2.1 設備重要度ランクと保全方式

当社グループの設備管理は、安全性・トラブルの影響(Risk)の観点から設備重要度のランク付けを行い、その重要度ランクと設備の信頼性を評価することにより、基本的な保全方式・保全周期を設定し、それを基準に定めた保全計画に沿って「計画保全」を実施することを基本としている。以下に、基本的な保全方式とその内容について示す。

①TBM(Time Based Maintenance)管理機器

重要度及びトラブルの影響が大きい機器で、タイム

ベースの保全に加え、運転員による点検、計器による監視、保全員による点検等の十分な監視が要求されるもの。また、法定の開放検査の周期が定められているもの。

②CBM(Condition Based Maintenance)管理機器

運転員による点検、計器による監視、保全員による点検等の高い監視レベルで、異常兆候の早期検知が要求されるもの。尚、必ずしも計器による連続モニタリングが前提の機器のみに限定せず、人による高いレベルの巡視・点検を含む。

③BM(Break-down Maintenance)事後保全機器

化学プラントの多くの機器は、運転員による点検(巡視を含む)は行われており、全くのBMは殆ど無いと言える。従って、広い意味ではCBMに含めてもよいが、ここではトラブルの影響が小さい機器で運転員による巡視のみを基本とするもの、及び狭義の事後保全機器。

2.2 検査方式の分類

検査方式は、大きく定期修理検査に代表される定められた適正周期に従って設備を停止し、その間に検査・診断を行い劣化状況の判定を行う「SDI(Shut Down Inspection)」と運転中に検査・診断を行う「OSI(On Stream Inspection)」に分類される。

OSIは、定められた適正周期に従って運転中に診断機器を用いて設備の検査・診断を行い、劣化状態の判定を行う「定期診断」とセンサ等を設備に取り付けて、設備の稼動状態を常時監視する「OLI(On Line Inspection)」に加え、運転員・保全員が、運転中に五感や簡易診断器を使用して点検・検査が行われ、異常兆候を捉える「Co-Mo活動」に分類される。

設備重要度と保全方式について、回転機械での例を以

下に示す。

設備の重要度ランク	保全方式				検査方式			
	特A	A	B	C	SDI	OSI		
						定期診断	OLI わたり	Co-Mo
回転機器 (モーター含む)	◎	○	○	○	◎	○	※	◎
	◎	○	◎	○	○	◎	○	◎
	◎	○	◎	◎	△	○	○	◎

◎:原則的に実施する ○:部分的に実施する △:まれに実施するものがある
※:積極的に導入

図1 設備重要度と保全・検査方式

TBM 対象機器であっても以下の目的から、特に重要機器で予知技術があり、運転中に事前に異常兆候が把握できるものに関しては、積極的に CBM を適用しており、オンラインモニタリングにより、傾向管理を実施している。

- ① 傾向管理により機械の好調な状態を確認していく事により、点検周期そのものを延長する事ができる。
- ② 傾向管理により機械の異常を早期に発見する事ができ、更に振動診断により異常の原因を明らかにする事が出来るので定修における See-point を明確にでき適切な保修が実施できる。

また、A・B ランク機器に関しても運転中は測定が困難な機器 (ex. 冷水塔ファン、液中ポンプ)、予備器が無い機器 (ex. 冷凍機、攪拌機) に関しては、オンライ

ン対象設備としている。

2. 3 その他の傾向管理システム

当社では、回転機械の重要設備 (特 A・A ランク設備) では異常兆候の早期検知のため、振動診断を基本としたオンライン設備診断システム (e-LEONEX) を導入し、B・C ランク設備は、ポータブル振動診断器による定期的な傾向管理を実施している。また、Co-Mo 支援ツールとして PDA によるデータ入力システムを一部導入している。

3. オンライン設備診断システム

e-LEONEX は、回転機器の振動診断による異常兆候の検出を主たる目的とし、軸振動、温度の他、アナログ信号として様々な設備状態が常時監視可能なシステムである。旭化成グループのフィールドにおける豊富な設備振動診断の実績と、現場で培われたノウハウを生かし、小規模から大規模システムまでお客様のニーズに柔軟に対応するオンライン振動診断・監視システムである。

当社では、1980年代より導入を開始し、旭化成グループをはじめ、以下のプラントに導入実績がある。

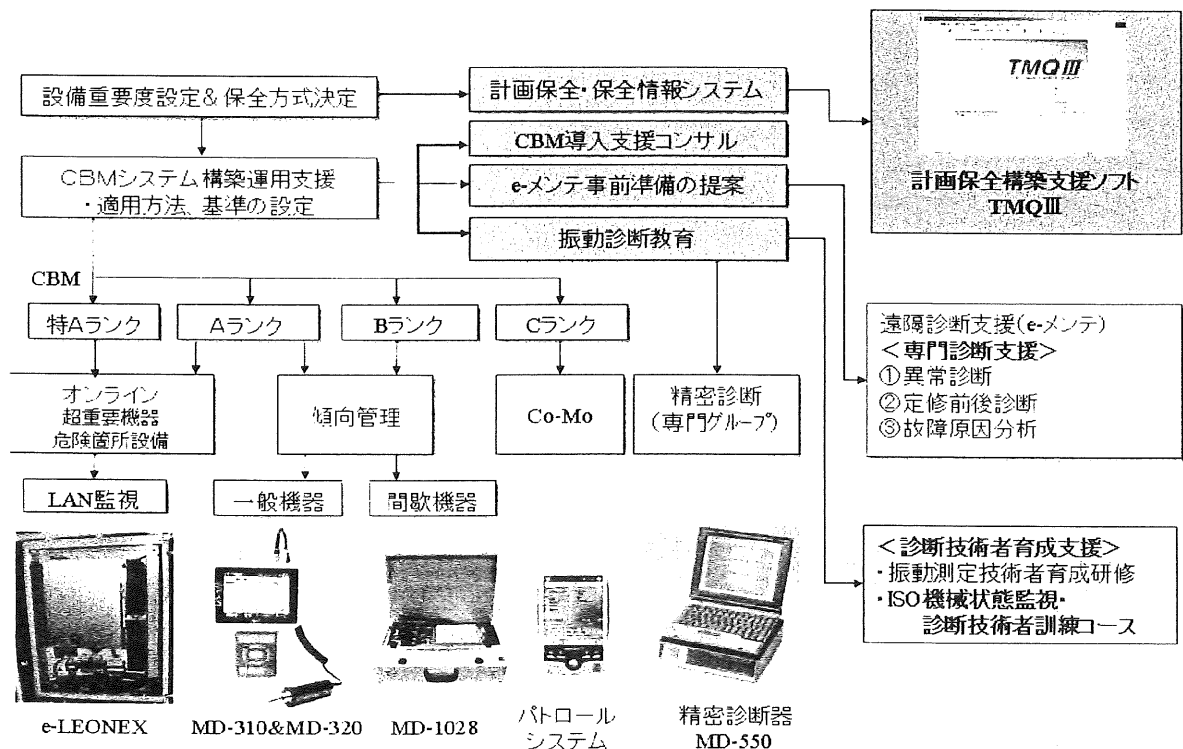


図2 CBM ツールの例

<主な対象プラント>

- ◎自家発動カプラント
- ◎化学（モノマー、ポリマー）プラント
- ◎クリーンルーム空調設備
- ◎セメント工場
- ◎自動車（ casting、塗装、原動力）プラント
- ◎サニタリプラントなど

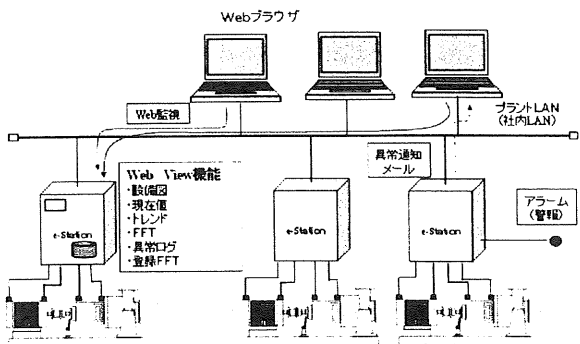


図4 ローカル Web 監視タイプ

3.1 システムの概要

オンライン設備診断システムは、大きくホスト監視タイプとローカル Web 監視タイプに2つに分類される。

(1) ホストタイプ

ホストタイプは、監視対象設備が多い大規模なものに適しており、中央制御室に専用のホストを設ける事で、全ての機器をホストで集中監視できる。また、データの長期保存を自動に実施するので、長いスパンでの劣化傾向の確認が容易にできることが特長である。近年は、IT機能を搭載し、机上のパソコンからいつでもデータを確認できるようになった。しかしながら、ホストPC及び、データベースソフト、ホストアプリケーションソフト等が必要となり、対象機器が少ない場合など導入コストアップの要因となっている。

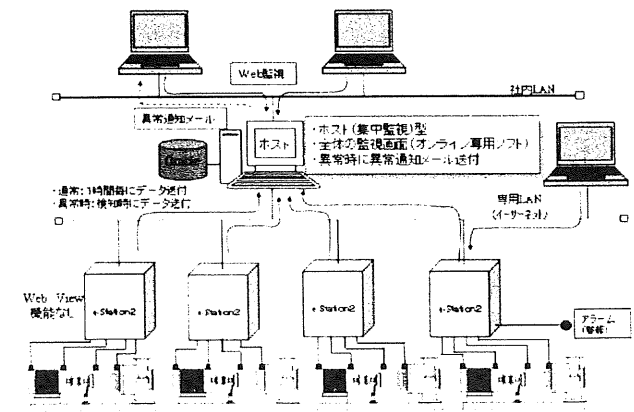


図3 ホストタイプのシステム構成例

(2) ローカル Web 監視タイプ (e-LEONEX Web)

ローカル Web 監視タイプは、各ローカル監視ユニットに Web サーバー機能を付加し、専用ソフトなしで、Web ブラウザにて監視可能な構成となっている。

そのため、専用ホストが不要であり、設備投資費用を最小限に押えて、オンライン監視を導入することが可能となる。但し、状態監視は、ステーション単位になるためエリア単位など小規模な場合に向いている。

3.2 e-LEONEX Web の概要

e-LEONEX の概要を以下に示す。

(1) 主な特長

- ① Web 表示機能により、ホストPCなしでe-ステーション（現場データ収集装置）のみで、どのパソコンからもオンライン監視が可能。
- ② 小規模監視（Web 監視方式）から大規模監視（ホスト監視方式）までシステム構成の変更が容易。（e-ステーションのソフトの更新のみ）
- ③ 監視中に異常が発生するとパソコンや携帯電話にeメールを自動送信、監視室等で警報出力可能（オプション）
- ④ 振動、軸振動、温度、アナログ等、多種の信号を同時に監視可能

(2) 商品仕様

<主な監視機能>

① 機器監視

実際の設備図とあわせて測定値の監視が可能。

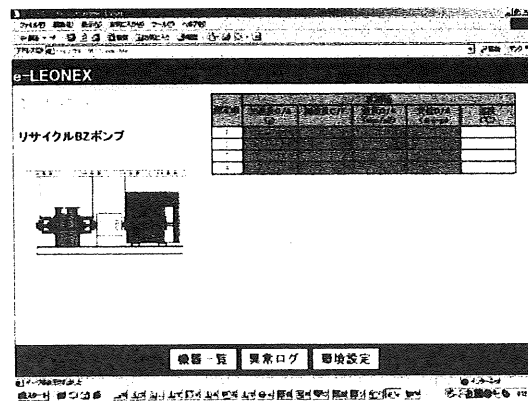


図5 機器監視画面 (例)

- 測定点ごとにポーリングを行いデータ表示。
- 画面右に計測値、状態を表示。

- 表示項目は振動(加速度OA, CF, 速度, 変位), アナログ

② 経時変化グラフ

時間、日時、月次の経時変化グラフを表示します。

- 時間データ表示 (168 時間、最小、最大、平均)
- 日データ表示 (90 日、最小、最大、平均)
- 各データを CSV ファイルにダウンロード可能

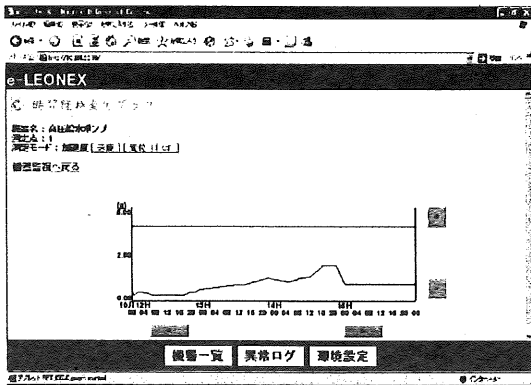


図6 経時変化グラフ画面(例)

③ FFT解析画面

各モードのFFT解析が可能です。

- 400ラインFFT表示。
- 速度、加速度の場合はO/Aを表示。

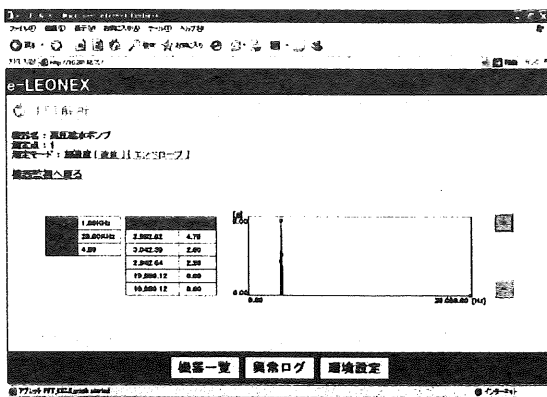


図7 FFT解析画面(例)

<e-ステーション仕様>

e-ステーションの主要な仕様を以下に示す。

表1 e-ステーションの主要な仕様

振動計測	標準: 32ch(Max64ch) センサ感度: 10mV/g (測定モード) ・加速度O/A, Peak, FFT: 1k~20kHz, 0~500g ・速度O/A, FFT: 10~1kHz, 0~500mm/s ・変位O/A, FFT: 10~500Hz, 0~5000μmP-P
温度計測 (オプション)	入力点数: 16chで増設可 センサ: 測温抵抗体 測定範囲: -50~250℃
アナログ計測 (オプション)	入力点数: 16chで増設可 DC: 4~20mA(1~5V)
監視周期	標準: 3分(振動32ch搭載時)
接点入力	運転信号: 8点
出力	AC out: BNC端子チャンネル切り替え 警報出力: ドライ接点8点
一般仕様	電源: 単相AC100V±10%(150VA以下) 使用環境: 温度: 0~50℃ 湿度: 0~90%(結露, 粉塵等なきこと)

(3) 主な用途

従来の対象に加え、以下のような対象に有効である。

- オンライン化の対象である設備が少ない。
- 対象設備が分散している。
- プラントの機器更新・変更の頻度が多い。
- 毎年の小規模な投資により、計画的にオンライン化を実現したい。
- ポータブル振動計による傾向管理にて振動が異常となった設備のテンポラリーオンラインとしての使用。

3.3 オンライン設備診断システム導入の効果

オンライン設備診断システムの導入のメリットとしては、以下の様なものがあげられる。

- ・ 異常の早期検出
 - ・ 異常発生時の迅速な詳細解析が可能
 - ・ 解析結果からの迅速な処置が可能
 - ・ 異常発生時の迅速な運転対応が可能
 - ・ 早期検出により、機器計画停止までの間、状態監視が可能
 - ・ 運転オペレータ負荷軽減(定期点検時間の削減)
- Web化のメリットとしては、異常が発生した場合は、

直接に e-メールで通知され、机上でその内容の確認ができるので、早く確実に現象の確認ができ、素早い対応が可能な体制が構築できた。データの共有化が実現し、設備管理、専門保全の担当者が、パネル室に向いて確認していた傾向管理データをいつでも各自のパソコンから実施できるので、その効率化の効果は大きい。

また、PPP 接続、VPN を利用した遠隔監視機能の利用により、外部より監視が可能となり、従来であれば夜間呼び出しや休日対応となるケースも自宅から設備の状態が確認でき、解析結果からの迅速な処置指示が可能となり、突発対応の効率化が図れるとともに、速やかな対応が可能となった。

4. オンライン運用のポイント（導入支援）

オンライン設備診断システム導入に当たっては、以下のような事が重要となる。

4. 1 オンライン導入時のポイント

(1) オンライン対象機器の仕様調査

オンライン対象機器の設備仕様を調査し、対象となる回転機器の略図、仕様書により、対象となる測定点の回転数、軸径と各軸受の仕様を明確にする。これにより、以下に実施する測定点の設定や管理基準値設定の基礎データとするとともに運用後の傾向管理・診断の基礎データとする。

- ① 機器名称（機器番号）、設備図など
- ② 測定点仕様（回転数、軸径など）
- ③ 軸受仕様（メーカー、型式など）

(2) 測定点の決定

オンライン振動診断に最適な測定位置、測定方向を決定する。図面ベースで設備の構造を確認し、実機により具体的にセンサ設置箇所を決定する。必要に応じ、温度など他の状態検出のセンサ設置を決定する。

(3) 初期診断（初期振動測定）

対象機器の初期診断により、オンライン設置時点での異常兆候の有無を確認の上、初期基準値として当社の絶対判定基準である AMD 基準（旭化成 振動診断基準）を設定する。なお、初期診断にて異常兆候が確認された場合は、精密診断によりその原因を明確にした上、対策実施後、初期基準値を再設定する。

なお、AMD 基準とは、旭化成グループ各社における

回転機械に対する設備診断実施例より作成した約 30 年の実績に基づく振動診断の絶対判定基準であり、化学プラントの他、電力発電所等で多くの使用実績がある。

(4) 基準値再設定

初期基準値として設定した AMD 基準は、一般的な設備については十分に適用可能であるが、設備の特性や基礎も含めた剛性の違いにより、全ての設備に同様に適用できるものではない。よって、オンライン設備診断システム導入後 1 ヶ月をめどに、基礎の状態の確認や 1 ヶ月間の振動値の変化を確認することにより、AMD 基準による管理が適当でないと思われる機器に対し、機器毎の固有の状況に応じた基準値の設定（相対判定基準への移行）を実施している。

なお、相対判定基準とは、同一部位を定期的に振動測定し、正常値（初期値）と時系列の値を比較し、正常・異常を判定する方法であり、概念的には信頼おける方法であるが、初期値（正常値）の決定には、データの蓄積によるノウハウ、精密診断による評価等が必要で、その何倍で異常にするかに関しては経験・ノウハウによる場合が多く、多くの診断実績、経験的が必要となる。

なお、当社ではオンライン導入コンサルティングとして、経験豊富な専門技術者による支援を実施している。

4. 2 オンライン運用時のポイント

オンライン設備診断システムによる状態監視は、単に振動計測をオンラインで行うことではない。保全の PDCA サイクルに組み込んで運用することであり、運用体制の構築が重要である。

運用体制構築にあたっては、診断技術者の育成が重要である。近年は、機械保全技能士（設備診断）のほか、ISO 機械状態監視診断技術者などの資格取得が可能であるが、設備診断においては資格取得に加え、実際の診断経験が重要であり、オンライン設備診断システムにより得られたデータにより傾向診断を実施したり、異常傾向が認められるものに対しては FFT による周波数解析をしたりし、精密診断するなどが重要である。

なお、当社では ISO 機械状態監視・診断技術者訓練コース（カテゴリー I、II、III）の開催の他、診断技術者育成研修として診断実習を含めた診断技術者育成支

援を実施している。また、異常診断、故障原因分析など当社の専門技術者による診断支援も実施しており、運用体制構築の支援の体制を整えている。

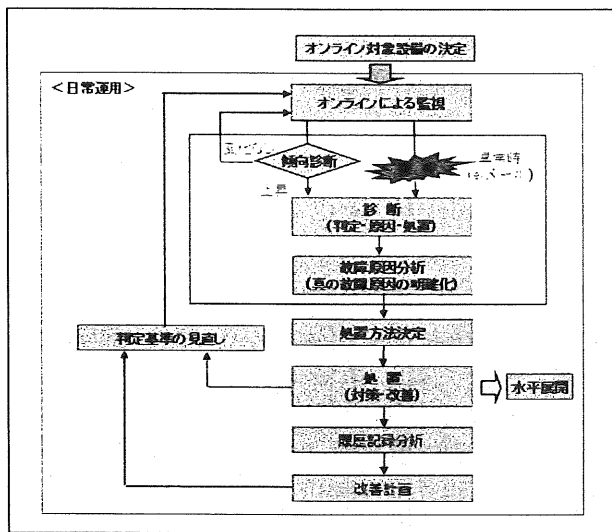


図8 オンライン状態監視フロー

5. おわりに

石油化学プラントは、まさに設備が物をつくる「装置産業」であり、設備管理なくして成り立ち得ない。現在、現場では、設備の老朽化などによる様々な課題・業務を抱える中、熟練した現場オペレータの不足や専門保全員の不足などで効率よく、かつ、高レベルなメンテナンスが要求されるっており、その中でシステムの活用は有効である。当社がオンライン設備診断システムの導入を開始した25年前と比べるとITの進歩には目を見張るものがあり、eメール、Webブラウザによ

る監視機能などをうまく利用することで効果的なシステム運用が可能となった。

しかしながら、オンライン設備診断システムの運用に関しては、センサをどこに設置するか、管理基準値をどのように設置するか等が重要であり、管理基準値が低すぎるとアラームを頻繁に発報し、俗に言う「狼少年」の状態になるし、高すぎる場合はアラームが発報せず、目的である予知保全が実現できないこととなる。

当社では、設備の信頼性の確保・効率化・コストダウンを製造、設備管理、専門保全のそれぞれの立場で議論しながら定修周期延長、メンテナンスコスト最適化などを目標にシステムの導入をすすめている最中であるが、当社の取り組みが多少なりとも参考になれば幸いである。

参考文献

- [1] 安西康治、妹尾始朗、福永辰也，“オンライン設備診断システムの活用実践事例”，Plant Engineer Mar. 2008, pp2-8.
- [2] 福永辰也，“オンライン設備診断システム「e-LEONEX Web」”，日本メンテナンス工業会会報、

連絡先

福永辰也、〒108-0075 東京都港区港南 4-1-8、旭化成エンジニアリング(株)プラントライフ事業部、電話: 03-5462-4607、e-mail: fukunaga.tb@om.asahi-kasei.co.jp

Vol. 19, No. 1, 2008. 4, pp. 18-23.