

回転機器の振動診断サービスについて

佐々木 一人



当社は回転機器の振動診断サービスを 2004 年から開始しており、様々な事象の診断を通して技術力の研鑽を積んできた。

近年では各種学会における学術発表等の外部活動を通して見識を広げるとともに継続的な技術力の向上に努めており、これらの経験から得られた知見は訓練用シミュレータの開発、教育訓練を通して後進の育成、技術や知識の裾野の拡充にフィードバックされている。

本稿では当社が実施する回転機器の振動診断サービスとその活動について紹介する。

キーワード: 回転機器、状態監視、振動診断、潤滑油診断、CBM

1. はじめに

各種プラントの稼働において欠かせない設備となっているのが「回転機器」である。

回転機器の突発的な故障はプラントの生産性に損失を生み出す要因となるため、状態監視を行い異常の発生を早期に検知し対処することが非常に重要となる。

状態監視における最も有効な手段として「振動診断」が挙げられる。振動診断を行うことで回転機器における異常の兆候検知、異常の程度評価が可能となる。また、上手に活用することでメンテナンスコストの削減に繋げることが可能となる。

当社は2004年から振動診断技術を活用したサービスを開始しており、的確な診断と処置提案、学術活動等が各プラントから高い評価を得ている。

本稿では当社の振動診断サービスについて紹介する。

2. 当社の振動診断に係る技術的要件

2.1 振動パラメータについて

当社が実施する振動診断では、いずれのサービスにおいても「振動加速度」と「振動速度」のパラメータを評価して診断を行う。

① 振動加速度

振動加速度パラメータは主に潤滑不良や軸受損傷といった事象の診断に用いる。

潤滑不良や軸受損傷は音響を伴う事象であることから、高周波数帯域が振動加速度の領域となっている。

② 振動速度

振動速度パラメータはアンバランスやミスアライメント、ガタといった回転機器の不均衡に関係する事象の診断に用いる。

回転機器の不均衡は目に見える振動や感触を伴うことから、低～中周波数帯域が振動速度の領域となっている。

2.2 振動診断の評価項目

当社の振動診断においては「振動値のトレンド管理」と「周波数解析」が基本的な評価項目となる。

① トレンド管理

振動測定で採取された「振動加速度（ピーク値・実効値）」と「振動速度」の値を時系列にプロットして管理する手法がトレンド管理である（図1参照）。

トレンド管理を行うことで、対象機器の長期的な振動傾向を可視化することができる。また、「注意判定」、「限界判定」と段階的に判定基準を設定することで異常の緊急性を評価している。

判定基準については ISO により大枠が示されている。当社では機器ごとに振動傾向を精査し、ISO 基準値よりも厳しい判定基準を設定している。また、定期的（2年毎）に判定基準の見直しを実施し、機器の経年変化に則した判定基準を維持している。

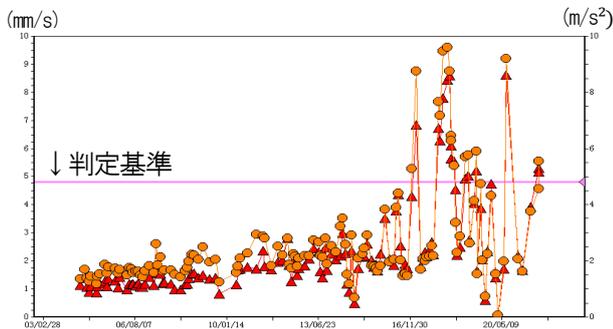


図1 トレンドグラフ

② 周波数解析

振動値の異常判定超過または著しい変化を確認した際には周波数解析を実施して事象原因を診断する。

周波数解析においては、物体の振動量と軌跡を時系列で表した時間波形と、時間波形をFFT処理したスペクトル図（図2参照）を用いる。

精度の高い診断を遂行するためには、振動に関する知識の他、回転機器の構造的知識、論理的（ロジカル）な思考、経験や知見の応用といった多角的な技能が要求される。

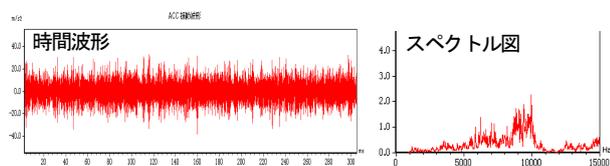


図2 時間波形とスペクトル図

2.3 振動診断実績

当社がこれまで取り組んできた診断事例のうち、代表的な事象を表1に示す。

表1 代表的な診断事例

異常分類	診断事例
軸受異常	横型遠心ファンにおける軸受外輪グリーブの兆候検知[2]
	軸受封入グリスの枯渇に伴う振動異常[1]
	電動機ケーブルワッシャ不良に伴う振動異常[3]
回転状態異常	電動機における雨水および散水の曝露影響調査
	基礎コンクリート老朽化に伴う共振[1]
	発熱に伴う残留応力の解放による電磁振動の増加
	カップリングギアの欠損による振動増加
	ルーツ式プロットのタイミングギア損傷による振動増加
	複数本懸架のベルト駆動機器におけるVベルト緩みの兆候検知[6]
横型据付モータを縦置きに設置した際の影響調査	
基礎の揺動に伴う電氣的振動の増加	

2.4 振動診断に係る資格要件

当社では原子力品質を担保するため、振動測定・診断については「ISO18436-2 準拠 機械状態監視診断技術者（振動）」を資格要件としている。

また、潤滑油分析を実施する担当者は「ISO18436-3 準拠 機械状態監視診断技術者（トライボロジ）」を資格要件としている。

各資格のグレード毎の技術範疇を表2~3の○印にて示す。なお、当社の資格保有状況は表4に示す通りである。

表2 振動診断のカテゴリ区分と技術範疇

区分	測定	評価	指導	設計
カテゴリI	○	△	△	△
カテゴリII	○	○	△	△
カテゴリIII	○	○	○	△
カテゴリIV	○	○	○	○

表3 トライボロジのカテゴリ区分と技術範疇

区分	採取	評価	計画
カテゴリI	○	△	△
カテゴリII	○	○	△
カテゴリIII	○	○	○

表4 当社の資格保有状況（カテゴリIV：0名）

	カテゴリI	カテゴリII	カテゴリIII
振動	1名	2名	1名
トライボロジ	0名	2名	0名

3. 振動診断サービスメニュー

3.1 オンサイト診断サービス

技術者が直接現場に赴き回転機器の現場確認と振動測定作業を実施するサービスである。(図3参照)

測定者は定期的に顧客プラントを巡回し、振動測定器を用いて振動測定および周波数採取を実施する。

振動測定の結果は「正常」「注意」「限界」の3段階で評価する。「注意」および「限界」の場合にはより詳細な現場調査を実施して異常原因の究明にあたる。

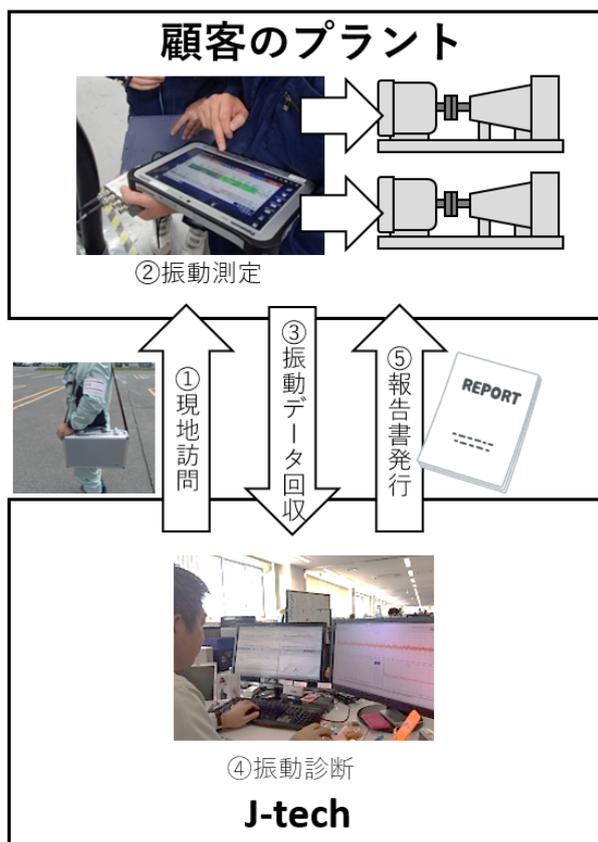


図3 オンサイト診断サービス

3.2 サテライト診断サービス

無線型振動診断システムを用い現地訪問による振動データ回収を行わず、振動測定および振動診断を実施するサービスである(図4参照)。

採取した振動データは 2.4 GHz の無線通信を介してプラント内に設置した親機に一元集約され監視用 PC に保存される。監視用 PC をインターネット回線に接続することで遠隔地や人の出入りが困難な場所に設置された回転機器の状態監視が可能となっている。なお、外部通信が規制されている事業者を対象に、プラント内に完結したシステムの提供も可能である。

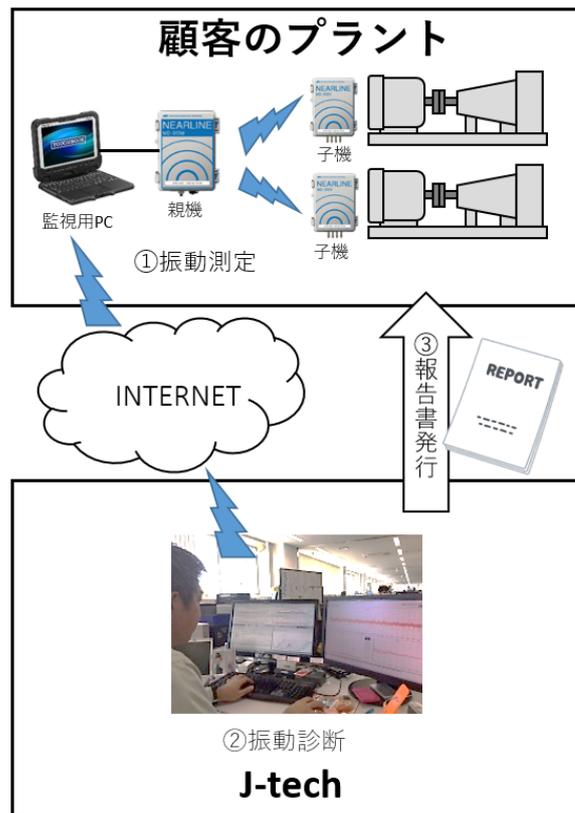


図4 IoT診断サービス

4. 振動診断付帯サービスメニュー

4.1 潤滑剤分析

回転機器の軸受は潤滑油やグリースといった「潤滑剤」を用いることで摩擦による高負荷から保護されている。よって、軸受に損傷が生じた場合には、潤滑剤の性状にも変化が現れる(図5参照)。

本サービスは、回転機器の潤滑剤のサンプリングおよび鉄粉濃度測定を実施し、軸受の損耗状態を評価することを目的としている。

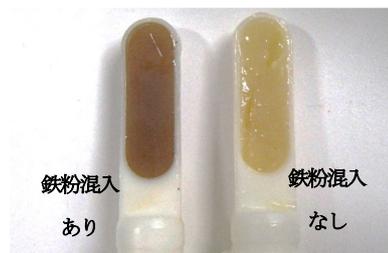


図5 鉄粉が混入したグリース

4.2 軸受分解検証

回転機器で使用されていた軸受を分解し、外観検査や寸法計測から損耗状態の定量的評価を行う(図6参照)。

予め振動診断を実施していた場合には、診断結果との整合性を確認する。



図6 分解した軸受

4.3 振動診断学習用シミュレータ

当社は振動診断技術者および回転機器に関わるメンテナンス要員の育成を目的として、回転機器で発生する異常事象を任意で発生させることができる「回転機器異常振動模擬訓練装置 J-RAV[®]」(図7参照)を開発した。[4]

本装置の販売および本装置をベースにした振動診断学習用シミュレータ製作にも対応している。

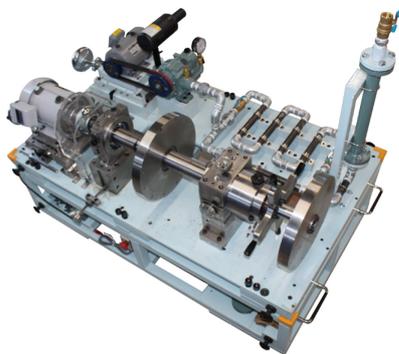


図7 回転機器異常振動模擬訓練装置「J-RAV[®]」

4.4 回転機器の状態監視に係る教育・訓練

当社では振動診断の知識や経験を兼ね備えた振動診断技術者が J-RAV[®] を活用し、回転機器の状態監視技能向上に係る教育訓練を提供している (図8参照)。

本教育・訓練を通して、回転機器の異常兆候を的確に捉えられる状態監視技能の習得を目指している。[4][5]

当該教育・訓練の提供については、社内外問わず受け付けている。



図8 J-RAV[®]を用いた教育・訓練

5. まとめ

振動診断サービスについては、これまでオンサイト診断サービスのための提供となっていたが、無線型振動診断システムを用いる「サテライト診断サービス」の運用整備が整ったことで顧客の要望への幅広い対応が可能となった。

今後は各種振動診断サービスの提供をはじめとして、当社の強みである高い診断技術力と補修技術力の連携体制を基礎としたトータルなメンテナンスプランを提案していくことで、技術集団としての高付加価値の提供に努めていきたい。

参考文献

- [1] 佐々木一人、瀬川佑太、他 “六ヶ所再処理工場における回転機器の設備診断—振動解析による設備診断—”, 日本保全学会 第 11 回学術講演会 要旨集、2014、pp.439-446.
- [2] 佐々木一人、瀬川佑太、他 “六ヶ所再処理工場の横型遠心ファンにおける軸受外輪クリープの振動診断について”, 日本保全学会 第 12 回学術講演会 要旨集、2015、pp.309-314.
- [3] 佐々木一人、瀬川佑太、他 “電動機のウェーブワッシャ不良による深溝玉軸受の早期損傷メカニズムと振動診断”, 日本保全学会 第 14 回学術講演会 要旨集、2017、pp.21-24.
- [4] 佐々木一人、瀬川佑太、他 “回転機異常振動模擬訓練装置 (J-RAV[®]) の開発と活用計画”, 日本保全学会 第 16 回学術講演会 要旨集、2019、pp.601-608.
- [5] 佐々木一人、瀬川佑太、他 “回転機器の異常振動模擬訓練装置 (J-RAV[®]) を活用した状態監視技能向上への取り組み (その2)”, 日本保全学会 第 17 回学術講演会 要旨集、2021、pp.585-588.
- [6] 佐々木一人 “回転機器異常振動模擬訓練装置 (J-RAV[®]) を用いた多本掛けベルト駆動回転機器における V ベルトの緩み・脱落到に係る振動診断の検証”, 保全学 Vol.15・No.3・2016、pp.109-114.



佐々木 一人

(株)ジェイテック
 機械保修部 兼 開発・設計室