

『潤滑経済 7月号』に掲載 ～ ギアボックスの不良診断技術 ～

『潤滑経済 7月号』(株式会社潤滑通信社発行／2018年7月5日)に投稿記事「ギアボックスの不良診断技術」が掲載されました。

◆タイトル：「ギアボックスの不良診断技術」

◆掲載記事：

メンテナンス・インフォメーション TOKYO 2018
プラントメンテナンスショー

【プラントメンテナンスショー活動企画】機械状態監視・潤滑管理による設備管理対策

ギアボックスの不良診断技術

鉄原実業株式会社
海外製品部
加藤 泰章

〒179-0081 東京都練馬区北町7-13-19
TEL 03-3937-0631 FAX 03-3937-1572
E-mail: info@tetsugen.com

1. ギアボックスの診断ニーズとその手法

近年、プラント・工場で運用される回転機械の状態診断への関心が高まっている。この理由として、(1) 少子高齢化に伴う将来的な働き手不足が予想される状況において、従来の現場監視手法以外の要素を取り入れ、設備保全を高度化する必要があること、(2) ネットワークインフラが高度化したことで、情報の集約が容易になったこと、(3) 国内企業が海外企業との競争に勝ち抜くうえで、効率化をもたらす手法に対して積極的な投資意欲が高まっていることの3点が、主に影響していると考えられる。

しかしながら、このニーズの高まりに対し、設備によっては、有効な状態診断手法が確立できていないことがある。その一例としてギアボックスが挙げられる。ギアボックスは、用途・精度・サイズとも様々なアプリケーションが存在する。例えば、自動車変速用トランスミッション、石油化学工場における機油混練・造粒プロセス用押し出し機の減速機、風力発電機の駆動部用増速機、熱交換器用軸流ファンや冷却塔の減速機、遊園地の観覧車の主軸用減速機、等である。

ギアボックスの状態診断のための計測は、過去から継続して、ユーザー、設備保守担当、機器メーカーにより実施されてきた。その主な手法は、潤滑油分析と振動解析である。

潤滑油分析は、その汚染度や油中の鉄粉量を自社で評価する手法、または専門企業へオ

イルサンプルを送付して精密分析を実施してもらうことが一般的である。

汚染度評価は、設備の増設部品であるギアや軸受の摩耗の根本原因であり、オイル劣化を評価するため、究極的な不良早期検知手法と言える。しかし、この手法はすべてのアプリケーションに等しく適用できない。連続運転時間を維持する目的で、多少のオイル劣化を許容しながら運転する設備も数多く存在するためである。

鉄粉濃度評価の場合は、運用が簡単で、コスト面での器材の調達も容易である。反面、採取に配慮が必要なこと、採取箇所によっては振動によって発生した鉄粉が十分に評価できないこと、非鉄の評価が難しいケースが多いこと、がマイナス要素として挙げられる。サンプリングの手間もあるため、採取頻度が少なくなる結果、早期検知手法として不十分な場合もある。

専門企業の分析は最も精度が高く、オイル中のコンタミレベルのみならず、金属粉、その他の微粒子の混入有無が評価可能なため、評価手法としての精度は高い。ただし、採取箇所の問題、人が採取しなければならない問題、委託分析期間によっては早期検知が難しいといった実情が存在する。

振動解析では、加速度信号をポータブル型機器に取り込み、パラメータや波形の出力・保管することが一般的だった。振動傾向を評価することで不良の発現を確認する。マグネット式センサを設置し、所定のパラメータ

【プラントメンテナンスショー活動企画】機械状態監視・潤滑管理による設備管理対策

値や波形を収集すれば良いので、その簡便性から幅広い対象で実施されてきたが、有意な診断ができないケースも確認されていた。その理由としては、①出力が低速回転の場合、軸受にかかる負荷が小さいため、有意な解析が困難なこと、②ギアの噛み合いによる振動が大きく、それにより軸受不良に伴い発生する微小なレベルの振動振幅を、十分に捕捉できないことが多かった。③遊星ギアのような複雑な構造の場合は、さらにその解析を困難なものにしていた。

そこで、低速回転部の不良評価目的で、AE（アコースティック・エミッション）をはじめとする高周波信号への関心が高まった。一般的な加速度の周波数帯域は1kHzから20kHzと仮定すると、AEはそれ以上の50kHzから300kHzを適用する。AEの利点は、バンドパスフィルタを適用することで、低周波振動といったバックグラウンドノイズを除去し、金属の増設に伴う微小破壊や劣化を早期に捕捉できる点がある。しかしギアボックスでは、加速度振動と同様に、ギアの接触による振動がノイズとなり、軸受不良検知が十分に実施できないケースも見られた。

このように従来手法は、ギアボックスの状態評価に一定の効果があったが、十全とは言えず、さらに有意な手法が要求されるバックグラウンドがあった。

2. オンライン振動解析と解析手法 — 何故、早期検知できるのか —

近年はコンピューター性能向上とネットワークインフラの確立に伴い、振動信号を固定周期で自動収集し、データ保管するオンライン型振動システムが普及し始めている。

しかし、大量データを捕捉しても、軸受やギアの不良が検知できなければ、システムとしての有用性はない。1章で説明した通りに、振動計で対処すべき課題は、①低速軸の軸受不良検知、②ギアの噛み合いに伴う振動と軸

受起因の振動の切り分けである。

①に対応するために、100～500mV/g以上の高感度の振動計が使用されることが多い。ただし、高感度振動計は、ノイズもその分増えるために、S/N比が小さくなってしまいう。ノイズを除去するためには、従来の信号処理手法でも適用されたように、特定周波数帯域でのバンドパスフィルタ設定、軸受の場合はエンベロープ処理等が有効である（図1）。またギアの場合は時間同期平均化により、バックグラウンドノイズを除去したうえでFFT変換する手法が一般的である。

さらに重要なのが、サンプリングデータ数（N）である。これは信号処理をするシステム側の性能に依拠するが、従来の遠心圧縮機やタービンで適用されていた1600のFFTライン数に対し、サンプリングデータ数を8倍に増やすことで、12800のFFTラインを実現する必要がある。これにより極めて細かな刻みのFFTが実現可能となる。FFTの刻みが細かくなれば、微小な軸受起因の振動もFFT上に表示され、ギアの噛み合い振動との切り分けも可能となる。つまり、処理量向上でギア噛み合い振動の問題も、ある程度対応が可能となる。

しかし、精緻なFFTが実現できても、診

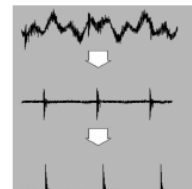


図1 振動信号の変換。上段：未処理波形、中段：バンドパスフィルタ後波形、下段：エンベロープ処理後波形

【本件に関するお問い合わせ】

鉄原実業株式会社 海外製品部

〒179-0081 東京都練馬区北町7-13-19 TEL:03-3937-0631 FAX:03-3937-1572