NEWS　RELEASE

平成28年7月

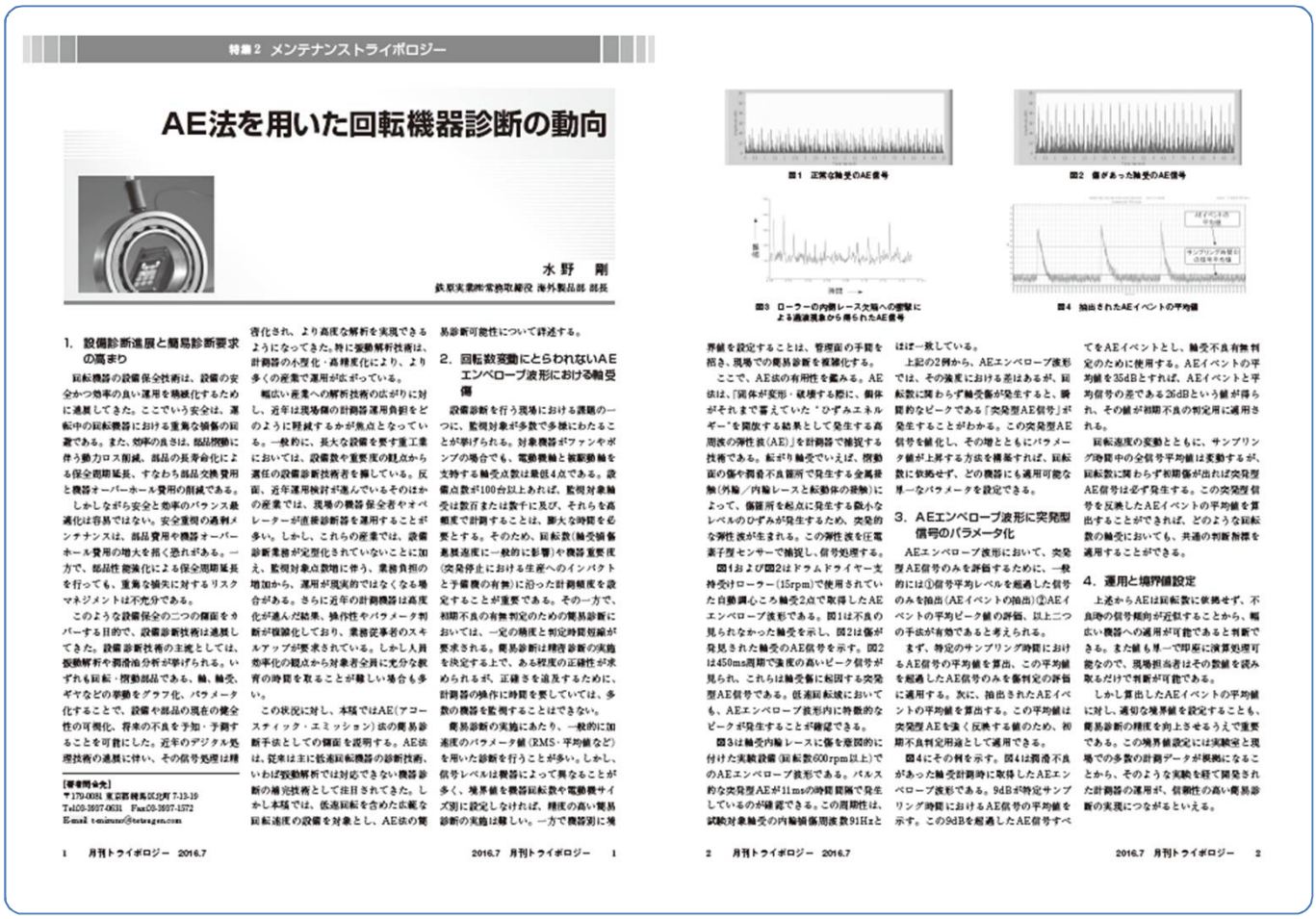
『月刊トライボロジー 7月号』に掲載

～ AE法を用いた回転機器診断の動向～

『月刊トライボロジー 7月号』(株式会社新樹社発行)に、技術論文「AE法を用いた回転機器診断の動向」が掲載されました。

◆タイトル：「 AE法を用いた回転機器診断の動向」

◆掲載記事：



特集2 メンテナンストライボロジー

AE法を用いた回転機器診断の動向

水野　剛
鉄原実業㈱常務取締役 海外製品部 部長

1. 設備診断進展と簡易診断要求の高まり

回転機器の設備保全技術は、設備の安全かつ効率の良い運用を機械化するために進展してきた。ここでいう安全は、運転中の回転機器における重篤な損傷の回避である。また、効率の良さは、部品摩耗に伴う動力ロス削減、部品の長寿命化による保全周期延長、すなわち部品交換費用と機器オーバーホール費用の削減である。

しかしながら安全と効率のバランス最適化は容易ではない。安全重視の過剰メンテナンスは、部品費用や機器オーバーホール費用の増大を招く恐れがある。一方で、部品性能強化による保全周期延長を行っても、重篤な損失に対するリスクマネジメントは不充分である。

このような設備保全の二つの側面をカバーする目的で、設備診断技術は進展してきた。設備診断技術の主流としては、振動解析や潤滑油分析が挙げられる。いずれも回転・摺動部品である、軸、軸受、ギヤなどの挙動をグラフ化、パラメータ化することで、設備や部品の現在の健全性の可視化、将来の不具を予知・予測することを可能にした。近年のデジタル処理技術の進展に伴い、その信号処理は精密化され、より高度な解析を実現できるようになってきた。特に振動解析技術は、計測器の小型化・高精度化により、より多くの産業で運用が広がっている。

幅広い産業への解析技術の広がりに対し、近年は現場側の計測器運用負担をどのように軽減するかが焦点となっている。一般的に、長大な設備を要す重工業においては、設備数や重要度の観点から選任の設備診断技術者を擁している。反面、近年運用検討が進んでいるそのほかの産業では、現場の機器保全者やオペレーターが直接診断器を運用することが多い。しかし、これらの産業では、設備診断業務が定型化されていないことに加え、監視対象点数増に伴う、業務負担の増加から、運用が現実的ではなくなる場合がある。さらに近年の計測機器は高度化が進んだ結果、操作性やパラメータ判断が複雑化しており、業務従事者のスキルアップが要求されている。しかし人員効率化の観点から対象者全員に充分な教育の時間を取ることが難しい場合も多い。

この状況に対し、本稿ではAE(アコースティック・エミッション)法の簡易診断手法としての側面を説明する。AE法は、従来は主に低速回転機器の診断技術、いわば振動解析では対応できない機器診断の補完技術として注目されてきた。しかし本稿では、低速回転を含めた広範な回転速度の設備を対象とし、AE法の簡易診断可能性について詳述する。

2. 回転数変動にとらわれないAEエンベロープ波形における軸受傷

設備診断を行う現場における課題の一つに、監視対象が多数で多様にわたることが挙げられる。対象機器がファンやポンプの場合でも、電動機軸と被駆動軸を支持する軸受点数は最低4点である。設備点数が100台以上あれば、監視対象軸受は数百または数千に及び、それらを高精度で計測することは、膨大な時間を必要とする。そのため、回転数(軸受損傷基礎速度に一般的に影響)や機器重要度(突発停止における生産へのインパクトと予備機の有無)に沿った計測頻度を設定することが重要である。その一方で、初期不具の有無判定のための簡易診断においては、一定の精度と判定時間短縮が要求される。簡易診断は精密診断の実施を決定する上で、ある程度の正確性が求められるが、正確さを追及するために、計測器の操作に時間を要していては、多数の機器を監視することはできない。

簡易診断の実施にあたり、一般的に加速度のパラメータ値(RMS・平均値など)を用いた診断を行うことが多い。しかし、信号レベルは機器によって異なることが多く、境界値を機器回転数や電動機サイズ別に設定しなければ、精度の高い簡易診断の実施は難しい。一方で機器別に境界値を設定することは、管理面の手間を招き、現場での簡易診断を複雑化する。

ここで、AE法の有用性を鑑みる。AE法は、「固体が変形・破壊する際に、個体がそれまで蓄えていた "ひずみエネルギー"を開放する結果として発生する高周波の弾性波(AE)」を計測器で捕捉する技術である。転がり軸受でいえば、摺動面の傷や潤滑不良箇所で発生する金属接触(外輪／内輪レースと転動体の接触)によって、傷箇所を起点に発生する微小なレベルのひずみが発生するため、突発的な弾性波が生まれる。この弾性波を圧電素子型センサーで捕捉し、信号処理する。

図1および図2はドラムドライヤー支持受けローラー(15rpm)で使用されていた自動調心ころ軸受2点で取得したAEエンベロープ波形である。図1は不具の見られなかった軸受を示し、図2は傷が発見された軸受のAE信号を示す。図2は450ms間隔で強度の高いピーク信号が見られ、これらは軸受傷に起因する突発型AE信号である。低速回転域においても、AEエンベロープ波形内に特徴的なピークが発生することが確認できる。

図3は軸受内輪レースに傷を意図的に付けた実験設備(回転数600rpm以上)でのAEエンベロープ波形である。パルス的な突発型AEが11msの時間間隔で発生しているのが確認できる。この周期性は、試験対象軸受の内輪損傷周波数91Hzとほぼ一致している。

上記の2例から、AEエンベロープ波形では、その強度における差はあるが、回転数に関わらず軸受傷が発生すると、瞬間的なピークである「突発型AE信号」が発生することがわかる。この突発型AE信号を観化し、その増とともにパラメータ値が上昇する方法を構築すれば、回転数に依拠せず、どの機器にも適用可能な単一なパラメータを設定できる。

3. AEエンベロープ波形に突発型信号のパラメータ化

AEエンベロープ波形において、突発型AE信号のみを評価するために、一般的には①信号平均レベルを超過した信号のみを抽出(AEイベントの抽出)②AEイベントの平均ピーク値の評価、以上二つの手法が有効であると考えられる。

まず、特定のサンプリング時間におけるAE信号の平均値を算出、この平均値を超過したAE信号のみを傷判定の評価に適用する。次に、抽出されたAEイベントの平均値を算出する。この平均値は突発型AEを強く反映する値のため、初期不具判定用途として適用できる。

図4にその例を示す。図4は潤滑不具があった軸受計測時に取得したAEエンベロープ波形である。9dBが特定サンプリング時間におけるAE信号の平均値を示す。この9dBを超過したAE信号すべてをAEイベントとし、軸受不具有無判定のために使用する。AEイベントの平均値を35dBとすれば、AEイベントと平均信号の差である26dBという値が得られ、その値が初期不具の判定用に適用される。

回転速度の変動とともに、サンプリング時間中の全信号平均値は変動するが、回転数に関わらず初期傷が出れば突発型AE信号は必ず発生する。この突発型信号を反映したAEイベントの平均値を算出することができれば、どのような回転数の軸受においても、共通の判断指標を適用することができる。

4. 運用と境界値設定

上述からAEは回転数に依拠せず、不具時の信号傾向が近似することから、幅広い機器への適用が可能であると判断できる。また値も単一で即座に演算処理可能なので、現場担当者はその数値を読み取るだけで判断が可能である。

しかし算出したAEイベントの平均値に対し、適切な境界値を設定することも、簡易診断の精度を向上させるうえで重要である。この境界値設定には実験室と現場での多数の計測データが模倣になることから、そのような実験を経て開発された計測器の運用が、信頼性の高い簡易診断の実現につながるといえる。

図1 正常な軸受のAE信号

図2 傷があった軸受のAE信号

図3 ローラーの内側レース欠陥への衝撃による過渡現象から得られたAE信号

図4 抽出されたAEイベントの平均値

1　月刊トライボロジー 2016.7

2016.7 月刊トライボロジー 1

2 月刊トライボロジー 2016.7

2016.7 月刊トライボロジー 2

【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