

回転機械系の電流情報量診断システム商品紹介

1. はじめに

振動信号による回転機械の状態診断方法は広く使われている。しかし、液中ポンプ、高温・高湿環境下回転機械、放射能エリア・防爆エリア用回転機械、毒・劇物エリア用回転機械については、振動信号の計測作業が困難であり、有効な診断方法が確立されていないため、新しい診断技術・商品が求められている。

当社は、以上の状況を踏まえ、モータ電流信号による回転機械系（モータと負荷側設備）状態診断技術の基礎研究から商品開発までを行ってきた。統計解析と情報理論を用い、電流信号に含まれている回転機械系の状態情報を十分に抽出し活用することにより、世界初の電流信号による回転機械系簡易診断・劣化傾向管理技術を確立した。精密診断として、高周波電流時系列波形の包絡線処理・解析手法を負荷側設備の状態診断に初めて実現し、また、従来モータ固定子と回転子の状態識別に用いる側帯波解析技術を負荷側回転機械軸系および流体系の状態識別へ適用させた。さらに、包絡線処理・解析、側帯波解析、高調波解析、過渡電流解析の4種類の解析手法を体系化し、回転機械系の状態診断技術商品「電流情報量診断システム T-MCMA (TAKADA Motor Current Multiplex Analysis)」を開発した。現在、当社は本商品に関する特許4件(特許第5733913号、特許第5828948号、特許第5985099号、特許第6017649号)を取得しており、1件出願中である。

本商品は先行性、独創性に優れていると評価され、JIPM2010年度TPM優秀商品賞開発賞を受賞した。

2. 電流情報量診断システムの構成と機能

2.1 システムの構成およびユニットの仕様

図1に示すように、本システムはクランプ式電流センサー、電流計測ユニットおよび解析診断コンピュータより構成される。表1に示すように、電流計測ユニットは12CHの常設タイプと3CHの携帯タイプがある。12CHの常設タイプはオンラインモニタリング機種であり、3CHの携帯タイプは主に回転機械系の状態を定期的に点検する機種である。

電気盤の中に高感度電流センサーを設置し、計測した電流のアナログ信号を電流計測ユニットに転送し、A/D変換を行う。ユニットの中で変換したデジタル信号をUSB または LAN ケーブル経由で解析診断コンピュータに送信する。解析診断コンピュータにより回転機械系の状態監視・診断を行う。

表1 電流計測ユニットの仕様

品名	TMDU-C12	TMDU-C3
サイズ	315×160×120 (W×D×H, mm)	222×130×55 (W×D×H, mm)
電源	AC100V (50/60Hz) 30W	AC100V (50/60Hz) 15W, バッテリー
入力	アナログ 12CH (3CH 同期) デジタル 12CH (無電圧 b 接点)	アナログ 3CH デジタル 3CH (無電圧 b 接点)
計測機能	オンライン/ オフライン	オンライン/ オフライン
設置方法	常設向け	携帯向け
通信方式	USB2.0, LAN100Base-Tx	
仕様環境	温度 0～50℃, 湿度 10%～85%結露なし	



図1 電流情報量診断システム T-MCMA の構成

2.2 システムの診断解析機能

本システムは電流信号から抽出した情報量 **KI** を含めた 8 種類のパラメータを活用することにより、回転機械系の簡易診断と傾向管理技術を確立した。解析診断コンピュータの簡易診断画面を図 2 に示す。各パラメータについて、事前に設定した判定基準と比較し、注意領域に入ると黄色に表示され、危険領域に入ると赤色に表示さ

れると共に、担当者への警報メールを送信する。

精密診断技術では、(1) 電流波形の側帯波解析、(2) 高周波領域電流の包絡線処理解析、(3) 過渡電流値のパターン解析、(4) 電流高調波解析など多種類の解析手法を駆使し、回転機械系の精密診断を可能にした。T-MCMA による各種異常状態の検出性の検証結果を表 2 に示す。

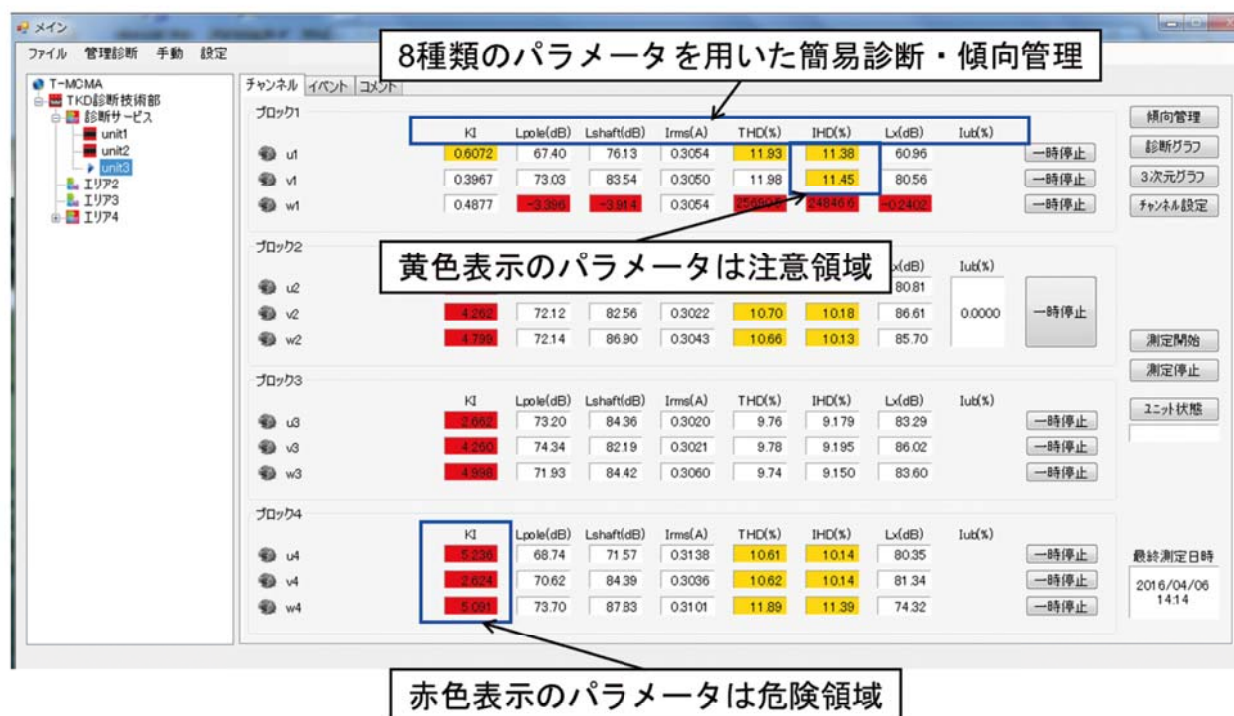


図 2 解析診断コンピュータの簡易診断画面

表 2 T-MCMA による各種異常状態の検出性の検証結果

モータ本体 の異常	回転子	異常項目	パー緩み・折損	回転軸偏心	回転軸 ミスアライメント	回転子 軸受異常
		有効性	◎	◎	◎	○
	固定子	異常項目	スロット異常	巻線異常		
		有効性	◎	◎		
負荷側 の異常	ポンプ	異常項目	カップリング 心ずれ	軸接触、曲がり	キャビテーション	転がり 軸受異常
		有効性	◎	◎	◎	○
	送風機	異常項目	カップリング 心ずれ	軸接触、曲がり	流体系異常	転がり 軸受異常
		有効性	◎	◎	◎	○
	減速機	異常項目	カップリング 心ずれ	歯車の摩耗	転がり 軸受異常	
		有効性	◎	◎	○	

◎：初期から検出可能，○：中期から検出可能

2.3 診断システムの特徴

本システムは振動診断法などの診断技術と比較すると、以下の特徴がある。

- (1) 回転機械の設置現場と関係なく、電気盤にクランプ式電流センサーを取り付けるだけで、信号の計測と状態診断が可能
- (2) モータ本体と負荷側設備と両方の状態診断が可能
- (3) 一般回転機械／流体回転機械／低速回転機械／高圧モータなどの診断に幅広く適用可能
- (4) 無線仮想ネットワークによる多チャンネル遠隔オンライン監視診断が可能
- (5) 機械状態診断だけでなく、インバータの劣化診断、巻線絶縁劣化診断、電源品質モニタリング、過渡電流診断、プロセス診断が対応
- (6) IoT、クラウド対応
- (7) 高額でない初期投資で、オフライン／オンライン／有線・無線遠隔監視診断が可能

2.4 診断システムの適用分野

石油化学：一般回転機械、特に液中ポンプ、キャンドポンプ、塔・槽・炉内回転機械、防爆エリア用回転機械、毒・劇物エリア用回転機械

鉄 鋼：一般回転機械、特に高炉周辺回転機械、熱延ライン・連铸ラインなど高温・高湿回転設備

電 力：一般回転機械、特に火力発電ボイラ周辺回転機械、原子力発電所放射能エリア用回転機械

公共施設：一般回転機械、特に液中ポンプ、トンネルの換気ファン、高温／高湿／有害ガス環境下および断続運転回転機械

医薬食品：衛生面に配慮が必要な生産ライン用回転機械

3. おわりに

本商品は2010年3月に開発した後、2016年3月まで6年間をかけて、石油化学、製鉄、電力、食品、公共施設など多分野にわたり、数十機種、数百台の回転機械の診断に実用され、多くの診断実績を蓄積してきた。同時に研究開発を重ね、診断システムの改善・改良も行われてきた。本商品の信頼性と診断技術の有効性は十分検証されたため、2016年4月から正式に販売を開始した。

今後もお客様のご協力をいただきながら、研究開発を進めると共に、診断システムの異常検出能力と異常識別精度を更に向上させていく所存である。

劉 信芳、馮 芳（技術本部 診断サービス技術部）

参考文献

- 1) 豊田利夫：電流徴候解析 MCSA による電動機駆動回転機の状態診断，高田技報，Vol.20，pp.3-6，（2010）
- 2) 劉信芳，馮芳，河村正樹：電流信号多重解析による回転機械系の状態診断，高田技報，Vol.21，pp.20-25，（2011）
- 3) 劉信芳，馮芳，河村正樹：駆動モータ電流情報量多重解析による回転機械系の監視診断，日本設備管理学会誌，Vol.24，No.4，pp.36-41，（2013）