

遠隔監視データを用いた空調熱源異常検知ツールの開発

Development of a tool which uses remote monitoring data to detect abnormalities in the air conditioning heat source

(土木建築部 建築設備・エネルギー G)

(Building Facilities Engineering Group, Civil and Architectural Engineering Department)

建物の空調熱源設備の異常運転や不具合の傾向を早期に把握するために、空調熱源設備の運転データを自動で分析することができるツールを開発した。このツールについて、当社事業場での過去データの使用により性能を検証した。

In order to quickly assess abnormal operation and defects in the air conditioning heat source equipment of buildings, a tool which automatically analyzes operation data of the air conditioning heat source has been developed. The performance of this tool using past data from our business offices has been verified.

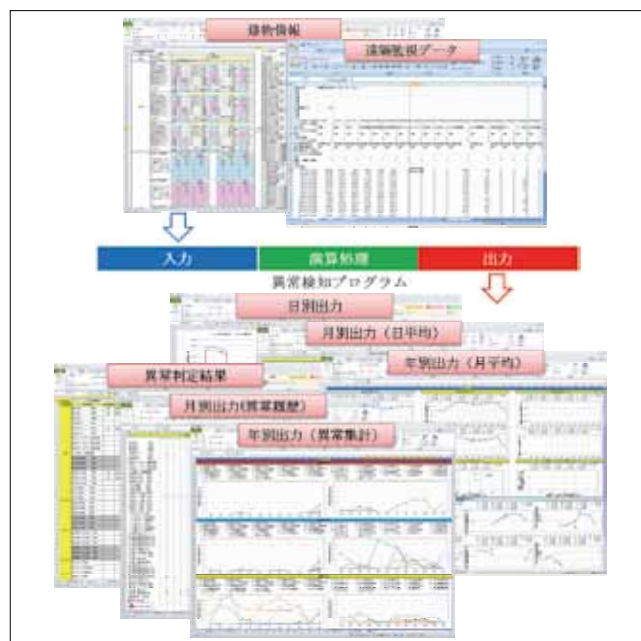
1 はじめに

建築設備の効率的運用を支援するシステムとして、近年、運転データを見える化し分析する機能を持つ「BEMS (ビルエネルギー管理システム)」の導入が増えている。当社でも、事業場の建築設備の運転データを収集しているが、データが膨大であるため分析に苦慮しており、機器異常を未然に発見することは難しいのが実状である。

そこで本研究では、これらのデータから効率的かつ早期に機器の異常を発見するため、中央方式の空調熱源設備の収集データを自動で分析し、異常運転の検知を可能とする「異常検知ツール」を、(株)トーエネックとの共同で開発した。本稿では、このツールの内容と性能検証の結果について報告する。

2 異常検知ツールの概要

異常検知ツールは、汎用表計算ソフト (Microsoft EXCEL) 上で動作するソフトウェアである。プログラムは毎朝定時に1回起動し、建物情報と前日分の遠隔監視データを読み込み、異常判定の演算処理を行い、異常判定結果および各種グラフを出力する。第1図にツールの構成を示す。



第1図 異常検知ツールの構成

3 異常検知手法

異常判定は、「評価項目」に応じた「評価データ」から算出した「評価値」と「評価基準値」との比較で行う。これらについて、主要な項目を第1表に示す。

第1表 主な評価項目・評価データ・評価基準値

評価項目	評価データ	評価基準値
熱源の最大能力の低下	熱源能力	機器特性値
熱源の効率 (COP) の低下	熱源COP	機器特性値
熱源の時間外運転	熱源運転時間	運用設定値
熱源の過剰な発停	熱源発停回数	—
熱源の出口水温の変動	熱源出口水温	運用設定値
冷却塔の能力の低下	冷却水出口水温	シミュレート値
熱源とポンプの不整合運転	各運転時間	—
ポンプの効率低下	流量に対する電力量	正常実績値
ポンプの流量過不足	流量	運用設定値
ポンプの台数制御の増減段不具合	流量に対する運転台数	運用設定値
蓄熱制御の不具合	隣接槽間の温度勾配	—
蓄熱・放熱の過不足	始端槽・終端槽温度	運用設定値
夜間移行率の低下	夜間電力量	正常実績値

(1) 評価項目

「評価項目」は、検知対象とする異常事象であり、当社の遠隔監視業務で収集している項目に基づき決定した。

(2) 評価データ

「評価データ」は、各「評価項目」の異常を精度良く検出するための計測値や演算値に基づく瞬時値、日積算値、日平均値などの実績値である。

(3) 評価基準値

「評価基準値」は、「評価データ」を異常判定に用いる「評価値」へ変換する際に使用する基準値である。機器定格値や設計値、制御の運用設定値などを用いる。熱源については、運転条件によって発揮できる能力が異なるため、メーカーの公表する特性曲線より算出した機器特性値を「評価基準値」として採用した。

(4) 評価値

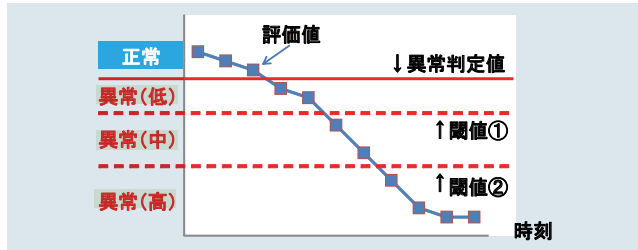
「評価値」は、「評価データ」を「評価基準値」に対する割合や偏差で表した値である。例えば、熱源最大能力の「評価値」は、熱源能力 (実測値) を機器特性値で除して算出している。また熱源最大能力やCOPの「評価値」については、熱源の起動・停止直後の過渡的な変動を異常として検知しないようにするため、数値の変動が小さい時間帯のデータを抽出して用いている。

(5) 異常判定と閾値 (第2図参照)

異常判定は「評価値」が、予め設定した「異常判定値」

を下回る又は上回る場合に異常とする。「異常判定値」は実際の運用状況に応じて対象設備毎に調整する。

また、異常の程度（正常範囲からの逸脱程度）を示すため、閾値①と②を設定し、異常の重要度『低』、『中』、『高』の3つのレベルに分けて結果を出力する。



第2図 異常判定値と閾値

4 異常検知ツールの性能検証

当社の7事業場を対象に、それぞれ「異常判定値」や「閾値」の初期設定を行った後、過去の運転データを使用して異常検知ツールの性能を検証した。その結果、既に確認されている不具合事象を適切に検知できることを確認した。以下にその異常検知事例を紹介する。ここで紹介する事例の建物は、どちらも空冷ヒートポンプを熱源とし、水蓄熱システムを採用した事業場である。

(1) 熱源圧縮機の故障（熱源能力低下）

春日井営業所の熱源圧縮機は、2台内蔵している圧縮機のうち1台が2011年3月に故障した。3月17日の異常判定を実行すると、熱源最大能力について重要度『高』の異常が検知された。ツールの異常判定結果の出力イメージを第3図に示す。評価項目毎に異常有無（有のみ表示）、異常メッセージ、異常内容、重要度等が示される。

第4図はツールの出力項目の「月別出力における熱源能力達成率の日平均値の推移」（上段）と「異常履歴」（下段）の一部である。上段図より、3月18日から熱源能力達成率が「異常判定値」を下回っていると分かる。下段図の熱源1（緑色囲み部）を見ると、3月15日までは異常を検知しておらず、16日に重要度『中』が、翌17日以降は重要度『高』が継続して検知されている。

異常検知ツールは前日のデータを処理するため、検知が確認できるのは3月17日か18日となるが、遠隔監視日報で電力低下が記録されたのは3月19日であり、人が確認するよりも早期に発見可能である。

(2) 熱源の冷媒漏洩（熱源能力・COP低下）

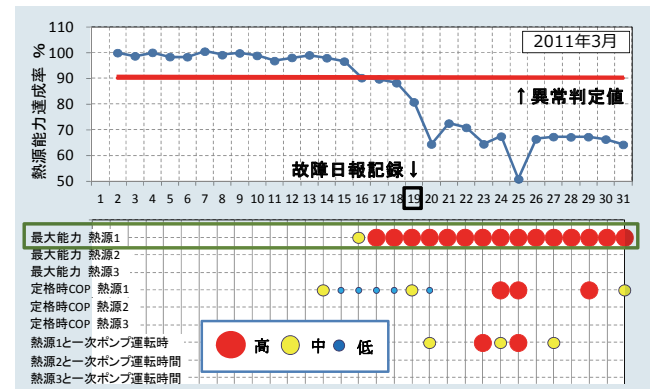
浜松営業所の熱源では、2010年1月から熱源能力およびCOPの低下傾向が見られた。第5図に2010年1月と2月の「月別出力（日平均）の熱源COP達成率」のグラフを示す。「異常判定値」は64%以下、重要度『高』の異常は59%以下としている。重要度『低』と『中』は1月中旬以降に検知され、重要度『高』は2月下旬から検出された。前出の急激に性能が低下する事例だけでなく、熱源の冷

媒漏洩によって熱源能力と効率が徐々に低下したのも、異常を適切に検知できている。

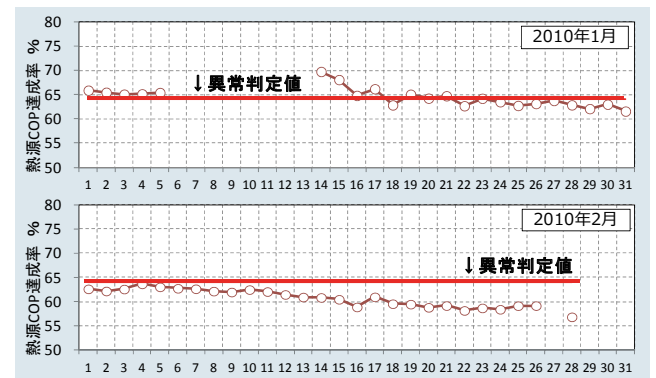
実際にこの熱源が修理されたのは4月に入ってからであり、それまでの期間は効率の悪い運転を続けていたのだが、このツールを導入していれば早期に異常を発見でき、エネルギー消費の浪費を防止できたと考えられる。

建物名 対象設備	春日井営業所		2011年3月17日の分析結果			
	評価項目	異常有無	異常メッセージ	異常内容	判定値	重要度
熱源	最大能力 熱源1	有り	熱源が劣化している恐れがあります。	出現回数：3 最低達成率：86.7%	90%	高
	最大能力 熱源2					
	最大能力 熱源3					
	定格時COP 熱源1	有り	熱源のCOPが劣化している恐れがあります。	出現回数：1 最低達成率：60.0%	60%	低
	定格時COP 熱源2					
	定格時COP 熱源3					
	熱源1と一次ポンプ運転時間					
	熱源2と一次ポンプ運転時間					
	熱源3と一次ポンプ運転時間					

第3図 異常判定結果(春日井営)



第4図 熱源能力達成率の推移と異常履歴(春日井営)



第5図 熱源COP達成率の推移(浜松営)

5 まとめ

過去のデータを用いた性能検証の結果から、今回開発した異常検知ツールが、大量のデータから効率的に異常を発見し、また早期かつ適切な検知を可能とすることを確認できた。

現在13建物でその性能を検証しながら試行運用を開始しており、来年度にはさらに28建物を追加して本格運用を予定している。

今後も空調熱源設備の効率的運用に向けて、さらなる改善を続けていく。



執筆者／宇田幸裕