

火力発電所の設備診断・保守支援システムの最新動向

Latest Trends in Thermal Power Plant Diagnosis and Maintenance Support Systems

岡崎 光芳
OKAZAKI Mitsuyoshi

内田 恭嗣
UCHIDA Yasushi

松本 茂
MATSUMOTO Shigeru

わが国の高度経済成長期に建設された、いわゆる経年火力発電プラントでは部材疲労寿命の消費が著しく進行し、長寿命化のための機械機器の合理化技術の適用が行われる一方で、運用管理の合理化のため、機器の異常状態検知あるいは異常兆候検出の高度化や、現場巡回点検業務の省力化などが、より強く求められている。なかでも、プラントの健全性を診断し、それに対応する保守業務を支援する新しい信号処理手法やデータ管理手法の適用とシステムの構築は重要である。当社では、1980年代からの豊富な経験とノウハウを基に機能強化し、コストパフォーマンスに優れた設備診断・保守支援システムの開発を進めており、成果を上げている。

As the life span of components in aging thermal power plants is consumed at a conspicuous rate, strong demand has arisen for relevant technologies to detect unusual states or abnormal signs as well as to reduce the load of field patrol work. In particular, the development of systems for diagnosing the health of a plant and supporting the necessary maintenance work is highly important.

Toshiba has been developing thermal power plant diagnosis and maintenance support systems based on its abundant experience and know-how since the 1980s, and has obtained good results.

1 まえがき

火力発電プラントは、経年火力ユニットの増加や、規制緩和による定期点検インターバルの延伸で、長期間連続運用されるだけでなく、頻繁な起動停止や低負荷運転など調整火力としての役割を担う結果、過酷な運用条件にさらされている。

このような条件の下、運転中機器の健全性監視や診断、さらには、開放点検データを管理し、合理的な保守が行えるシステムが、より強く求められてきている。システムの導入で、機器の信頼度を損なうことなく、的確な保全時期の把握を可能とし、あわせて、現場業務の省力化・自動化を進め、保全にかかるトータルコストを低減することが重要となっている。

ここでは、火力発電プラントで、実用化あるいはそれに近いレベルにまで達している設備診断・保守支援システム技術と今後の動向について述べる。

2 設備診断・保守支援システムの役割

火力発電所に導入されているコンピュータシステム全体の機能体系を図1に示す。このなかで、設備診断・保守支援システムは、以下を主要機能としている。

- (1) オンラインデータを用いた運転支援機能
- (2) 現場パトロール業務の省力化を行う異常検知機能
- (3) 開放点検データを管理する設備管理機能

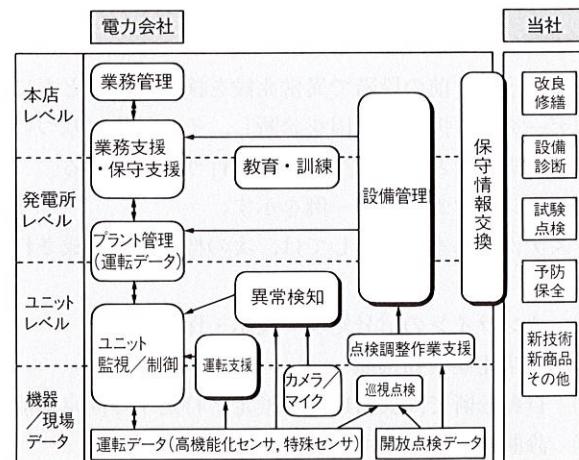


図1. 火力発電設備コンピュータシステムの体系 発電所全体のコンピュータシステム階層と、診断・保守支援システムの各システムの位置づけを示す。

Configuration of computer system functions for thermal power plant

(4) 保守情報を共有化する保守情報交換機能

これらの特長をもつ代表的なシステム事例を次に示す。

3 具体的な実用化システム例

3.1 タービン・発電機振動診断システム

運転支援システムの代表例である振動診断システムは、タービン・発電機の振動状態を常時監視し、振動が警報レ

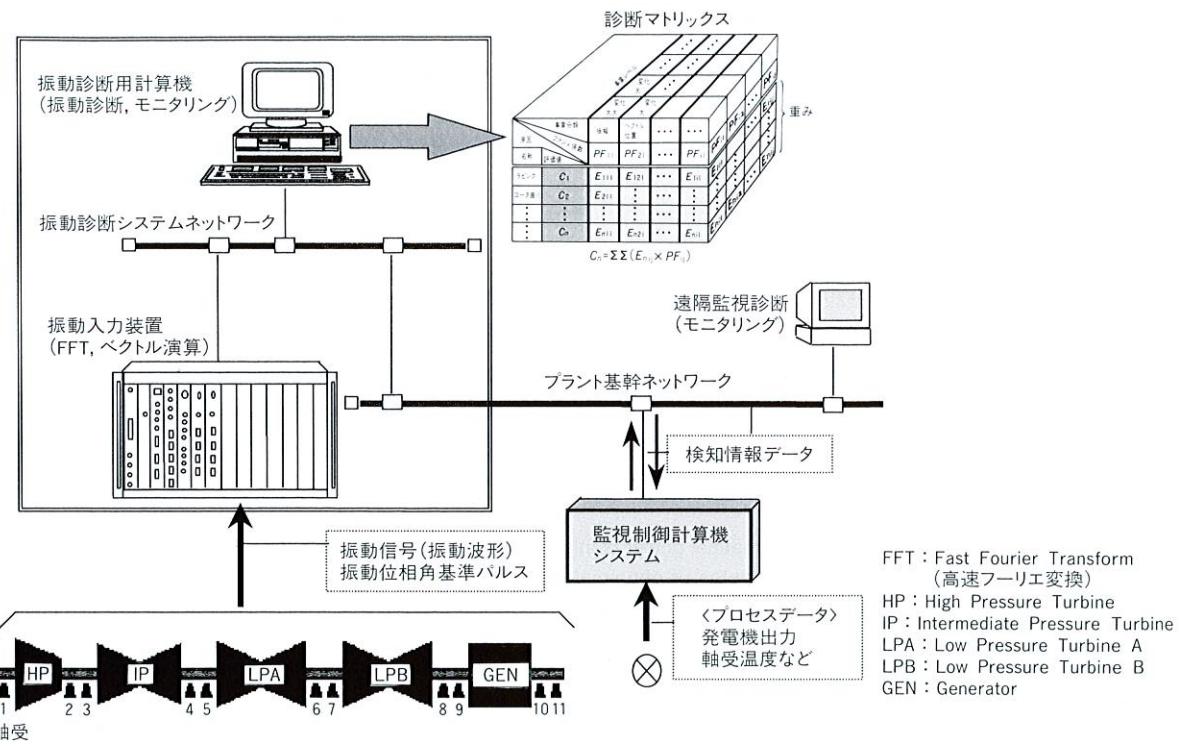


図2. タービン・発電機振動診断システムの構成 パソコンと振動入力装置から構成される。ネットワークを介して分散配置ができる。
Configuration of turbine generator vibration diagnosis system

ベルに到達する前の段階で異常兆候を検知するとともに、検知データから振動の原因を診断し、その結果に基づいたガイドの提供などの運転操作支援を行うものである。

図2にシステム構成の一例を示す。

システムの基本機能としては、次の機能から構成されている。

- (1) オンラインの信号処理・表示・保存機能
- (2) 異常兆候検知機能
- (3) 自動診断で、異常原因を推定／特定する同定機能
- (4) 診断結果に対応するガイダンス通知機能
- (5) バランシング支援機能
- (6) 長期的な振動傾向の管理機能

従来、振動モニタリングとして監視・解析支援装置の位置づけが主体であったが、設備診断装置としての機能強化のため診断マトリックスを改良し、プラント運転状態の変化、専門家の診断知識データを反映できるようにした。

次に、保守業務支援の機能として、タービン・発電機の振動改善を行うバランシング支援機能の充実を行っており、別途開発を進めている教育支援のシステム（バランス調整ミュレータ）と併用することで、より効果的な支援が行える。

一方、システムはコンパクトなパソコンでのサーバ／クライアントシステムとして実用化し、振動データ・診断データのデータベースの共用化を行うことで、遠隔での監視診断・モニタリングができる。

3.2 異常検知システム

設備の健全性維持に寄与するものとして、状態監視の自動化を目的とした異常検知システムの高度化を推進している。以下に、最新の開発成果のうち主なものについて述べる。

- (1) 現場異常検知システム 巡視業務における人間の視覚・聴覚機能を機能的にコンピュータに置き換える、現場機器設備の異常を検知するシステムである。ITV（工業用テレビ）カメラ、マイクロホンおよび赤外線カメラをセンサとし、画像処理と音響処理によって知覚機能を実現している。

歩行機能としては、モノレール式の移動ロボットを実用化するとともに、設備が入り組んでいる狭い区域には、固定型カメラを分散配置することで、適用設備の状況に応じた視点の移動が柔軟に行える。さらに最近では、走行機構や給電方式に改良を加えて、従来機に対して質量比1/4、容積比1/8の、よりコンパクトな移動ロボットを開発し、監視可能な区域を広げている。

図3に小型化された移動ロボット含む装置構成を示す。

- (2) 給水加熱器チューブリーク検知装置 音響放射(AE)センサを利用した、給水加熱器のチューブリークや、弁のシートリークを検出する装置を実用化している。AEセンサは従来の加速度センサに比較して、外乱

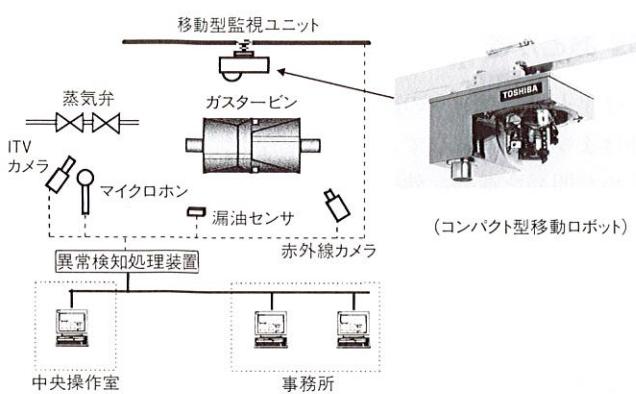


図3. 現場異常検知装置 移動型ロボットや、赤外線カメラなどのセンシング手段を組み合わせて、多様な監視情報を得ることができる。

Field monitoring system

となる対象機器の運転に伴う振動の影響を受けにくく、高精度な診断ができる。

(3) ガスターインの状態監視装置 燃焼器などの重要機器のモニタリングを目的とした装置の開発に取り組んでいる。例えば、図4のように、設備の運転に伴う周期変動分に埋もれることなく、異常信号を検出するために、ウェーブレット解析^(注1)などの新しい信号処理手法の実用化を図っている。

3.3 設備管理システム

このシステムは、設備実態の把握を目的としており、プラントの運転履歴によって経年的に進行する、機能劣化現象を傾向管理することで、合理的な点検・補修作業の実現

(注1) ウェーブレット解析は、小さな (let) 波 (wave) に分解することで、時間情報と周波数情報の両方を同時に解析できるスペクトル解析手法。

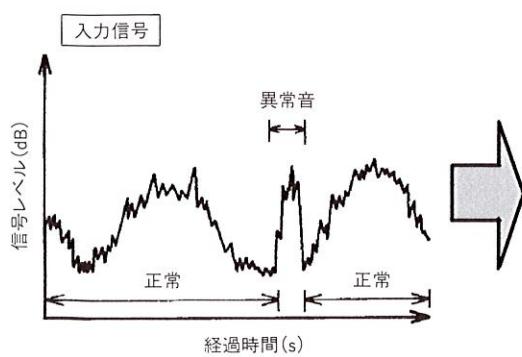


図4. ウェーブレットによる音響監視の例 現場の音響が大きく揺らいでいる中で、異常信号をとらえている。

を支援する機能をもっている。

具体的には、定期点検間隔の延長という要求の下で次のような支援機能をもっている。

- (1) 異常兆候の見落とし防止に有効なマトリックス手法の採用
- (2) 手法の中で用いられる管理値や許容値、傾向予測線の設定
- (3) 定期点検の最適インターバルの決定

これらの機能はそれぞれ劣化傾向サブシステムとしてコンポーネント化され、これらを自由に組み合わせることで、任意の設備、機器について最適な管理システムを構築することができる。

3.4 保守情報提供

保守情報交換機能により、保守技術について情報を提供するのもメーカーの大きな役割と考える。

今後もさらなる進展が予想できる21世紀の高度情報社会を見据えて、ユーザーとの迅速な情報伝達ネットワークの形成と情報相互利用の仕組みを実現するため、インターネットを利用した保守情報提供の検討を進めている。

4 今後の技術課題と動向

電力安定供給のための信頼性確保や設備の健全性を保つ状態監視保全技術の確立、また、定期点検周期の延伸に対する設備劣化傾向の管理強化などで、トータル保全コストをミニマム化する設備管理技術は、今後さらに診断アルゴリズムを高度化し、適用範囲を広げ、より汎(はん)用性の高いものにしていかなければならない。このための課題としては、次のようなものが考えられる。

- (1) システム間の診断機能の連係・融合 これまでの

システムはスタンドアロンタイプが多く、個別におのとの診断アルゴリズムをもって処理していたが、より精度の高い診断を行うためには、各診断システム間の診断結果や保有データの相互利用と統合化が不可欠である。

- (2) ユーザーによる機能追加　　自主保守の立場から、ユーザーが独自に手配し管理している設備についても、同じ機能を実現する必要があり、簡易に機能を追加したいという要求が多い。このためには、コンポーネントの組合せによる診断アルゴリズムの作成などの機能が必要である。
- (3) メーカ情報とのリモート情報交換　　メーカ保有の設計データ、ユーザーの保守情報だけでなく、保全知識などをインターネットなどで共有することで、広範で最新の情報に更新されたデータを用いて設備診断・保守支援システムを強化実現することが望まれる。このためには、電力 CALS (Continuous Acquisition and Life-cycle Support) の動向を見据えたデータ統一の準備の促進も必要である。

5 あとがき

経年火力プラントの設備診断・保守支援システムの重要性はますます増加してきている。今後、技術課題の克服を含めた開発を進め、効率良く診断・保守の行えるコストパフォーマンスに優れたシステムやサービスを開発・提供していく所存である。



岡崎 光芳 OKAZAKI Mitsuyoshi

火力事業部 火力改良保全技術部主務。

火力発電所向け保守支援システムの開発・設計に従事。情報処理学会会員。

Thermal Power Systems Div.



内田 恭嗣 UCHIDA Yasushi

火力事業部 火力制御システム技術部主務。

火力発電所向け設備診断システムの開発・設計に従事。

Thermal Power Systems Div.



松本 茂 MATSUMOTO Shigeru

火力事業部 火力制御システム技術部主務。

火力発電所向け検知・ロボットシステムの開発・設計に従事。

日本機械学会会員。

Thermal Power Systems Div.