

保守最適化に向けた状態監視保全の運用支援技術およびシステムの開発

Application Strategy and Support System for Optimization of Condition Based Maintenance

| | | | |
|-----|-------|-------------------|--------|
| 株東芝 | 園田 幸夫 | Yukio SONODA | |
| 株東芝 | 廣瀬 行徳 | Yukinori HIROSE | |
| 株東芝 | 榎本 光広 | Mitsuhiko ENOMOTO | |
| 株東芝 | 清水 俊一 | Shunichi SHIMIZU | Member |
| 株東芝 | 日隈 幸治 | Koji HIGUMA | Member |

This study proposes a strategy for optimization of CBM (condition based maintenance) application to equipment of a nuclear power plant. The strategy offers CBM applicable criterion that is base on classifying importance level of equipment from the viewpoint of plant operation. The authors developed a CBM application support system that is to monitor age-related performance degradation and to support decision-making about proper inspection interval. The effectiveness of the system was evaluated by applying it to field data of operating condition and maintenance history of forty-four pumps and fans. This paper represents the CBM application strategy and the functions of the system.

Keywords: Condition Based Maintenance, Degradation, Optimization, CBM Application Support System

1. 緒言

原子力発電プラントには高い信頼性と安全性は勿論のこと、設備利用率の向上と保守費削減による発電原価の低減が強く求められている。プラント機器の保守に関しては、従来は信頼性維持のために一定周期で点検を実施する時間計画保全方式が採用されてきたが、近年では保守費削減と両立するために多くのプラントで機器の運転監視に基づいて点検の要否を定める状態監視保全方式への移行が進められている[1]。

状態監視保全の運用にあたっては、

- ・ 状態監視保全の適用が可能で効果的な機器の選定
- ・ 監視パラメータの選定とデータ収集の省力化
- ・ 膨大なフィールドデータの管理
- ・ 経年劣化徵候の検知と点検時期の判定

が課題となる。筆者らは保守最適化を目指して、プラントの運転信頼性の観点から状態監視保全の適用戦略を策定する方法を考案した。また、監視すべきパラメータの選定と効率的なデータ収集方法について検討し、収集したフィールドデータを機器単位で管理するデータベースと、劣化徵候の検知と適切な点検時期を推定する機能を持つ状態監視保全適用支援システムを開発した。以下に適用戦略の概要と本システムをフィールドデータに適用した結果について述べる。

連絡先:園田幸夫、〒235-8523 横浜市磯子区新杉田町8、
株東芝 電力・産業システム技術開発センター、電話:
045-770-2373、e-mail:yukio.sonoda@toshiba.co.jp

2. 状態監視保全の適用戦略

2.1 機器の重要度分類

プラントの運転信頼性に与える影響から、系統機器の重要度を下記のように分類した。

- ・ 重要度大：運転への影響が大きく、運転中保守が困難なもの
- ・ 重要度中：運転への影響はあるものの、ある制限のもとでは運転中保守が可能なもの
- ・ 重要度小：運転への影響が小さく、運転中保守が可能なもの

格納容器内機器や主系統の多くの機器は重要度大として従来どおりの時間計画保全、発電に直接関わらない廃棄物処理系の機器は重要度小として事後保全とし、残りの機器を状態監視保全の対象候補とした。個々の機器への適用は、機器の種別や使用環境などを考慮して決定する。ポンプを例にとると、運転中の監視が容易か、内部流体は水・海水・懸濁液のいずれか、運転中保守を行う場合の制限は何か、などを考慮して状態監視保全の適用の可否を判断する。

2.2 監視パラメータの選定

監視パラメータは運転中に計測が可能で、経年変化による性能低下が検知できる信号を選ぶ必要がある。

ポンプでは、振動、音響、温度、潤滑油の成分分析データ等を監視する。フィールドデータの収集は人間系で行うケースが多いため、作業の省力化が運用上の課題である。現在は可搬型の収録装置を現場に持ち込んでデータを採取しているが、今後は無線センサや光ファイバセンサを導入して多数の信号を一括計測できるようにする計画である。

3. 状態監視保全適用支援システム

3.1 経年劣化徵候の監視

状態監視保全適用支援システムは、上述の運転監視の他に、プロセス量、累積運転時間や起動停止頻度などの運転履歴、点検修理や部品取替えなどの保守履歴の情報を機器単位に管理するデータベースを持ち、長期傾向トレンドの変化から経年劣化の徵候を検知する。44台のポンプとファンの16年間にわたるフィールドデータを対象として、システムの監視機能の有効性を確認した[2]。徵候検知のしきい値は各々のパラメータの実測値から、変化が認められるレベル、監視強化を要するレベル、従来の警報レベルの3段階に設定した。監視画面の例をFig.1に示す。

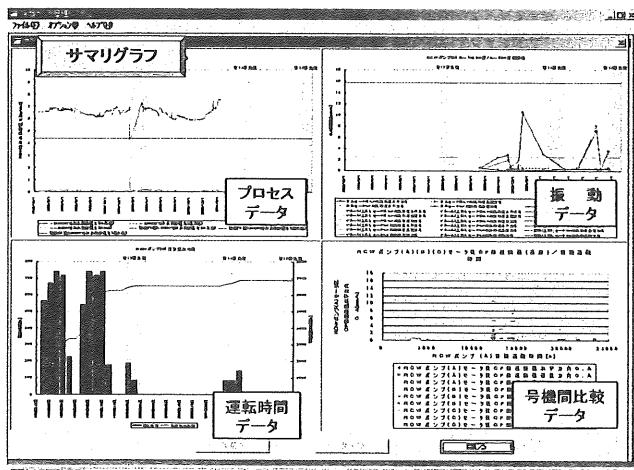


Fig.1 Operating Condition Monitoring

3.2 点検時期の判定

分解点検の履歴から消耗品の経年劣化特性が得られる場合には、長期傾向を予測するモデルを作成して適切な点検時期を判定することができる。Fig.2は横型ポンプの例で、軸ーウェアリング間隔の実測値を累積運転時間に対してプロットしたものである。分解点検後の動作確認時に振動や温度が測定されて

おり、このデータを統計解析することによって、累積運転時間とインペラケーシングの振動データから、軸ーウェアリング間隔を推定できることを確認した。点検時期の判定は、軸ーウェアリング間隔の推定値の確率分布を運転中に測定した振動値のばらつきから求め、次回定期検査でしきい値を越える確率が5%以下の場合には、次々回の定期検査まで点検が省略できるものとした。例では累積運転時間3000日に次回定期検査があると想定し、軸ーウェアリング間隔の確率分布を求めたもので、しきい値を越える確率は13.5%で次回定期検査時に分解点検を行うことを推奨している。

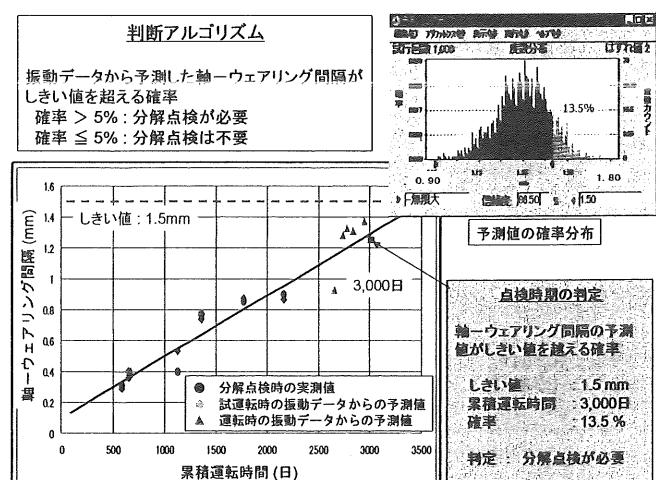


Fig.2 Judgment of Inspection Interval

3. 結言

原子力発電プラントの機器を対象として、状態監視保全の適用戦略を策定した。状態監視保全適用支援システムを開発し、フィールドデータに適用して機能の有効性を確認した。これによって、コストパフォーマンスに優れた保全計画の立案が可能となる。

参考文献

- [1] 飯田純、後村昌和、他、状態監視保全の実機への適用（その1）－女川原子力発電所における状態監視保全の適用方針－、日本原子力学会2001年秋の大会、予稿集 H20, pp.407.
- [2] Yukio SONODA, Yukinori HIROSE, et al., Inspection and Condition Monitoring Service on the Internet for Nuclear Power Plants, Human-Computer Interaction 2003, 2003/6, pp1308-1312.