

浜岡原子力発電所での保全最適化手法の適用性検討

Applicability examination of the Preventive Maintenance Optimization approach in Hamaoka nuclear power station

中部電力株式会社 代田 寿彦 Toshihiko SIROTA Non-Member
中部電力株式会社 清水 高 Takashi SHIMIZU Member

The plant maintenance method mainly used in the domestic nuclear power plant is TBM (Time Based Maintenance), while RCM (Reliability centered maintenance) with risk assessment methods have been successfully used in U.S. In this paper, we discuss our research on the applicability of the U.S. technique to the Feed-water system at Hamaoka Unit-3, which was performed in 2004FY. Since these methods were thought to be applicable also to Hamaoka, we will work on the solution of the extracted problems for the future full-scale introduction.

Keyword: PMO, Preventive Maintenance Optimization, RCM, Reliability Centered Maintenance, Risk Assessment

1. 緒言

原子力発電設備は、安全・安定運転を第一と考え、発電所の各機器・設備を適切に維持管理するため、最新の技術的・科学的知見や運転実績に基づき保守管理を行っている。

当社、浜岡原子力発電所においても最新の知見や運転実績に基づき、各機器・設備の点検頻度をあらかじめ定め、その頻度に従って点検を行う「時間計画保全」を主体とした保守管理を行っている。

一方米国においては、機器・設備毎の故障率、故障モード及び故障時の影響度といったリスクや運転実績に応じ、「状態監視保全」、「事後保全」等の最適な保全方法を選定する RCM(信頼性重視保全: Reliability Centered Maintenance)の考え方に基づく保全最適化手法を確立するとともに、リスク評価によりプラント運転中の設備保全を可能とすることで、高稼働率と低コストの両立を実現している。

このため、当社では2004年度から、米国の手法を参考に、浜岡原子力発電所運営のより一層の信頼度向上と合理化を目指し、リスク評価に基づく新たな運転保守管理の枠組みの構築に向けた検討を開始している。

2004年度は、浜岡原子力発電所3号機(以下浜岡3号機という)の給水系の主要な機器を対象に米国の保全最適化手法による評価を試行し、その有効性を確認する

とともに浜岡原子力発電所への適用にあたっての課題等の抽出を行った。

試行結果から、米国の保全最適化手法の浜岡原子力発電所への適用の見通しが得られたため、今後は保全最適化手法の本格導入に向けて、抽出された課題解決に取り組んでいくこととしている。

2. 浜岡3号機における試行

米国の手法の浜岡原子力発電所への適用性を確認するため、米国 Framatome ANP 社に依頼して、米国で使用されている、重要度、使用環境・条件と保全方法・頻度の関係を機種毎に定めた指標である保全テンプレートをを用いた評価を行った。

2.1 評価対象機器

評価対象機器としては浜岡3号機の給水系を構成する機器のうち、大型の動的機器を中心に以下の7機種16台を選定した。

浜岡3号機給水系の概略系統図を図-1に示す。

- 1) 高圧給水加熱器(4台)
- 2) タービン駆動給水ポンプ(2台)
- 3) 給水ポンプ駆動タービン(2台)
- 4) モータ駆動給水ポンプ(2台)
- 5) 給水ポンプ駆動モータ(2台)
- 6) ポンプ出口電動弁(2台)
- 7) 給水調整弁(2台)

連絡先: 清水 高、〒461-8680 名古屋市東区東新町1
中部電力(株)原子力部 長期保全G、電話 052-951-8211、
E-mail: Shimizu.Takashi@chuden.co.jp

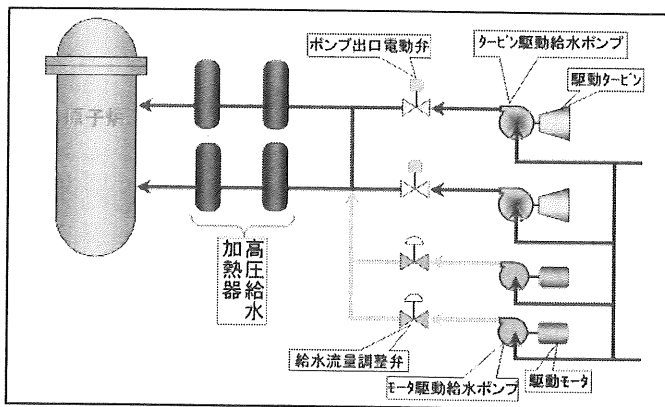


図-1 浜岡3号機給水系概略系統図

2.2 収集データ

対象機器の評価に必要となるデータは、保守履歴、設備情報等の図書類から運転・保守員への聞き取り調査まで多岐に渡るため、評価対象の7機種16台分のデータだけでもかなりの物量となり、データ準備に相当の期間を要することとなった。今後保全最適化手法を導入し、効率的に評価を行っていく上で保全に係るデータの早期の整備が重要である。今回の試行で準備した主なデータを以下に示す。

- 1) 機器リスト
- 2) 保守作業報告書(保守履歴データ)
- 3) 現状の保守内容
- 4) 巡視点検、サーベイランスの内容
- 5) 規制等の要求から実施している保守内容
- 6) 保守に係るコストデータ
- 7) 設備図書、運転要領

2.3 評価対象機器の重要度分類

保全テンプレートから評価対象機器の保全方法を定める際の主要な要素となる、機器の重要度を以下の考え方で3つに分類した。

分類は、収集データの分析及び運転・保守担当者からの聞き取りを基に実施した。

1) 最重要

その故障が以下のいずれかの事象を引き起こす機器

- ・出力の大幅な変化または低下
- ・安全機能の冗長性の喪失
- ・計画外の LCO

- ・ハーフスクラムあるいはパーシャルトリップ
- ・原子炉の停止
- ・工学的安全施設の起動
- ・原子炉水位/圧力、一次/二次格納容器等の重要な安全機能の制御不能
- ・原子炉を停止しかつ停止状態を維持する能力の低下
- ・非常時運転手順の実行不可、あるいはオフサイト線量が制限を越す可能性のある事故の影響の防止または緩和不能

〈対象機器〉

- 給水ポンプ駆動タービン
- タービン駆動給水ポンプ
- 高圧給水加熱器

2) 重要

最重要機器には該当しないが、その故障により以下のいずれかの事象を引き起こす機器等

- ・人身災害、労働災害、環境安全、放射線安全の許容しがたい増加
- ・修理、取替あるいは運転に許容しがたい費用が必要
- ・交換部品の納期が長く、即座の修理が不可
- ・重要な設備の保守に必要な隔離等が不可
- ・故障によって、他の機器の故障を生じる
- ・規制違反に至る可能性あり
- ・重要な機器の適時の修理を妨げる
- ・修理や取替より、機器を保守する費用効果大

〈対象機器〉

- 給水ポンプ駆動モータ
- モータ駆動給水ポンプ
- 給水流量調整弁
- ポンプ出口電動弁

3) 非重要

最重要、重要以外の機器

〈対象機器〉

- なし

2.4 保全テンプレート

保全最適化検討において機器毎の保守方法を決定するためには、機器の重要度、使用環境・条件に対して推奨される保全方法・頻度の関係を定めた、保全テンプレートの活用が重要となる。

しかし、保全テンプレートは米国電力会社の運転経験に

技術的、経済的な要素を加味した、保守方法の標準的推奨を示すもので、これにより一義的に保全方法・頻度が決定されるものではなく、最終的な保守方法の決定には、さらに運転員・保守員の個別の経験等を加味する必要がある。このため浜岡3号機の試行においても、運転・保守関係者への聞き取り・意見交換を行った。

保全最適化検討において保全テンプレートは、最適な保守方法決定の出発点を与えるものとなっている。

今回の試行では米国 Duke 社で作成した保全テンプレートを使用した。保全テンプレートの例を図-2に示す。

機能上の重要性	重要(C)		非重要(N)		高い(H)		低い(L)		厳しい(S)		種やか(M)	
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
PMタスク	CHS	CLS	GHM	CLM	NHS	NLS	NHM	NLM				
状態監視	振動解析	1M	1M	1M	1M	3M	3M	3M	3M			
	油分析	3M	18M	3M	18M	18M	18M	18M	18M	AR	AR	
	サーモグラフィ	6M	6M	6M	6M	6M	6M	AR	AR	AR	AR	
	モーター電流トレンド	3M	3M	3M	3M	6M	6M	6M	6M	6M	6M	6M
	性能トレンド	6M	6M	6M	6M	6M	6M	6M	18M	18M	18M	18M
時間基準	油フィルター交換、清掃、点検	18M	AR	18M	AR	18M	AR	18M	AR	AR	AR	AR
	カップリング点検	18M	5Y	18M	5Y	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR
	ノズルNDE	10Y	NR	10Y	NR	10Y	NR	10Y	NR	10Y	NR	NR
	外観目視点検	1Y	1Y	1Y	1Y	1Y	1Y	1Y	1Y	1Y	1Y	1Y
	部分分解点検	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR
	完全分解点検	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR
	運転員巡視	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR
故障発見	機能試験	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR

図-2 保全テンプレートの例 (横型ポンプ)

2.5 評価結果

米国の保全最適化手法による評価結果を浜岡3号機の給水系の主要機器に適用することで、設備の信頼性を下げることなく保全コストの低減を図ることが可能であるとの見通しが得られ、本手法の有効性を確認することができた。また、適用にあたっての課題についても抽出した。

1) 評価内容

米国の運転経験、実績及び浜岡3号機給水系の保守履歴等に基づき評価を行った結果、状態監視保全を導入することで、現状の「時間計画保全」の周期延長、変更、削除が可能となり、全体として保全コストを低減することが可能であることが分かった。

状態監視技術として以下の5つの技術の導入が推奨された

- ・振動解析
- ・赤外線サーモグラフィ
- ・潤滑油分析
- ・モータ試験

・性能トレンド

例として、タービン駆動給水ポンプの場合、状態監視技術を導入することで、現状の分解点検周期を2倍に延ばすことが可能となる。状態監視項目が増えるため保全項目数としては、増加することになるが、保全コストが高いポンプの分解点検周期を延長できることで、全体では保全コストを低減することができる。

浜岡3号機タービン駆動給水ポンプの現状の保全方法と、今回の評価に基づく推奨保全方法の比較を図-3に示す。

保全項目	現状	定 検				
		▼	▼	▼	▼	▼
推奨	振動測定(1ヶ月毎)	.....	.....	.....	.....	.....
	ポンプ分解点検(2定検毎)	.....	.....	.....	.....	.....
	振動測定(1ヶ月毎)	.....	.....	.....	.....	.....
	油分析(3ヶ月毎)	.....	.....	.....	.....	.....
	サーモグラフィ(6ヶ月毎)	.....	.....	.....	.....	.....
	性能トレンド(6ヶ月毎)	.....	.....	.....	.....	.....
	カップリング点検(1定検毎)	.....	.....	.....	.....	.....
	ポンプ分解点検(4定検毎)	.....	.....	.....	.....	.....

図-3 保守方法の現状と推奨の比較(タービン駆動給水ポンプ)

2) 課題の抽出

今回の評価の試行を通し、浜岡原子力発電所へ米国の保全最適化手法を適用して行くにあたって以下の課題が抽出された。

- ・保全最適化を効率的に進めるために必要なデータ整備
- ・日本の法規制や社会的要求等の条件を加味した重要度分類の作成
- ・保全方法変更(最適化)の妥当性を示すため、保全方法・頻度に関する根拠の明確化
- ・状態監視・評価技術の習得
- ・機器の運転等履歴から保全方法・頻度を総合的に判断する技術力の習得
- ・上記を実現するための人材確保・育成

3. まとめ

今回の評価の試行結果から米国の保全最適化手法の有効性が確認でき、これを浜岡原子力発電所へ適用するにあたって解決すべき課題も抽出された。今後は、各課題解決に取り組み、浜岡原子力発電所への早期の保全最適化手法導入を図る計画である。