

JRR-3 における保守点検の実績評価

Assessment of Preventing Maintenance on Japanese Research Reactor JRR-3

日本原子力研究開発機構 小林 哲也 Tetsuya KOBAYASHI
市村 俊幸 Toshiyuki ICHIMURA
佐藤 正幸 Masayuki SATO

The maintenance evaluation for research reactors has been obligated in Japan from 2004 as for power reactors. JAEA (Japan Atomic Energy Agency) has started to evaluate the maintenance for own research reactors on 2004. In this paper, we report the present status of the maintenance for JRR-3 (Japanese Research Reactor No.3), as well as the linear evaluation methods used. It is found that a series of preventing maintenance task on equipment and building of the reactor is properly performed.

Keywords: JAEA, JRR-3, Maintenance activity, Preventing maintenance, Assessment, Linear evaluation methods

1. 緒言

国内の多くの原子炉施設は運転開始から 30 年以上経過しており、経年変化を念頭においた保全活動を実施していくことが重要となってきた。このような状況において、原子炉施設の安全性を維持し、向上させていくためには、事業者による保安活動全般についての確認と見直しが有効な一つの方法であるとされている。実際、国内の発電用原子炉施設では、既に定期的な評価が法律の要求のもと実施されている。試験研究炉においては、発電用原子炉施設に比べて設備規模、設計思想の違いなどから、これまで特に実施されていなかったが、平成 16 年 2 月 2 日に試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則（以下、試験炉規則）が改正されて、定期的な評価が実施されることとなった。

以上のような背景により、今般、日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）は、定期的な評価を平成 16 年度に実施した。その中で、研究炉 JRR-3 においては 30 年を超えない期間までに実施する評価として、①「保守点検の実績評価」②「設備機器の経年変化に関する評価」を実施した。

本報では、これらの評価のうち①で行った調査及び評価結果について報告する。

2. 保守点検の実績評価

保守点検の実績評価は、設備機器の機能維持のために行ってきた保守、点検、交換等の保全活動の実績調査を行うとともに、経年変化の事象について調査し、これまでの保全活動内容が適切であったかどうか評価検討した。評価対象の設備機器は、安全上重要な設備機器（重要度分類のクラス 1~3）に加え、美浜の事故を鑑みて比較的重要度の高い設備機器も対象とした。まず、これらの設備機器の保全活動（点検実績、補修・交換の有無など）の実績を調査した。次に、これらの設備機器の機能・役割に着目して代表的な経年変化事象を選定した。そして、それに対して適切に保全活動及び点検・交換が行われてきたかについて設備機器の現在の状態を調査した。こうして得られた保全活動の実績及び設備機器の状況から、経年変化事象の進展の可能性を客観的かつ簡単に把握できるよう「ポイント制」を用いて評価した。さらに、今後の保全活動に対して改善が必要かどうかについて検討した。

3. 評価方法

JRR-3 における安全上重要な設備機器に対して、以下のように調査・検討した。

①過去の保全活動内容と補修・交換の有無

昭和 59 年から平成 2 年にかけて、JRR-3 原子炉施設改造工事に伴いほぼ全ての設備について新設しているため、平成 3 年以降の保全活動内容を調査した。なお、

連絡先:小林哲也、〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方
白根 2-4 日本原子力研究開発機構 JRR-3 管理課
TEL:029-282-1048、e-mail:kobayashi.tetsuya@jaea.go.jp

原子炉建家及び排気筒については継続して使用しているので、それ以前（昭和 59 年から）の保全活動も調査した。

②経年変化事象の評価（事象の選択、進展の可能性）

評価においては、設備機器の機能・役割に着目し、ある経年変化事象が進展することにより、設備機器が本来持っている機能・役割が損なわれる可能性のある事象を選択する。また、経年変化事象の進展の可能性を「ポイント制」で評価した。

③現在における設備機器の状態

現在の設備機器の状態を調査した。

④保全活動内容の妥当性

上記①②③での調査結果から、経年変化に対する保全活動の内容が適切であったか評価した。

⑤保全内容の改善の必要性

上記①②③④の評価結果を基に、保全内容に改善の必要があるか評価した。

4. ポイント制の概要

経年変化事象の進展の可能性を評価する為、経年変化事象及び保全活動の実績を数値化し、客観的かつ簡単に把握するという目的のもと、「ポイント制」を考案した。

ポイント制は、Table.1 に示すように、設備機器の寿命をベースに考案し、寿命に近づけば必ず調査対応を必要としている。この評価方法では Fig.1 に示すように、材料、中性子照射場、高(低)温高圧、水質・空調管理、振動、補修・交換等の 6 つの調査パラメータ及びこれまでの保全活動の実績から採点し、その合計値によって経年変化事象の進展の可能性を評価する。Table.2 には各経年変化事象に対するポイントの付け方の基準を示す。これにより、各設備機器を採点する。Table.3 に経年変化事象の進展の可能性の判断基準を示す。

また、ポイント制による評価結果の例を Table.4 に示す。

①ライニング

材料がステンレス、使用環境は炉心から遠く高(低)温高圧以外にあり、水質管理がされており、振動や外内部からの応力を伴わないため、これらのすべての事象についてポイント 0 となる。ただし、交換等については、設置後 10 年以上 20 年未満の時間の経過で、交換は実施されていない為、ポイント 1 となり、合計ポイントは 1 である。これを判定基準と比較すると、進展の可能性は「低」となり、今後の保全活動は現状維持となる。

②原子炉建家

材料、水空調、交換等でそれぞれ 1、0.5、2 ポイントとなり、合計 3.5 ポイント。進展の可能性は「中」となり、保全計画を検討が必要となる。

③1次系冷却系主ポンプ

材料、振動、交換等でそれぞれ 1、1、0.5 ポイントとなり、合計 2.5 ポイント。進展の可能性は「低」となり、今後の保全活動は現状維持となる。

Table.1 ポイント制の方針

①	中性子照射、腐食等による脆化は、最適材料であり、最適環境下において、補修等無しの場合でも寿命を 40 年 ^[1] と仮定し、40 年を超えれば調査検討または交換を要するものとする。
②	疲労破壊、磨耗は材料に関係なく起こりうるものとする。
③	疲労破壊、磨耗は最適環境化において、補修無しの場合でも寿命を 40 年 ^[1] と仮定し、40 年を超えれば調査検討または交換を要するものとする。
④	コンクリートの劣化は、最適環境下において、補修無しの場合でも 50 年 ^[2] を経過すれば、調査検討または補修等を必要とするものとする。
⑤	中性子照射、高(低)温高圧、管理、振動に関する経年変化事象に対するリスクは、時間とともに増加 ^[1] するものとする。
⑥	交換すればこれまでの蓄積ポイントは 0 となる。補修等をすればポイントがある基準で減らす。

Table.2 ポイントの付け方

分析事項	分析内容	ポイント
材料	経年変化事象に腐食を含み、かつ代表材料がアルミニウム合金・ステンレスの場合	0
	上記以外すべて	1

中性子照射場	使用環境が炉心から遠く中性子の影響を受けない	0	
	使用環境が炉心に近く中性子の影響を受ける場合は設備機器の交換後の経過年数(N)に応じたポイントとする	$N \leq 10$ 年	0.5
		$10 < N \leq 20$	1.0
		$20 < N \leq 30$	1.5
		$30 < N \leq 40$	2.0
		$40 < N \leq 50$	2.5
$50 < N$	3.0		
高(低)温 高圧	使用環境が高(低)温高圧以外の場合	0	
	使用環境が高(低)温高圧以外の場合は、中性子照射場における経過時間に伴うポイントと同じにする	※中性子照射場と同様	
水質・空調 管理	水質管理、空調管理等がされている場合	0	
	水質管理、空調管理等がされていない場合は、中性子照射場における経過時間に伴うポイントと同じにする	※中性子照射場と同様	
振動	使用頻度が低く、振動や外内部からの応力を伴わない場合	0	
	使用頻度が高く、原子炉運転中に連続運転、作動、または冷却配管等、振動を伴う場合は、中性子照射場における経過時間に伴うポイントと同じにする	※中性子照射場と同様	
補修・ 交換等	以下の①及び②を順次検討し、最終ポイントを決定する		
	①交換した場合、設備機器の交換(または設置)後の経過年数(N)に応じたポイントとする	$N \leq 10$ 年	0
		$10 < N \leq 20$	1
		$20 < N \leq 30$	2
		$30 < N \leq 40$	3
		$40 < N \leq 50$	4
	$50 < N$	5	
	②10年以内に、補修した場合、分解点検により部品交換した場合、または開放点検により洗浄された場合、設備機器の経過年数(N)に応じた右欄のポイントを①から差し引く	$N \leq 10$ 年	0
		$10 < N \leq 20$	0.5
		$20 < N \leq 30$	1
$30 < N \leq 40$		1.5	
$40 < N \leq 50$		2	
$50 < N$	2.5		

Table.3 判定基準

合計ポイント	進展の可能性	
	$0 \leq pt < 3$	低
$3 \leq pt < 5$	中	補修、交換を計画する時期にある
$5 \leq pt < 7$	高	想定寿命に達しているため、調査検討または交換を要す
$7 \leq pt$	高高	早急に何らかの対応を要す

Table.4 ポイント制を用いた評価結果の例

設備	代表材料	定期保全	材料	中性子	高温高圧	水空調	振動	交換等	合計	進展可能性	今後の保全
①ライニング	SUS304	あり	0	0	0	0	0	1	1.0	低	現状維持
②原子炉建家	コンクリート	あり	1	0	0	0.5	0	2	3.5	中	保全計画検討
③1次系冷却主ポンプ	SCS13	あり	1	0	0	0	1	0.5	2.5	低	現状維持

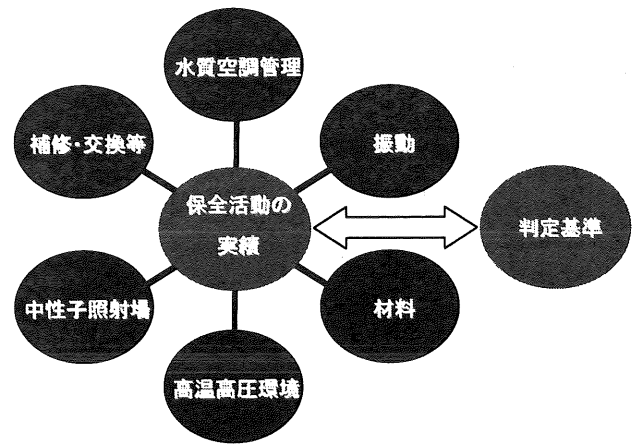


Fig. 1 ポイント制の調査パラメータ

5. 評価結果

①過去の保安活動内容と補修・交換の有無

水環境で使用されているものは、基本的に pH 導電率または 2 次冷却系については防錆防食材を注入する等の水質管理を行っている。また、炉室内等の環境は、温度湿度を適切に調節する等の空調管理を行っている。

ほぼ全ての設備機器が改造時に更新されているので、補修・交換されたものは少ないが、外観検査や分解検査の結果、使用頻度及び重要性を踏まえて、必要な補修交換が実施されていることを確認した。

②経年変化事象の評価(事象の選択、進展の可能性)

「ポイント制」を用いて評価した結果、全ての設備機器において、これまでの経年変化事象の進展の可能性は「中」以下であり、設備機器に早急な対策は要しないとの結果であった。

③現在における設備機器の状態

原子炉運転中及び停止中における設備機器の状態は、その機能を果しており、異常も無く全て良好である。

④現状の保全活動内容の妥当性

保全を行ってきたことで経年変化事象の進展の可能性を「中」以下に保っており、現在の設備機器状況も良好なことから、現状の保全内容は「妥当」であると判断した。

⑤保全活動内容の改善の必要性

評価の結果、現状の保全の内容は「妥当」であったことから、保全活動内容の改善の必要性はないと判断した。

6. 保全計画に基づく今後の保守点検

5. ②の結果、その程度が「中」程度であった設備機器に対しては、今後の保全活動に補修交換を行うか否かを検討する時期に来ていると判断した。原子炉建家、冷却塔、排気筒については、これまでも適切な保全を実施してきており早急な対応は必要ないものと考ええる。しかしながら、原子炉建家、排気筒は昭和55年以降、冷却塔は建設以来健全性の調査は行われていないことから、今後10年以内に健全性確認調査を実施し、その調査結果を基に必要に応じて対策することとした。

2次冷却系送風機については、適時部品交換等を実施しており良好な状態を維持してきた。今後10年以内には分解点検を実施し、その結果を考慮して、補修・交換時期を検討することとした。

2次冷却系設備充填物、重水冷却系設備の重水ドレン汲上ポンプ、原子炉プール水浄化系浄化ポンプ、受変電設備についてはポイントの評価は「中」であったが、各設備機器の現状は特に異常も無く良好であった為、経年変化事象の進展の可能性は小さいと判断し、今後もこれまでと同様の保守を実施し、経年変化の兆候等が見られた場合には補修交換の時期を検討することとした。

さらに、安全上重要な機器でないが検討した設備の中で、重水冷却系設備のヘリウム系設備の凝縮器及び再結合器、CRDM冷却系設備の前置フィルタ、後置フィルタについては、10年以内に適時、交換または洗浄を行うこととした。

7. 考察

この評価では、使用頻度の高い動的機器に対しては、消耗部品の交換を行い、静的機器に対しては外観検査及び開放点検を行い、健全性を確認するなど、経年変化を考慮した適切な保守を実施していることを確認した。

以上のことから、これまで実施してきた保全活動内容は妥当であると判断した。また、経年変化について注意を要する設備機器として原子炉建家、冷却塔、送風機、排気筒が抽出された。これらについては10年以内に調査または分解点検を実施することとしている。(送風機については分解点検を平成20年に実施済み)

JRR-3で行っているポイント制の評価では、経年変化事象は直線的に進展するという仮定のもとに行った。実際の事象は直線的に進展するものだけではない。また、ポイントの付け方、評価基準など改善すべき点もあると考えている。

今後は、今回の評価を積極的に活用しながら、同様の検査及び適切な時期に交換等を実施するなどの保全活動を行うこととし、また必要に応じた保全計画の見直し等を適宜行っていく。

参考文献

- [1] 平沼博志 “原子力発電プラント高経年化の最前線”、日本電気工業会、電気、2004.4
- [2] 里子博幸、瓜生満 他 “核燃料施設における建物経年変化の劣化評価手法とモニタリング手法の開発”、サイクル機構技法、No.22、2004.3

