

核燃料物質使用施設の安全評価の取組み (2)

— H20 年度の評価結果と保全経験 —

Activity of safety review for the facilities using nuclear material (2)

— Safety review results and maintenance experiences for hot laboratories —

独立行政法人日本原子力研究開発機構 大洗研究開発センター 燃料材料試験部

雨谷 富男 Tomio AMAGAI 藤島雅継 Tadatsune FUJISHIMA

水越 保貴 Yasutaka MIZUKOSHI 坂本直樹 Naoki SAKAMOTO

大森 雄 Tsuyoshi OHMORI

In the site of O-arai research and development center of Japan Atomic Energy Agency (JAEA), five hot laboratories for post-irradiation examination and development of plutonium fuels are operated more than 30 years. A safety review method for preventive maintenance on these hot laboratories includes test facilities and devices are established in 2003. After that, the safety review of these facilities and devices are done and taken the necessary maintenance based on the results in each year.

In 2008, 372 test facilities and devices in these hot laboratories were checked and reviewed by this method. As a results of the safety review, repair issues of 38 facilities of above 372 facilities were resolved.

This report shows the review results and maintenance experiences based on the results.

Keywords: safety review, PSR, Performance Indicator, hot laboratory

1. 緒言

大洗研究開発センター燃料材料試験部は、高速増殖炉の燃料及び材料の開発を行う照射後試験施設とプルトニウム燃料の研究施設の運転管理を行っている。照射後試験施設は4施設管理しており、照射燃料集合体試験施設(以下、FMF)、照射燃料試験施設(以下、AGF)、照射材料試験施設及び第2照射材料試験施設(以下、あわせてMMF)である。また、プルトニウム燃料の研究施設は燃料研究棟(以下、PFRF)である。これらの施設は、運転開始からいずれも

30年以上経過しており、独自の手法によりこの5施設の安全評価を行うとともに、適切な保全に取り組んできた。[1]

平成20年度は、これら5施設の全ての保安上重要な設備(計372設備)の継続的な安全性を確認し、施設の状態は良好であった。また、安全評価結果に基づき、適切な保全活動を展開し、上記372設備のうちの38設備の補修課題を解消して施設の安全を確保している。

本報では、平成20年度の各施設の安全評価結果と保全経験の実例を報告する。

連絡先：雨谷富男、〒311-1393 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番、(独)日本原子力研究開発機構
大洗研究開発センター 燃料材料試験部 燃料製造試験課 電話：029-267-4141、
e-mail：amagai.tomio@jaea.go.jp

2. 平成20年度の安全評価結果

2.1 安全評価手法の概要

施設の安全評価手法[1]の概要について述べる。

ウランやプルトニウムなどを扱う核燃料物質使用

施設には、核燃料物質を閉じ込め、放射線障害を防止するための換気設備や廃液設備といった多種多様な設備が設置されている。

施設の安全評価は、これらを含む施設を構成する設備の継続的な安全性を確認することにより行う。

設備の継続的な安全性は、以下の手順で確認する。

まず、高経年化により設備が故障に至るリスク因子（本手法では、補修課題として扱う）を抽出する。

その補修課題について

①補修課題の危険度

②性能劣化監視指標（Performance Indicator：P I）の有効性（故障時期の見極めやすさ）

③法令等遵守への影響度

の3つの要因をそれぞれ数値化する。

そして、その組み合わせに応じてAA、A、B、B⁻、C、C⁻、Dの安全性ランク（7ランク：表1、表2参照）に格付けする。

施設の安全評価結果は、確認した各設備の安全性ランクがB⁻以上であることをもって良好とする。

C又はC⁻ランクの設備は、評価時点では健全に作動しているため、直ちに核燃料物質使用施設の安全に影響を及ぼすことはないものの、継続的な安全確保（予防保全）の観点から、基本的に当該年度の保全業務に反映して速やかな対応を図る。

表1 評価要因と安全性ランクとの関係

安全性ランク	①補修課題の危険度	②P Iの有効性	③法令等遵守への影響度
AA	補修課題なし		抵触なし 1点
A	4点以下	関連なし	
B	4点超え 40点未満	適用可 4点～10点	
B ⁻		適用不可 1点	
C	40点以上	適用可 4点～10点	
C ⁻		適用不可 1点	
D	関連なし		抵触有り 7点以上

表2 安全性ランクの解釈の概要

安全性ランク	解釈の概要
AA	保全が完了し、補修課題が解消。
A	継続的な安全性良好。補修課題の危険度は極めて低い。
B	継続的な安全性に問題ないが、P Iに応じた保全を要する。
B ⁻	継続的な安全性に問題ないが、早めの保全を要する。
C	補修課題の危険度に十分注視し、P Iに応じた早めの保全を要する。
C ⁻	故障時期の見極めが困難なため、早急に保全を要する。
D	コンプライアンス上、最優先で速やかな保全及び必要な通報連絡を要する。

2.2 平成20年度の安全評価結果

平成20年度における5施設それぞれの設備の継続的な安全性は、FMFが49設備、AGFが79設備、MMFが151設備、PFRFが93設備の計372設備を確認し、いずれにもB⁻ランク以上であることが確認できた。継続的な安全性を確認した372設備は、5施設の全ての保安上重要な設備を網羅している。平成20年度の各施設における設備の安全性ランクの割合を表3に、全5施設を集計した平成20年度の安全性ランクの割合を図1に示す。

表3 各施設における設備の安全性ランクの割合

安全性ランク	FMF	AGF	MMF	PFRF
AA	12.3	39.2	59.6	46.2
A	55.1	3.8	11.9	19.4
B	30.6	55.7	26.5	34.4
B ⁻	2.0	1.3	2.0	0.0
C	0.0	0.0	0.0	0.0
C ⁻	0.0	0.0	0.0	0.0
D	0.0	0.0	0.0	0.0

(単位：%)

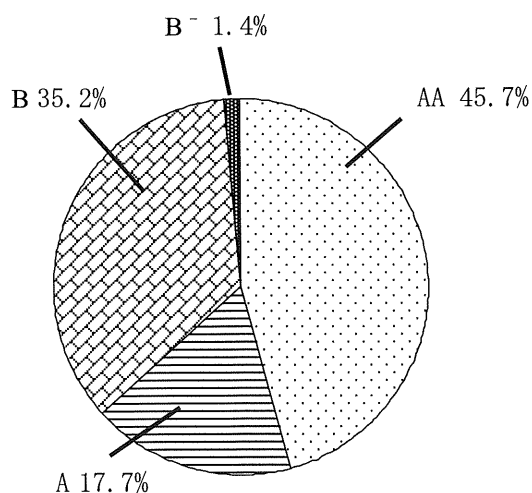


図1 全5施設を集計した安全性ランクの割合

施設の安全評価結果は、5施設ともに施設を構成する各設備の継続的な安全性がB⁻以上であり、早めの保全を有するC及びC⁻ランクや最優先で速やかな保全を要するDランクの設備はなく、良好であった。

3. 保全経験

3.1 保全計画への反映と適切な保全活動

安全の確保のためには、上記の評価に加え、適切な保全活動の基礎となる保全計画の優先順位付けの信頼性向上も重要である。そこで、当該設備が故障した際の影響度（設備機器影響度、最大1800点）と、前途の安全評価で数値化した①補修課題の危険度（最大100点）及び②PIの有効性（最大10点）から、次式により総合リスクポイント[1]を算出する。

$$\text{設備機器影響度} = (\text{設備機器影響度}/1800 + \text{①補修課題の危険度}/100 + \text{②PIの有効性の逆数}) \times 100$$

総合リスクポイントは、設備が重要で、補修課題の危険度が高く、PIの有効性が低い（故障時期が見極め難い）ほど点数が高く、最大で300点となり、高点数ほど保全優先度が高いことを意味する。

この総合リスクポイントに従って信頼性の高い保全計画を施設毎に策定し、平成15年度の試行以来、安全性ランクが低く、総合リスクポイントが高い設備

を中心に予防保全に努めてきた。

このような適切な保全活動を展開により、平成20年度は5施設合計で372設備のうち38設備の補修課題を解消し、本取組みを始めてから累計で110設備の予防保全を行ってきた。

その他の設備については、PI監視を継続し、的確な経過措置を施しながら設備を健全に維持している。

これまでに補修課題を解消してきた設備（Bランクも含む）の累積件数（5施設合計）を図2に示す。

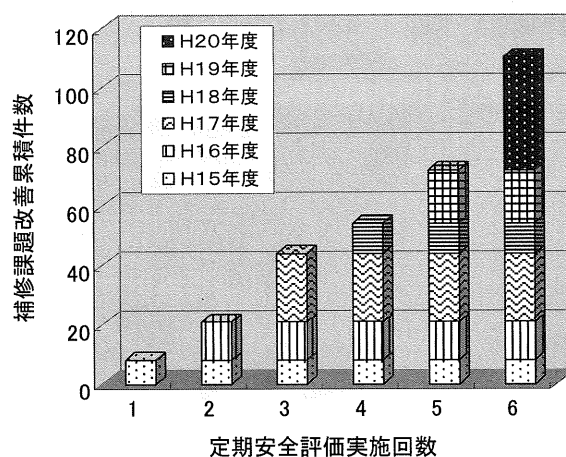


図2 補修課題の改善累積件数

また、図1に示す平成20年度の全5施設を集計した安全性ランクの割合は、前年度に比べてCランクが解消されるとともに、A、B、B⁻ランクがそれぞれ約2%、約11%、約1%少なくなり、その分AAランクが約14%増えている。安全評価結果に基づく適切な保全活動の効果が認められた。

3.2 保全経験の例

平成20年度における保全経験の具体例を述べる。

(1) 給気ダンパー駆動シリンダーの更新

核燃料物質を使用するグローブボックスは、ステンレス製筐体にアクリル観察窓とネオプレンゴム製のグローブが取り付けられた密閉構造となっている。外観写真を図3に示す。

また、図4に示すような給気系統と排気系統からな

る換気設備により、設置室内部の気圧を大気圧よりも50Pa程低くし、さらにグローブボックス内部を設置室の気圧よりも300Pa程低い負圧状態に保ち、核燃料物質の漏洩を防止している。

設置室とグローブボックスの負圧は、給気ダンパーと排気ダンパーの開度バランスにより一定に調整する。グローブボックス内の雰囲気は、高性能エアフィルタでろ過し、安全に大気に放出する。

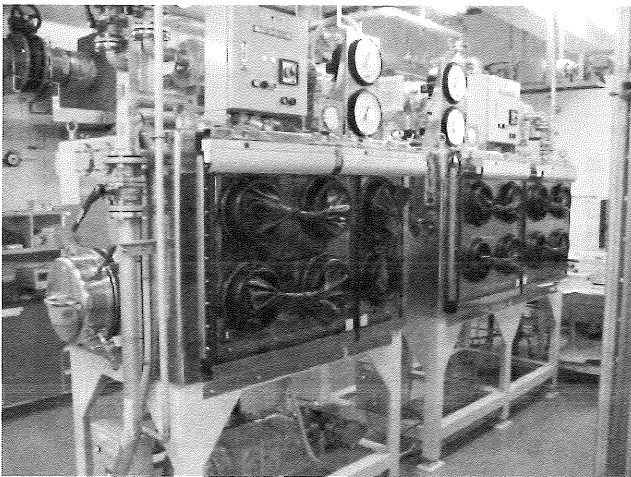


図3 グローブボックスの外観写真

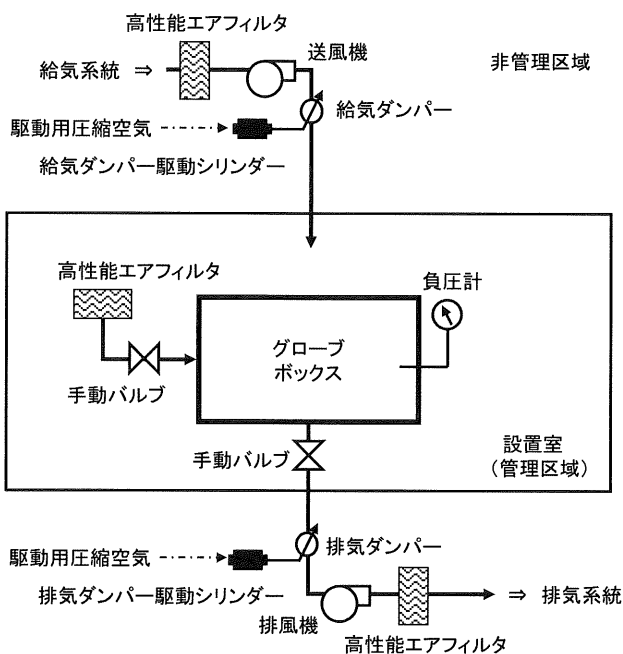


図4 グローブボックスの負圧維持系統の概念図

給気及び排気ダンパー駆動シリンダーは、それぞれのダンパーの開度調整を行う役割を果たしているため、故障すると換気設備が正常に機能せずグローブボックスの負圧の保持に重大な影響を与える。

ダンパー駆動シリンダーは、ゴム製のダイヤフラム構造により圧縮空気で作動するため、経年劣化によりダイヤフラムが破損し、作動不能に至る懸念がある。そこで換気設備のリスク因子(補修課題)の1つに給気及び排気ダンパー駆動シリンダーのダイヤフラムの劣化破損による作動不能(補修課題：同駆動シリンダーの更新)を摘出した。ダンパー駆動シリンダーの外観写真を図5に示す。

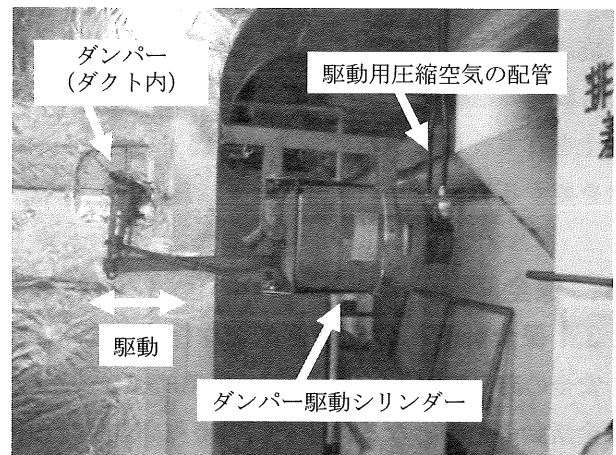


図5 ダンパー駆動シリンダーの外観写真

PIには毎日1回の給気ダンパーと排気ダンパーの開度バランスの確認と駆動用圧縮空気漏れの聴音を設定した。

このダンパー駆動シリンダーのダイヤフラムの劣化破損による作動不能をリスク因子とした換気設備の継続的な安全性は、

- ①補修課題の危険度：20点
- ②PIの有効性：4点
- ③法令等遵守への影響度：1点

で、安全性ランクはB、継続的な安全性に問題ないが、PIに応じた保全を要するという確認結果となった。

設備機器影響度は1120点、総合リスクポイントは107点であった。

本件は、予防保全が必要な補修課題であり、設備機器影響度が高く、安全性ランク B の中では総合リスクポイントが高いため、予備品を予め手配した。

設定した P I により継続監視した結果、給気ダンパー駆動シリンダーに極わずかな圧縮空気の吐出音が検知された。

分解点検の結果、ゴム製のダイヤフラムに微細なピンホールが認められ、換気設備が作動不良に至る前に同駆動シリンダーを更新し、補修課題を解消できた。

これにより、グローブボックスの負圧は正常に保たれ、施設の保安が確保できた。

(2) 空気圧縮設備のアフタークーラーの更新

前記の通り、グローブボックスの負圧の保持には、圧縮空気を用いる。

空気圧縮設備には、蓄圧した空気を除熱するための水冷式のアフタークーラーが装備されている。

図 6 に空気圧縮設備の概略図とアフタークーラーの外観写真を示す。

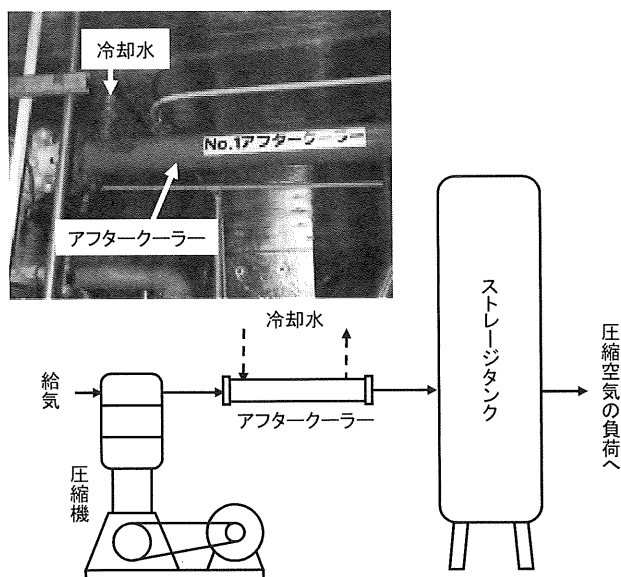


図 6 空気圧縮設備の概略図とアフタークーラーの外観写真

これまでの運転経験から、10 年程度でアフタークーラーの外郭のパイプが腐食し、孔食が進行して同パイプの底部に集中してピンホールが生じることが把握できていた。ピンホールが繋がってクラックに発展

すると、著しい冷却水漏れによる流量低下により安全回路が作動し、圧縮機が停止して圧縮空気の供給に支障をきたす恐れがあるため、空気圧縮設備のリスク因子(補修課題)の 1 つにアフタークーラーの腐食(補修課題：アフタークーラーの更新)を摘出した。

P I には毎日 1 回の外観観察によるピンホールの発見と 2 年に 1 回の分解点検による孔食の進行具合の確認を設定した。

このアフタークーラーの腐食をリスク因子とした空気圧縮設備の継続的な安全性は、

- ①補修課題の危険度：20 点
- ②P I の有効性：7 点
- ③法令等遵守への影響度：1 点

で、安全性ランクは B、継続的な安全性に問題ないが、P I に応じた保全を要するという確認結果となった。

設備機器影響度は 1120 点、総合リスクポイントは 97 点であった。

本件は、予防保全が必要な補修課題であり、設備機器影響度が高く、安全性ランク B の中では総合リスクポイントが高いため、予備品を予め手配した。

設定した P I により継続監視した結果、ピンホールからの極わずかな冷却水のにじみを発見し、著しい冷却水漏れによる圧縮機の停止に至る前にアフタークーラーの更新ができた。これにより圧縮空気は安定して供給され、グローブボックスの負圧は正常に保たれて施設の保安が確保できた。

6. 結言

核燃料物質使用施設の特徴を踏まえた独自の手法による平成 20 年度の安全評価結果は、FMF、AGF、MMF、PFRF ともに施設を構成する各設備の継続的な安全性が B 以上であり、良好であった。

また、安全評価に基づき、保全経験の例に示したように適切な保全活動を展開し、平成 20 年度に 5 施設合計で 38 設備の補修課題を解消し、これまでに累計で 110 設備の予防保全を実施して施設の安全を確保してきた。これにより、平成 20 年度の 5 施設を集計

した設備の安全性ランクの割合は、前年度に比べてCランクが解消されるとともにBやB⁻ランクが少なくなり、一方で補修課題が解消されたAAランクが増えるなど、適切な保全活動が着実に施設の安全確保に寄与していることが確認できた。

今後も本取組みを継続するとともに、実績を積み重ねながら評価手法等を改善し、施設の安全確保に努める。

参考文献

- [1] 藤島雅継 他：“核燃料物質使用施設の安全評価の取組み” 日本保全学会第5回学術講演会要旨集、(2008)