

東海再処理施設における高性能フィルタ交換周期の適正化

Optimization of the exchange period of high efficiency particulate air filter in Tokai Reprocessing Plant

(独) 日本原子力研究開発機構	川澄 裕之	Hiroyuki KAWASUMI	
(独) 日本原子力研究開発機構	算用子 裕孝	Hiroataka SANYOSHI	
(独) 日本原子力研究開発機構	八戸木 日出夫	Hideo YATOOGI	
(独) 日本原子力研究開発機構	福有 義裕	Yoshihiro FUKUARI	(Member)
(独) 日本原子力研究開発機構	伊波 慎一	Shinichi INAMI	(Member)

In the ventilation facilities of the Tokai reprocessing plant, particle filters are generally installed both in air-intake and exhaust systems. In the air-intake system, atmospheric dust is filtered and the cleaned air is supplied into radiation controlled areas, whereas in the exhaust system, radioactive materials are filtered and it is discharged to the environment. Because the filter of the exhaust system serves to prevent radiological release to the environment, a high-efficiency particle air (HEPA) filter that a decontamination factor is extremely high, is used for filtering radioactive particles. The HEPA filter is usually exchanged with new one when the filter is carried over with particles, or it is exchanged by the limit as an anti-aging deterioration measure in time.

This report reviews the exchange period of a particle filter by confirming the integrity of a filter installed in investigation and the enforcement of the past filter exchange results and reports the result that planned adequacy.

Keywords; Tokai Reprocessing Plant, ventilation facilities, HEPA filter, exchange period

1. 緒言

東海再処理施設では、管理区域を有する施設からの排気は、排気系統に設けられた排気フィルタでろ過されて、排気筒から環境に放出している。このため、排気フィルタとして、JIS Z 4812(1995)に基づく性能を有する HEPA フィルタ(High Efficiency Particulate Air Filter)を使用している。[1]

東海再処理施設におけるフィルタの交換基準は、フィルタ差圧及び表面線量率を基に定められている。また、この交換基準に達しない場合でも、経年劣化対策として、使用開始から5年を目安に定期的な交換を行ってきた。しかし、使用済みのフィルタは、低放射性廃棄物等として貯蔵管理が必要であり、低減化が求められる。

そこで、交換実績の調査及び実際に設置されているフィルタの健全性を確認することにより、交換周期の見直しを行い、適正化を進めたのでその結果について報告する。

連絡先：川澄 裕之

〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松 4-33

日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター

e-mail: kawasumi.hiroyuki@jaea.go.jp

2. 東海再処理施設における換気設備の概要

2.1 換気設備の構成

換気設備の概要を図1に示す。換気設備はブロー、フィルタ、ダクト等で構成され、施設外から施設内に、空気を取り込む給気系統、この取り込んだ空気を主排気筒より放出する排気系統とに区分している。

施設内は、線量率の程度に応じて、低いほうからグリーン区域、アンバー区域、レッド区域に区分している。また、区域毎に設けられたブローにより施設内の負圧を維持し、閉じ込め機能を確保している。[2]

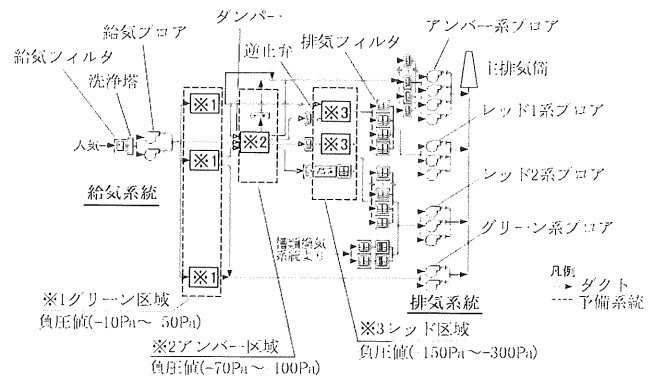


図1 換気設備概要

2.2 フィルタの仕様と役割

換気設備の給気系統及び排気系統に用いているフィルタの種類、仕様等を表1に示す。なお、捕集効率が違う2種類のHEPAフィルタを使用しており、0.15 μ mのDOP (DiOctyl Phthalate)を用いた粒子捕集効率試験において、フィルタ単体の捕集効率が99.97%以上(JIS Z 4812(1995)に基づく性能)のHEPAフィルタを排気系統で、0.3 μ mのDOPを用いた捕集効率が97%以上(東海再処理施設における特殊仕様)のHEPAフィルタを給気系統で使用している。このうち、排気系統のHEPAフィルタは、取り扱う放射線量等に応じて1段、又は直列2段に設置され、環境中へ放出される排気をろ過する最終段階のフィルタとして重要な役割を果たしている。

排気系統で使用するHEPAフィルタの構造を図2に示す。本フィルタの重要性から、耐熱性、耐食性、耐候性等を考慮した作りとなっており、外枠、セパレーターにSUS304、ガスケット、密封材としてシリコンが使用されている。[3]

表1 換気系に使用しているフィルタの仕様

種類	仕様	ろ材	セパレーター	枠	捕集効率
給気系統	プレフィルタ	グラスウール	—	亜鉛鋼板	85% (重量法JIS B9908(2004))
	HEPAフィルタ	グラスファイバ	特殊加工紙	難燃性合板	≥97% (DOP 0.3 μ m) 東海再処理施設における特殊仕様
排気系統	プレフィルタ	グラスウール	—	亜鉛鋼板 SUS304	85% (重量法JIS B9908(2004))
	HEPAフィルタ	グラスファイバ	SUS304	SUS304	≥99.97% (DOP 0.15 μ m) (JIS Z 4812(1995))

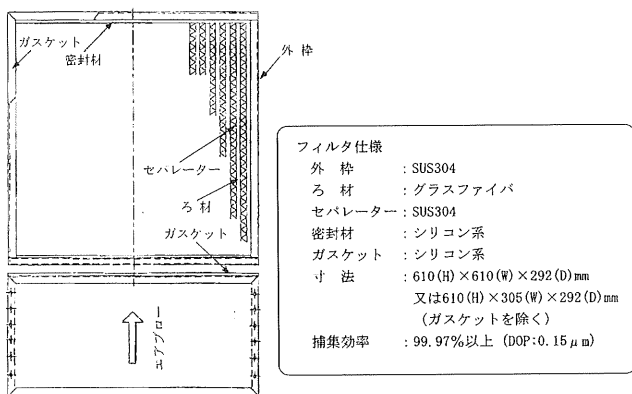


図2 排気系統に使用するHEPAフィルタの構造

3. フィルタの保守管理

3.1 従来のフィルタ交換基準

東海再処理施設の換気設備で使用しているフィルタの交換は、(1)～(3)に示す基準に達した時、又は達する恐れがある場合に交換を行う。

(1) フィルタ前後の差圧上昇

初期圧力損失の2倍程度から急速に上昇する傾向確認されている。このため、交換基準は、「フィルタ差圧が初期圧力損失の2倍以上に上昇した場合」に設定している。

(2) フィルタケーシング表面の線量率上昇

フィルタが設置されている区域の放射線管理を考慮し、交換基準を「フィルタケーシング表面の線量率が200 μ Sv/h以上に上昇した場合」としている。

(3) 定期的な交換

(1)、(2)の交換基準に該当しない場合でも、使用期間中において、ろ材、セパレーター、密封材、ガスケットなど構成部材の経年劣化により、フィルタユニット全体の捕集性能(総合捕集効率)が低下する可能性がある。このため、使用開始から5年を目安として定期的にフィルタ交換を実施してきた。

3.2 フィルタの交換実績

使用開始から5年を目安として定期的に交換を行っていた1997年以前の給気系統のフィルタ交換実績を図3に、排気系統のフィルタ交換実績を図4に示す。

年度毎の交換枚数に若干のバラツキは見られるものの、累積交換個数はほぼ一定の傾斜を示しており、給気系統では毎年900～1200個程度、排気系統では毎年100～300個程度のフィルタが交換されている。

給気系統及び排気系統のフィルタ差圧の経時変化(代表例)を図5に示す。給気系統の差圧上昇は急激であり、1年程度でフィルタ差圧が、初期圧力損失の2倍以上に上昇している。一方、排気系統のフィルタ差圧は極めて緩やかな上昇を示し、使用開始から5年を経過しても、フィルタ差圧の変動はわずかである。

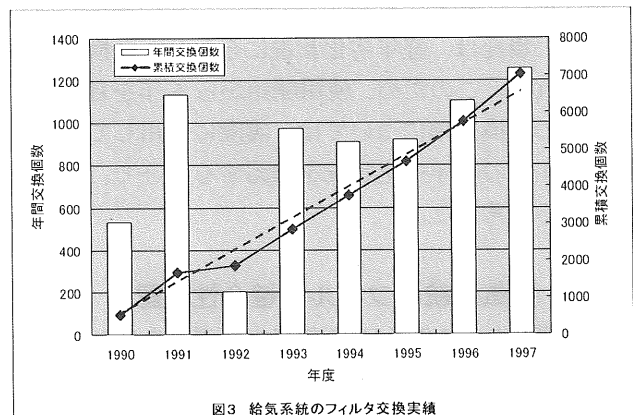
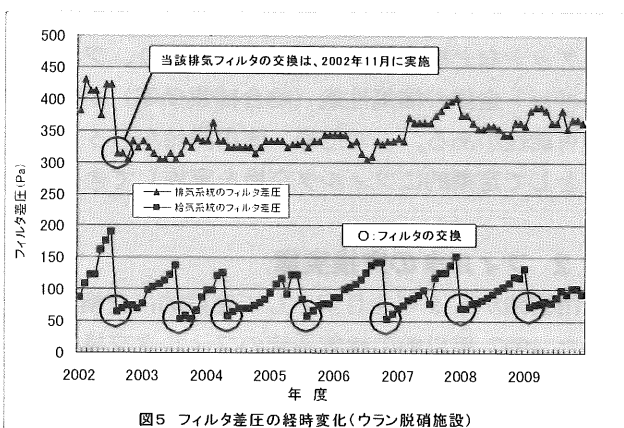
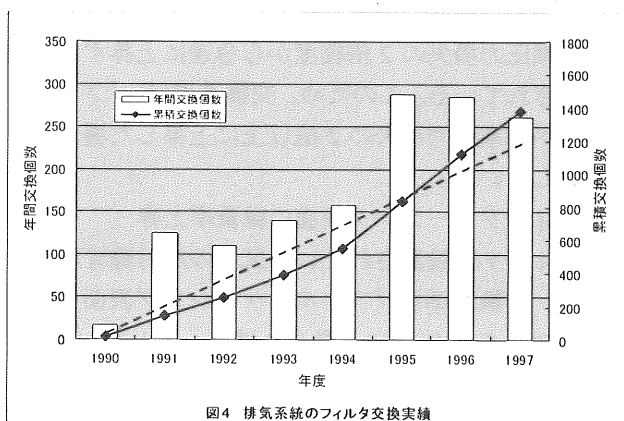


図3 給気系統のフィルタ交換実績



4. フィルタの交換周期

4.1 フィルタの傾向管理

給気システムのフィルタは、定期的にフィルタ差圧を点検し、その傾向から交換時期が予測可能である。このため、従来どおり傾向管理による交換を行うことが最も適正である。

排気システムのフィルタは、フィルタ表面線量率及びフィルタ前後の差圧を監視すると共に、交換基準に達していない場合は、経年劣化状況に合わせた交換周期が求められる。このため、使用開始から5年を目安とする従来の交換基準については、実際に使用している排気フィルタの経年劣化状況を確認することで、見直しを図れると考えた。

4.2 排気システムのフィルタ健全性確認

使用開始から5年及び10年以上経過したフィルタを対象として、現場での粒子捕集効率試験を行い、総合捕集効率※1を確認すると共に、交換したフィルタからろ材を採取し、引張強度試験を行った。また、フィル

タ交換の際には、外観目視点検によりフィルタ据付状態の確認を行った。

※1 総合捕集効率とは、フィルタケーシングにフィルタを取り付けた状態における、ケーシングの密閉性、フィルタの据え付け状態を含めた、フィルタユニット全体の性能を表す。

4.2.1 5年を経過した排気システムのフィルタ健全性確認

5年以上使用した排気システムのフィルタを対象として以下の確認試験を実施した。

(1) 粒子捕集効率試験結果

5年以上使用した排気フィルタが収められた154基のフィルタケーシングについてJIS Z 4812(1995)に基づくDOPを用いた粒子捕集効率試験を行った。その結果、全て総合捕集効率は99.99%以上であり、排気フィルタの性能及び据付状態が維持されていることを確認した。

(2) 引張強度試験結果

5年以上使用した一部のHEPAフィルタを交換し、ろ材を採取して引張強度試験を行った。試験方法は、JIS P 8113(2006)[4]に基づき実施、縦方向及び横方向に対して各3枚を用いて試験した。なお、試験結果は、米国MIL規格(MILitary standard)で定められた値を参考値とした。

試験の結果は、MIL規格の基準を上回っており、ろ材の強度が維持されていることを確認した。

	MIL規格(参考値)	試験結果
縦方向引張強度	≥351.1	470.4
		470.4
		441.0
横方向引張強度	≥436.0	960.4
		1029.0
		921.2

(N/m)

(3) 外観目視点検結果

HEPAフィルタについて、外観目視点検により、経年劣化状況を確認した。その結果、ろ材やセパレーターの潰れ、腐食等の劣化は確認されなかった。なお、ビニールバック※2の一部に、わずかな変色が見られたが、これは排気フィルタの総合捕集効率に影響を与えるものではない。

これらの調査結果から、5年以上使用したフィルタでは、捕集効率を低下させる恐れのある経年劣化は確認されなかった。

※2 気密性を保持したままフィルタ交換を行うために、フィルタと共にケーシング内に収められている塩化ビニル製の袋

4. 2. 2 10年を経過した排気系統のフィルタ健全性確認

10年以上使用した排気系統のフィルタを対象として以下の確認試験を実施した。

(1) 粒子捕集効率試験結果

89基のフィルタケーシングについて行った粒子捕集効率試験の結果、総合捕集効率は全て99.99%以上であった。

(2) 引張強度試験結果

JIS P 8113(2006)に準拠して行った引張強度試験の結果、MIL規格に定める値を上回っていた。

	MIL規格(参考値)	試験結果
縦方向引張強度	≥351.1	646.8
		597.8
		597.8
横方向引張強度	≥436.0	1107.4
		1078.0
		1195.6

(N/m)

(3) 外観目視点検結果

外観目視点検により、経年劣化状況を確認した結果、ろ材やセパレーターの潰れ、腐食等の劣化は確認されなかった。また、総合捕集効率は99.99%以上であった。しかし、一部のHEPAフィルタに、ガスケット部の固着、劣化が見られた。

4. 3 フィルタ交換周期の適正化

健全性確認結果により、排気フィルタの総合捕集効率は、10年使用しても性能が低下することはなかったが、交換時期は、構成部材の経年劣化も考慮する必要がある。このため、フィルタ差圧、表面線量率の上昇が交換基準に達しない場合でも、使用開始から10年程度で交換時期にあると考える。これらの結果を基に、排気フィルタの交換基準を見直し、1998年から10年を交換目安として定期的に交換を実施している。

以上のフィルタ交換周期の適正化に向けた取り組みにより、低放射性廃棄物発生量の低減化、フィルタ交換作業頻度の減少及びフィルタ購入コストの削減が図られた。

5. まとめ

給気系統のフィルタは1年程度でフィルタ差圧が初期圧力損失の2倍以上に上昇してしまうため、交換時期を延長することはできなかった。

排気系統のフィルタは、その重要性から、経年劣化の有無に係わらず、5年を目安として定期的に交換を行ってきたが、経年劣化状況を確認することにより、交換時期の適正化を図ることができた。なお、フィルタ差圧、または表面線量率の上昇の際には、その都度交換を行うことに変更はない。

参考文献

- [1] JIS Z 4812(1995)：放射性エアロゾル用高性能フィルタ
- [2] 堂村和幸 他「東海再処理施設における換気設備の負圧監視と保全管理」日本保全学会(2009年)
- [3] 社団法人 日本空気清浄協会 1981 編集「空気清浄ハンドブック」オーム社
- [4] JIS P 8113(2006)：紙及び板紙-引張特性の試験方法-第2部:低速伸張法