

炉心流路閉塞による炉心冷却機能の喪失事象への対応について

令和 2 年 12 月 14 日

日本原子力研究開発機構

原子力科学研究所

1. 対策の方針

JRR-3 は、燃料が損傷した場合のために非常用排気設備を有している。燃料が破損した場合には、破損を検知して原子炉が自動停止するとともに、通常排気設備から非常用排気設備に切り替わる設計となっている。非常用排気設備のヨウ素除去フィルタは、全炉心に蓄積したヨウ素が炉心から放出するような事象においても十分に吸着できる性能を有している。このため、地震等の影響によりヨウ素除去フィルタの脱落等がない限り、使用できる間は非常用排気設備を使用する。仮に非常用排気設備の機能が期待できず、ヨウ素の環境への放出のおそれがある場合は、非常用排気設備を停止し、原子炉建家内に閉じ込めることとする。

2. 対策の全体像

	事象	判断（手段、基準）	対策	
進展 ↓	燃料破損 （流路閉塞による 燃料板 2 枚損傷）	中央制御室で監視 ・燃料事故モニタ	・原子炉停止（自動） ・非常用排気設備に切り替え（自動）	BDBA
	燃料破損 （DBA の想定を超える損傷）	中央制御室で監視 ・燃料事故モニタ	・原子炉停止（自動） ・非常用排気設備に切り替え（自動） ・目張り対策（切り替えが失敗した場合） ※非常用排気設備が使用できる間は使用する。	
	非常用排気設備の 機能喪失	中央制御室で監視 ・非常用排気設備の運転状態 （カメラまたは現場での確認） ・排気筒の事故時用モニタ ・モニタリングポスト	・非常用排気設備を停止 ・目張り対策	

3. 非常用排気設備の起動

JRR-3 の非常用排気設備は、A系とB系の2系統が原子炉建家地階に設置されている。非常用排気設備のうち空気浄化装置は粗フィルタ、微粒子フィルタ及びヨウ素除去フィルタにより構成されている。また、各系統の各フィルタに差圧計が設置されている。

原子炉運転中に燃料板の間に異物が混入し流路閉塞による燃料破損が発生した場合、1次冷却材の原子炉プール出口側配管に設置されている燃料事故モニタにより検知する。燃料事故モニタは原子炉建家地階のカナル下室に設置し、1次冷却材の線量を測定しており、通常の定格出力（20MW）運転時の値をBG値として、BG値の2倍で警報発報、BG値の10倍で原子炉停止（スクラム）、BG値の50倍で通常の換気設備を停止して非常用排気設備が2系統起動する設計である。なお、2系統のうちどちらか一方の運転により負圧を維持できる設計となっている。

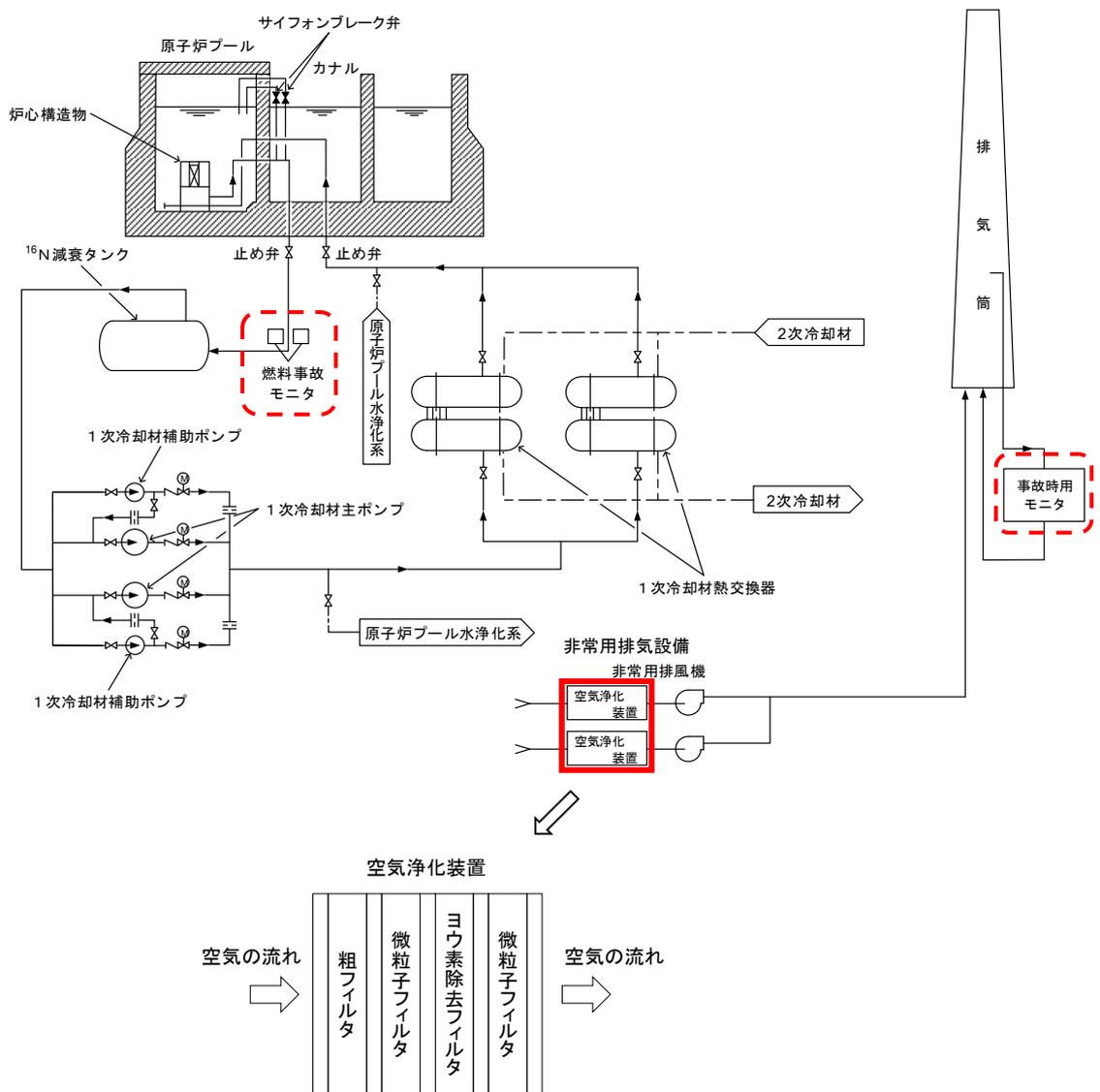


図1 非常用排気に関する系統概略図

4. 対応フロー

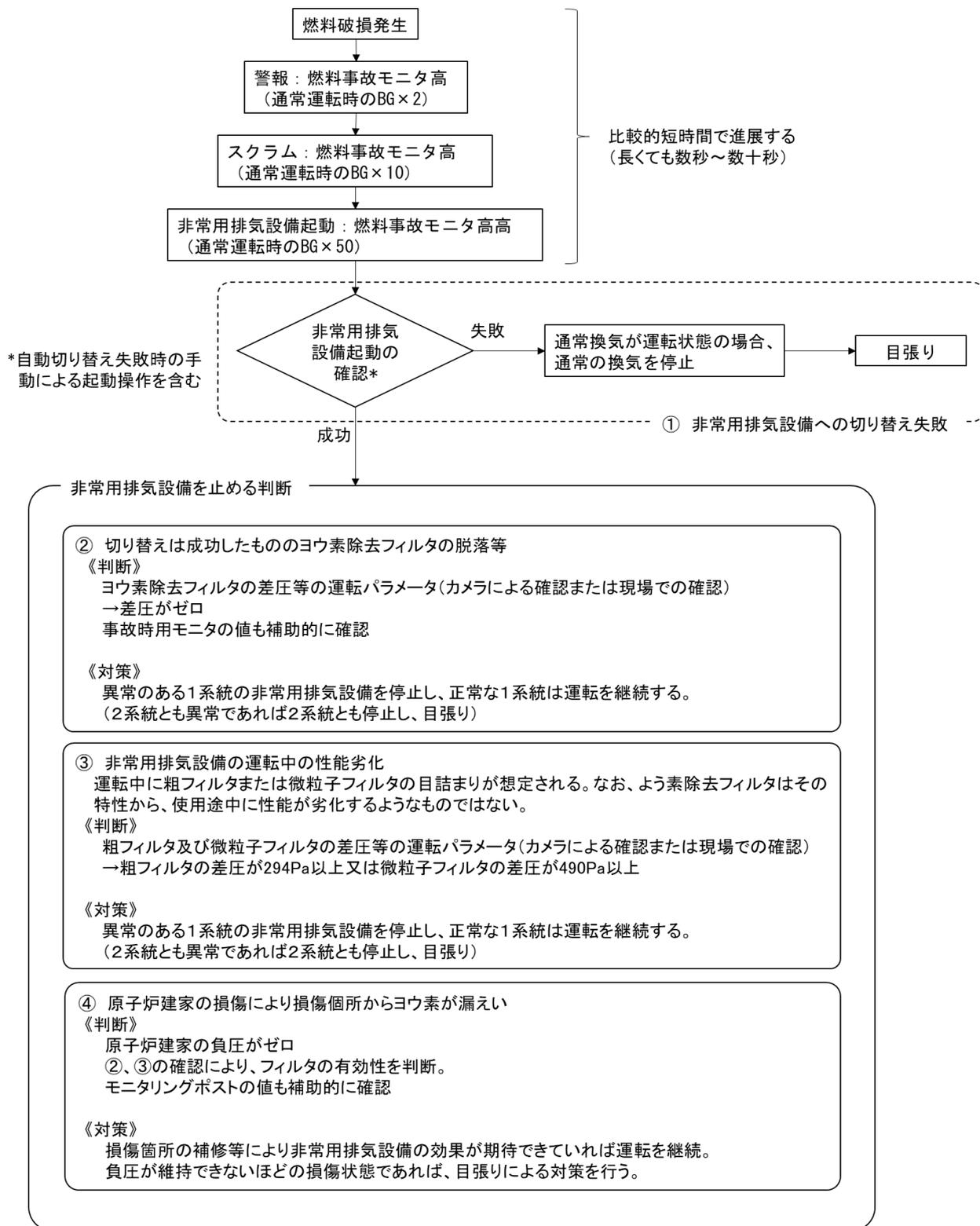


図2 燃料破損発生時の対応フロー

5. 非常用排気設備停止の判断基準と確認方法

① 非常用排気設備への切り替え失敗

《判断方法》

中央制御室において、非常用排気設備への切り替わりを確認する。

《対策》

燃料事故モニタの高高信号により通常の換気設備が停止し非常用排気設備を自動起動すべきところ、切り替えの失敗を中央制御室にて確認したときは、炉室の通常換気系を手動停止し、非常用排気設備の手動起動を試みる。手動でも切り替えに失敗したときは、目張りによる閉じ込めに切り替える。

② 切り替えは成功したもののヨウ素除去フィルタの脱落等

《判断方法》

1) ヨウ素除去フィルタの差圧計の値を確認する。(カメラによる確認または現場での確認)

判断基準：差圧がゼロ

→ヨウ素除去フィルタが損傷又は脱落し、フィルタによるヨウ素除去が出来なくなったと判断する。

2) 事故時用モニタの値も補助的に確認する。

《対策》

異常のある1系統の非常用排気設備を停止し、正常な1系統は運転を継続する。

(2系統とも異常であれば2系統とも停止し、目張り)

③ 非常用排気設備の運転中の性能劣化

非常用排気設備の運転中に粗フィルタ又は微粒子フィルタの目詰まりが発生する可能性は排除できない。なお、ヨウ素除去フィルタはその化学的な特性から、使用途中に性能が劣化するようなものではない。

《判断方法》

1) 粗フィルタの差圧計の値を確認する。(カメラによる確認または現場での確認)

判断基準：差圧が294Pa*を超える。

→粗フィルタに目詰まりが発生しており、過負荷により故障する可能性が高いと判断する。

2) 微粒子フィルタの差圧計の値を確認する。(カメラによる確認または現場での確認)

判断基準：差圧が490Pa*を超える。

→微粒子フィルタに目詰まりが発生しており、過負荷により故障する可能性が高いと判断する。

《対策》

異常のある1系統の非常用排気設備を停止し、正常な1系統は運転を継続する。

(2系統とも異常であれば2系統とも停止し、目張り)

*過負荷により非常用排気設備を故障させる可能性がある値として設定している。過負荷による故障が発生した場合には、当該フィルタの破損・脱落等により後段に設置されているヨウ

素除去フィルタを損傷させる可能性があり、また、2系統のうち1系統が過負荷により故障した場合に、フィルタの破損・脱落等による設備の変形等により、併設しているもう一方の運転に影響する可能性がある。

④ 建家の損傷により損傷個所からヨウ素が漏えい

《判断方法》

1) 原子炉建家の負圧計を確認する。所定の負圧が維持されない

判断基準：負圧がゼロ

→ただし、フィルタの差圧を②、③の方法により確認し、フィルタの有効性を確認した場合は運転を継続する。

モニタリングポストの値も補助的に確認する。

《対策》

損傷個所の補修を行い負圧回復に努め、建家が損傷しても②及び③の確認により非常用排気設備の健全性が確認できれば、運転を継続する。

負圧が維持できないほどの損傷状態であれば、目張りによる対策を行う。

なお、モニタリングポストの監視により、線量の著しい上昇があった場合には、建家損傷個所からの漏えいが疑われる。

6. フィルタ差圧の確認方法

自主保安措置として、非常用排気設備周辺に遠隔カメラを設置し、中央制御室から非常用排気設備の各フィルタ差圧を確認できるようにする。

遠隔カメラによる確認ができない場合は、原子炉建家地階で目視によるフィルタ差圧の確認作業を行う。作業は空気呼吸器及びアノラックスーツを装備して実施する。装備の装着は約15分程度である。また、警報機付きポケット線量計を装着し、常設のエリアモニタ及び可搬型サーベイメータにより空間線量を監視して被ばく管理（100mSv以下）を行いながら実施する。作業時間は、原子炉建家入口から入室し、非常用排気設備のフィルタ差圧を確認して原子炉建家入口に戻るまでの約5分である。燃料破損の程度が設計基準事故と同程度の場合、原子炉建家1階の空間線量は約160mSv/hである。

以上のことを踏まえ、以下のとおり補正する。

別表第 29 多量の放射性物質等を放出する事故に関する措置（第 5 条の 2 第 1 項関係）（抜粋）
（変更前）

発生事象	判断基準	措 置
燃料破損が発生し、かつ、非常用排気設備が機能喪失した場合	・燃料事故モニタ高高が発報した後、非常用排気設備が自動で作動しないとき。	①原子炉建家の換気系を停止する。 ②原子炉建家の気密を維持できない場合は、原子炉建家の必要箇所（出入口、非常口等）に目張りを講じる。

（変更後）

発生事象	判断基準	措 置
燃料破損が発生し、かつ、非常用排気設備が機能喪失した場合	<u>下記のいずれかのとき</u> ・燃料事故モニタ高高が発報した後、非常用排気設備が作動しないとき。 ・ <u>次の監視計器の指示値から非常用排気設備のフィルタが有効に働いていないことを確認したとき。</u> ① <u>非常用排気設備フィルタ差圧計</u> ② <u>燃料事故モニタ</u> ③ <u>事故時用モニタ</u> ④ <u>モニタリングポスト</u>	①原子炉建家の換気系（ <u>通常用及び非常用の双方</u> ）を停止する。 ②原子炉建家の気密を維持できない場合は、原子炉建家の必要箇所（出入口、非常口等）に目張りを講じる。