

【公開版】

提出年月日	令和2年1月17日	R2
日本原燃株式会社		

M O X 燃 料 加 工 施 設 に お け る
新 規 制 基 準 に 対 す る 適 合 性

安全審査 整理資料

第22条：重大事故等の拡大の防止等

目 次

1 章 基準適合性

1. 基本方針
2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）
3. 重大事故の選定
4. 重大事故の同時発生、連鎖の想定
5. 重大事故等の対処に係るの有効性評価の基本的な考え方
6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処
7. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処
8. 必要な要員及び資源の評価

2 章 補足説明資料

1 章 基準適合性

6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

目 次

- 6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処
 - 6. 1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処
 - 6. 1. 1 火災による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置
 - 6. 1. 1. 1 火災による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置の具体的対策
 - 6. 1. 1. 2 火災による閉じ込める機能喪失の発生の防止のための措置の有効性評価
 - 6. 1. 2 火災による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置
 - 6. 1. 2. 1 火災による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための具体的内容
 - 6. 1. 2. 2 火災による閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策の有効性評価
 - 6. 1. 3 火災による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大の防止のための措置に必要な要員及び資源
 - 6. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処
 - 6. 2. 1 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置
 - 6. 2. 1. 1 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置の具体的対策
 - 6. 2. 1. 2 爆発による閉じ込める機能喪失の発生の防止のための措置の有効性評価

6. 2. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止の
ための措置

6. 2. 2. 1 爆発による閉じ込める機能の喪失に対する
具体的内容

6. 2. 2. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策の
有効性評価

6. 2. 3 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大の防止
のための措置に必要な要員及び資源

6. 1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処

(1) MOX燃料加工施設における火災の特徴

MOX燃料加工施設の燃料製造工程では焼結処理で水素・アルゴン混合ガスを使用するほかには有機溶媒等の可燃性物質を多量に取り扱う工程がないこと，核燃料物質を取り扱うグローブボックス等の設備及び機器は不燃性材料又は難燃性材料を使用することから，MOX燃料加工施設における大規模な火災の発生は想定されない。また，MOX粉末を取り扱うグローブボックスは窒素雰囲気とする設計であること，火災源となり得る除染作業用のアルコール，ウエス等の他，グローブボックス内に設置する機器が保有する潤滑油は不燃性材料で覆われ，露出していないことから火災の発生は想定されない。

ただし，基準地震動を超える地震動による地震により，窒素雰囲気を維持する機能が喪失してグローブボックス内が空気雰囲気となり，さらに機器が損傷して内部から潤滑油が漏えいした場合，ケーブルの断線等を着火源として火災が発生する可能性を否定できない。

火災が発生した場合，MOX燃料加工施設で取り扱うMOXの形態である粉末，焼結前の圧縮成形体（以下，「グリーンペレット」という。），グリーンペレット焼結後のペレット（以下，「ペレット」という。）の内，飛散し易いMOX粉末が火災により発生する気流によって気相中へ移行し，環境へ放出されることが想定される。

【補足説明資料6-1】

以上のとおり，MOX燃料加工施設における火災の特徴を考

慮し、火災区域に設定する工程室においてMOX粉末を露出した状態で取り扱い、かつ、潤滑油を内包する機器を設置するグローブボックスを重大事故等の発生を想定するグローブボックスとして選定し、これらのグローブボックス内で発生する火災への対処として、加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十二條及び第二十九條に規定される要求に基づき、重大事故等の対策を講ずる。

(2) 火災への対処の基本方針

火災による閉じ込める機能の喪失への対処として、加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十二條及び第二十九條に規定される要求を満足する重大事故等の発生及び拡大を防止するための措置を整備する。

火災による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置として、火災による核燃料物質の飛散の発生を未然に防止するための対策を整備する。

火災による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置として、環境への核燃料物質の漏えいを防止するための対策を整備する。

火災による閉じ込める機能の喪失の発生を想定する機器を有するグローブボックスを第6-1表に、各対策の概要図を第6-1図に示す。また、各対策の基本方針の詳細を以下に示す。

- ① 火災による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置
基準地震動を超える地震動の地震により、重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内で火災が発生した場合、消火剤を供給し消火する。

本対策は、火災の発生後速やかに対策を完了させる。

これらの対策に使用する重大事故等対処施設は、対策実施時に想定される温度、圧力及び放射線の環境条件下においても必要な機能を発揮できる設計とする。

② 火災による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、給排気経路上に設置するダンパを閉止することにより、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を講ずる。

本対策は、基準地震動を超える地震動の地震の発生後速やかに対策を完了させる。

また、消火又は核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの間、核燃料物質が火災の影響を受けることにより、環境へ放出されるおそれがある。このため、環境へ放射性物質を放出するおそれがある経路に設置する高性能エアフィルタにより、環境へ放出される放射性物質を可能な限り低減する。

これらの対策に使用する重大事故等対処施設は、対策実施時に想定される温度、圧力及び放射線の環境条件下においても必要な機能を発揮できる設計とする。

6. 1. 1 火災による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置

6. 1. 1. 1 火災による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置の具体的対策

火災源を有する複数のグローブボックス内で火災が発生した場合、核燃料物質が火災の影響を受けることにより飛散又は漏えいするお

それがあることから、火災による閉じ込める機能の喪失の発生防止対策については、核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災の消火を行う。

第6-1表に示す機器への対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第6-2図及び第6-3図に、アクセスルート図を第6-4図から第6-8図に、対策の手順の概要を第6-9図に示す。また、対策における手順及び設備の関係を第6-2表に、必要な要員及び作業項目を第6-10図に示す。

(1) 火災による閉じ込める機能の喪失の発生防止対策の実施判断

地震発生に伴い、外部電源が喪失し、非常用発電機が自動起動しない場合は、現場での手動起動操作を行う。非常用発電機を手動起動できない場合は、全交流電源の喪失と判断し、重大事故等への対処として以下の(2)に移行する。

(2) 火災の感知

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、中央監視室又は中央監視室近傍の廊下において、火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）によるグローブボックス内温度の確認及びグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラによるグローブボックス内の確認を行う。火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）の測定値及び火災状況確認用カメラで撮影した映像の確認は、可搬型火災状況監視端末を接続することで行う。

万一、火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）及びグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラの機能が喪失した場合においては、(3)、(4)、(5) 及

び (6) の消火の対策を実施した後に、予備開口から可搬型工程室監視カメラを挿入し、室内の確認を行う。

(3) 火災の消火（グローブボックス局所消火装置の自動起動）

重大事故等の起因となるグローブボックス内において火災が発生した場合は、グローブボックス局所消火装置が自動的に消火剤を放出することで消火を行う。

(4) 火災の消火（遠隔消火装置の遠隔手動起動）

(3) の対策にも係らず、火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）又はグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラにより火災の継続を確認した場合は、中央監視室又は中央監視室近傍廊下からの遠隔手動操作により、遠隔消火装置による消火を行う。

(5) 火災の消火（遠隔消火装置の現場手動起動）

(4) の対策における遠隔消火装置の遠隔手動起動に失敗した場合は、工程室外の廊下にて、該当する箇所に対して遠隔消火装置を手動起動することによる消火を行う。

(6) 火災の消火（可搬型消火ガスボンベによる消火）

(4) 及び (5) の対策の実施にも係らず、火災の消火を確認できない場合は、当該箇所に対して消火剤を放出できるよう、遠隔消火装置の分岐配管の接続口又はグローブボックス火災対処配管の接続口に可搬型消火ガスボンベを接続し、消火を行う。

(7) 重大事故等の発生防止対策の成功判断

火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）による温度の確認及びグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラによる室内の確認により、火災が消火された

ことを判断する。

6. 1. 1. 2 火災による閉じ込める機能喪失の発生を防止するための措置の有効性評価

(1) 有効性評価の方法

火災による閉じ込める機能の喪失の発生防止対策に係る有効性評価は、火災発生後速やかに火災の感知及び消火を実施できることについて評価する。

(2) 有効性評価の条件

火災の感知及び消火対策の有効性評価は、第6-1表に示すグローブボックスを対象に実施する。

主要な評価条件を以下に示す。

① 事故条件

a. 起回事象

有効性評価の前提となる設計上定める条件より厳しい条件は、火災の発生防止対策として構成する静的機器及び動的機器の機能を広範囲に喪失させる「地震」を起回事象とする。

b. 安全機能の喪失に対する仮定

設計上定める条件より厳しい条件として外部事象の「地震」を起因とした場合の安全機能の喪失の想定は、基準地震動の1.2倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない設計とした設備以外の設備は全て機能喪失するものとする。このため、安全機能を有する施設の火災の感知及び消火に関する機能が喪失することを想定する。また、耐震重要度分類をSクラスとしているグローブボックスは、基準地震動を1.2倍にした地震動の地震力に対して概ね弾性範囲に留

まるように設計することから、基準地震動を超える地震動の地震により当該グローブボックスが一部損傷したとしても、多量の放射性物質が漏えいするおそれはない。また、耐震重要度分類がSクラスのグローブボックスに対して、波及的影響を及ぼさないようにするために、グローブボックス内及びグローブボックス外の機器についても、地震時に転倒及び落下によりグローブボックスの安全機能に波及的影響を及ぼさないようにするために、基準地震動による地震力に対して概ね弾性範囲に留まるように設計することから、基準地震動を超える地震動の地震時においても転倒及び落下しない。また、外部電源も含めた全ての交流電源喪失も想定し、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計としており、且つ蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する設備以外の動的機器が全て同時に機能喪失することを想定している。

② 重大事故等への対処に関連する機器条件

火災による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置に使用する機器を第6-3表に示す。また、主要な機器の機器条件を以下に示す。

a. 火災の感知に係る機器

火災の感知に係る機器の条件を以下に示す。なお、火災の感知に係る機器については、火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）及び火災状況確認用カメラにより、多様性を有する。

(a) 火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）

火災状況確認用温度計は、重大事故等の起因となる火災

源を有するグローブボックス内で発生した火災を感知できる設計とする。また、全交流電源喪失時においても機能するよう、想定される重大事故等への対処が完了するまでの時間駆動できる蓄電池を有する設計とし、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とする。

(b) 火災状況確認用カメラ

火災状況確認用カメラは、重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内で発生した火災を感知できる設計とする。また、全交流電源喪失時においても機能するよう、想定される重大事故等への対処が完了するまでの時間駆動できる蓄電池を有する設計とし、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とする。

火災状況確認用カメラは、廊下に隣接しない室については火災状況確認用カメラを2系統設置する。

(c) 可搬型火災状況監視端末

可搬型火災状況監視端末は、火災状況確認用温度計及び火災状況確認用カメラと接続することにより、中央監視室又は中央監視室近傍廊下にて火災状況を監視できる設計とする。また、全交流電源喪失時においても機能するよう、想定される重大事故等への対処が完了するまでの時間駆動できる充電池を有する設計とする。

可搬型火災状況監視端末の保管に当たっては、故障時を考慮した個数を燃料加工建屋内において、常設重大事故等対処設備と異なり、かつ火災源となる機器と異なる室又は離れた場所に保管し、保管容器に収納した上で固縛又は転

倒防止対策を講じた保管棚に固縛するとともに、保管容器又は保管棚は被水防護できる構造とする。

(d) 可搬型工程室監視カメラ

可搬型工程室監視カメラは、万一、廊下に隣接する工程室内における火災状況を確認できない場合、火災が発生したグローブボックスを設置する工程室に面する廊下から、予備開口を通して可搬型工程室監視カメラを挿入し、室内の状況を確認する。

可搬型工程室監視カメラの保管に当たっては、保管容器に収納した上で固縛又は転倒防止対策を講じた保管棚に固縛するとともに、保管容器又は保管棚は被水防護できる構造とする。

全交流電源喪失時においても機能するよう、想定される重大事故等への対処が完了するまでの時間駆動できる充電池又は乾電池を有する設計とする。また、故障時を考慮した個数を燃料加工建屋内において、常設重大事故等対処設備と異なり、かつ火災源となる機器と異なる室又は離れた場所に保管する。

b. 火災の消火に係る機器

火災の消火に係る機器の条件を以下に示す。なお、消火剤を有する機器については、グローブボックス局所消火装置、遠隔消火装置及び可搬型ガスボンベにより多様性を有するとともに、重大事故等の起因となる火災源に消火剤を投入する配管については、遠隔消火装置及びグローブボックス火災対処配管により多様性を有する。

(a) グローブボックス局所消火装置

グローブボックス局所消火装置は、重大事故等の起因となる火災源の近傍に配置し、設置する設備と同等の耐震性を有する設計とする。

グローブボックス局所消火装置は、電源を必要とせずに火災を感知し、自動で消火剤の放出が可能な設計であり、消火に必要な容量の消火剤量を確保する。

(b) 遠隔消火装置

遠隔消火装置は、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とし、グローブボックス内に設置される部位については、グローブボックスと同等の耐震性を有する設計とする。

遠隔消火装置は、中央監視室又は中央監視室近傍の廊下から遠隔手動操作により消火剤を投入でき、全交流電源喪失時においても機能するよう、想定される重大事故等への対処が完了するまでの時間、駆動できる充電池を有する設計とする。また、工程室外の廊下から現場手動操作が可能な設計であり、消火に必要な容量の消火剤量を確保する。また、可搬型消火ガスボンベと接続できるよう、分岐配管を設ける。

(c) グローブボックス火災対処配管

グローブボックス火災対処配管は、可搬型消火ガスボンベを接続して重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内に消火剤が投入できる設計とし、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。グローブ

ボックス火災対処配管のグローブボックス内に設置される
部位については、グローブボックスと同等の耐震性を有す
る設計とする。

(d) 可搬型消火ガスボンベ

可搬型消火ガスボンベは、遠隔消火装置の分岐配管又は
グローブボックス火災対処配管に接続して重大事故等の起
因となる火災源を有するグローブボックス内に消火剤を投
入できる設計とする。また、全交流電源喪失時においても
機能するよう、手動で操作できる設計とする。

可搬型消火ガスボンベの保管に当たっては、故障時を考
慮した個数を、常設重大事故等対処設備及び火災源を有す
るグローブボックスから離れた場所又は異なる室に保管し、
保管容器に収納した上で固縛又は転倒防止対策を講じた保
管棚に固縛する。

【補足説明資料 6－3】

③ 重大事故等への対処に関連する操作条件

地震発生後、速やかに火災の感知及び消火に係る対策を実施
する。作業と所要時間を第 6－10 図に示す。

④ 評価シナリオ

重大事故等の起因となる火災源を有する複数のグローブボッ
クス内で火災が発生することを想定する。

⑤ 評価条件

基準地震動を超える地震動の地震の発生前までは、通常運転
状態であることを想定する。

(3) 有効性評価の判断基準

火災による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置の有効性評価の判断基準は以下のとおりとする。

重大事故等の起因となる火災源を有する複数のグローブボックスにおいて発生した火災を速やかに感知及び消火できること。

(4) 有効性評価の結果

- ① 重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内は通常運転時は窒素雰囲気であるため、地震による窒素雰囲気を維持するための設備の機能喪失によりグローブボックス内が直ちに空気雰囲気となることは想定しにくい。地震の発生直後に火災が発生することを想定し、グローブボックス局所消火装置による消火が行われた時点で、中央監視室又は中央監視室近傍廊下にて火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）による温度の確認又はグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラによる火災状況の確認を行い、温度異常又は発煙の継続により火災が継続していると現場管理責任者が判断した場合は、中央監視室又は中央監視室近傍廊下からの遠隔操作により遠隔消火装置を起動する。この作業は2名にて10分で完了できる。また、この作業は地震の発生後20分で完了できる。
- ② ①の作業の結果、遠隔操作による遠隔消火装置の起動ができない場合は、工程室外の廊下から遠隔消火装置を手動起動する。この作業は4名（2名/班×2班）にて10分で完了できる。また、この作業は地震の発生後45分で完了できる。
- ③ ②の作業の結果、遠隔消火装置が手動起動できない場合は、

遠隔消火装置又はグローブボックス火災対処配管の接続口に可搬型消火ガスポンペを接続し、消火剤を噴射する。この作業は4名（2名/班×2班）にて15分で完了できる。また、この作業は地震の発生後1時間で完了できる。

- ④ 火災の消火をグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラ又は火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）により確認するが、万一、これらの機器で火災の消火が確認できない場合は、②及び③の消火の対策を実施した後に予備開口から可搬型工程室監視カメラを挿入し、室内の状況を確認する。

以上より、火災による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置は地震の発生後1時間で完了する。また、必要となる実施組織要員は6名であり、燃料加工建屋にて常時確保する20名で対処可能である。

(5) 評価条件の不確かさの影響評価

① 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響

火災による閉じ込める機能の喪失への対処における実施組織要員の操作の時間に与える影響を以下のとおり評価し、影響がないことを確認した。

a. 外部電源の考慮の観点

火災の進展は、外部電源の有無によらず同じである。設計上定める条件より厳しい条件の想定に係らず、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

b. 実施組織要員の操作の観点

「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操

作有無」及び「操作の確実さ」が実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響を考慮して計画することで、これら要因による影響を低減している。

また、遠隔消火装置の遠隔手動起動は、簡易な操作であるため、余裕をもって作業を完了することができる。

c. 作業環境の観点

重大事故等対策におけるアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り2ルート確保する。アクセスルートの設定に当たっては、実施する重大事故等対策及び重大事故等対処施設の配置を踏まえ、作業性及び効率性を考慮する。重大事故等対策における作業環境に対する有効性は下記のとおりであり、作業環境が実施組織要員の操作の時間余裕に影響を与えることはない。

(a) ばい煙による視界不良

地下3階で対策を実施する実施組織要員は、ヘッドライト、呼吸器及び防護衣を装備する。また、視界不良時においても対策ができるよう、消防建屋における濃煙下での訓練を実施する。

したがって、ばい煙による視界不良を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(b) 当該室の照明の損傷による視界不良

実施組織要員は、必要に応じヘッドライトを装備して対策を実施する。また、中央監視室又は中央監視室近傍に可搬型照明を配備する。

したがって、当該室の照明の損傷による視界不良を考慮

しても、重大事故等対策は実施可能である。

(c) アクセスルート上の火災による温度上昇

アクセスルートを阻害する火災がある場合は室又は廊下にある消火器を用いて消火する。

したがって、火災の熱による当該室及び廊下の温度上昇を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(d) 管理区域内における放射性物質の飛散

重大事故等対策では、火災が発生したグローブボックスを設置する工程室へ入室することはなく、工程室の扉は開放しないため、放射性物質が室外へ飛散することは考えにくい。管理区域内作業においては、内部被ばくを防止する観点から呼吸器を装備する。

したがって、放射性物質の飛散を考慮しても、放射性物質の体内への取込みが防止されるため、重大事故等対策は実施可能である。

(e) 配管破断による溢水

配管破断による溢水量の考え方を以下に示す。以下の考え方に基づいた重大事故等対策のアクセスルート上の溢水水位は、最大でも 20cm 以下であり、実施組織要員は防護装備を装備して対策を実施することから、配管破断による溢水を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

- i. 溢水防護対象設備を有する燃料加工建屋に配置される機器及び配管のうち、溢水防護対象設備に影響を与えるおそれのある流体（液体及び蒸気）を内包し、かつ基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の機

器及び配管の破損による系統保有水の溢水量を見込む。

- ii. 加速度大の信号により自動的に閉止して供給を停止する緊急遮断弁を設置する設備については、緊急遮断弁の設置箇所から破損箇所までの配管の保有量と燃料加工建屋内に設置される機器の保有量を合算して算定する。
- iii. 重大事故等対策を行う作業エリア内に水配管が敷設されている箇所は、周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。
- iv. 重大事故等対策を行う作業エリアへのアクセスルートについては、アクセスルートの全域を溢水の滞留エリアとし、周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。

(f) 設備・機器の落下又は転倒によるアクセスルートの阻害

可搬型重大事故等対処設備を運搬するアクセスルートにおいて、落下又は転倒することにより可搬型重大事故等対処設備の運搬に支障がある設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

可搬型重大事故等対処設備の運搬を必要としないアクセスルートにおいては、設備・機器が落下又は転倒した場合に乗り越えて移動することを基本とするが、落下又は転倒によりアクセスに支障が生じる設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

また、重大事故等対策に係るアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り2ルート確保する設計とする。

したがって、設備・機器の落下又は転倒を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

② 評価項目に与える影響

火災を消火するまでの実施組織要員に与える影響は、「① 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響」に記載したとおりである。

③ 評価結果

評価条件の不確かさが実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響について確認した結果、実施組織要員の想定操作時間をより厳しい結果を与える条件で評価をしていること又は実施組織要員の操作の時間に影響を与えないことを確認した。

(6) 必要な要員及び資源の評価

火災による閉じ込める機能の喪失への対策に必要な要員及び資源は、火災による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置に必要な要員及び資源と合わせて6. 2. 1に示す。また、要員及び資源の有効性評価については、他の同時に又は連鎖して発生する事象の影響を考慮する必要があるため、「7. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」において示す。

(7) 判断基準への適合性の検討

火災による閉じ込める機能の喪失を未然に防止することを目的として、火災を消火する手段を整備しており、これらの対策について設計上定める条件より厳しい条件における外部事象の「地震」を条件として有効性評価を行った。

重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内

で火災が発生した場合，火災の感知により自動起動するグローブボックス局所消火装置及び中央監視室又は中央監視室近傍廊下から遠隔操作が可能な遠隔消火装置により，火災源に対して必要量の消火剤を投入することで消火が可能である。

上記の対策で消火に失敗した場合においても，工程室の外から遠隔消火装置の手動起動，遠隔消火装置の分岐配管又はグローブボックス火災対処配管へ可搬型消火ガスボンベを接続し，必要量の消火剤を投入することにより，消火が可能である。また，全交流電源喪失時においても消火が可能である。

火災の感知は，温度異常の感知又は室内の状況の確認により行うことができる。火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）及び火災状況確認用カメラは蓄電池を有する設計であることから，全交流電源喪失時においても，中央監視室又は中央監視室近傍廊下にて温度異常の感知及び室内の状況の確認が可能である。

これらの火災による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置は，地震の発生後1時間で実施が可能である。

上記のとおり，複数の対策手段を講ずること及びアクセスルート可能な限り2ルート確保することから，遠隔操作が困難な場合においても，現場操作により手動で起動することが可能であり，対策は有効であると評価する。

評価条件の不確かさについて確認した結果，実施組織要員の操作時間に与える影響はない。

以上のことから，火災による閉じ込める機能の喪失の発生を未然に防止できる。

以上より、「(3) 有効性評価の判断基準」を満足する。

6. 1. 2 火災による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置

6. 1. 2. 1 火災による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための具体的内容

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、建屋排風機、工程室排風機、グローブボックス排風機、送風機及び窒素循環ファン（以下、「送排風機」という。）の停止及び核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を講ずる。重大事故等の起因となる火災源を有する複数のグローブボックス内での火災の発生状況を直ちに把握できない場合においても、同様の対策を講ずる。

また、火災が発生した場合、火災の影響を受けた核燃料物質の一部がグローブボックス内の気相中に移行し、グローブボックス排気設備を通り環境へ放出されるおそれがあるが、排気経路に設置する高性能エアフィルタで放射性物質を捕集することで、放射性物質の環境への放出量を低減する。

対策の概要を以下に示す。

対策の系統概要図を第6-11図及び第6-12図に、アクセスルート図を第6-4図から第6-8図に、対策の手順の概要を第6-9図に示す。また、対策における手順及び設備の関係を第6-4表に、必要な要員及び作業項目を第6-13図に示す。

(1) 重大事故等の拡大防止対策の実施の判断

地震発生に伴い、中央監視室に表示される加速度計の指示値が、基準地震動相当の加速度であることを確認した場合、以下の(2)及び(3) a.の操作を行う。また、外部電源が喪失

し、非常用発電機が自動起動しない場合は、現場での手動起動操作を行う。非常用発電機が手動起動できない場合は、全交流電源の喪失と判断し、重大事故等への対処として(3) b.を実施する。

(2) 送排風機の停止

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、中央監視室から送排風機の停止を実施する。送排風機の停止に失敗した場合は、電源を遮断することにより、送排風機の停止を実施する。

(3) ダンパの閉止による核燃料物質の燃料加工建屋内への閉じ込め

a. 給排気閉止ダンパの閉止

中央監視室からの遠隔操作によりグローブボックス排気閉止ダンパ、工程室排気閉止ダンパ、建屋排気閉止ダンパ及び給気閉止ダンパ（以下、「給排気閉止ダンパ」という。）の閉止を実施する。

また、給排気閉止ダンパの閉止を遠隔操作により実施できない場合においても、中央監視室近傍にて可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することにより、給排気閉止ダンパの閉止を実施する。その後、b. の作業と並行して、給排気閉止ダンパの作動状態の現場確認を実施する。

b. 送排風機入口手動ダンパの閉止

a. の対策の成否に係らず、送風機入口手動ダンパ、建屋排風機入口手動ダンパ、工程室排風機入口手動ダンパ及びグローブボックス排風機入口手動ダンパ（以下、「送排風機入口手動

ダンパ」という。)を現場手動操作により閉止する。

6. 1. 2. 2 火災による閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策の有効性評価

(1) 有効性評価の方法

重大事故等の拡大防止対策に係る有効性評価については、火災による核燃料物質の環境への漏えいの防止対策について評価し、消火及び核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの間、放射性物質の移行率及び高性能エアフィルタによる放射性物質の除染係数を考慮して、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を評価する。

セシウム-137 換算の放出量については、長期的な被ばく影響を評価する観点から、火災時に気相中に移行する放射性物質（エアロゾル）を対象とする。

セシウム-137 への換算係数は、IAEA-TECDOC-1162 のセシウム-137 が地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の内部取り込みを考慮した 50 年間の実効線量への換算係数と着目核種の換算係数の比を用いる。

ただし、プルトニウム及びアメリシウムは、化学形態による影響の違いを補正する係数を乗じる。

(2) 有効性評価の方法

主要な解析条件を以下に示す。

① 事故条件

a. 起因事象

有効性評価の前提となる設計上定める条件より厳しい条件

は、火災の発生防止対策として構成する静的機器及び動的機器の機能を広範囲に喪失させる「地震」を起因として想定する。

b. 安全機能の喪失に対する仮定

設計上定める条件より厳しい条件として外部事象の「地震」を起因とした場合の安全機能の喪失の想定は、基準地震動の1.2倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない設計とした設備以外の設備は全て機能喪失するものとする。このため、安全機能を有する施設の火災の感知及び消火に関する機能が喪失することを想定する。また、耐震重要度分類をSクラスとしているグローブボックスは、基準地震動を1.2倍にした地震動の地震力に対して概ね弾性範囲に留まるように設計することから、基準地震動を超える地震動の地震により当該施設が一部損傷したとしても、多量の放射性物質が漏えいするおそれはない。また、耐震重要度分類がSクラスのグローブボックスに対して、波及的影響を及ぼさないようにするために、グローブボックス内及びグローブボックス外の機器についても、地震により転倒及び落下によりグローブボックスの安全機能に波及的影響を及ぼさないようにするために、基準地震動による地震力に対して概ね弾性範囲に留まるように設計することから、転倒及び落下しない。また、外部電源も含めた全ての交流電源喪失を想定し、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計としており、且つ蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する設備以外の動的機器が全て同時に機能喪失することを想定している。

② 重大事故等への対処に関連する機器条件

火災による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置に使用する機器を第6-3表に示す。また、主要な機器の機器条件を以下に示す。

a. 核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置に係る機器

核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置に係る機器の条件を以下に示す。また、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置に係る機器については、給排気閉止ダンパ及び送排風機入口手動ダンパにより多様性がある。

(a) 給排気閉止ダンパ

給排気閉止ダンパは、中央監視室から遠隔手動操作により閉止できるとともに、全交流電源喪失時においても機能するよう、中央監視室近傍にて可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することにより閉止できる設計とし、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とする。

(b) 送排風機入口手動ダンパ

送排風機入口手動ダンパは、全交流電源喪失時においても機能するよう、現場において手動操作ができる設計とし、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とする。

(c) 環境への漏えいの防止のために経路を維持する機器

環境への漏えいの防止のために経路を維持する以下の機器は、基準地震動を超える地震動の地震の発生時においても経路を維持し、火災源を有するグローブボックス内で発生した火災により影響を受けた核燃料物質が、環境へ漏えいすることを防止するため、基準地震動を1.2倍にした地

震動を考慮する設計とする。

- i. グローブボックス排気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側からグローブボックス排気閉止ダンパ及びグローブボックス排風機入口手動ダンパまでの経路）
 - ii. グローブボックス排風機（経路を維持するために必要な機能）
 - iii. 工程室排気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側から工程室排気閉止ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパまでの経路）
 - iv. 工程室排風機（経路を維持するために必要な機能）
 - v. 建屋排気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側から建屋排気閉止ダンパ及び建屋排風機入口手動ダンパまでの経路）
 - vi. 建屋排風機（経路を維持するために必要な機能）
 - vii. 給気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側から給気閉止ダンパ及び送風機入口手動ダンパまでの経路）
- b. 放射性物質の放出量を低減するための措置に係る機器

放射性物質の環境への放出量を低減できるよう、排気経路を維持するとともに、排気系路に設置する高性能エアフィルタで放射性物質を捕集するための機器条件を以下に示す。

- (a) グローブボックス排気フィルタ

グローブボックス排気フィルタは、1段当たり 1×10^3 以上 ($0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子) の除染係数を有する高性能エアフィルタ 2段で構成し、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。

(b) グローブボックス排気フィルタユニット

グローブボックス排気フィルタユニットは、1段当たり
 1×10^3 以上 ($0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子) の除染係数を有する高
性能エアフィルタ2段で構成し、基準地震動を1.2倍にし
た地震動を考慮する設計とする。

(c) 放出量を低減するために経路を維持する機器

放出量を低減するために経路を維持する以下の機器は、
基準地震動を超える地震動の地震の発生時においても経路
を維持し、火災源を有するグローブボックス内で発生した
火災により、影響を受けた核燃料物質の環境への漏えいを
低減できるように、基準地震動を1.2倍にした地震動を考
慮する設計とする。

- i. グローブボックス排気ダクト (重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックスに対して設置する範囲)
- ii. グローブボックス排風機 (経路を維持するために必要な機能)

③ 重大事故等への対処に関連する操作条件

地震発生後、速やかに核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を実施する。作業と所要時間を第6-13図に示す。

なお、消火又は核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措
置が完了するまでの間、環境へ放出される放射性物質の放出量
を低減する対策については、操作を要さない。

④ 評価シナリオ

重大事故等の起因となる火災源を有する複数のグローブボックス内で火災が発生することを想定する。

⑤ 評価条件

地震の発生前までのグローブボックスは通常運転していたものとし，火災の発生前は通常時の温度，圧力の状態にあるものとする。

有効性評価における環境への放射性物質の放出量は，火災が発生するグローブボックスが保有する放射性物質質量，火災に伴い気相中に移行する放射性物質の割合，環境への放出経路における低減割合を乗じて算出する。

また，評価した環境への放射性物質の放出量にセシウム-137への換算係数を乗じて，環境へ放出された放射性物質の放出量（セシウム-137換算）を算出する。

- a. 火災源を有するグローブボックス内の火災源近傍に，地震により高温部が露出して着火源となるような機器は存在しないこと及び潤滑油は引火点が高く（200℃以上）容易には着火しないことから，地震時においても火災の発生は考えにくい。ため，複数個所で潤滑油が漏えいし，さらに複数個所で火災が同時発生することは，関連性が認められない偶発的な事象の同時発生であり，重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックスの全てである8基のグローブボックス内において火災が発生することは想定しにくい。しかし，評価に当たっては，設計基準事故で想定する単一の火災区域における火災よりも規模が上回るものとして，2つの火災区域（2室）で同時発生した火災が継続することを想定する。このため，第6-1表に示すグローブボックスのうち，放出量の評価結果が最も厳しくなるようMOX粉末の取扱量が多い2室

(粉末調整第5室及びペレット加工第1室)の火災源から火災が発生することを想定する。

- b. グローブボックス内の容器又は機器に保有したMOX粉末に加え，グローブボックス内にMOX粉末が付着した状態を想定し，より厳しい条件で放射性物質の環境への放出量の評価をする。
- c. 火災が発生したグローブボックス内で容器又は機器が保有する放射性物質量は，当該室に設置するグローブボックスの単一ユニットの取扱制限値を基に設定する。また，グローブボックス内に付着した放射性物質量は，当該室に設置するグローブボックスの単一ユニットの取扱制限値の100分の1として設定する。
- d. 火災により影響を受ける割合は，グローブボックス内で容器又は機器が保有する放射性物質が火災の影響を受ける場合及びグローブボックス内に付着した放射性物質が火災の影響を受ける場合いずれにおいても，放射性物質量の全量が，火災により影響を受けるものとして設定する。
- e. 火災に伴い気相中に移行する放射性物質の割合は，グローブボックス内で容器又は機器が保有する放射性物質に対し， 1×10^{-2} として設定する。また，グローブボックス内に付着した放射性物質に対し，火災により気相中に移行する割合を1として設定する。
- f. 気相中に移行した放射性物質は，グローブボックス排気設備を経由して環境へ放出される。基準地震動を超える地震動の地震に伴い，送排風機を停止させるため，グローブボック

ス排風機の停止までの間に、グローブボックス排気設備に移行する割合を 1×10^{-1} として設定する。

g. 経路中にはグローブボックス排気フィルタ及びグローブボックス排気フィルタユニットとして高性能エアフィルタが計4段設置されている。通常時の環境における健全な高性能エアフィルタ3段の除染係数が 1×10^{11} 以上という測定試験結果もあることから、健全な高性能エアフィルタ4段の除染係数を 1×10^9 と想定する。ただし、基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合の高性能エアフィルタの除染係数は、高性能エアフィルタ1段につき除染係数が1桁下がることを想定する。このため、高性能エアフィルタ4段の除染係数を 1×10^5 と設定する。

【補足説明資料6-4】

(3) 有効性評価の判断基準

火災による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置の有効性評価の判断基準は以下のとおりとする。

環境への核燃料物質の漏えいにつながる経路を閉止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置ができること。

また、火災の感知及び消火の対策又は核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの間に環境へ放出される放射性物質の放出量が、セシウム-137換算で100TBqを下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いこと。

【補足説明資料6-5】

(4) 有効性評価の結果

- ① 基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合には、中央監視室から送排風機を停止する。送排風機の停止に失敗した場合には電源を遮断することで送排風機を停止する。この作業は2名にて5分で完了できる。また、この作業は基準地震動を超える地震動の地震の発生後30分で完了できる。
- ② ①の対策が完了した後、給排気閉止ダンパを中央監視室からの遠隔操作により閉止する。中央監視室からの遠隔操作が実施できない場合は、中央監視室近傍にて可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することにより給排気閉止ダンパを閉止する。この作業は2名にて10分で完了できる。また、この作業は基準地震動を1.2倍にした地震動の地震の発生後35分で完了できる。その後、給排気閉止ダンパの作動状態の現場確認を実施する。
- ③ ②の作業の成否に係らず、送排風機入口手動ダンパを現場手動操作により閉止する。この作業は4名（2名/班×2班）にて25分で完了できる。また、この作業は基準地震動を超える地震動の地震の発生後1時間で完了できる。
- ④ 以上より、火災による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置は基準地震動を超える地震動の地震の発生後1時間で完了する。また、必要となる実施組織要員は6名であり、燃料加工建屋にて常時確保する20名で対処可能である。
- ⑤ 環境への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）は、約 1.4×10^{-3} TBqである。燃料加工建屋外への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の詳細を第6-5表に示す。
- ⑥ 環境への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）が

100TBq を下回ることから、火災による閉じ込める機能の喪失による環境への放射性物質の異常な水準の放出を防止することができる。

(5) 評価条件の不確かさの影響評価

① 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響

火災による閉じ込める機能の喪失への対処における実施組織要員の操作の時間に与える影響を以下のとおり評価し、影響がないことを確認した。

a. 外部電源の考慮の観点

6. 1. 1. 2 (5) ① a. に記載したとおりである。

b. 実施組織要員の操作の観点

6. 1. 1. 2 (5) ① b. に記載したとおりである。

また、送排風機の遠隔手動停止及び給排気閉止ダンパの遠隔手動閉止は、簡易な操作であるため、余裕をもって作業を完了することができる。

c. 作業環境の観点

重大事故等対策におけるアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り2ルート確保する。アクセスルートの設定に当たっては、実施する重大事故等対策及び重大事故等対処施設の配置を踏まえ、作業性及び効率性を考慮する。重大事故等対策における作業環境に対する有効性は下記のとおりであり、作業環境が実施組織要員の操作の時間余裕に影響を与えることはない。

(a) ばい煙による視界不良

地下3階で対策を実施する実施組織要員は、ヘッドライ

ト、呼吸器及び防護衣を装備する。また、視界不良時においても対策ができるよう、消防建屋における濃煙下での訓練を実施する。

したがって、ばい煙による視界不良を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(b) 当該室の照明の損傷による視界不良

実施組織要員は、必要に応じヘッドライトを装備して対策を実施する。また、中央監視室又は中央監視室近傍に可搬型照明を配備する。

したがって、当該室の照明の損傷による視界不良を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(c) アクセスルート上の火災による温度上昇

アクセスルートを阻害する火災がある場合は室又は廊下にある消火器を用いて消火する。

したがって、火災の熱による当該室及び廊下の温度上昇を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(d) 管理区域内における放射性物質の飛散

重大事故等対策の実施にあたっては、火災の発生を想定するグローブボックスを設置する工程室に入室することはない、工程室の扉を開放しないため、放射性物質が室外へ飛散することは考えにくい。管理区域内作業においては、内部被ばくを防止する観点から呼吸器を装備する。

したがって、放射性物質の飛散を考慮しても、放射性物質の体内への取込みが防止されるため、重大事故等対策は実施可能である。

(e) 配管破断による溢水

配管破断による溢水量の考え方を以下に示す。以下の考え方に基づいた重大事故等対策のアクセスルート上の溢水水位は、最大でも 20cm 以下であり、実施組織要員は防護装備を装備して対策を実施することから、配管破断による溢水を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

- i. 溢水防護対象設備を有する燃料加工建屋に配置される機器及び配管のうち、溢水防護対象設備に影響を与えるおそれのある流体（液体及び蒸気）を内包し、かつ基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の機器及び配管の破損による系統保有水の溢水量を見込む。
 - ii. 加速度大の信号により自動的に閉止して供給を停止する緊急遮断弁を設置する設備については、緊急遮断弁の設置箇所から破損箇所までの配管の保有量と燃料加工建屋内に設置される機器の保有量を合算して算定する。
 - iii. 重大事故等対策を行う作業エリア内に水配管が敷設されている箇所は、周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。
 - iv. 重大事故等対策を行う作業エリアへのアクセスルートについては、アクセスルートの全域を溢水の滞留エリアとし、周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。
- (f) 設備・機器の落下又は転倒によるアクセスルートの阻害
- 可搬型重大事故等対処設備を運搬するアクセスルートにおいて、落下又は転倒することにより可搬型重大事故等対

処設備の運搬に支障がある設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

可搬型重大事故等対処設備の運搬を必要としないアクセスルートにおいては、設備・機器が落下又は転倒した場合に乗り越えて移動することを基本とするが、落下又は転倒によりアクセスに支障が生じる設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

また、重大事故等対策に係るアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り2ルート確保する設計とする。

したがって、設備・機器の落下又は転倒を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

② 評価項目に与える影響

核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの実施組織要員に与える影響は、「① 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響」に記載したとおりである。

環境への放射性物質の放出量に与える影響については、以下に示すとおりである。

a. 放射性物質の放出量評価に用いるパラメータの不確かさ

放射性物質の放出量評価に用いるパラメータは不確かさを有するため、環境への放射性物質の放出量に影響を与える。不確かさを考慮した各パラメータの幅を以下に示す。

(a) 火災の発生を想定する設備・機器が保有する放射性物質 量

設備・機器が保有する放射性物質量は、単一ユニットの

取扱制限値を設定しており、また、各グローブボックスへのMOX粉末の付着量として、当該室に設置するグローブボックスの単一ユニットの取扱制限値を基に設定していることからこれ以上の上振れはない。

MOXのプルトニウム富化度は、二次混合粉末、添加剤混合粉末及びグリーンペレットの最大プルトニウム富化度である18%として評価しているが、これより低いプルトニウム富化度のペレットを製造している場合、1桁未満の下振れが考えられる。

(b) 火災により放射性物質が影響を受ける割合

火災により放射性物質が影響を受ける割合を評価上1として設定していることから、これ以上の上振れはない。

耐震重要度分類がSクラスのグローブボックスの内装機器については、基準地震動による地震力に対して概ね弾性範囲に留まるよう設計することから、基準地震動を超える地震動の地震時においても機器又は容器からMOX粉末が全量漏えいするとは考えにくいことから、金属容器からの漏えい割合を 1×10^{-2} とし、金属製の混合機や容器に収納されていないプレス・グリーンペレット積込ユニット及び造粒ユニットを除くと、全体として1桁未満の下振れが考えられる。

(c) 火災により放射性物質が気相に移行する割合

潤滑油と機器及び容器から漏えいしたMOX粉末が混ざった状態で燃焼することを想定した場合、1桁の上振れが考えられる。

NUREG/CR-6410によると、最大 1000℃、粉末周囲の上昇流 100cm/s に置かれた非可燃性の粉末の移行割合を 6×10^{-3} としており、この場合、火災により放射性物質が気相に移行する割合は、1桁の下振れが考えられる。

(d) 大気中への放出経路における低減割合

放射性物質の放出経路としてグローブボックス排気設備を經由せず工程室に漏えいし工程室排気設備を經由する場合、高性能エアフィルタ2段（除染係数は 1×10^3 と見込む。）となることから、2桁上振れする可能性が考えられる。

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合の高性能エアフィルタの除染係数は、高性能エアフィルタ1段につき捕集効率が1桁下がることを想定し、高性能エアフィルタ4段の除染係数を 1×10^5 と設定していることから、4桁程度の下振れが考えられる。なお、放出経路となる排気ダクトは、数十mの長さがあり、屈曲部を有しているため、経路上への放射性物質の沈着が想定され、更なる下振れの可能性がある。

【補足説明資料6－6】

③ 評価結果

評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響及び評価項目に与える影響を確認した。

評価条件の不確かさが実施組織要員の操作の時間余裕に与える影及び重大事故等の拡大を防止するための措置の評価項目に

与える影響は、より厳しい結果を与える条件で評価をしていることを確認した。

また、環境への放射性物質の放出量評価では、放出量算出において考慮する各パラメータに上振れ又は下振れする可能性があるものの、その幅は、3桁程度の上振れ又は5桁程度の下振れであり、100TBq に対して重大事故等対策が完了するまでの間の環境への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の寄与割合に与える影響は小さいことを確認した。

(6) 必要な要員及び資源の評価

火災による閉じ込める機能の喪失への対策に必要な要員及び資源は、火災による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置に必要な要員及び資源を合わせて6. 1. 3に示す。また、要員及び資源の有効性評価については、他の同時に又は連鎖して発生する事象の影響を考慮する必要があるため、「7. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」において示す。

(7) 判断基準への適合性の検討

火災による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置として、燃料加工建屋内に核燃料物質を閉じ込める手段及び環境へ放出される放射性物質量を低減する手段を整備しており、これらの対策について、設計上定める条件より厳しい条件として、「地震」による機能喪失を条件として有効性評価を行った。

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、火災による核燃料物質の閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置の成否に係らず、拡大を防止するための措置として、中央

監視室から送排風機の停止及び核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を並行して実施する。

送排風機の停止については、中央監視室より遠隔で実施するとともに、万一停止操作に失敗した場合には、現場手動操作にて電源を遮断し、送排風機を停止することができる。

給排気閉止ダンパは、中央監視室からの遠隔操作により閉止可能である。中央監視室からの遠隔操作が実施できない場合は、中央監視室近傍にて可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することにより、全交流電源喪失時においても給排気閉止ダンパを閉止することができる。また、給排気閉止ダンパの閉止操作の成否に係らず、送排風機入口手動ダンパを現場手動操作により閉止する。

これらの火災による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置は、地震の発生後1時間で実施が可能である。

上記のとおり、複数の対策手段を講ずること及びアクセスルート可能な限り2ルート確保することから、遠隔操作が困難な場合においても、現場操作により手動で起動することが可能であり、対策は有効に機能すると評価する。

また、火災による閉じ込める機能の喪失への対処として実施する、火災の感知及び消火に係る対策又は燃料加工建屋内に核燃料物質を閉じ込める措置が完了するまでの間、火災により気相中へ移行し環境へ放出される放射性物質の放出量（セシウム-137換算）は、約 1.4×10^{-3} TBqである。評価条件の不確かさについて確認した結果、実施組織要員の操作時間に与える影響はないこと及び放射性物質の放出量（セシウム-137換算）へ

の影響は小さいことを確認した。

以上のことから火災による閉じ込める機能の喪失が発生したとしても、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を実施できる。また、有効性評価で示す環境への放射性物質の放出量は基準以下であり、異常な水準の放出を防止することができる。

以上より、「(3) 有効性評価の判断基準」を満足する。

6. 1. 3 火災による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大の防止のための措置に必要な要員及び資源

火災による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大の防止のための措置に必要な要員及び資源を以下に示す。

また、要員及び資源の有効性評価については、他の同時に又は連鎖して発生する事象の影響を考慮する必要があるため、「7. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」において示す。

(1) 必要な要員

火災による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大を防止するための措置に必要な要員は、合計 12 名である。

(2) 必要な資源

火災による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大を防止するための措置には水源、燃料及び電源を要さない。

6. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処

(1) MOX燃料加工施設における爆発の特徴

MOX燃料加工施設の燃料製造工程では、焼結炉及び小規模焼結処理装置（以下、「焼結炉等」という。）以外で、爆発下限

値を越える水素濃度の水素・アルゴン混合ガスを使用して核燃料物質を取り扱う設備はなく、それ以外の設備において爆発の発生は想定されない。また、仮に焼結炉等に亀裂が生じた場合においても、亀裂が生じた箇所において、水素・アルゴン混合ガスと空気の接触面で拡散燃焼となるか、あるいは部分的な小規模爆発に留まることが想定される。

ただし、基準地震動を超える地震動による地震により、焼結炉等が損傷した場合、複数個所で爆発が発生する可能性を否定できない。

爆発が発生した場合、焼結炉等で取り扱うグリーンペレットが粉末化して気相中へ移行し、環境へ放出されることが想定される。

【補足説明資料6－1】

以上のことから、MOX燃料加工施設における爆発の特徴を考慮し、核燃料物質を取り扱う設備・機器のうち、水素・アルゴン混合ガスを取り扱い、爆発の発生が想定される焼結炉等を重大事故等の発生を想定する設備として選定し、これらの焼結炉等で発生する爆発への対処として、加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十二条及び第二十九条に規定される要求に基づき、整備した重大事故等の対策を講ずる。

(2) 爆発への対処の基本方針

爆発による閉じ込める機能の喪失への対処として、加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十二条及び第二十九条に規定される要求を満足する重大事故等の発生及び拡

大の防止のための措置を整備する。

爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置として、再爆発による核燃料物質の飛散の発生を未然に防止するための対策を整備する。

爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置として、環境への核燃料物質の漏えいを防止するための対策を整備する。

爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を想定する機器を第6-6表に、各対策の概要図を第6-14図に示す。また、各対策の基本方針の詳細を以下に示す。

① 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生防止のための措置

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、焼結炉等における爆発が発生するおそれがあることから、再爆発による核燃料物質の飛散を防止するために、水素・アルゴン混合ガスの供給を遮断する。

本対策は、地震の発生後速やかに対策を完了させる。

これらの対策に使用する重大事故等対処施設は、対策実施時に想定される温度、圧力及び放射線の環境条件下においても必要な機能を発揮できる設計とする。

② 爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大防止のための措置

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、給排気経路上に設置するダンパを閉止することにより、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を講ずる。

本対策は、基準地震動を超える地震動の地震の発生後速やかに対策を完了させる。

また、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの間、核燃料物質が爆発の影響を受けることにより、環境へ放出されるおそれがある。このため、環境へ放射性物質を放出するおそれがある経路に設置する高性能エアフィルタにより、環境へ放出される放射性物質を可能な限り低減する。

これらの対策に使用する重大事故等対処施設は、対策実施時に想定される温度、圧力及び放射線の環境条件下においても必要な機能を発揮できる設計とする。

6. 2. 1 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置

6. 2. 1. 1 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置の具体的対策

焼結炉等で爆発が発生した場合、水素・アルゴン混合ガスの供給が継続すると再爆発が発生するおそれがあることから、爆発による閉じ込める機能の喪失の発生防止対策として、焼結炉等への水素・アルゴン混合ガスの供給を遮断する。

第6-6表に示す機器への対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第6-15図に、アクセスルート図を第6-16図から第6-18図に、対策の手順の概要を第6-19図に示す。また、対策における手順及び設備の関係を第6-7表に、必要な要員及び作業項目を第6-20図に示す。

(1) 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生防止対策の実施判断

地震発生に伴い、混合ガス緊急遮断弁が自動閉止したことを中央監視室にて確認する。混合ガス緊急遮断弁が自動閉止しな

い場合は、中央監視室にて遠隔閉止操作を行う。また、外部電源が喪失し、非常用発電機が自動起動しない場合は、現場での手動起動操作を行う。非常用発電機を手動起動できない場合は、全交流電源の喪失と判断し、重大事故等への対処として以下の(2)に移行する。

(2) 混合ガス隔離弁の現場手動閉止操作

混合ガス隔離弁の現場での手動閉止操作を行う。

6. 2. 1. 2 爆発による閉じ込める機能喪失の発生の防止のための措置の有効性評価

(1) 有効性評価の方法

爆発による閉じ込める機能の喪失の発生防止対策に係る有効性評価は、地震発生後速やかに再爆発の防止を実施できることについて評価する。

(2) 有効性評価の条件

再爆発の防止の有効性評価は、第6-6表に示す焼結炉等を対象に実施する。

主要な評価条件を以下に示す。

① 事故条件

a. 起回事象

有効性評価の前提となる設計上定める条件より厳しい条件は、爆発の発生防止対策として構成する静的機器及び動的機器の機能を広範囲に喪失させる「地震」を起回事象とする。

b. 安全機能の喪失に対する仮定

設計上定める条件より厳しい条件として外部事象の「地震」を起因とした場合の安全機能の喪失の想定は、基準地震動の

1.2 倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない設計とした設備以外の設備は全て機能喪失するものとする。このため、安全機能を有する施設の焼結炉等の爆発の防止に関する機能が喪失することを想定する。また、耐震重要度分類をSクラスとしているグローブボックスは、基準地震動の地震力に対して概ね弾性範囲に留まるように設計することから、基準地震動を超える地震動の地震により当該グローブボックスが一部損傷したとしても、多量の放射性物質が漏えいするおそれはない。また、耐震重要度分類がSクラスのグローブボックスに対して、波及的影響を及ぼさないようにするために、グローブボックス内及びグローブボックス外の機器についても地震時に転倒及び落下により焼結炉等の安全機能に波及的影響を及ぼさないようにするために、基準地震動による地震力に対して概ね弾性範囲に留まるように設計することから、基準地震動を超える地震動の地震時においても転倒及び落下しない。また、外部電源も含めた全ての交流電源喪失も想定し、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計としており、且つ蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する設備以外の動的機器が全て同時に機能喪失することを想定している。

② 重大事故等への対処に関連する機器条件

爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置に使用する機器を第6－7表に示す。また、主要な機器の機器条件を以下に示す。

a. 水素・アルゴン混合ガスの遮断に係る機器

水素・アルゴン混合ガスの遮断に係る機器の条件を以下に示す。なお，水素・アルゴン混合ガスの遮断に係る機器については，混合ガス緊急遮断弁及び混合ガス隔離弁により，多様性を有する。

(a) 混合ガス遮断弁

混合ガス遮断弁（ユーティリティ用洞道と燃料加工建屋の接続部の壁外側から混合ガス緊急遮断弁及び混合ガス隔離弁までの経路を含む。）は，基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合においても焼結炉等への水素・アルゴン混合ガスを遮断できるよう，基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。

混合ガス緊急遮断弁は多重化するとともに，基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合においても確実に水素・アルゴン混合ガスの供給を遮断できるよう，基準地震動よりも低い加速度（耐震Cクラスの設備・機器に適用する静的震度（1.2Ci）程度）で自動閉止する設計とする。また，中央監視室からの遠隔手動操作による閉止ができる設計とする。

(b) 混合ガス隔離弁

混合ガス隔離弁（ユーティリティ用洞道と燃料加工建屋の接続部の壁外側から混合ガス緊急遮断弁及び混合ガス隔離弁までの経路を含む。）は，焼結炉等への水素・アルゴン混合ガスを遮断できるよう，基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。

全交流電源喪失時においても機能するよう，現場手動操

作による閉止ができる設計とする。

③ 重大事故等への対処に関連する操作条件

基準地震動を超える地震動の地震発生後，速やかに再爆発の防止に係る対策を実施する。作業と所要時間を第6-20図に示す。

④ 評価シナリオ

複数の焼結炉等で爆発が発生することを想定する。

⑤ 評価条件

基準地震動を超える地震動の地震の発生前までは、通常運転状態であることを想定する。

(3) 有効性評価の判断基準

爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置の有効性評価の判断基準は以下のとおりとする。

速やかに焼結炉等における再爆発を防止できること。

(4) 有効性評価の結果

① 地震により設定加速度を検知した場合，混合ガス緊急遮断弁が自動閉止する。

② 加速度検知による混合ガス緊急遮断弁の自動閉止に加え，中央監視室からの混合ガス緊急遮断弁の遠隔手動閉止及び混合ガス隔離弁の現場手動閉止を実施する。当該作業は，2名にて5分で完了できる。また，この作業は地震の発生後20分で完了できる。

以上より，爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置は地震の発生後20分で完了する。また，必要となる実施組織要員は4名であり，燃料加工建屋にて常時確保する20名で

対処可能である。

(5) 評価条件の不確かさの影響評価

① 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響

爆発による閉じ込める機能の喪失への対処における実施組織要員の操作の時間に与える影響を以下のとおり評価し、影響がないことを確認した。

a. 外部電源の考慮の観点

爆発の進展は、外部電源の有無によらず同じである。設計上定める条件より厳しい条件の想定に係らず、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

b. 実施組織要員の操作の観点

「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」が実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響を考慮して計画することで、これら要因による影響を低減している。

また、混合ガス緊急遮断弁の遠隔手動閉止は、簡易な操作であるため、余裕をもって作業を完了することができる。

c. 作業環境の観点

重大事故等対策におけるアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り2ルート確保する。アクセスルートの設定に当たっては、実施する重大事故等対策及び重大事故等対処施設の配置を踏まえ、作業性及び効率性を考慮する。重大事故等対策における作業環境に対する有効性は下記のとおりであり、作業環境が実施組織要員の操作の時間余裕に影響を与えることはない。

(a) ばい煙による視界不良

地下3階で対策を実施する実施組織要員は、ヘッドライト、呼吸器及び防護衣を装備する。また、視界不良時においても対策ができるよう、消防建屋における濃煙下での訓練を実施する。

したがって、ばい煙による視界不良を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(b) 当該室の照明の損傷による視界不良

実施組織要員は、必要に応じヘッドライトを装備して対策を実施する。また、中央監視室又は中央監視室近傍に可搬型照明を配備する。

したがって、当該室の照明の損傷による視界不良を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(c) アクセスルート上の火災による温度上昇

アクセスルートを阻害する火災がある場合は室又は廊下にある消火器を用いて消火する。

したがって、火災の熱による当該室及び廊下の温度上昇を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(d) 管理区域内における放射性物質の飛散

重大事故等対策では、焼結炉等を設置する工程室へ入室することはなく、工程室の扉は開放しないため、放射性物質が室外へ飛散することは考えにくいが、管理区域内作業においては、内部被ばくを防止する観点から呼吸器を装備する。

したがって、放射性物質の飛散を考慮しても、放射性物

質の体内への取込みが防止されるため、重大事故等対策は実施可能である。

(e) 配管破断による溢水

配管破断による溢水量の考え方を以下に示す。以下の考え方に基づいた重大事故等対策のアクセスルート上の溢水水位は、最大でも 20cm 以下であり、実施組織要員は防護装備を装備して対策を実施することから、配管破断による溢水を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

- i. 溢水防護対象設備を有する燃料加工建屋に配置される機器及び配管のうち、溢水防護対象設備に影響を与えるおそれのある流体（液体及び蒸気）を内包し、かつ基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の機器及び配管の破損による系統保有水の溢水量を見込む。
- ii. 加速度大の信号により自動的に閉止して供給を停止する緊急遮断弁を設置する設備については、緊急遮断弁の設置箇所から破損箇所までの配管の保有量と燃料加工建屋内に設置される機器の保有量を合算して算定する。
- iii. 重大事故等対策を行う作業エリア内に水配管が敷設されている箇所は、周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。
- iv. 重大事故等対策を行う作業エリアへのアクセスルートについては、アクセスルートの全域を溢水の滞留エリアとし、周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。

(f) 設備・機器の落下又は転倒によるアクセスルートの障害

可搬型重大事故等対処設備を運搬するアクセスルートにおいて、落下又は転倒することにより可搬型重大事故等対処設備の運搬に支障がある設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

可搬型重大事故等対処設備の運搬を必要としないアクセスルートにおいては、設備・機器が落下又は転倒した場合に乗り越えて移動することを基本とするが、落下又は転倒によりアクセスに支障が生じる設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

また、重大事故等対策に係るアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り2ルート確保する設計とする。

したがって、設備・機器の落下又は転倒を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

② 評価項目に与える影響

再爆発の防止対策が完了するまでの実施組織要員に与える影響は、「① 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響」に記載したとおりである。

③ 評価結果

評価条件の不確かさが実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響について確認した結果、実施組織要員の想定操作時間をより厳しい結果を与える条件で評価をしていること又は実施組織要員の操作の時間に影響を与えないことを確認した。

(6) 必要な要員及び資源の評価

爆発による閉じ込める機能の喪失への対策に必要な要員及び

資源は、爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置に必要な要員及び資源を合わせて6. 2. 2に示す。また、要員及び資源の有効性評価については、他の同時に又は連鎖して発生する事象の影響を考慮する必要があるため、「7. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」において示す。

(7) 判断基準への適合性の検討

爆発による閉じ込める機能の喪失を未然に防止することを目的として、再爆発を防止する手段を整備しており、これらの対策について設計上定める条件より厳しい条件として外部事象の「地震」を起因として有効性評価を行った。

基準地震動よりも低い加速度（耐震Cクラスの設備・機器に適用する静的震度（1.2Ci）程度）の検知により多重化された混合ガス緊急遮断弁が自動閉止するため、基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合においても焼結炉等への水素・アルゴン混合ガスの供給を確実に遮断できる。また、混合ガス緊急遮断弁は中央監視室からの遠隔手動操作による閉止も可能であることに加え、混合ガス隔離弁の現場手動操作による焼結炉等への水素・アルゴン混合ガスの供給を遮断することも可能である。

これらの爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置は、地震の発生後20分で実施が可能である。

上記のとおり、複数の対策手段を講ずること及びアクセスルート可能な限り2ルート確保することから、遠隔操作が困難な場合においても、現場操作により手動で閉止することが可能であり、対策は有効であると評価する。

評価条件の不確かさについて確認した結果、実施組織要員の操作時間に与える影響はない。

以上のことから、爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を未然に防止できる。

以上より、「(3) 有効性評価の判断基準」を満足する。

6. 2. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置

6. 2. 2. 1 爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための具体的内容

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、送排風機の停止及び核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を講ずる。焼結炉等における爆発の発生状況を直ちに把握できない場合においても、同様の対策を講ずる。

また、爆発が発生した場合、爆発の影響を受けた核燃料物質の一部が焼結炉内の気相中に移行し、グローブボックス排気設備又は工程室排気設備を通り環境外へ放出されるおそれがあるが、排気経路に設置する高性能エアフィルタで放射性物質を捕集することで、放射性物質の環境への放出量を低減する。

対策の概要を以下に示す。

対策の系統概要図を第6-15 図に、アクセスルート図を第6-16 図から第6-18 図に、対策の手順の概要を第6-19 図に示す。また、対策における手順及び設備の関係を第6-7 表に、必要な要員及び作業項目を第6-20 図に示す。

(1) 重大事故等の拡大防止対策の実施判断

地震発生に伴い、中央監視室に表示される加速度計の指示値

が、基準地震動相当の加速度であることを確認した場合、以下の(2)及び(3) a. の操作を行う。また、外部電源が喪失し、非常用発電機が自動起動しない場合は、現場での手動起動操作を行う。非常用発電機を手動起動できない場合は、全交流電源の喪失と判断し、重大事故等への対処として(3) b. を実施する。

(2) 送排風機の停止

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、中央監視室から送排風機の停止を実施する。送排風機の停止に失敗した場合は、電源を遮断することにより、送排風機の停止を実施する。

(3) ダンパの閉止による核燃料物質の燃料加工建屋内への閉じ込め

a. 給排気閉止ダンパの閉止

中央監視室からの遠隔操作により給排気閉止ダンパの閉止を実施する。

また、給排気閉止ダンパの閉止を遠隔操作により実施できない場合においても、中央監視室近傍にて可搬型ガスポンペを接続してガスを供給することにより、給排気閉止ダンパの閉止を実施する。その後、b. の作業と並行して、給排気閉止ダンパの作動状態の現場確認を実施する。

b. 送排風機入口手動ダンパの閉止

a. の対策の成否に係らず、送排風機入口手動ダンパを現場手動操作により閉止する。

6. 2. 2. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策の

有効性評価

(1) 有効性評価の方法

重大事故等の拡大防止対策に係る有効性評価については、爆発による環境への核燃料物質の漏えいの防止対策について評価する。

また、爆発による閉じ込める機能の喪失に対する、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの間、放射性物質の移行率及び高性能エアフィルタによる放射性物質の除染係数を考慮して、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を評価する。

セシウム-137 換算の放出量については、長期的な被ばく影響を評価する観点から、爆発時に気相中に移行する放射性物質（エアロゾル）を対象とする。

セシウム-137 への換算係数は、IAEA-TECDOC-1162 のセシウム-137 が地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の内部取り込みを考慮した 50 年間の実効線量への換算係数と着目核種の換算係数の比を用いる。

ただし、プルトニウム及びアメリシウムは、化学形態による影響の違いを補正する係数を乗じる。

(2) 有効性評価の方法

主要な解析条件を以下に示す。

① 事故条件

a. 起因事象

有効性評価の前提となる設計上定める条件より厳しい条件

は、爆発の発生防止対策として構成する静的機器及び動的機器の機能を広範囲に喪失させる「地震」を起因として想定する。

b. 安全機能の喪失に対する仮定

設計上定める条件より厳しい条件として外部事象の「地震」を起因とした場合の安全機能の喪失の想定は、基準地震動の1.2倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない設計とした設備以外の設備は全て機能喪失するものとする。このため、安全機能を有する施設の爆発の防止に関する機能が喪失することを想定する。また、耐震重要度分類をSクラスとしているグローブボックスは、基準地震動の地震力に対して概ね弾性範囲に留まるように設計することから、基準地震動を超える地震により当該施設が一部損傷したとしても、多量の放射性物質が漏えいするおそれはない。また、耐震重要度分類がSクラスのグローブボックスに対して、波及的影響を及ぼさないようにするために、グローブボックス内及びグローブボックス外の機器についても、地震により転倒及び落下によりグローブボックスの安全機能に波及的影響を及ぼさないようにするために、基準地震動による地震力に対して概ね弾性範囲に留まるように設計することから、転倒及び落下しない。また、外部電源も含めた全ての交流電源喪失を想定し、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計としており、且つ蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する設備以外の動的機器が全て同時に機能喪失することを想定している。

② 重大事故等への対処に関連する機器条件

爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置に使用する機器を第6－7表に示す。また、主要な機器の機器条件を以下に示す。

a. 核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置に係る機器

核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置に係る機器の条件を以下に示す。また、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置に係る機器については、給排気閉止ダンパ及び送排風機入口手動ダンパにより多様性を有する。

(a) 給排気閉止ダンパ

給排気閉止ダンパは、中央監視室から遠隔手動操作により閉止できるとともに、全交流電源喪失時においても機能するよう、中央監視室近傍にて可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することにより閉止できる設計とし、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とする。

(b) 送排風機入口手動ダンパ

送排風機入口手動ダンパは、全交流電源喪失時においても機能するよう、現場において手動操作ができる設計とし、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とする。

(c) 燃料加工建屋外への漏えいの防止のために経路を維持する機器

環境への放射性物質の漏えいの防止のために経路を維持する以下の機器は、基準地震動を超える地震動の地震の発生時においても経路を維持し、焼結炉等で発生した爆発の影響を受けた核燃料物質が、環境へ漏えいすることを防止

するため、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。

- i. グローブボックス排気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側からグローブボックス排気閉止ダンパ及びグローブボックス排風機入口手動ダンパまでの経路）
 - ii. グローブボックス排風機（経路を維持するために必要な機能）
 - iii. 工程室排気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側から工程室排気閉止ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパまでの経路）
 - iv. 工程室排風機（経路を維持するために必要な機能）
 - v. 建屋排気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側から建屋排気閉止ダンパ及び建屋排風機入口手動ダンパまでの経路）
 - vi. 建屋排風機（経路を維持するために必要な機能）
 - vii. 給気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側から給気閉止ダンパ及び送風機入口手動ダンパまでの経路）
- b. 放射性物質の放出量を低減するための措置に係る機器

環境への放射性物質の放出量を低減できるよう、排気経路を維持するとともに、排気経路に設置する高性能エアフィルタで核燃料物質を捕集するための機器条件を以下に示す。

- (a) グローブボックス排気フィルタ

グローブボックス排気フィルタは、1 段当たり 1×10^3 以上 ($0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子) の除染係数を有する高性能エアフィルタ 2 段で構成し、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を

考慮する設計とする。

(b) グローブボックス排気フィルタユニット

グローブボックス排気フィルタユニットは，1段当たり
 1×10^3 以上 ($0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子) の除染係数を有する高
性能エアフィルタ2段で構成し，基準地震動を1.2倍にし
た地震動を考慮する設計とする。

(c) 工程室排気フィルタユニット

工程室排気フィルタユニットは，1段当たり 1×10^3 以上
($0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子) の除染係数を有する高性能エアフィ
ルタ2段で構成し，基準地震動を1.2倍にした地震動を考
慮する設計とする。

(d) 放出量を低減するために経路を維持する機器

放出量を低減するために経路を維持する以下の機器は，
基準地震動を超える地震動の地震の発生時においても経路
を維持し，焼結炉等で発生した爆発の影響を受けた核燃料
物質が，環境へ漏えいすることを防止するため，基準地震
動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とする。

- i. グローブボックス排気ダクト (焼結炉等の排気に係るグ
ローブボックスから外部と燃料加工建屋の境界となる壁外
側までの範囲)
- ii. グローブボックス排風機 (経路を維持するために必要な
機能)
- iii. 工程室排気ダクト (焼結炉等を設置する工程室から外部
と燃料加工建屋の境界となる壁外側までの範囲)
- iv. 工程室排風機 (経路を維持するために必要な機能)

③ 重大事故等への対処に関連する操作条件

地震発生後，速やかに核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を実施する。作業と所要時間を第6-13図に示す。

なお，核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を完了するまでの間，環境へ放出される放射性物質の放出量を低減する対策については，操作を要さない。

④ 評価シナリオ

複数の焼結炉等で，爆発が発生することを想定する。

⑤ 評価条件

地震の発生前までの焼結炉等は通常運転されていたものとし，爆発の発生前は通常時の温度，圧力の状態にあるものとする。

有効性評価における放射性物質の環境への放出量は，爆発が発生する焼結炉等が保有する放射性物質質量，爆発の影響を受ける割合，爆発に伴い気相中に移行する放射性物質の割合，燃料加工建屋外への放出経路における低減割合を乗じて算出する。

また，評価した環境への放射性物質の放出量にセシウム-137への換算係数を乗じて，環境へ放出された放射性物質の放出量（セシウム-137換算）を算出する。

a. 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生が想定されるペレット加工第2室の焼結炉3系統及び分析第3室の小規模焼結

処理装置において，基準地震動を超える地震動の地震により焼結炉等が損傷し，炉内に空気が流入することにより，複数箇所爆発が発生することを想定する。

b. 焼結炉等内で保有する放射性物質質量は，焼結炉等に設定される単一ユニットの取扱制限値を基に設定する。具体的には，

焼結炉は焼結炉ユニットの取扱制限値 411kg・MOXとする。
小規模焼結処理装置は小規模試験ユニットの取扱制限値 103 kg・MOXとする。

c. 爆発による影響を受ける割合は、焼結炉等内のグリーンペレット全量が爆発の影響を受けることを想定する。 焼結炉等内に存在するグリーンペレットの想定比率として、焼結炉においては、ペレット及びグリーンペレットが混在することから、焼結炉ユニットの取扱制限値のうち3分の2がグリーンペレットとして設定する。小規模焼結処理装置においては、小規模試験ユニットの取扱制限値のうち、10分の1をグリーンペレットとして設定する。

d. 焼結に伴い気相中に移行する放射性物質の割合は、焼結炉等内に保有するグリーンペレットに対し、 1×10^{-2} として設定する。

e. 焼結炉等内の気相中に移行した放射性物質は、排ガス処理装置又は小規模焼結炉排ガス処理装置（以下、「排ガス処理装置等」という。）を經由して排ガス処理装置グローブボックス（上部）又は小規模焼結炉排ガス処理装置グローブボックス（以下、「排ガスの処理に係るグローブボックス」という。）に放出された後にグローブボックス排気設備を經由して環境へ放出される若しくは焼結炉等から焼結炉等の損傷部から工程室内に移行し、工程室排気設備を經由して環境へ放出される。

グローブボックス排気設備を經由する場合、基準地震動を超える地震動の地震に伴い送排風機を停止させるが、グロー

ブボックス排風機の停止までの間に、排ガス処理装置等へ移行する割合を 1×10^{-1} として設定する。排ガス処理装置等内への付着を踏まえた排ガスの処理に係るグローブボックス内へ移行する割合を 1×10^{-1} と設定し、その全量がグローブボックス排気設備に移行するものとする。

工程室排気設備を経由する場合、焼結炉等内から工程室へ移行する割合を 9×10^{-1} として設定する。基準地震動を超える地震動の地震に伴い送排風機を停止させるが、工程室排風機の停止までの間に、工程室排気設備へ移行する割合を 1×10^{-2} として設定する。

- (f) グローブボックス排気設備を経由する場合、経路中にはグローブボックス排気フィルタ及びグローブボックス排気フィルタユニットとして高性能エアフィルタが合計4段設置されている。通常時の環境における健全な高性能エアフィルタ3段の除染係数が 1×10^{11} 以上という測定試験結果もあることから、健全な高性能エアフィルタ4段の除染係数を 1×10^9 と想定する。ただし、基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合の高性能エアフィルタの除染係数は、高性能エアフィルタ1段につき除染係数が1桁下がることを想定する。また、高性能エアフィルタは重大事故で想定する爆発の環境条件の影響を受けない箇所に設置するが、評価としてはグローブボックス直近にある高性能エアフィルタの1段目は爆発圧力による一部損傷により除染係数が1桁下がることを想定する。このため、高性能エアフィルタ4段の除染係数を 1×10^4 として設定する。

工程室排気設備を経由する場合、経路中には工程室排気フィルタユニットとして高性能エアフィルタが2段設置されている。健全な高性能エアフィルタ2段の除染係数を 1×10^5 と想定する。ただし、基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合の高性能エアフィルタの除染係数は、高性能エアフィルタ1段につき除染係数が1桁下がることを想定する。このため、高性能エアフィルタ2段の除染係数を 1×10^3 として設定する。

【補足説明資料6-4】

(3) 有効性評価の判断基準

爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置の有効性評価の判断基準は以下のとおりとする。

環境への核燃料物質の漏えいにつながる経路を閉止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置ができること。

また、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの間に環境へ放出される放射性物質の放出量が、セシウム-137換算で100TBqを下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いこと。

【補足説明資料6-5】

(4) 有効性評価の結果

- ① 基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合には、中央監視室から送排風機を停止する。送排風機の停止に失敗した場合には電源を遮断することで送排風機を停止する。この作業は

2名にて5分で完了できる。また、この作業は基準地震動を超える地震動の地震の発生後30分で完了できる。

② ①の対策が完了した後、給排気閉止ダンパを中央監視室からの遠隔操作により閉止する。中央監視室からの遠隔操作が実施できない場合は、中央監視室近傍にて可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することにより給排気閉止ダンパを閉止する。この作業は2名にて10分で完了できる。また、この作業は地震の発生後35分で完了できる。その後、給排気閉止ダンパの作動状態の現場確認を実施する。

③ ②の作業の成否に係らず、送排風機入口手動ダンパを現場手動操作により閉止する。この作業は4名（2名/班×2班）にて25分で完了できる。また、この作業は地震の発生後1時間で完了できる。

③ 以上より、爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置は基準地震動を超える地震動の地震の発生後1時間で完了する。また、必要となる実施組織要員は6名であり、燃料加工建屋にて常時確保する20名で対処可能である。

④ 環境への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）は、約 4.2×10^{-3} TBqである。環境への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の詳細を第6-9表に示す。

⑥ 環境への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）が100TBqを下回ることから、爆発による閉じ込める機能の喪失による環境への放射性物質の異常な水準の放出を防止することができる。

(5) 評価条件の不確かさの影響評価

① 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響

爆発による閉じ込める機能の喪失への対処における実施組織要員の操作の時間に与える影響を以下のとおり評価し、影響がないことを確認した。

a. 外部電源の考慮の観点

6. 2. 1. 2 (5) ① a. に記載したとおりである。

b. 実施組織要員の操作の観点

6. 2. 1. 2 (5) ① b. に記載したとおりである。

また、送排風機の遠隔手動停止及び給排気閉止ダンパの遠隔手動閉止は、簡易な操作であるため、余裕をもって作業を完了することができる。

c. 作業環境の観点

重大事故等対策におけるアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り2ルート確保する。アクセスルートの設定に当たっては、実施する重大事故等対策及び重大事故等対処施設の配置を踏まえ、作業性及び効率性を考慮する。重大事故等対策における作業環境に対する有効性を下記のとおりであり、作業環境が実施組織要員の操作の時間余裕に影響を与えることはない。

(a) ばい煙による視界不良

地下3階で対策を実施する実施組織要員は、ヘッドライト、呼吸器及び防護衣を装備する。また、視界不良時においても対策ができるよう、消防建屋における濃煙下での訓練を実施する。

したがって、ばい煙による視界不良を考慮しても、重大

事故等対策は実施可能である。

(b) 当該室の照明の損傷による視界不良

実施組織要員は、必要に応じヘッドライトを装備して対策を実施する。また、中央監視室又は中央監視室近傍に可搬型照明を配備する。

したがって、当該室の照明の損傷による視界不良を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(c) アクセスルート上の火災による温度上昇

アクセスルートを阻害する火災がある場合は室又は廊下にある消火器を用いて消火する。

したがって、火災の熱による当該室及び廊下の温度上昇を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(d) 管理区域内における放射性物質の飛散

重大事故等対策実施にあたっては、爆発の発生を想定する焼結炉等を設置する工程室に入室することではなく、工程室の扉を開放しないため、放射性物質が室外へ飛散することは考えにくい¹が、管理区域内作業においては、内部被ばくを防止する観点から呼吸器を装備する。

したがって、放射性物質の飛散を考慮しても、放射性物質の体内への取込みが防止されるため、重大事故等対策は実施可能である。

(e) 配管破断による溢水

配管破断による溢水量の考え方を以下に示す。以下の考え方に基づいた重大事故等対策のアクセスルート上の溢水水位は、最大でも 20cm 以下であり、実施組織要員は防護装

備を装備して対策を実施することから、配管破断による溢水を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

- i. 溢水防護対象設備を有する燃料加工建屋に配置される機器及び配管のうち、溢水防護対象設備に影響を与えるおそれのある流体（液体及び蒸気）を内包し、かつ基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の機器及び配管の破損による系統保有水の溢水量を見込む。
 - ii. 加速度大の信号により自動的に閉止して供給を停止する緊急遮断弁を設置する設備については、緊急遮断弁の設置箇所から破損箇所までの配管の保有量と燃料加工建屋内に設置される機器の保有量を合算して算定する。
 - iii. 重大事故等対策を行う作業エリア内に水配管が敷設されている箇所は、周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。
 - iv. 重大事故等対策を行う作業エリアへのアクセスルートについては、アクセスルートの全域を溢水の滞留エリアとし、周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。
- (f) 設備・機器の落下又は転倒によるアクセスルートの阻害
- 可搬型重大事故等対処設備を運搬するアクセスルートにおいて、落下又は転倒することにより可搬型重大事故等対処設備の運搬に支障がある設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

可搬型重大事故等対処設備の運搬を必要としないアクセスルートにおいては、設備・機器が落下又は転倒した場合

に乗り越えて移動することを基本とするが、落下又は転倒によりアクセスに支障が生じる設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

また、重大事故等対策に係るアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り 2 ルート確保する設計とする。

したがって、設備・機器の落下又は転倒を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

② 評価項目に与える影響

核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの実施組織要員に与える影響は、「① 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響」に記載したとおりである。

環境への放射性物質の放出量に与える影響については、以下に示すとおりである。

a. 放射性物質の放出量評価に用いるパラメータの不確かさ

放射性物質の放出量評価に用いるパラメータは不確かさを有するため、環境への放射性物質の放出量に影響を与える。不確かさを考慮した各パラメータの幅を以下に示す。

(a) 爆発が発生した焼結炉等が保有する放射性物質質量

設備・機器内の放射性物質質量については、焼結炉等における最大取扱量である単一ユニットの取扱制限値を設定していることから、これ以上の上振れはない。

MOXのプルトニウム富化度は、二次混合粉末、添加剤混合粉末及びグリーンペレットの最大プルトニウム富化度である 18%として評価しているが、これより低いプルトニ

ウム富化度のペレットを製造している場合，1桁未満の下振れが考えられる。

(b) 爆発により放射性物質が影響を受ける割合

小規模焼結炉のタイプはバッチ式であり，炉内にペレットを装荷したタイミングによっては全量がグリーンペレットであることが考えられる。ただし，放射性物質の放出量の算定において爆発の影響を受ける割合は，小規模試験ユニットの取扱制限値 103kg・MOXのうち10分の1と設定しており，一方小規模焼結炉へのペレットの装荷量は2台合計で6kg・MOX程度であることから，仮に小規模焼結炉のペレットが全量グリーンペレットの場合であっても，これ以上の上振れはない。

焼結炉のタイプは連続焼結炉であり，グリーンペレットと焼結ペレットの比率は常に一定となるが，ペレットの焼結が始まる温度領域を考慮すると，完全なグリーンペレットは実際には全体の半分程度であると考えられ，1桁未満の下振れが考えられる。

(c) 爆発により放射性物質が気相に移行する割合

実際は焼結炉が破損した場合，水素・アルゴン混合ガスと空気の接触面で拡散燃焼となるか，又は部分的な小規模爆発に留まることが考えられる。よって，想定を超える爆発が発生し，放射性物質が気相に移行する割合が上振れすることはない。

評価においては気相中への移行率として 1×10^{-2} に設定しているが，DOE HANDBOOKによると爆発によって気相に移行

する割合は 5×10^{-3} と報告されており、爆発による放射性物質の気相中への移行率の不確かさを考慮すると、1桁程度の下振れが考えられる。

(d) 大気中への放出経路における低減割合

工程室排気設備を経由する場合、高性能エアフィルタ2段の除染係数を放射性物質の放出経路としてグローブボックス排気設備を経由せず工程室に漏えいし工程室排気設備を経由する場合、高性能エアフィルタ2段（除染係数は 1×10^3 と見込む。）となることから、2桁程度の下振れが考えられる。

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合の高性能エアフィルタの除染係数は、高性能エアフィルタ1段につき捕集効率が1桁下がることを想定し、グローブボックス排気設備を経由する場合、高性能エアフィルタ4段の除染係数を 1×10^5 と設定しているため、4桁程度の下振れが考えられる。なお、放出経路となる排気ダクトは、数十mの長さがあり、屈曲部を有しているため、経路上への放射性物質の沈着が想定され、更なる下振れの可能性がある。

【補足説明資料6-6】

③ 評価結果

評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響及び評価項目に与える影響を確認した。

評価条件の不確かさが実施組織要員の操作の時間余裕に与え

る影及び重大事故等の拡大を防止するための措置の評価項目に与える影響は、より厳しい結果を与える条件で評価をしていることを確認した。

また、環境への放射性物質の放出量評価では、放出量算出において考慮する各パラメータに上振れ又は下振れする可能性があるものの、その幅は、3桁程度の下振れであり、100TBq に対して重大事故等対策が完了するまでの間の環境への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の寄与割合に与える影響は小さいことを確認した。

(6) 必要な要員及び資源の評価

爆発による閉じ込める機能の喪失への対策に必要な要員及び資源は、爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置に必要な要員及び資源を合わせて6. 2. 3に示す。また、要員及び資源の有効性評価については、他の同時に又は連鎖して発生する事象の影響を考慮する必要があるため、「7. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」において示す。

(7) 判断基準への適合性の検討

爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置として、燃料加工建屋内に核燃料物質を閉じ込め手段及び環境へ放出される放射性物質量を低減する手段を整備しており、これらの対策について、設計上定める条件より厳しい条件として外部事象の「地震」を起因として有効性評価を行った。

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、爆発による核燃料物質の閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための

措置の成否に係らず、拡大を防止するための措置として、中央監視室から送排風機の停止及び核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を並行して実施する。

送排風機の停止については、中央監視室より遠隔で実施するとともに、万一停止操作に失敗した場合には、現場手動操作にて電源を遮断し、送排風機を停止することができる。

給排気閉止ダンパは、中央監視室からの遠隔操作により閉止可能である。中央監視室からの遠隔操作が実施できない場合は、中央監視室近傍にて可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することにより、全交流電源喪失時においても給排気閉止ダンパを閉止することができる。また、給排気閉止ダンパの閉止操作の成否に係らず、送排風機入口手動ダンパを現場手動操作により閉止する。

これらの爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置は、地震の発生後1時間で実施が可能である。

上記のとおり、複数の対策手段を講ずること及びアクセスルート可能な限り2ルート確保することから、遠隔操作が困難な場合においても、現場操作により手動で起動することが可能であり、対策は有効に機能すると評価する。

また、燃料加工建屋内に核燃料物質を閉じ込める措置が完了するまでの間、爆発により気相中へ移行し環境へ放出される放射性物質の放出量（セシウム-137換算）は、約 4.2×10^{-3} TBq である。評価条件の不確かさについて確認した結果、実施組織要員の操作時間に与える影響はないこと及び放射性物質の放出量（セシウム-137換算）への影響は小さいことを確認した。

以上のことから爆発による閉じ込める機能の喪失が発生したとしても、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を実施できる。また、有効性評価で示す環境への放射性物質の放出量は基準以下であり、異常な水準の放出を防止することができる。

以上より、「(3) 有効性評価の判断基準」を満足する。

6. 2. 3 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大の防止のための措置に必要な要員及び資源

爆発による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大の防止のための措置に必要な要員及び資源を以下に示す。

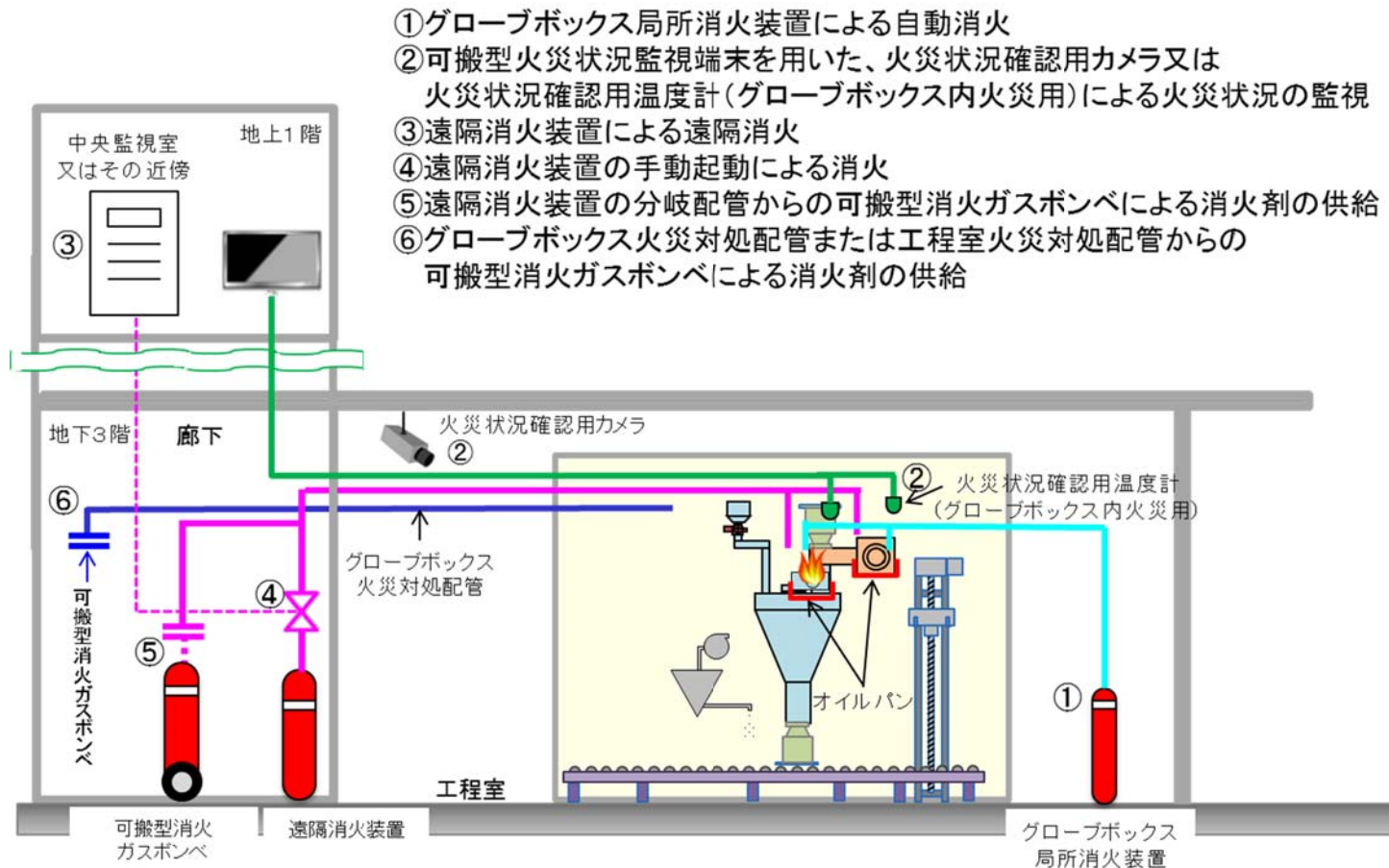
また、要員及び資源の有効性評価については、他の同時に又は連鎖して発生する事象の影響を考慮する必要があるため、「7. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」において示す。

(1) 必要な要員

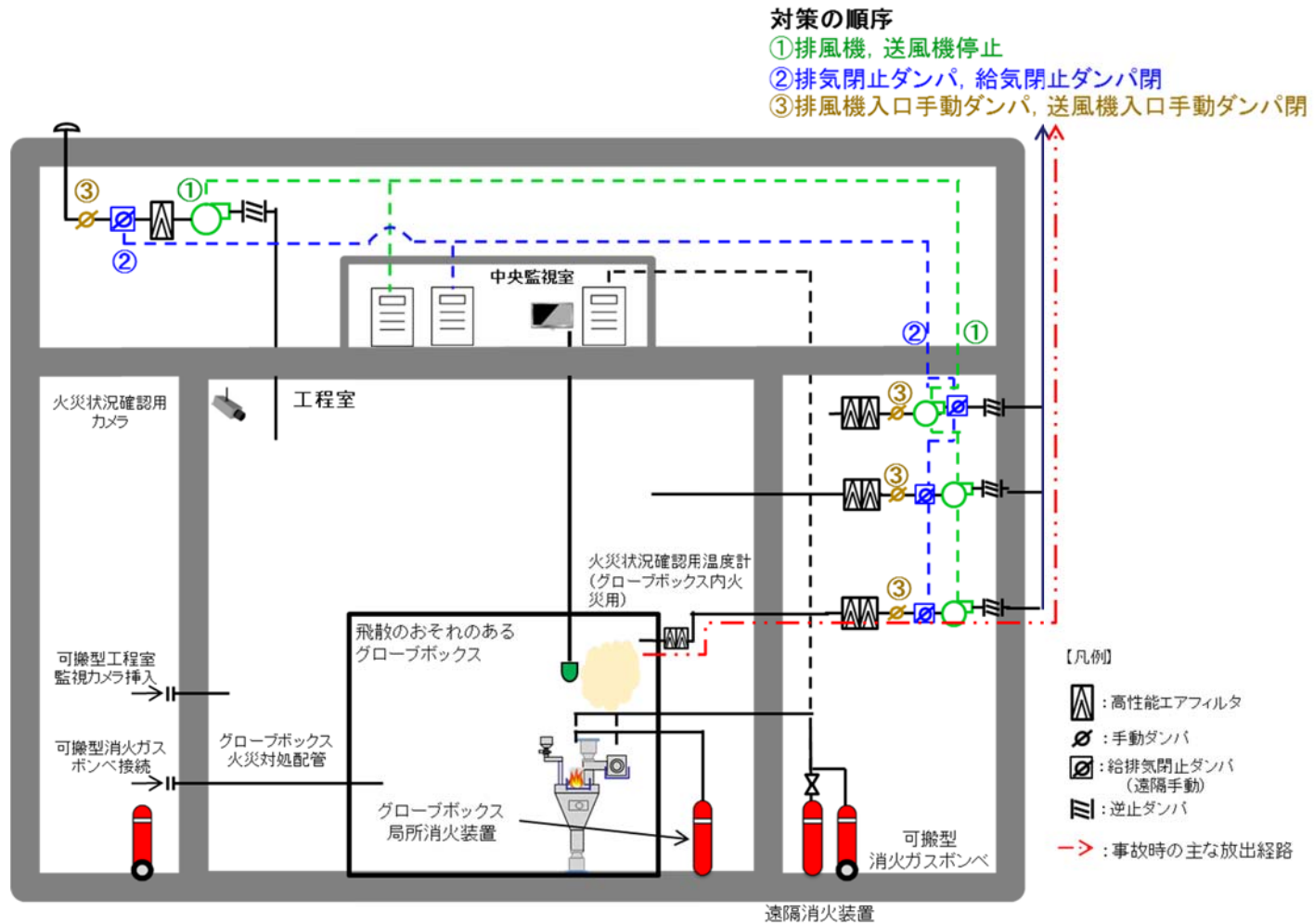
爆発による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大を防止するための措置に必要な要員は、合計 10 名である。

(2) 必要な資源

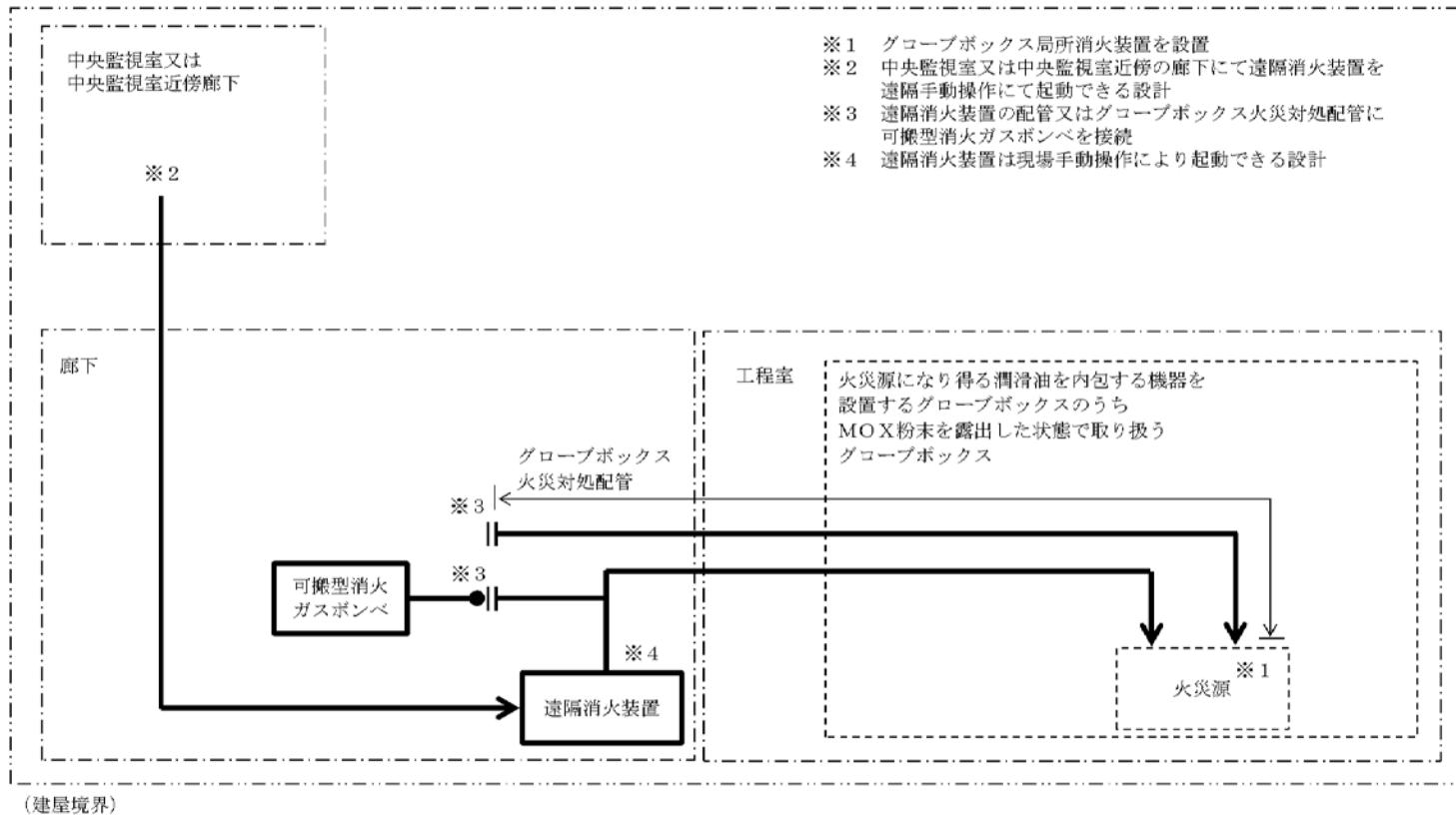
爆発による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大を防止するための措置には水源、燃料及び電源を要さない。



第6-1図 「火災による閉じ込める機能の喪失」への対策の概要図(1/3)



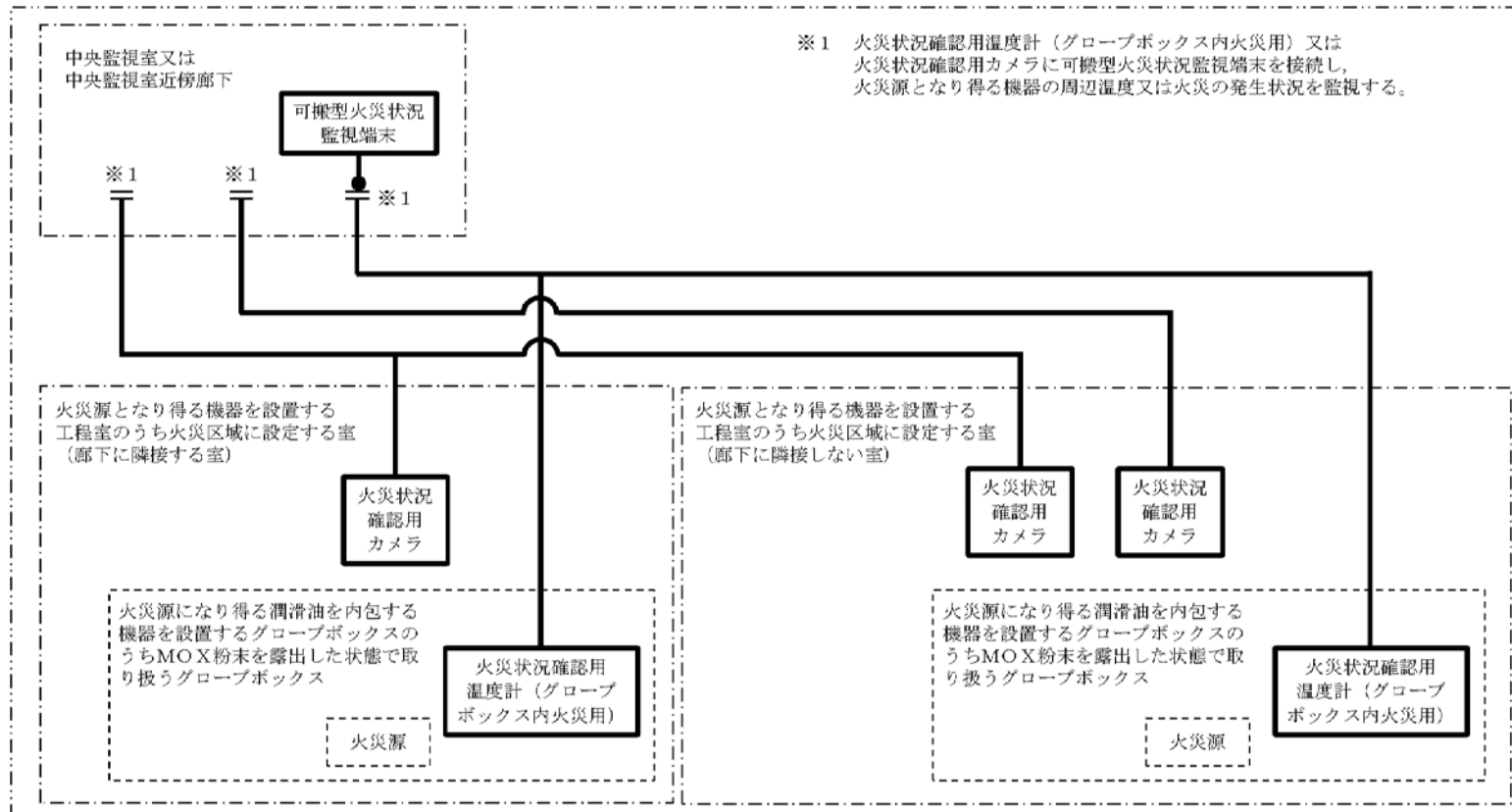
第6-1図 「火災による閉じ込める機能の喪失」への対策の概要図 (3/3)



- 凡 例
- 配管, 電路
 - (太い実線) 重大事故等対処施設
 - - - (破線) 本設備以外の設備
 - || 可搬型重大事故等対処設備と取り合う常設設備の接続口

第6-2図 閉じ込める機能の喪失に対処するための設備の系統概要図

(飛散防止設備) (消火対策)



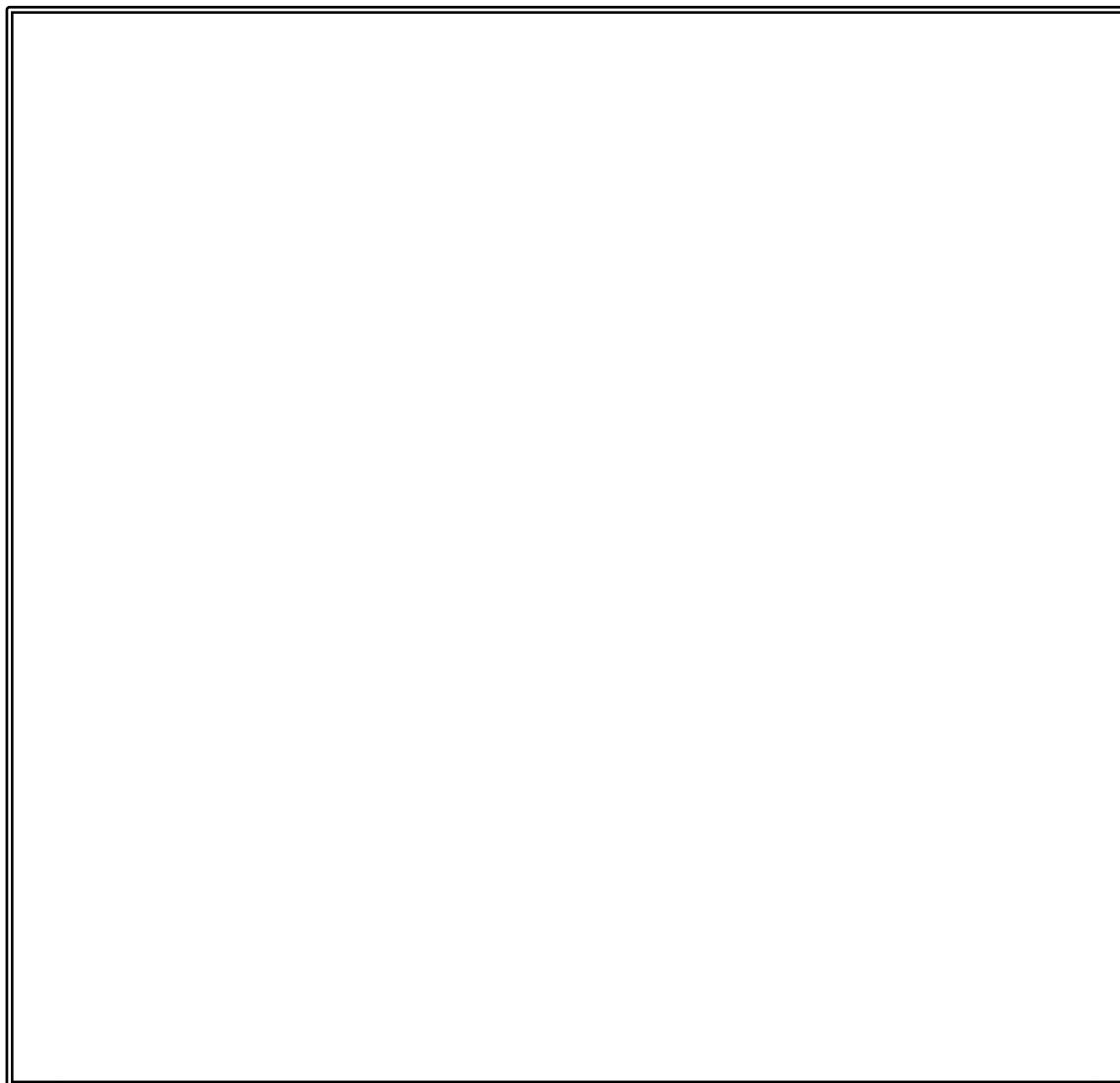
(建屋境界)

凡 例

- 配管, 電路
- || 可搬型重大事故等対処設備と取り合う常設設備の接続口
- (太い実線) 重大事故等対処施設
- (破線) 本設備以外の設備

第 6 - 3 図 閉じ込める機能の喪失に対処するための設備の系統概要図

(飛散防止設備) (火災状況監視)



【凡例】

————— : アクセスルート (第1ルート)

————— : アクセスルート (第2ルート)

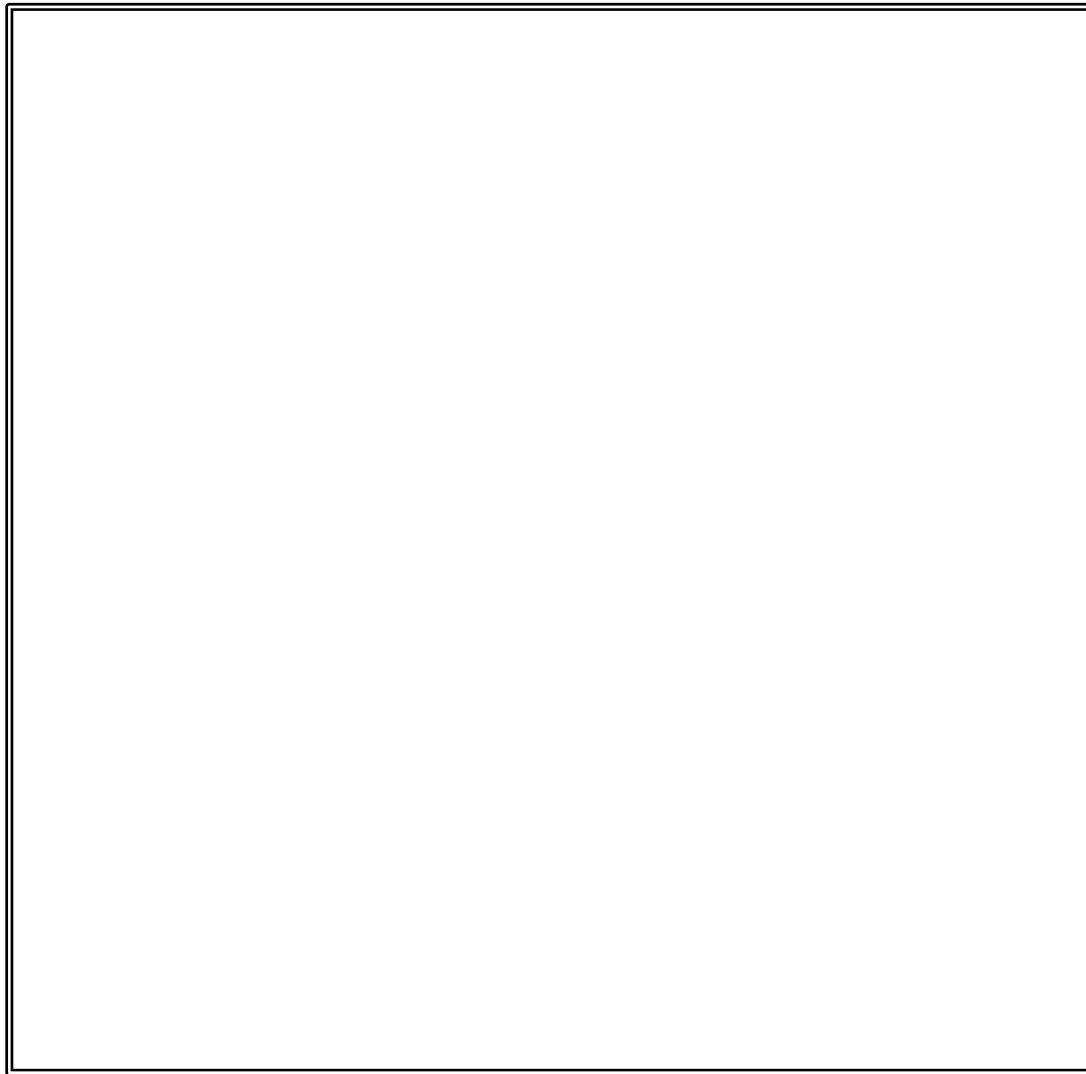
※ 可搬型消火ガスボンベ及び可搬型工程室監視カメラは、廊下に保管する。

※ 遠隔消火装置及び可搬型消火ガスボンベによる消火剤供給操作は、廊下で実施する。

※ 予備開口に対する可搬型工程室監視カメラの挿入操作を廊下にて実施する。

第6-4図 「火災による閉じ込める機能の喪失」の対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地下3階)

□ は核不拡散上の観点から公開できません。



【凡例】

————— : アクセスルート (第1ルート)

----- : アクセスルート (第2ルート)


※ 可搬型消火ガスボンベ及び可搬型工程室監視カメラは、廊下に保管する。

第6-5図 「火災による閉じ込める機能の喪失」の対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地下2階)

□ は核不拡散上の観点から公開できません。



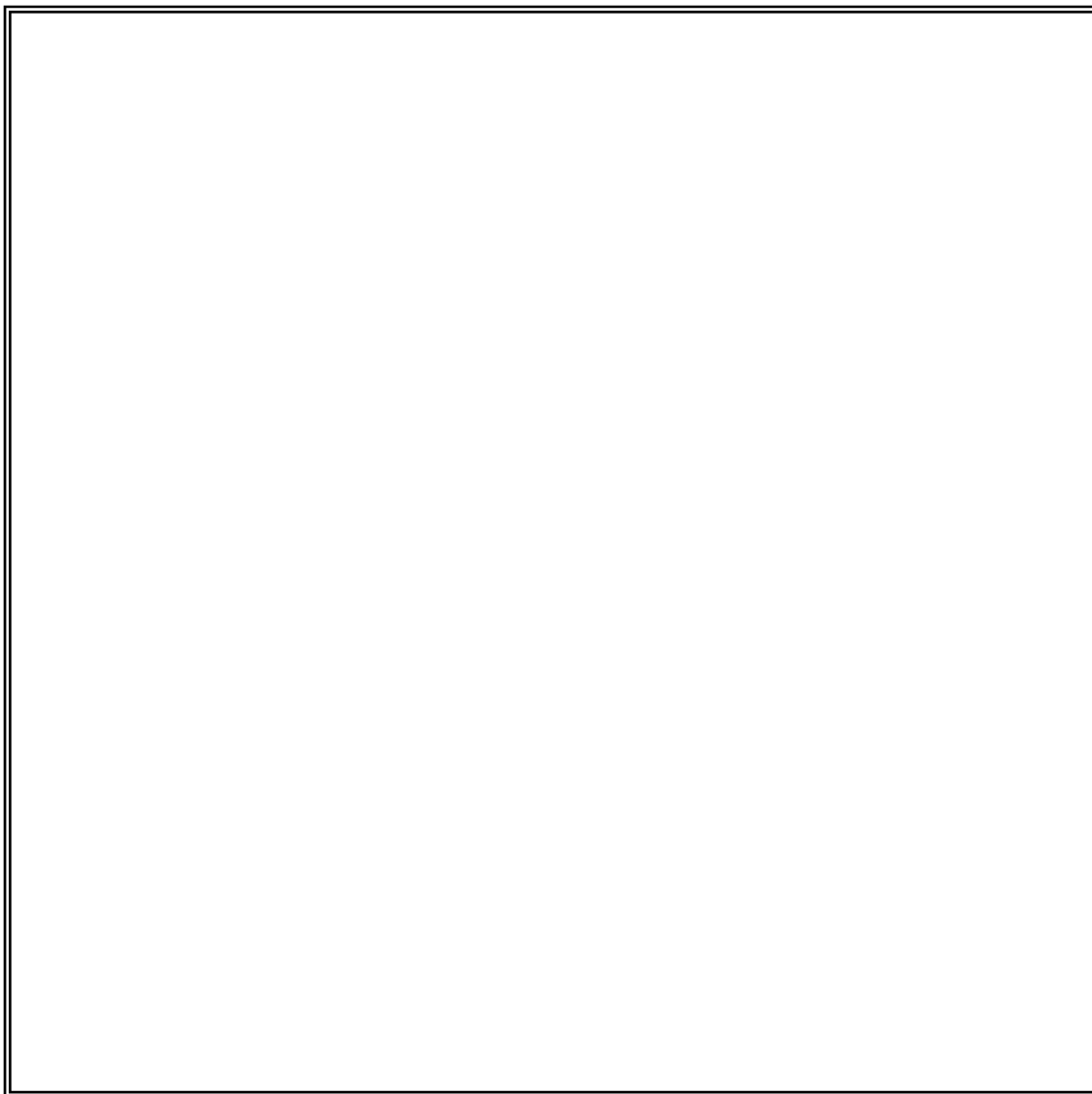
【凡例】

- : アクセスルート (第1ルート)
- - - : アクセスルート (第2ルート)
-  : 可搬型重大事故等対処設備
保管場所

※1 排風機入口手動ダンパの手動閉止操作

第6-6図 「火災による閉じ込める機能の喪失」の対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地下1階)


□ は核不拡散上の観点から公開できません。



【凡例】

—— : アクセスルート (第1ルート)

- - - : アクセスルート (第2ルート)

 : 可搬型重大事故等対処設備
保管場所

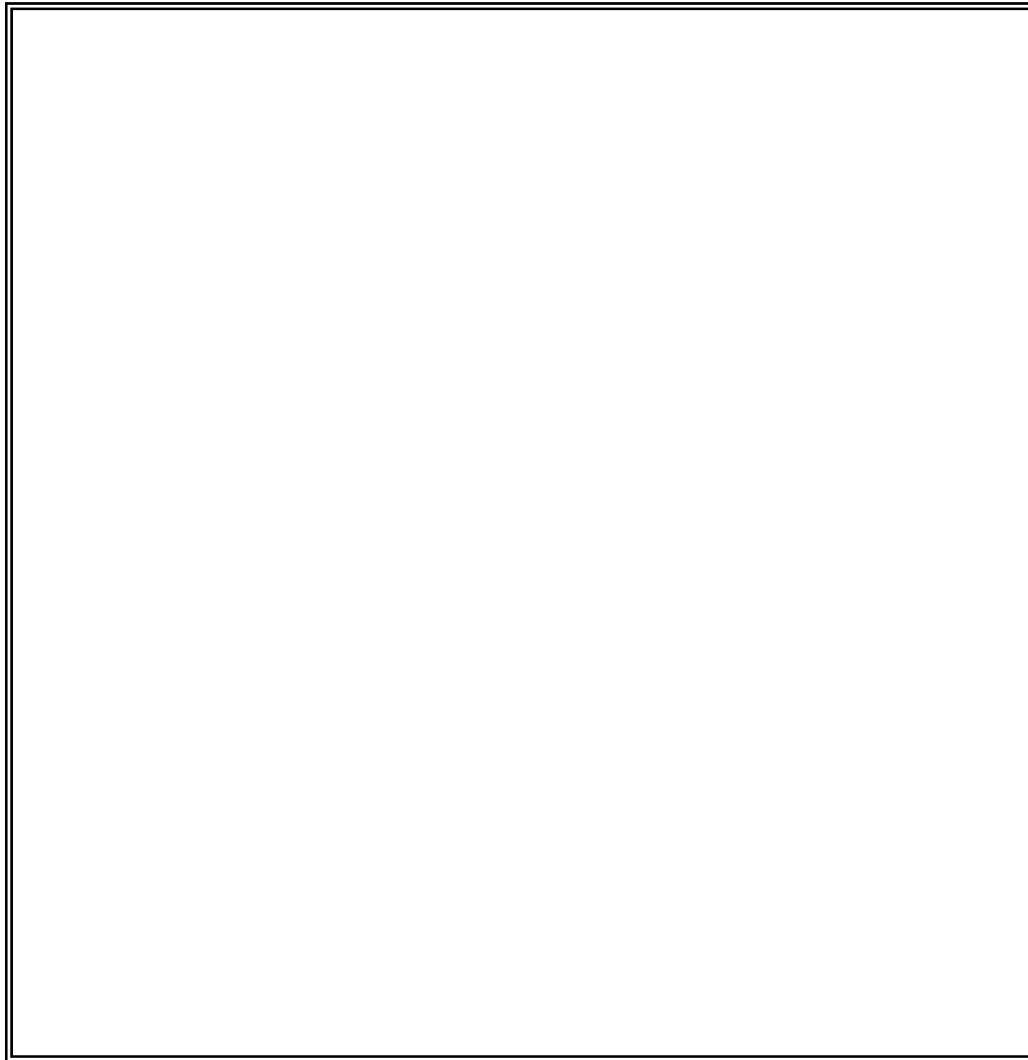
※1 給排気閉止ダンパの可搬型ガスボンベ接続による手動閉止操作

※2 電源の遮断操作


※ 遠隔消火装置による遠隔手動消火操作は、中央監視室又はその近傍にて実施する。

第6-7図 「火災による閉じ込める機能の喪失」の対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地上1階)

□ は核不拡散上の観点から公開できません。



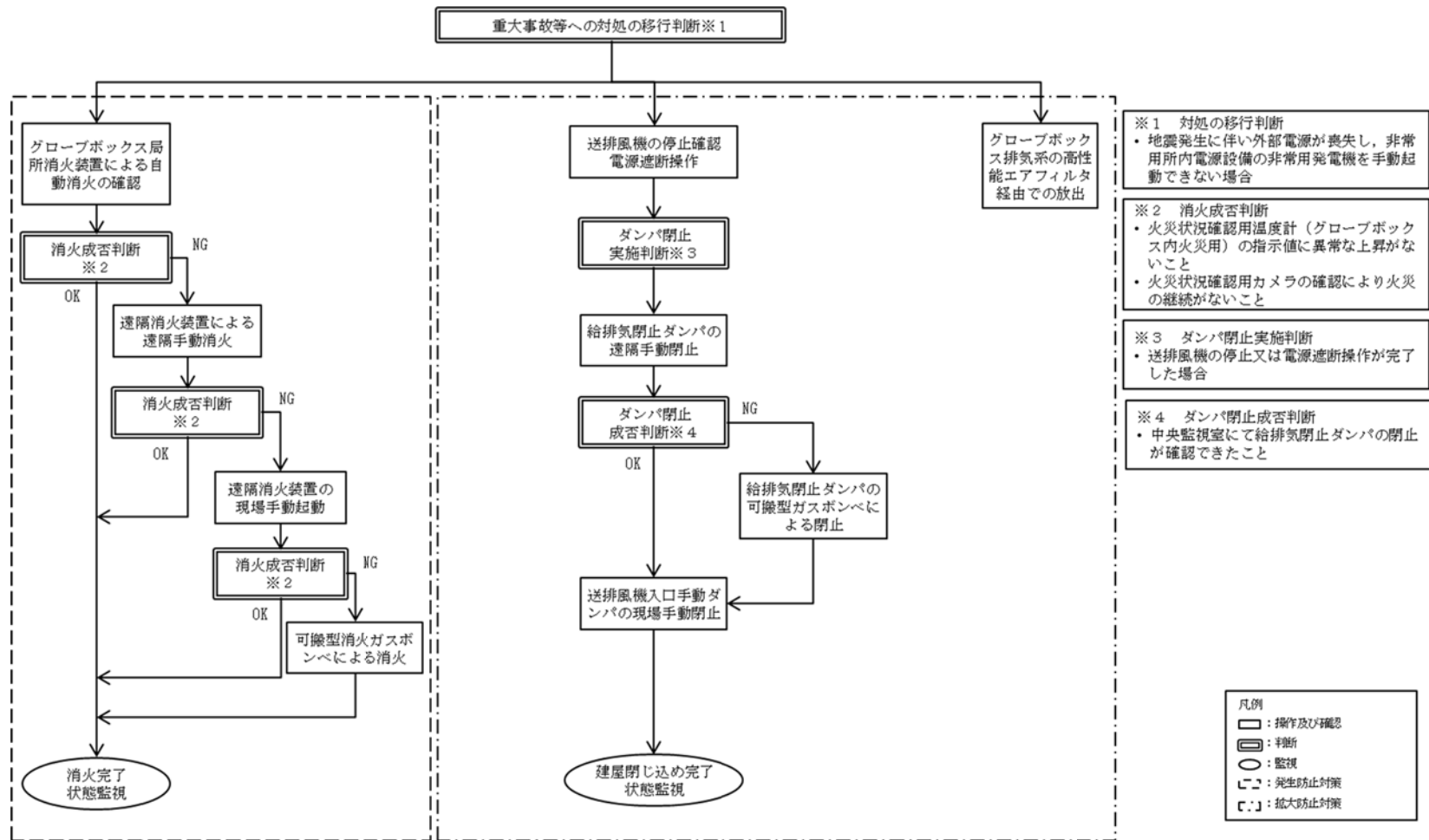
【凡例】

- : アクセスルート (第1ルート)
- : アクセスルート (第2ルート)
-  : 可搬型重大事故等対処設備保管場所

※1 送風機入口手動ダンパの手動閉止操作

第6-8図 「火災による閉じ込める機能の喪失」の対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地上2階)

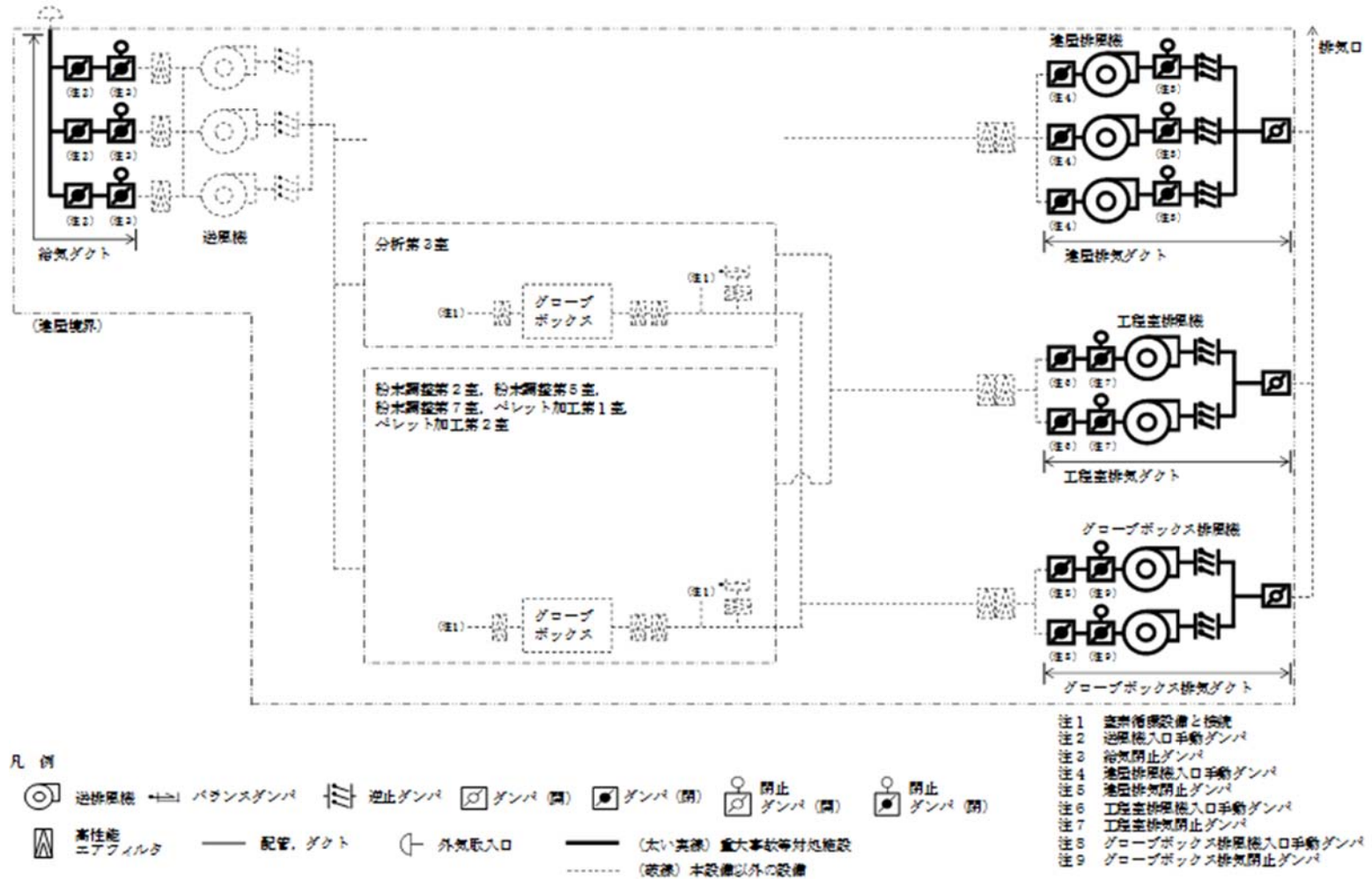
□ は核不拡散上の観点から公開できません。



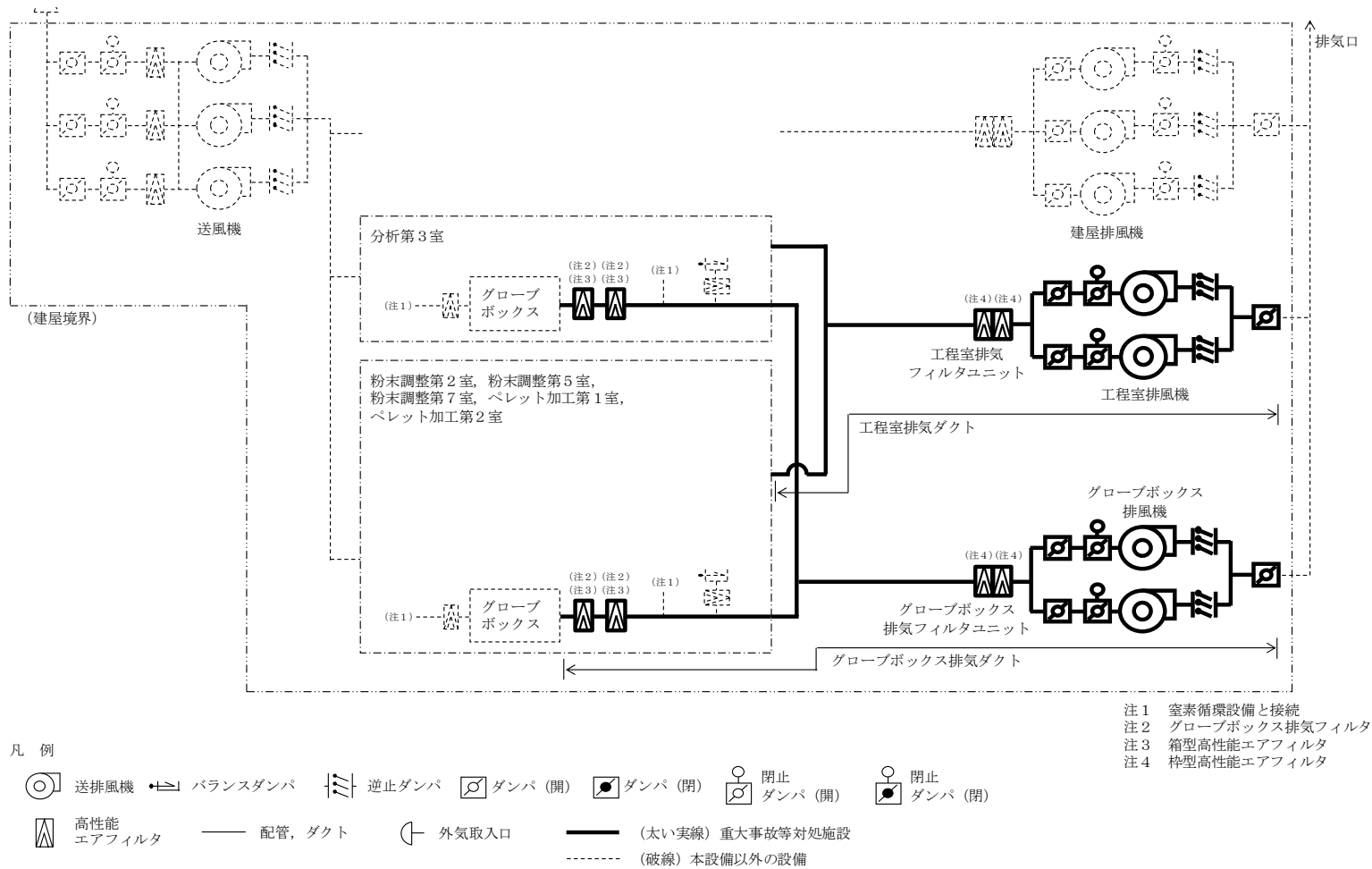
第6-9図 「地震発生による全交流電源の喪失を伴う火災による閉じ込める機能の喪失」の
対策の手順の概要

作業		要員数	経過時間 (分)													備考				
			30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390					
			▽事象発生																	
火災の消火	GB局所消火装置の自動起動による初期消火	-	0:05																	
	火災状況確認用温度計及び火災状況確認用カメラによる火災の確認, 遠隔消火装置の遠隔手動起動	2	0:10																	
	廊下からの遠隔消火装置手動起動	4	0:10																	
	廊下から対象GBへの可搬型消火ガスポンペによる消火	4	0:15																	

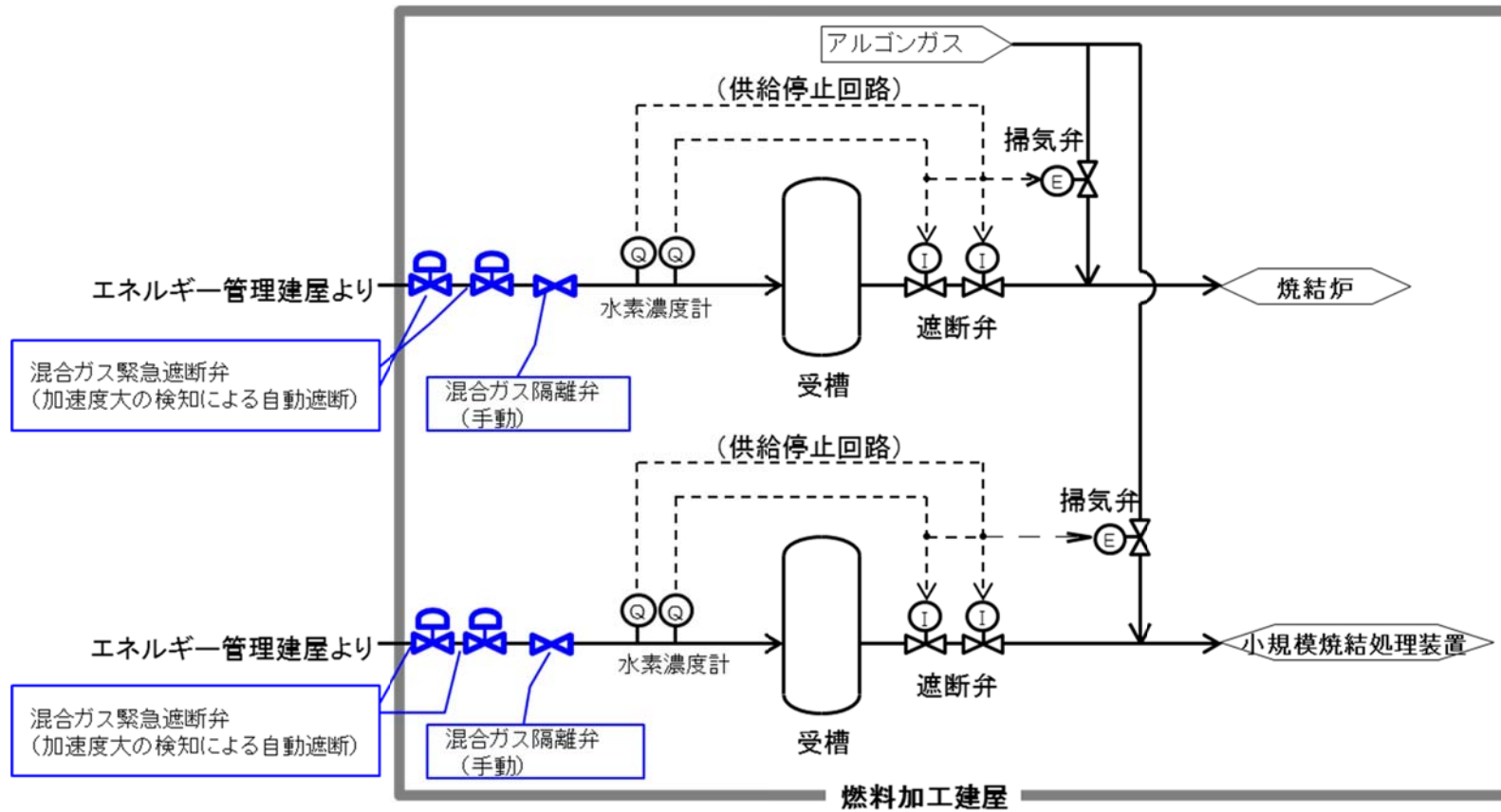
第6-10図 火災による閉じ込める機能の喪失への対処 発生防止対策のフローチャート



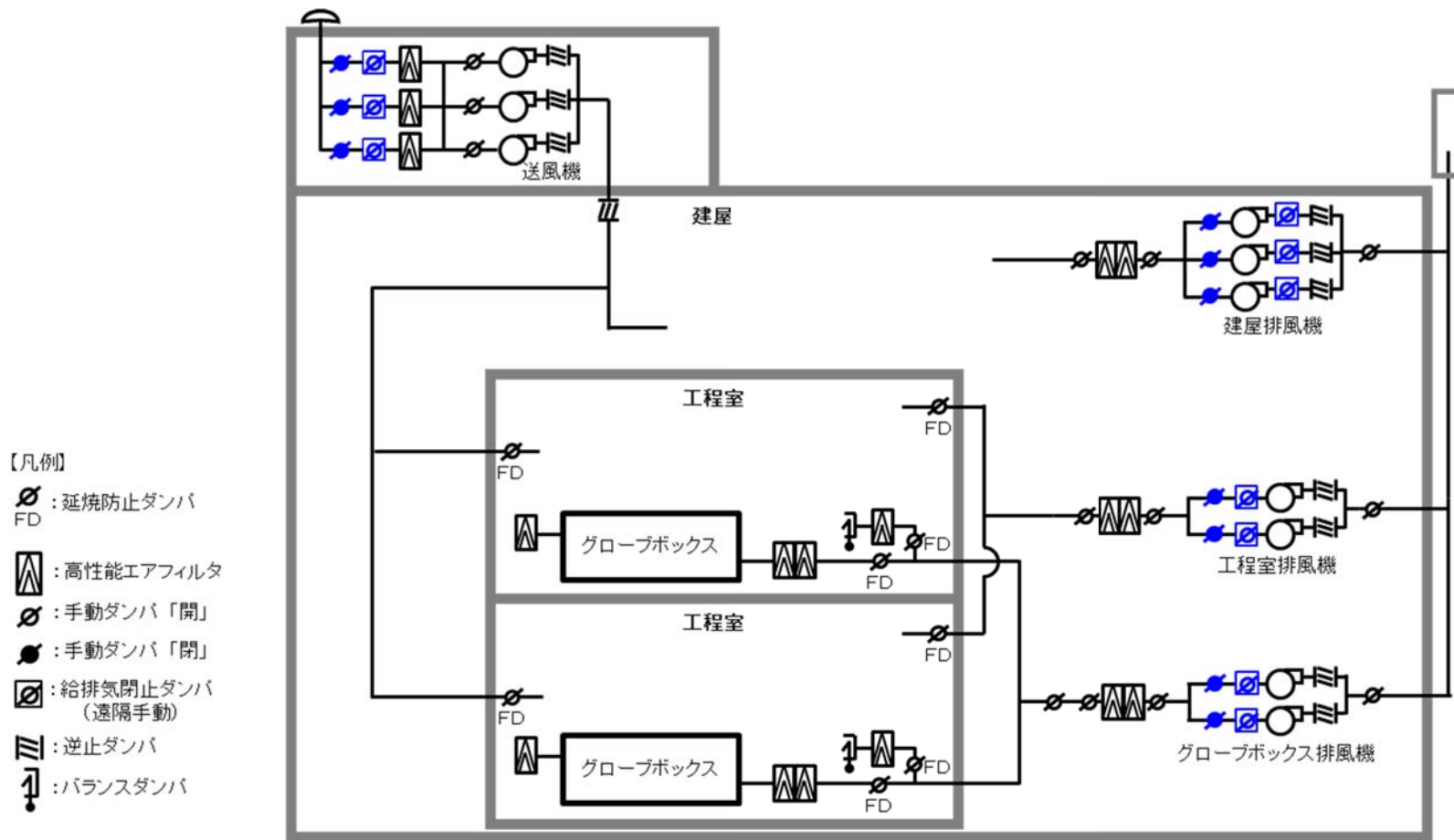
第6-11 図 閉じ込める機能の喪失に対処するための設備の系統概要図（漏えい防止設備）



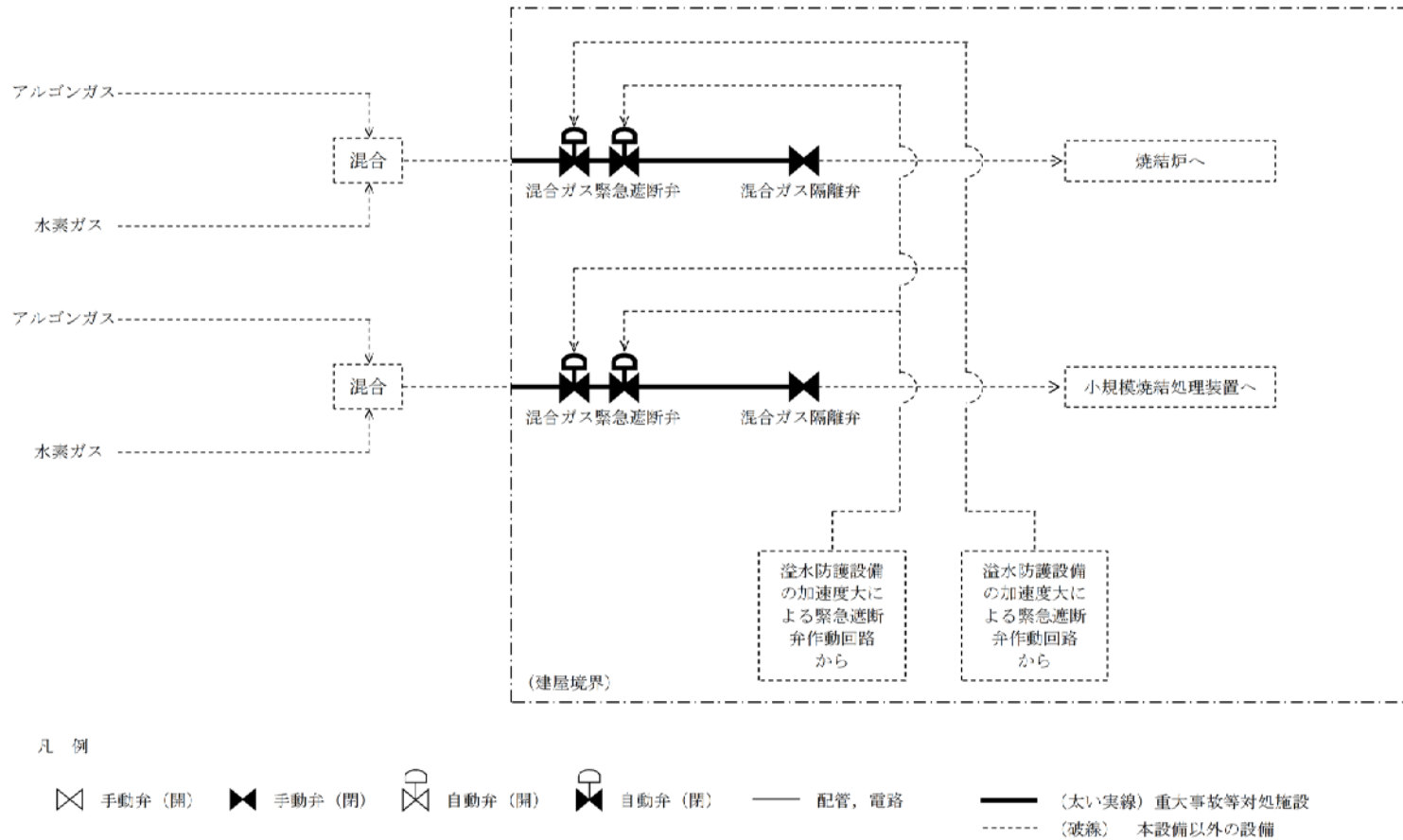
第6-12図 閉じ込める機能の喪失に対処するための設備の系統概要図 (外部への放出量低減)



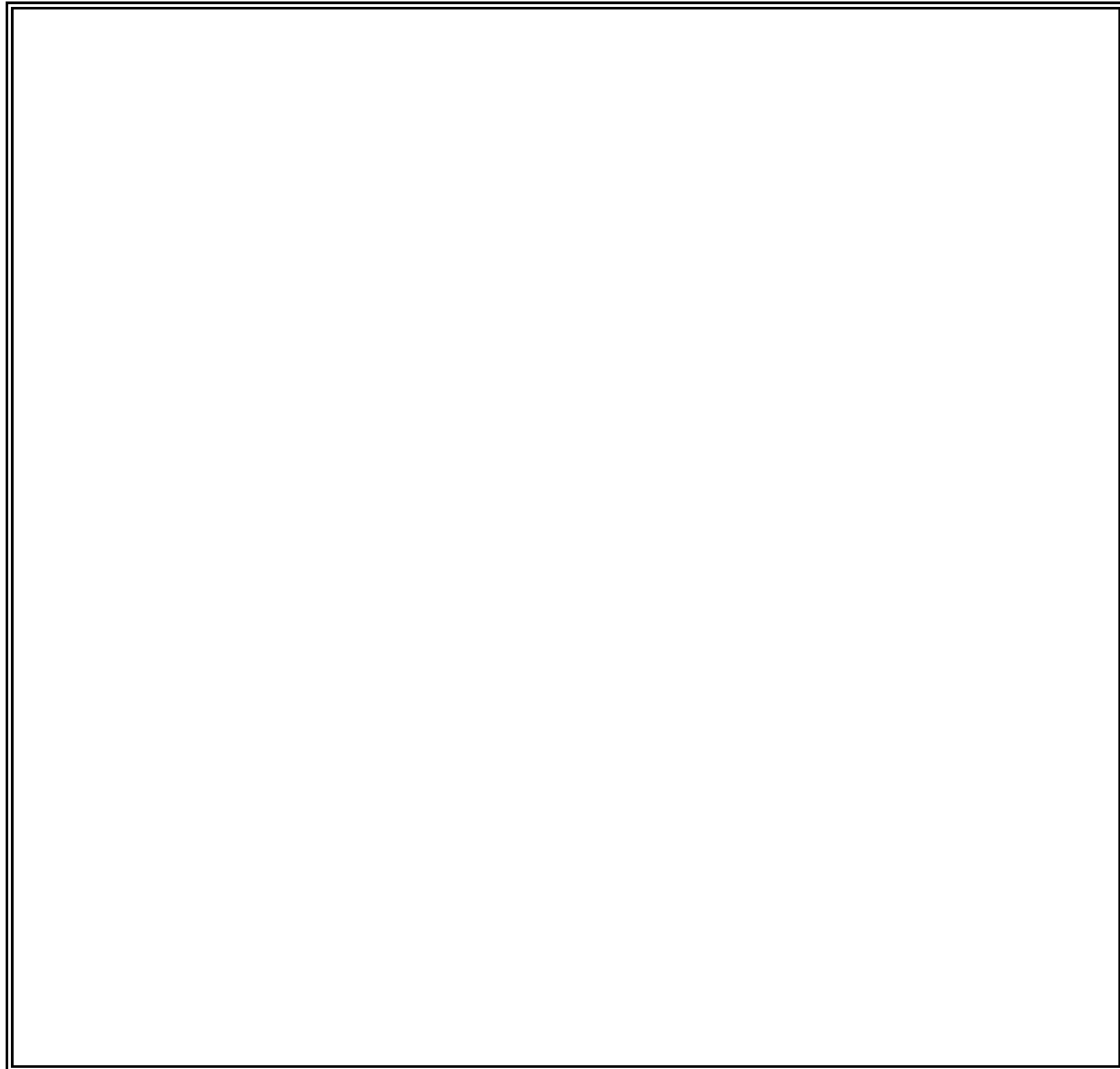
第6-14図 「爆発による閉じ込める機能の喪失」への対策の概要図(1/3)




第6-14図 「爆発による閉じ込める機能の喪失」への対策の概要図 (2 / 3)



第6-15 図 閉じ込める機能の喪失に対処するための設備の系統概要図 (飛散防止設備)
 (水素・アルゴン混合ガスの供給遮断)



【凡例】

- : アクセスルート (第1ルート)
- - - : アクセスルート (第2ルート)
-  : 可搬型重大事故等対処設備
保管場所

※1 排風機入口手動ダンパの手動閉止操作

第6-16図 「爆発による閉じ込める機能の喪失」の対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地下1階)

□ は核不拡散上の観点から公開できません。




第6-17図 「爆発による閉じ込める機能の喪失」の対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地上1階)

□ は核不拡散上の観点から公開できません。



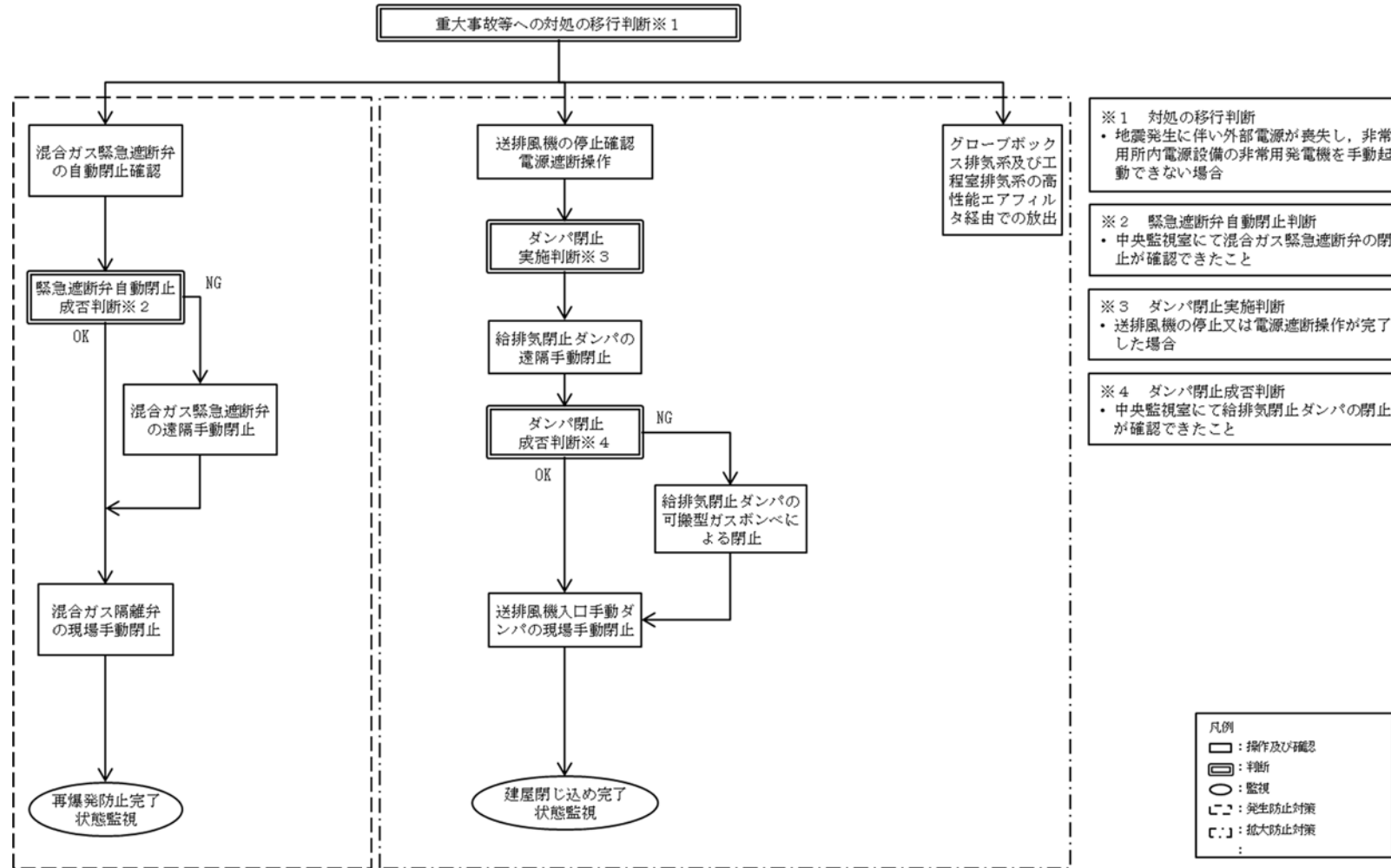
【凡例】

- : アクセスルート (第1ルート)
- - - : アクセスルート (第2ルート)
-  : 可搬型重大事故等対処設備保管場所

※1 送風機入口手動ダンパの手動閉止操作

第6-18図 「爆発による閉じ込める機能の喪失」の対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地上2階)

□ は核不拡散上の観点から公開できません。



第6-19図 「地震発生による全交流電源の喪失を伴う爆発による閉じ込める機能の喪失」の対策の手順の概要

第6-1表 重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス一覧

部屋名称	グローブボックス名称	インベントリ (kg・Pu)	対象グローブボックスの部 屋毎の合計インベントリ (kg・Pu)
粉末調整第2室	予備混合装置グローブボックス	28.8	28.8
粉末調整第5室	均一化混合装置グローブボックス	53.7	74.0
	造粒装置グローブボックス	20.3	
粉末調整第7室	回収粉末処理・混合装置グローブボックス	39.7	39.7
ペレット加工第1室	添加剤混合装置グローブボックス	33.0	143.8
	プレス装置（プレス部）グローブボックス	38.9	
	添加剤混合装置グローブボックス	33.0	
	プレス装置（プレス部）グローブボックス	38.9	

第6-2表 「火災による閉じ込める機能の喪失」の発生防止対策の手順と重大事故等対処施設（1/2）

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
a.	発生防止対策の準備の判断	<ul style="list-style-type: none"> 地震発生に伴い、外部電源が喪失し、非常用所内電源設備の非常用発電機が自動起動しない場合は、現場での手動起動操作を行う。その結果、非常用所内電源設備の非常用発電機を手動起動できない場合は、全交流電源の喪失と判断し、重大事故等への対処として以下のb.に移行する。 	—	—
b.	火災状況の監視及び消火活動の実施判断	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型火災状況監視端末を、火災状況確認用温度計及び火災状況確認用カメラと接続する。 中央監視室又は中央監視室近傍廊下にて、火災状況確認用温度計及び火災状況確認用カメラにより、重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスの火災状況及びグローブボックス局所消火装置の起動状況を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス局所消火装置 火災状況確認用温度計 火災状況確認用カメラ 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型火災状況監視端末
		<ul style="list-style-type: none"> 上記の監視の結果、重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスにおける火災の継続を確認した場合は、以下のc.に移行する。 	—	—
c.	遠隔消火装置の遠隔手動起動操作	<ul style="list-style-type: none"> 上記b.にて、重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスにおける火災の継続を確認した場合、中央監視室又は中央監視室近傍廊下にて、当該箇所の遠隔消火装置を遠隔手動操作により起動する。 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔消火装置 	—
		<ul style="list-style-type: none"> 上記の遠隔消火装置の遠隔手動操作による起動に失敗した場合は、以下のd.に移行する。 	—	—

第6-2表 「火災による閉じ込める機能の喪失」の発生防止対策の手順と重大事故等対処施設（2/2）

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
d.	遠隔消火装置の現場手動起動操作	<ul style="list-style-type: none"> 工程室外の廊下にて，遠隔消火装置を現場手動操作により起動する。 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔消火装置 	—
		<ul style="list-style-type: none"> 上記の遠隔消火装置の現場手動操作による起動に失敗した場合は，以下のe.に移行する。 	—	—
e.	廊下からの状況確認及び消火活動	<ul style="list-style-type: none"> 工程室外の廊下にて，遠隔消火装置又はグローブボックス火災対処配管の接続口に可搬型消火装置を接続し，消火剤を噴射する。 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔消火装置 グローブボックス火災対処配管 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型消火ガスボンベ
f.	火災状況の継続監視	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況を継続監視する。 室内の状況を確認できない場合は，予備開口から可搬型工程室監視カメラを挿入し，室内の状況を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況確認用温度計 火災状況確認用カメラ 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型工程室監視カメラ 可搬型火災状況監視端末

第6-3表 「地震発生による全交流電源の喪失を伴う火災による閉じ込める機能の喪失」に対する設備

事象	対策	重大事故等対処施設		常設，可搬型の区分	
火災	発生防止対策	閉じ込める機能の喪失に対処するための設備	飛散防止設備	グローブボックス局所消火装置	常設
				遠隔消火装置	常設
				グローブボックス火災対処配管	常設
				火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）	常設
				火災状況確認用カメラ	常設
				可搬型消火ガスボンベ	可搬型
				可搬型工程室監視カメラ	可搬型
				可搬型火災状況監視端末	可搬型
	拡大防止対策		漏えい防止設備	給気閉止ダンパ	常設
				グローブボックス排気閉止ダンパ	常設
				工程室排気閉止ダンパ	常設
				建屋排気閉止ダンパ	常設
				送風機入口手動ダンパ	常設
				グローブボックス排風機入口手動ダンパ	常設
				工程室排風機入口手動ダンパ	常設
				建屋排風機入口手動ダンパ	常設
				グローブボックス排気ダクト	常設
				グローブボックス排風機	常設
				工程室排気ダクト	常設
				工程室排風機	常設
				建屋排気ダクト	常設
				建屋排風機	常設
				給気ダクト	常設
放出影響緩和設備	グローブボックス排気フィルタ	常設			
	グローブボックス排気フィルタユニット	常設			
	グローブボックス排気ダクト	常設			
	グローブボックス排風機	常設			

第6-4表 「火災による閉じ込める機能の喪失」の拡大防止対策の手順と重大事故等対処施設

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
a.	拡大防止対策の準備の判断	<ul style="list-style-type: none"> 地震発生に伴い、中央監視室に表示される加速度計の指示値が、基準地震動相当の加速度であることを確認した場合、中央監視室より送排風機停止及び給排気閉止ダンパ閉止の操作を行う。また、外部電源が喪失し、非常用所内電源設備の非常用発電機が自動起動しない場合は、現場での手動起動操作を行う。その結果、非常用所内電源設備の非常用発電機を手動起動できない場合は、全交流電源の喪失と判断し、重大事故等への対処として以下のb., c.及びd.に移行する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排気閉止ダンパ 工程室排気閉止ダンパ 建屋排気閉止ダンパ 給気閉止ダンパ 	—
b.	電源の遮断操作	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視室より送排風機停止操作ができない場合は、非常用電気A室及び非常用電気B室にて、手動遮断操作を行う。 	—	—
c.	給排気閉止ダンパの遠隔手動閉止	<ul style="list-style-type: none"> 全交流電源喪失により中央監視室より給排気閉止ダンパ閉止の操作ができない場合は、中央監視室近傍にて、可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することで閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排気閉止ダンパ 工程室排気閉止ダンパ 建屋排気閉止ダンパ 給気閉止ダンパ 	—
d.	送排風機入口手動ダンパの現場手動閉止	<ul style="list-style-type: none"> 上記c.の対策の成否に係らず、グローブボックス排風機入口手動ダンパ、工程室排風機入口手動ダンパ及び建屋排風機入口手動ダンパを排風機室にて手動閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排風機入口手動ダンパ 工程室排風機入口手動ダンパ 建屋排風機入口手動ダンパ 	—
		<ul style="list-style-type: none"> 上記c.の対策の成否に係らず、送風機入口手動ダンパを給気機械・フィルタ室にて手動閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> 送風機入口手動ダンパ 	—

第6-5表 「地震発生による全交流電源の喪失を伴う火災による閉じ込める機能の喪失」時の放射性物質の放出量

核種	放出量 (Bq)
Pu-238	1×10^8
Pu-239	6×10^6
Pu-240	1×10^7
Pu-241	2×10^9
Am-241	2×10^7

第 6 - 6 表 爆発の発生を想定する機器一覧

部屋名称	機器名称
ペレット加工第 2 室	焼結炉 A
	焼結炉 B
	焼結炉 C
分析第 3 室	小規模焼結処理装置

第6-7表 「爆発による閉じ込める機能の喪失」の発生防止対策の手順と重大事故等対処施設

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
a.	発生防止対策の準備の判断	<ul style="list-style-type: none"> 地震発生に伴い、混合ガス緊急遮断弁が自動閉止したことを中央監視室にて確認する。混合ガス緊急遮断弁が自動閉止しない場合は、中央監視室にて遠隔閉止操作を行う。また、外部電源が喪失し、非常用発電機が自動起動しない場合は、現場での手動起動操作を行う。その結果、非常用発電機を手動起動できない場合は、全交流電源の喪失と判断し、重大事故等への対処として以下のb.に移行する。 	<ul style="list-style-type: none"> 混合ガス緊急遮断弁 	—
b.	混合ガス隔離弁の現場手動閉止操作	<ul style="list-style-type: none"> 混合ガス隔離弁を地上1階にて、現場での手動閉止操作を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 混合ガス隔離弁 	—

第6-8表 「地震発生による全交流電源の喪失を伴う爆発による閉じ込める機能の喪失」に対する設備

事象	対策	重大事故等対処施設		常設, 可搬型の区分		
爆発	発生防止対策	閉じ込める機能の喪失に対処するための設備	飛散防止設備	混合ガス緊急遮断弁	常設	
				混合ガス隔離弁	常設	
	拡大防止対策		漏えい防止設備	給気閉止ダンパ	常設	
				グローブボックス排気閉止ダンパ	常設	
				工程室排気閉止ダンパ	常設	
				建屋排気閉止ダンパ	常設	
				送風機入口手動ダンパ	常設	
				グローブボックス排風機入口手動ダンパ	常設	
				工程室排風機入口手動ダンパ	常設	
				建屋排風機入口手動ダンパ	常設	
				グローブボックス排気ダクト	常設	
				グローブボックス排風機	常設	
				工程室排気ダクト	常設	
				工程室排風機	常設	
				建屋排気ダクト	常設	
				建屋排風機	常設	
				給気ダクト	常設	
				放出影響緩和設備	グローブボックス排気フィルタ	常設
					グローブボックス排気フィルタユニット	常設
					工程室排気フィルタユニット	常設
工程室排気ダクト	常設					
グローブボックス排気ダクト	常設					
工程室排風機	常設					

第6-9表 「爆発による閉じ込める機能の喪失」の拡大防止対策の手順と重大事故等対処施設

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
a.	拡大防止対策の準備の判断	<ul style="list-style-type: none"> 地震発生に伴い、中央監視室に表示される加速度計の指示値が、基準地震動相当の加速度であることを確認した場合、中央監視室より送排風機停止及び給排気閉止ダンパ閉止の操作を行う。また、外部電源が喪失し、非常用所内電源設備の非常用発電機が自動起動しない場合は、現場での手動起動操作を行う。その結果、非常用所内電源設備の非常用発電機を手動起動できない場合は、全交流電源の喪失と判断し、重大事故等への対処として以下のb., c.及びd.に移行する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排気閉止ダンパ 工程室排気閉止ダンパ 建屋排気閉止ダンパ 給気閉止ダンパ 	—
b.	電源の遮断操作	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視室より送排風機停止操作ができない場合は、非常用電気A室及び非常用電気B室にて、手動遮断操作を行う。 	—	—
c.	給排気閉止ダンパの遠隔手動閉止	<ul style="list-style-type: none"> 全交流電源喪失により中央監視室より給排気閉止ダンパ閉止の操作ができない場合は、中央監視室近傍にて、可搬型ガスポンペを接続してガスを供給することで閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排気閉止ダンパ 工程室排気閉止ダンパ 建屋排気閉止ダンパ 給気閉止ダンパ 	—
d.	送排風機入口手動ダンパの現場手動閉止	<ul style="list-style-type: none"> 上記c.の対策の成否に係らず、グローブボックス排風機入口手動ダンパ、工程室排風機入口手動ダンパ及び建屋排風機入口手動ダンパを排風機室にて手動閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排風機入口手動ダンパ 工程室排風機入口手動ダンパ 建屋排風機入口手動ダンパ 	—
		<ul style="list-style-type: none"> 上記c.の対策の成否に係らず、送風機入口手動ダンパを給気機械・フィルタ室にて手動閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> 送風機入口手動ダンパ 	—

第6-10表 「地震発生による全交流電源の喪失を伴う爆発による閉じ込める機能の喪失」時の放射性物質の放出量

核種	放出量 (Bq)
Pu-238	3×10^8
Pu-239	2×10^7
Pu-240	3×10^7
Pu-241	7×10^9
Am-241	8×10^7

2 章 補足説明資料

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料リスト
第22条: 重大事故等の拡大の防止等(6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料6-1	本施設における火災及び爆発の特徴	12/26	0	
補足説明資料6-2	火災による閉じ込める機能の喪失へ及び爆発による閉じ込める機能の喪失の対処			1章 基準適合性に記載したため。
補足説明資料6-3	火災の消火について	12/26	0	
補足説明資料6-4	重大事故等への対処に使用する設備の有効性について	12/26	0	
補足説明資料6-5	事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価	12/26	0	
補足説明資料6-6	不確かさの設定について	1/17	1	
補足説明資料6-7	要員及び資源等の評価			1章 基準適合性に記載したため。

令和2年1月17日 R 1

補足説明資料 6-6 (22 条)

不確かさの設定について

本資料では、「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の発生時の大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の算定にあたって使用する各パラメータの不確かさについて説明する。

1. 各パラメータの不確かさについて

1.1 火災による閉じ込める機能の喪失

(1) 機器が保有する放射性物質の変動

① 上振れ効果

重大事故の起因となる火災源として想定するグローブボックス中のMOX粉末のインベントリは、取扱制限値に基づき設定していることから、これ以上の上振れはない。

② 下振れ効果

放射性物質の放出量の算定において、二次混合粉末、添加剤混合粉末及びグリーンペレットはプルトニウム富化度を18%と設定して評価しているが、これより低いプルトニウム富化度のペレットを製造している場合、1桁未満の下振れとなる。

(2) 放射性物質が影響を受ける割合の変動

① 上振れ効果

より厳しい条件として1と設定していることから、これ以上の上振れはない。

② 下振れ効果

耐震重要度分類がSクラスであるグローブボックスの内装機

器は、基準地震動による地震力に対して概ね弾性範囲に留まるよう設計することから、基準地震動を1.2 倍にした地震動の地震時においても機器又は容器からMOX粉末が全量漏えいすることは考えにくく、Elizabethらの文献⁽¹⁾によると金属性の一重閉じ込めによるエアロゾルの移行割合を 1×10^{-2} としており、金属製の混合機や容器で取り扱うMOX粉末に対して火災の影響を受ける割合は2桁程度下振れする可能性があり、金属製の混合機や容器に収納されていないプレス・グリーンペレット積込ユニット及び造粒ユニットを除くと、全体として1桁未満の下振れとなる。

<u>Modifying Factors</u>	
<u>Factor 3. Fraction of Aerosol released from primary containment into building</u>	
<u>Primary Containment</u>	<u>Factor</u>
<u>Gases & Vapours</u>	
Whatever the containment (except elemental iodine released under water).	1.0
Elemental iodine released under water.	0.01
<u>All other forms</u>	
Fibre drums, glove boxes, cells, reactor structures etc., which are so seriously damaged that containment is virtually nil.	1.0
Storage blocks and pits, seriously damaged glove boxes, cells, flasks, reactor structures, etc.	0.1
Safes, undamaged or slightly damaged glove-boxes ⁽¹²⁾ , cells, flasks, reactor structures, etc., under water storage, particulate release into building via filtered extract, <u>single metal containment.</u>	<u>0.01</u>
Concreted steel drums, double metal containment.	0.001

第1. 1-1 図 金属性の一重閉じ込めにおけるエアロゾル移行割合

(3) 放射性物質が気相に移行する割合の変動

① 上振れ効果

NUREG/CR-6410⁽²⁾によると、有機溶媒の火災において、液面が乱流状態で激しい燃焼時における非揮発性化合物の移行割合を 1×10^{-1} としており、潤滑油と機器及び容器から漏えいしたMOX粉末が混ざって燃焼することを想定した場合、1桁の上振れとなる。

Table 3-1. Bounding ARFs and Applicable Experimentally Measured RFs* (Continued)

Stress/Material	ARF (RF) ^a	TSL ^a	References and Comments
THERMAL STRESS			
3.3.2.1, Volatile compounds 3.3.2.2	1E+0 (1.0)	1	Brereton, et al. 1995 [APAC Spills Report]
3.3.2.3 Liquid, aqueous solutions-- a. Simmering, no visible bubbles	3E-5 (RF NVA ^d)	2	USDOE 1994, Subsection 3.2.1.1
b. Boiling [†]	2E-3 (RF NVA ^d)	1	Mishima, et al. 1968; Borkowski, et al. 1986; Kataoka and Ishii 1983; USDOE 1994, Subsection 3.2.1.3
3.3.2.4 Liquid, organic combustible-- Volatile compounds dissolved in organic liquid	1E+0 (RF NVA ^d)	2	USDOE 1994, Subsections 3.3.1; 3.3.7
3.3.2.5 Liquid, organic combustible-- a. Non-volatile compounds, burns to self-extinguishment, no significant surface turbulence	1E-2 (RF NVA ^d)	2	USDOE 1994, Subsections 3.3.1; 3.3.7
b. Non-volatile compounds, vigorous burning with surface turbulence, burns to self-extinguishment	3E-2 (RF NVA ^d)	2	USDOE 1994, Subsections 3.3.3; 3.3.4; 3.3.5; 3.3.7
c. Non-volatile compounds, vigorous burning with surface turbulence, to complete dryness	1E-1 (RF NVA ^d)	2	USDOE 1994, Subsections 3.3.3; 3.3.7
3.3.2.6 Liquid, organic combustible-- a. Burning of combustible liquid over air-dried residue from solution on porous, non-heat-conducting surface	3E-3 (0.4)	2	USDOE 1994, Subsections 3.3.6; 3.3.7
b. Burning of combustible liquid over air-dried residue from solution on heat-conducting surface	2E-1 (0.3)	2	USDOE 1994, Subsections 3.3.6; 3.3.7

第1. 1-2図 有機溶媒の火災における非揮発性化合物の移行割合

② 下振れ効果

NUREG/CR-6410によると、最大 1000℃、粉末周囲の上昇流 100cm/s に置かれた非可燃性の粉末の移行割合を 6×10^{-3} として

おり，この場合，火災により放射性物質が気相に移行する割合は，1桁の下振れとなる。

<p>3.3.2.10 Solid, Non-Combustible - Powders</p> <p><i>a. Non-Reactive, up to 1000° C (1830 °F), upflow around powder to 100 cm/s (2.24 mph)</i></p> <p>ARF 6E-3 RF 0.01</p>

第1. 1－3図 非可燃性の粉末の移行割合

(4) 大気中への放出経路における低減割合の変動

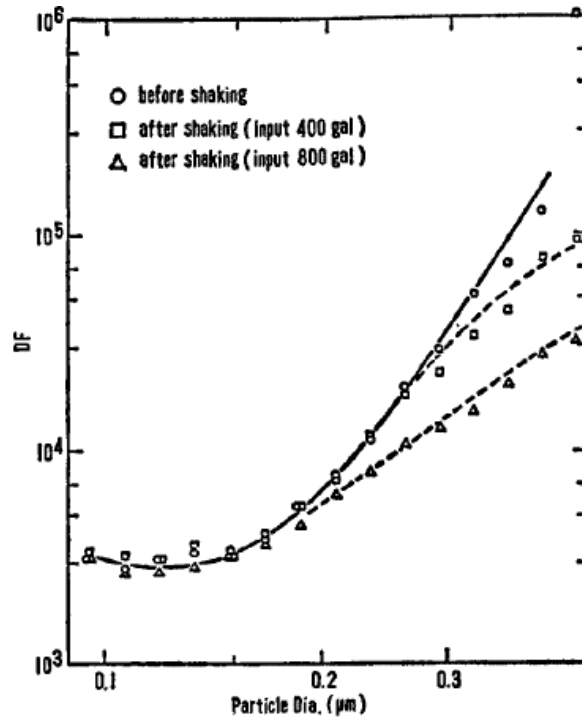
① 上振れ効果

耐震重要度分類がSクラスであるグローブボックスの内装機器は，基準地震動による地震力に対して概ね弾性範囲に留まるよう設計することから，多量の放射性物質がグローブボックス外に漏えいすることはないが，放射性物質の放出経路を工程室排気設備とする場合，高性能エアフィルタ2段（除染係数は 1×10^3 ）となることから，グローブボックスが大きく破損し多量の放射性物質が工程室に漏えいした場合，2桁の上振れとなる。

② 下振れ効果

高性能エアフィルタの除染係数として，より厳しい条件として地震により高性能エアフィルタ1段につき捕集効率が1桁下がることを想定し，高性能エアフィルタ4段の除染係数を 1×10^5 と設定しているが，高性能エアフィルタの振動試験により，入力加速度800galの条件においても，高性能エアフィルタ1段の捕集効率は99.9%以上を確保できるという結果が報告されている⁽³⁾ことから，地震力を考慮しても評価上期待している高性

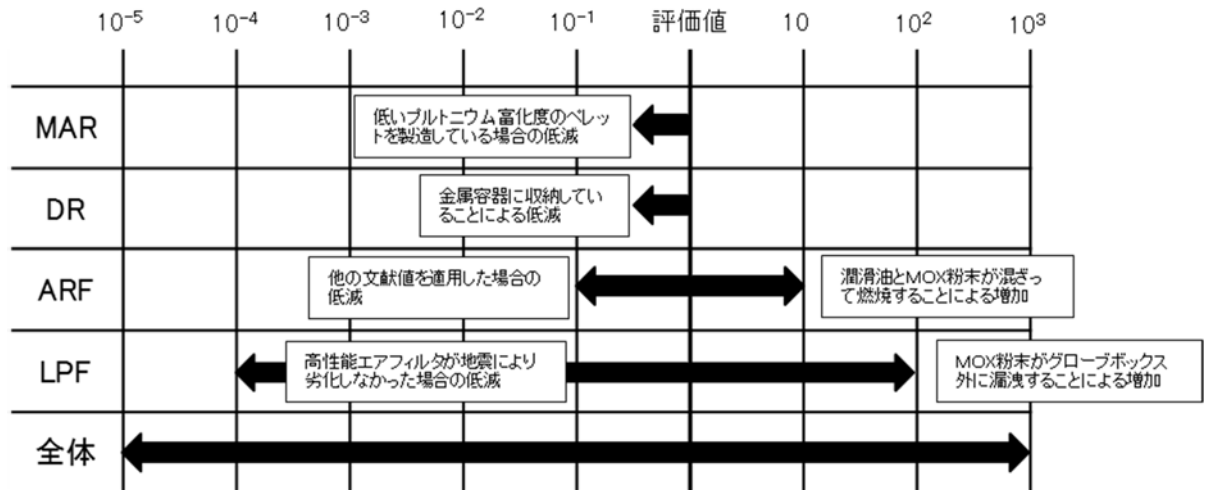
能エアフィルタの捕集効率は維持でき、4桁の下振れとなる。



第1. 1-4図 地震による捕集効率の影響

(5) まとめ

第1. 1-5図に、火災による閉じ込める機能の喪失における大気中への放射性物質の放出量の算定にあたって使用する各パラメータの変動幅を示す。検討の結果3桁程度の上振れ、5桁程度の下振れの可能性がある。



第1. 1-5図 火災による閉じ込める機能の喪失の各パラメータの変動幅

1.2 爆発による閉じ込める機能の喪失

(1) 機器が保有する放射性物質の変動

① 上振れ効果

水素・アルゴン混合ガスを取り扱う焼結炉及び小規模焼結炉中のMOXのインベントリは、取扱制限値に基づき設定していることから、これ以上の上振れはない。

② 下振れ効果

放射性物質の放出量の算定において、グリーンペレットはプルトニウム富化度を18%と設定し評価しているが、これより低いプルトニウム富化度のペレットを製造している場合、1桁未満の下振れとなる。

(2) 放射性物質が影響を受ける割合の変動

① 上振れ効果

小規模焼結炉のタイプはバッチ式であり、炉内にペレットを

装荷したタイミングによっては全量がグリーンペレットであることが考えられる。ただし、放射性物質の放出量の算定において爆発の影響を受ける割合は、小規模試験ユニットの取扱制限値 103kg・MOX のうち 10 分の 1 と設定しており、一方小規模焼結炉へのペレットの装荷量は 2 台合計で 6 kg・MOX 程度であることから、仮に小規模焼結炉のペレットが全量グリーンペレットの場合であっても、これ以上の上振れはない。

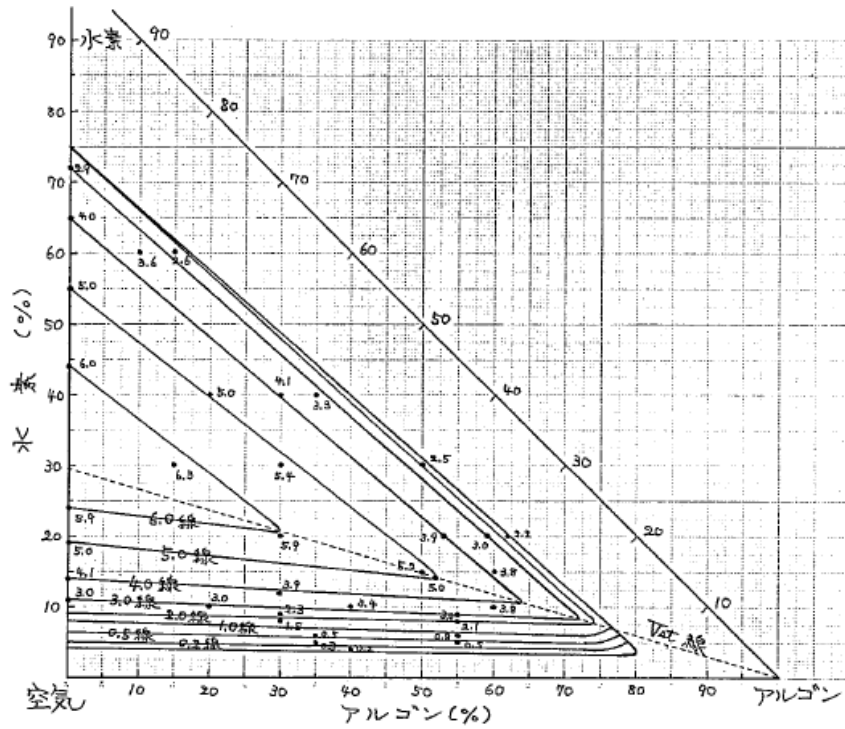
② 下振れ効果

焼結炉のタイプは連続焼結炉であり、グリーンペレットと焼結ペレットの比率は常に一定となるが、ペレットの焼結が始まる温度領域を考慮すると、完全なグリーンペレットは実際には全体の半分程度であると考えられ、1 桁未満の下振れとなる。

(3) 放射性物質が気相に移行する割合の変動

① 上振れ効果

焼結炉等で発生する爆発に伴う圧力は、炉内において 200kPa 程度と推定される⁽⁴⁾。ただし、この値は水素－アルゴン－空気の化学量論比による予混合の理想的な条件下における圧力であり、実際には焼結炉が破損した箇所において、水素・アルゴン混合ガスと空気の接触面で拡散燃焼となるか、或いは部分的な小規模爆発に留まることが考えられる。よって、想定を超える爆発が発生し、放射性物質が気相に移行する割合が上振れすることはない。



第1. 2-1図 水素-空気-アルゴン系の爆発圧力等圧線

② 下振れ効果

DOE HANDBOOK によると爆発によって気相に移行する割合は 5×10^{-3} と報告されており⁽⁵⁾、1桁の下振れとなる。

and components. Shock and blast waves and associated TNT equivalents were estimated for 1.8 and 4 meter diameter flammable gas clouds. The point of detonation was assumed to be 0.75 m from the front of the glovebox.

The modelling indicated that even relatively weak shielding such as the lexan windows or gloves of the glovebox provided significant shielding from shock waves. This was due to the speed of the shock wave (total glovebox envelopment in 2.5 milliseconds), which would almost completely pass over the structure and initiate reflection waves in the time it took for shielding material to fail: "the shock wave moving inside the glovebox is approximately spherical in shape and much weaker than the outside shock." Peak overpressures in the glovebox ranged from ~ 8 to 28 psig at the glovebox floor and from ~ 5 to 15 psig at 0.3 m above the glovebox floor. As would be expected, the higher pressures were on the side of the glovebox facing the explosion.

The peak velocity and density of the shock and blast wave moving across the bottom of the glovebox were 300 m/sec and 0.004 g/cm³ respectively. Kinetic energy density was computed from these values. Halverson and Mishima (1986) had developed an empirical equation for wt% of powder airborne as a function of energy density. In this calculation, powder mass was minimized (~ 30 g) to maximize energy absorbed per gram. The fraction of material driven airborne was estimated to be 5E-3. The main uncertainty associated with this calculation is the unaccounted potential for localized, high energy density regions that would be expected in a non-uniform distribution. To attempt to determine the relative severity of conditions inside the glovebox, massless tracer particles were inserted into the model to follow flow with no drag. Particle motion indicated an absence of strong shear forces or turning forces that might enhance breakup. Most particle movement was uniformly to the rear of the glovebox.

The explosion study is considered to support the basic interpretation of phenomena in studies by Mishima and Schwendiman. Based on those studies, values for ARF and RF of 5E-3 and 0.3 appear to be conservative for the suspension of a powder from a smooth, unyielding surface from the pressure impulse generated (i.e., gas flow parallel to surface) by an explosion. The release phenomena is considered to cover powders shielded from the direct impact of the blast as well. Examples of such situations include powder buried under debris, in a can/container that is uncapped by the blast, or in a glovebox with blast external to the glovebox.

4.4.2.3 Venting of Pressurized Powder

For the entrainment due to the rapid burning of a limited volume of combustible mixture (equal to an unconfined vapor explosion - cloud volume, <0.25 volume of container) over

(4) 大気中への放出経路における低減割合の変動

① 上振れ効果

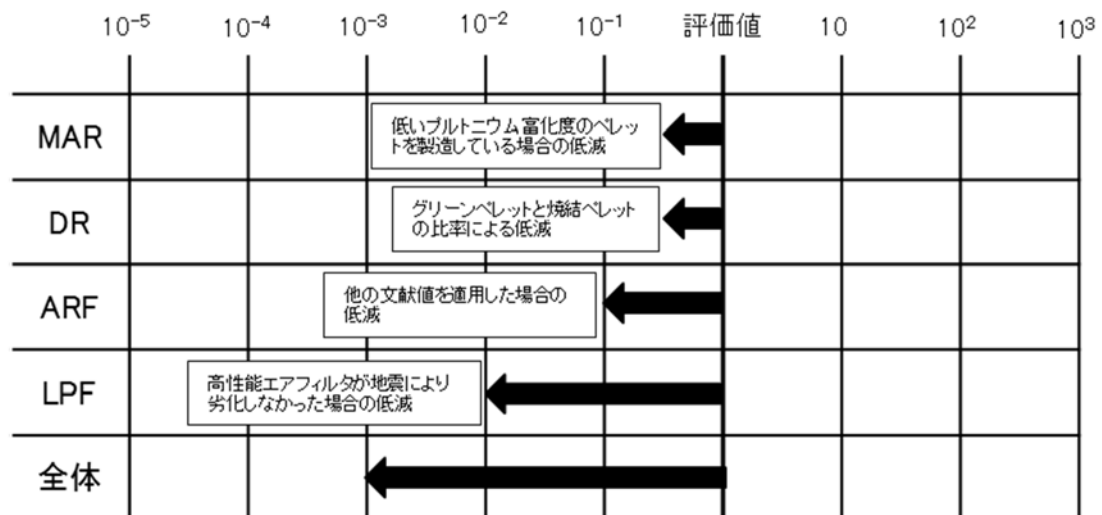
仮に気相へ移行した放射性物質がグローブボックス排気設備を経由せず、全量が工程室排気設備を経由することを想定した場合においても捕集効率は同程度であり、これ以上の上振れはない。

② 下振れ効果

爆発事故時の放出経路は、工程室排気設備を経由する場合が主であり、高性能エアフィルタの除染係数として、より厳しい条件として地震により高性能エアフィルタ1段につき捕集効率が1桁下がることを想定し、高性能エアフィルタ2段の除染係数を 1×10^3 と設定しているが、高性能エアフィルタの振動試験により、入力加速度800galの条件においても、高性能エアフィルタ1段の捕集効率は99.9%以上を確保できるという結果が報告されていることから、地震力を考慮しても評価上期待している高性能エアフィルタの捕集効率は維持でき、2桁の下振れとなる。

(5) まとめ

第1. 2-3図に、爆発による閉じ込める機能の喪失における大気中への放射性物質の放出量の算定にあたって使用する各パラメータの変動幅を示す。検討の結果3桁程度の下振れの可能性がある。



第1. 2-3図 爆発による閉じ込める機能の喪失の各パラメータの変動幅

2. 参考文献

- (1) Elizabeth M. Flew, et al. "Assessment of the Potential release of radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7, p. 653-668.
- (2) Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook. U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1998, NUREG/CR-6410.
- (3) 尾崎 誠, 残間 徳吾, 金川 昭. 高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験, (VI) 振動試験. 日本原子力学会誌. Vol. 30, No. 3, 1988, p. 257-263.
- (4) 産業安全技術協会. 水素混合ガスの安全性に関する研究 (II). 1997年3月

(5) AIRBORNE RELEASE FRACTIONS/RATES AND RESPIRABLE FRACTIONS
FOR NONREACTOR NUCLEAR FACILITIES. U.S. Department of
Energy, DOE-HDBK-3010-94

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料リスト
第22条: 重大事故等の拡大の防止等(7. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料7-1	解析に用いるパラメータの妥当性	12/26	0	
補足説明資料7-2	不確かさの設定	<u>1/17</u>	<u>1</u>	

令和2年1月17日 R 1

補足説明資料7-2 (22条)

不確かさの設定

本資料では、「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生時の大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の算定にあたって使用する各パラメータの不確かさについて説明する。

1. 各パラメータの不確かさについて

(1) 機器が保有する放射性物質の変動

a. 火災による閉じ込める機能の喪失

(a) 上振れ効果

重大事故の起因となる火災源として想定するグローブボックス中のMOX粉末のインベントリは、取扱制限値に基づき設定していることから、これ以上の上振れはない。

(b) 下振れ効果

放射性物質の放出量の算定において、二次混合粉末、添加剤混合粉末及びグリーンペレットはプルトニウム富化度を18%と設定して評価しているが、これより低いプルトニウム富化度のペレットを製造している場合、1桁未満の下振れとなる。

b. 爆発による閉じ込める機能の喪失

(a) 上振れ効果

水素・アルゴン混合ガスを取り扱う焼結炉及び小規模焼結炉中のMOXのインベントリは、取扱制限値に基づき設定していることから、これ以上の上振れはない。

(b) 下振れ効果

放射性物質の放出量の算定において、グリーンペレットはプルトニウム富化度を 18%と設定し評価しているが、これより低いプルトニウム富化度のペレットを製造している場合、1桁未満の下振れとなる。

c. 火災及び爆発による閉じ込める機能の喪失の同時発生

(a) 上振れ効果

「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生時において、機器が保有する放射性物質に上振れはない。

(b) 下振れ効果

「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生時において、仮にプルトニウム富化度が 10%のペレットを製造していた場合、1桁未満の下振れとなる。

(2) 放射性物質が影響を受ける割合の変動

a. 火災による閉じ込める機能の喪失

(a) 上振れ効果

より厳しい条件として 1 と設定していることから、これ以上の上振れはない。

(b) 下振れ効果

耐震重要度分類が S クラスであるグローブボックスの内装機器は、基準地震動による地震力に対して概ね弾性範囲に留まるよう設計することから、基準地震動を 1.2 倍にした地震動の地震時においても機器又は容器から MOX 粉末が全量漏

えいすることは考えにくく、Elizabethらの文献⁽¹⁾によると金属性の一重閉じ込めによるエアロゾルの移行割合を 1×10^{-2} としており、金属製の混合機や容器で取り扱うMOX粉末に対して火災の影響を受ける割合は2桁程度下振れする可能性があり、金属製の混合機や容器に収納されていないプレス・グリーンペレット積込ユニット及び造粒ユニットを除くと、全体として1桁未満の下振れとなる。

<u>Modifying Factors</u>	
<u>Factor 3. Fraction of Aerosol released from primary containment into building</u>	
<u>Primary Containment</u>	<u>Factor</u>
<u>Gases & Vapours</u>	
Whatever the containment (except elemental iodine released under water).	1.0
Elemental iodine released under water.	0.01
<u>All other forms</u>	
Fibre drums, glove boxes, cells, reactor structures etc., which are so seriously damaged that containment is virtually nil.	1.0
Storage blocks and pits, seriously damaged glove boxes, cells, flasks, reactor structures, etc.	0.1
Safes, undamaged or slightly damaged glove-boxes ⁽¹²⁾ , cells, flasks, reactor structures, etc., under water storage, particulate release into building via filtered extract,	
<u>single metal containment.</u>	<u>0.01</u>
Concreted steel drums, double metal containment.	0.001

第1-1図 金属性の一重閉じ込めにおけるエアロゾル移行割合

b. 爆発による閉じ込める機能の喪失

(a) 上振れ効果

小規模焼結炉のタイプはバッチ式であり、炉内にペレットを

装荷したタイミングによっては全量がグリーンペレットであることが考えられる。ただし、放射性物質の放出量の算定において爆発の影響を受ける割合は、小規模試験ユニットの取扱制限値 103kg・MOX のうち 10 分の 1 と設定しており、一方小規模焼結炉へのペレットの装荷量は 2 台合計で 6 kg・MOX 程度であることから、仮に小規模焼結炉のペレットが全量グリーンペレットの場合であっても、これ以上の上振れはない。

(b) 下振れ効果

焼結炉のタイプは連続焼結炉であり、グリーンペレットと焼結ペレットの比率は常に一定となるが、ペレットの焼結が始まる温度領域を考慮すると、完全なグリーンペレットは実際には全体の半分程度であると考えられ、1 桁未満の下振れとなる。

c. 火災及び爆発による閉じ込める機能の喪失の同時発生時

(a) 上振れ効果

「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生時において、放射性物質が影響を受ける割合に上振れはない。

(b) 下振れ効果

火災事故において、金属製の混合機や容器に収納されていないプレス・グリーンペレット積込ユニット及び造粒ユニットを除き、金属性の一重閉じ込めによる低減効果に期待した場合、「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生時において、1 桁未満の下振れとなる。

(3) 放射性物質が気相に移行する割合の変動

a. 火災による閉じ込める機能の喪失

(a) 上振れ効果

NUREG/CR-6410⁽²⁾によると、有機溶媒の火災において、液面が乱流状態で激しい燃焼時における非揮発性化合物の移行割合を 1×10^{-1} としており、潤滑油と機器及び容器から漏えいしたMOX粉末が混ざって燃焼することを想定した場合、1桁の上振れとなる。

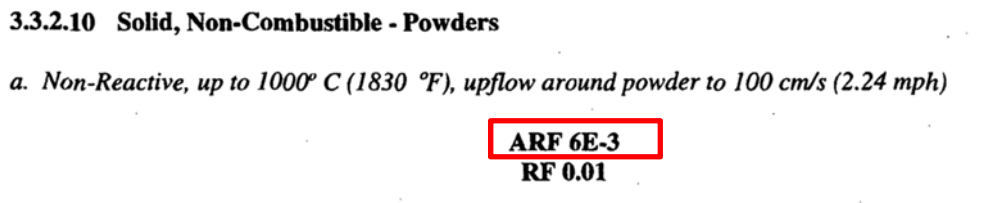
Table 3-1. Bounding ARFs and Applicable Experimentally Measured RFs* (Continued)

Stress/Material	ARF (RF) ^b	TSL ^c	References and Comments
THERMAL STRESS			
3.3.2.1, Volatile compounds 3.3.2.2	1E+0 (1.0)	1	Brereton, et al. 1995 [APAC Spills Report]
3.3.2.3 Liquid, aqueous solutions-- a. Simmering, no visible bubbles	3E-5 (RF NVA ^d)	2	USDOE 1994, Subsection 3.2.1.1
b. Boiling ^e	2E-3 (RF NVA ^d)	1	Mishima, et al. 1968; Borkowski, et al. 1986; Kataoka and Ishii 1983; USDOE 1994, Subsection 3.2.1.3
3.3.2.4 Liquid, organic combustible-- Volatile compounds dissolved in organic liquid	1E+0 (RF NVA ^d)	2	USDOE 1994, Subsections 3.3.1; 3.3.7
3.3.2.5 Liquid, organic combustible-- a. Non-volatile compounds, burns to self-extinguishment, no significant surface turbulence	1E-2 (RF NVA ^d)	2	USDOE 1994, Subsections 3.3.1; 3.3.7
b. Non-volatile compounds, vigorous burning with surface turbulence, burns to self-extinguishment	3E-2 (RF NVA ^d)	2	USDOE 1994, Subsections 3.3.3; 3.3.4; 3.3.5; 3.3.7
c. Non-volatile compounds, vigorous burning with surface turbulence, to complete dryness	1E-1 (RF NVA ^d)	2	USDOE 1994, Subsections 3.3.3; 3.3.7
3.3.2.6 Liquid, organic combustible-- a. Burning of combustible liquid over air-dried residue from solution on porous, non-heat-conducting surface	5E-3 (0.4)	2	USDOE 1994, Subsections 3.3.6; 3.3.7
b. Burning of combustible liquid over air-dried residue from solution on heat-conducting surface	2E-1 (0.3)	2	USDOE 1994, Subsections 3.3.6; 3.3.7

第 1 - 2 図 有機溶媒の火災における非揮発性化合物の移行割合

(b) 下振れ効果

NUREG/CR-6410 によると、最大 1000°C、粉末周囲の上昇流 100cm/s に置かれた非可燃性の粉末の移行割合を 6×10^{-3} としており、この場合、火災により放射性物質が気相に移行する割合は、1桁の下振れとなる。

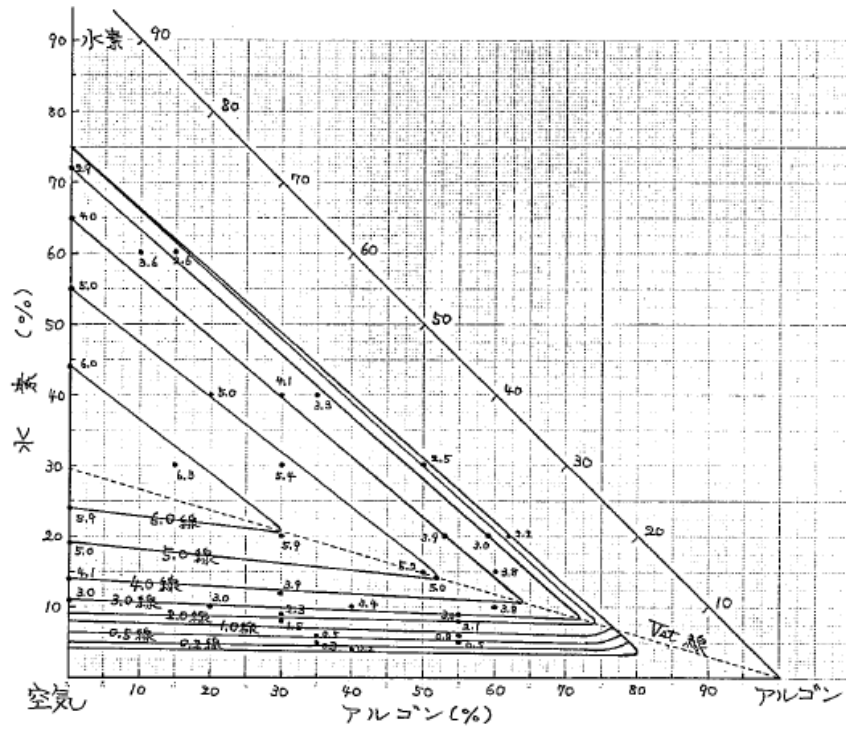


第 1 - 3 図 非可燃性の粉末の移行割合

b. 爆発による閉じ込める機能の喪失

(a) 上振れ効果

焼結炉等で発生する爆発に伴う圧力は、炉内において 200kPa 程度と推定される⁽⁴⁾。ただし、この値は水素-アルゴン-空気の化学量論比による予混合の理想的な条件下における圧力であり、実際には焼結炉が破損した箇所において、水素・アルゴン混合ガスと空気の接触面で拡散燃焼となるか、あるいは部分的な小規模爆発に留まることが考えられる。よって、想定を超える爆発が発生し、放射性物質が気相に移行する割合が上振れすることはない。



第1-4図 水素-空気-アルゴン系の爆発圧力等圧線

(b) 下振れ効果

DOE HANDBOOK によると爆発によって気相に移行する割合は 5×10^{-3} と報告されており⁽⁵⁾、1桁の下振れとなる。

and components. Shock and blast waves and associated TNT equivalents were estimated for 1.8 and 4 meter diameter flammable gas clouds. The point of detonation was assumed to be 0.75 m from the front of the glovebox.

The modelling indicated that even relatively weak shielding such as the lexan windows or gloves of the glovebox provided significant shielding from shock waves. This was due to the speed of the shock wave (total glovebox envelopment in 2.5 milliseconds), which would almost completely pass over the structure and initiate reflection waves in the time it took for shielding material to fail: "the shock wave moving inside the glovebox is approximately spherical in shape and much weaker than the outside shock." Peak overpressures in the glovebox ranged from ~ 8 to 28 psig at the glovebox floor and from ~ 5 to 15 psig at 0.3 m above the glovebox floor. As would be expected, the higher pressures were on the side of the glovebox facing the explosion.

The peak velocity and density of the shock and blast wave moving across the bottom of the glovebox were 300 m/sec and 0.004 g/cm³ respectively. Kinetic energy density was computed from these values. Halverson and Mishima (1986) had developed an empirical equation for wt% of powder airborne as a function of energy density. In this calculation, powder mass was minimized (~ 30 g) to maximize energy absorbed per gram. The fraction of material driven airborne was estimated to be 5E-3. The main uncertainty associated with this calculation is the unaccounted potential for localized, high energy density regions that would be expected in a non-uniform distribution. To attempt to determine the relative severity of conditions inside the glovebox, massless tracer particles were inserted into the model to follow flow with no drag. Particle motion indicated an absence of strong shear forces or turning forces that might enhance breakup. Most particle movement was uniformly to the rear of the glovebox.

The explosion study is considered to support the basic interpretation of phenomena in studies by Mishima and Schwendiman. Based on those studies, values for ARF and RF of 5E-3 and 0.3 appear to be conservative for the suspension of a powder from a smooth, unyielding surface from the pressure impulse generated (i.e., gas flow parallel to surface) by an explosion. The release phenomena is considered to cover powders shielded from the direct impact of the blast as well. Examples of such situations include powder buried under debris, in a can/container that is uncapped by the blast, or in a glovebox with blast external to the glovebox.

4.4.2.3 Venting of Pressurized Powder

For the entrainment due to the rapid burning of a limited volume of combustible mixture (equal to an unconfined vapor explosion - cloud volume, <0.25 volume of container) over

c. 火災及び爆発による閉じ込める機能の喪失の同時発生時

(a) 上振れ効果

「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生時において、1桁未満の上振れとなる。

(b) 下振れ効果

「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生時において、1桁の下振れとなる。

(4) 大気中への放出経路における低減割合の変動

a. 火災による閉じ込める機能の喪失

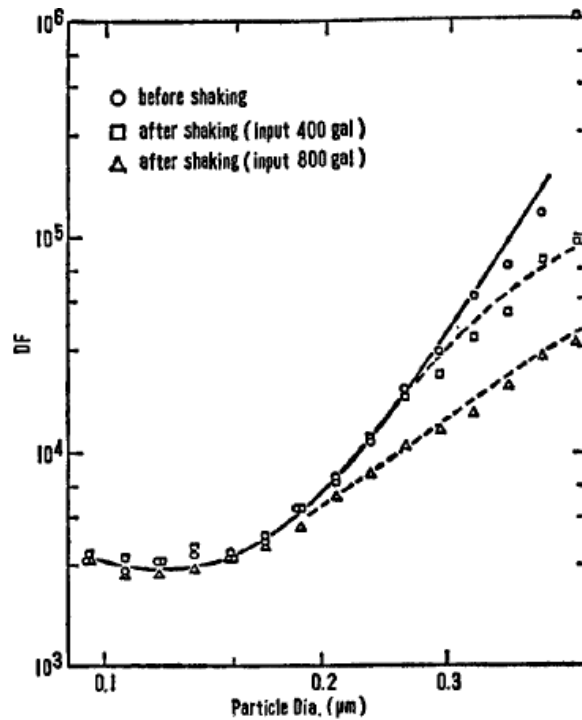
(a) 上振れ効果

耐震重要度分類がSクラスであるグローブボックスの内装機器は、基準地震動による地震力に対して概ね弾性範囲に留まるよう設計することから、多量の放射性物質がグローブボックス外に漏えいすることはないが、放射性物質の放出経路を工程室排気設備とする場合、高性能エアフィルタ2段（除染係数は 1×10^3 ）となることから、グローブボックスが大きく破損し多量の放射性物質が工程室に漏えいした場合、2桁の上振れとなる。

(b) 下振れ効果

高性能エアフィルタの除染係数として、より厳しい条件として地震により高性能エアフィルタ1段につき捕集効率が1桁下がることを想定し、高性能エアフィルタ4段の除染係数を 1×10^5 と設定しているが、高性能エアフィルタの振動試験により、入力加

速度800galの条件においても、高性能エアフィルタ1段の捕集効率は99.9%以上を確保できるという結果が報告されている⁽³⁾ことから、地震力を考慮しても評価上期待している高性能エアフィルタの捕集効率は維持でき、4桁の下振れとなる。



第1-6図 地震による捕集効率の影響

b. 爆発による閉じ込める機能の喪失

(a) 上振れ効果

仮に気相へ移行した放射性物質がグローブボックス排気設備を経由せず、全量が工程室排気設備を経由することを想定した場合においても捕集効率は同程度であり、これ以上の上振れはない。

(b) 下振れ効果

爆発事故時の放出経路は、工程室排気設備を経由する場合は

主であり、高性能エアフィルタの除染係数として、より厳しい条件として地震により高性能エアフィルタ 1 段につき捕集効率が 1 桁下がることを想定し、高性能エアフィルタ 2 段の除染係数を 1×10^3 と設定しているが、高性能エアフィルタの振動試験により、入力加速度 800gal の条件においても、高性能エアフィルタ 1 段の捕集効率は 99.9%以上を確保できるという結果が報告されている⁽³⁾ことから、地震力を考慮しても評価上期待している高性能エアフィルタの捕集効率は維持でき、2 桁の下振れとなる。

c. 火災及び爆発による閉じ込める機能の喪失の同時発生時

(a) 上振れ効果

「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生時において、1 桁の上振れとなる。

(b) 下振れ効果

「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生時において、2 桁の下振れとなる。

(5) 「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生時の全体の変動

(a) 上振れ効果

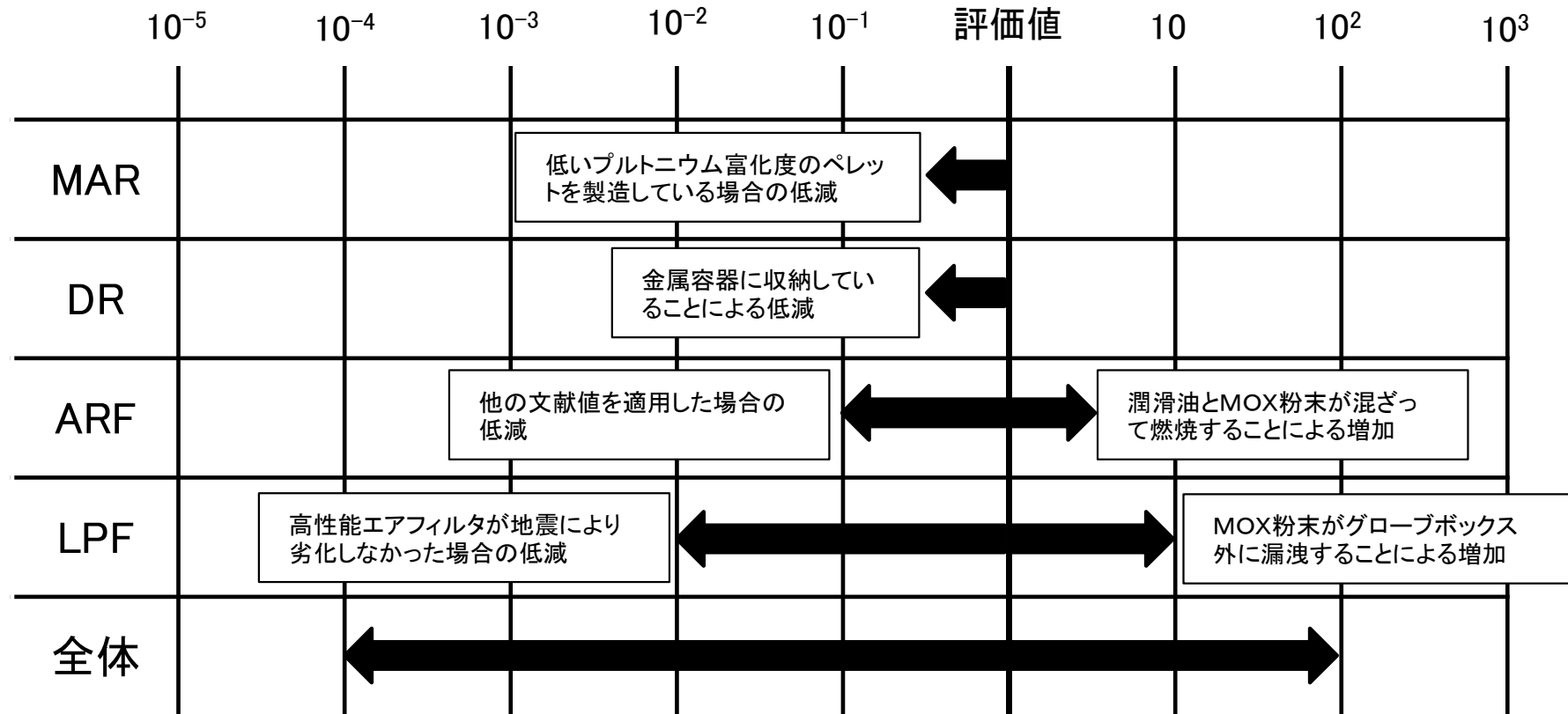
「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生時の全体の上振れは 2 桁程度となる。

(b) 下振れ効果

「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生時の全体の下振れは4桁程度となる。

2. まとめ

第2-1図に、「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生時の大気中への放射性物質の放出量の算定にあたって使用する各パラメータの変動幅を示す。検討の結果2桁程度の上振れ，4桁程度の下振れの可能性がある。



第 2 - 1 図 火災及び爆発事故に係る各パラメータの変動幅

3. 参考文献

- (1) Elizabeth M. Flew, et al. "Assessment of the Potential release of radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7, p. 653-668.
- (2) Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook. U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1998, NUREG/CR-6410.
- (3) 尾崎 誠, 残間 徳吾, 金川 昭. 高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験, (VI) 振動試験. 日本原子力学会誌. Vol. 30, No. 3, 1988, p. 257-263.
- (4) 産業安全技術協会. 水素混合ガスの安全性に関する研究 (II) . 1997年3月
- (5) AIRBORNE RELEASE FRACTIONS/RATES AND RESPIRABLE FRACTIONS FOR NONREACTOR NUCLEAR FACILITIES. U.S. Department of Energy, DOE-HDBK-3010-94