

2.10 放射性気体廃棄物の処理・管理への 適合性

措置を講ずべき事項

II. 設計，設備について措置を講ずべき事項

10. 放射性気体廃棄物の処理・管理

○施設内で発生する放射性気体廃棄物の処理にあたっては，その廃棄物の性状に応じて，当該廃棄物の放出量を抑制し，適切に処理・管理を行うことにより，敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること。

2.10.1 措置を講ずべき事項への適合方針

スラリー安定化処理設備から発生する排気等の放射性気体廃棄物の処理にあたっては，その廃棄物の性状に応じて，当該廃棄物の放出量を抑制し，適切に処理・管理を行うことにより，敷地周辺の線量を達成できる限り低減する。

2.10.2 対応方針

(1) 設計，設備について考慮する事項

○ 廃棄物の性状に応じた適切な処理

スラリー安定化処理設備はダスト取扱エリア，ダスト管理エリア，一般エリアの3つの区域を設定し，3段階の負圧管理により放射性気体廃棄物を管理する。

換気空調系の排気中に含まれる粒子状の放射性物質は，フィルタユニットを通すことにより，放射性物質を十分低い濃度になるまで除去した後，建屋外に放出する。

また，排気口において排気中の放射性物質濃度をモニタリング設備（試料放射能測定装置）により確認する。

○ 敷地周辺の線量を達成できる限り低減

上記を実施し，継続的に改善することにより，放射性気体廃棄物からの敷地周辺の線量を達成できる限り低減する。

(2) 措置を講ずべき事項への具体的な対応方針

具体的な対応方針を以下に示す。

① 放射性気体廃棄物の除去

換気空調設備は，ダスト取扱エリアからの排気を，高性能フィルタを有したフィルタユニットにて放射性物質を十分低い濃度になるまで除去した後，排風機を介して排気口から大気放出する。

なお，ダスト取扱エリアの給気側は，排風機停止等に伴う漏えいを考慮し，高性能フィルタを設置する。

② 放射性気体廃棄物の閉じ込め

放射性物質を取り扱う設備は，放射性物質の漏えいを防止する設計とする。

ダスト取扱エリアは換気空調設備にて内部を負圧に維持することで放射性物質を閉じ込める設計とする。万一，負圧維持ができない場合は，構造（セルや室壁等，給気管，排気管，弁及び給排気系のフィルタ）で放射性物質を閉じ込める設計とする。

負圧維持機能を有する換気空調設備は2式設置し，外部電源も2系統確保する。

通常運転時等の閉じ込めに関する考え方は以下のとおりとする。

i) 通常運転時

換気空調設備にてダスト取扱エリアの内部を負圧に維持することにより，放射性物質を閉じ込める。

ii) 負圧維持に必要な設備の機能喪失時

外部電源喪失等による負圧維持に必要な設備の機能喪失時においては，給気フィルタと排気フィルタ間で放射性物質を閉じ込める。さらに，フィルタからの放射性物質の放出を低減するために，ダスト取扱エリアの給排気系に弁を設置し，閉止できる設計とする。

③ 排気中の放射性物質濃度の確認

排気口において排気中の放射性物質濃度をモニタリング設備（試料放射能測定装置）により確認する。

(3) 措置を講ずべき事項へのその他対応方針

その他対応方針を以下に示す。

① ダスト取扱エリアで発生する粉末等による給排気機能及びフィルタ機能への影響

高線量スラリー用セル，低・中線量スラリー用セルではフィルタプレス機によるスラリーの脱水処理を行う。その際，発生した脱水物は充填容器上部までインセルクレーン等により移動した後，ホッパーを介して充填を行うため，セル内へのダスト拡散を抑制している。なお，適宜フィルタの圧損を測定し，必要に応じてフィルタ交換を行うことでフィルタ機能を維持する。

スラリー拔出室では，HIC にスラリーの拔出装置を接続し，拔出及び洗浄を行う。作業中にスラリーに由来するダスト，ミストが室内に飛散しないよう HIC と拔出装置の接続部はパッキン等を用いて密封し，フィルタ付の排気装置を設ける。

② ダスト取扱エリアの負圧度の測定・監視方法及び排風機停止時の弁の開閉操作

ダスト取扱エリアの負圧度は，ダスト取扱エリアに設置される差圧計で監視を行う。ダスト取扱エリアの負圧度については，制御室においても監視を行う。また，排風機が停止した場合には給気弁および排気弁を自動的に閉止する。

スラリー安定化処理設備のエリア設定

スラリー安定化処理設備は、放射性物質を非密封で取扱うダスト取扱エリアと、ダスト取扱エリアと扉や配管等を通じるエリアや放射性物質を含む空気を処理する設備を設置する中間的なエリアであるダスト管理エリア、ダスト取扱エリア及びダスト管理エリアでない一般エリアの3つの区域に分けて設定する。

ダスト取扱エリア、ダスト管理エリア、一般エリアでは、負圧管理を常時行い、負圧は、一般エリア>管理エリア>取扱エリアとなるよう管理する。

配管、ダクト、ケーブル等の貫通部は、取扱エリアと管理エリアの間、管理エリアと一般エリアの間に設け、取扱エリアと一般エリアの間には設けない。また、空気の逆流が発生しないよう貫通部の閉止処置を行う。

万が一、壁面にひび割れ等が発生し、想定しない経路で気流が発生する場合の影響を緩和するため、ダスト取扱エリアー屋外は隣接しない配置とする。

ダスト取扱エリアに設定する区域は以下の通り。

i) スラリー用セル

フィルタープレス機によるスラリーの脱水処理は各セル内で行う。フィルタープレス機はスラリーやその脱水物が非密封となる構造であり、発生するダストはセルで閉じ込めを行うためダスト取扱エリアに設定する。

ii) スラリー抜出室

H I C 蓋を開放してスラリー抜出装置を接続する際、一時的にスラリーが非密封状態となる。また、抜出後にスラリー抜出装置を分離する際においても、内部に残留したスラリー成分が非密封状態となる。それらはスラリー抜出室で閉じ込めを行うため、ダスト取扱エリアに設定する。

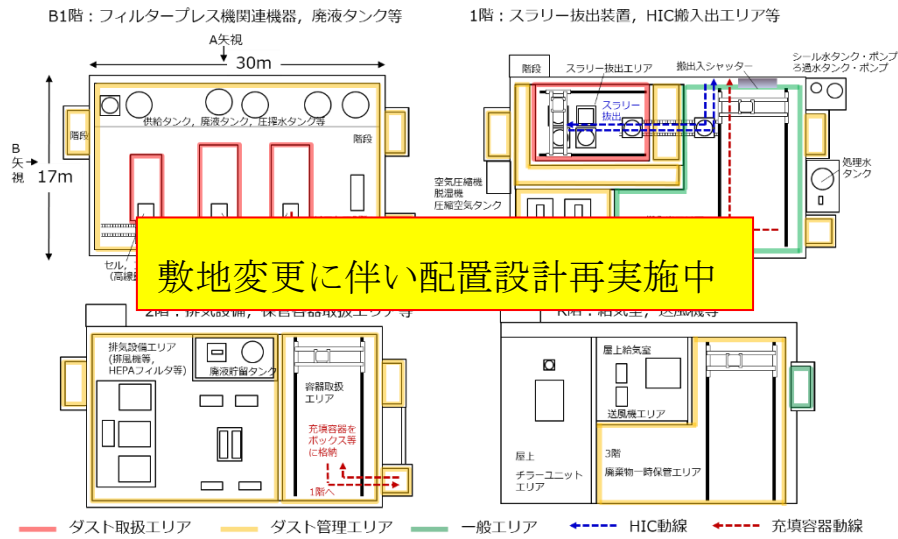


図 2.10-1 スラリー安定化処理設備 機器配置図

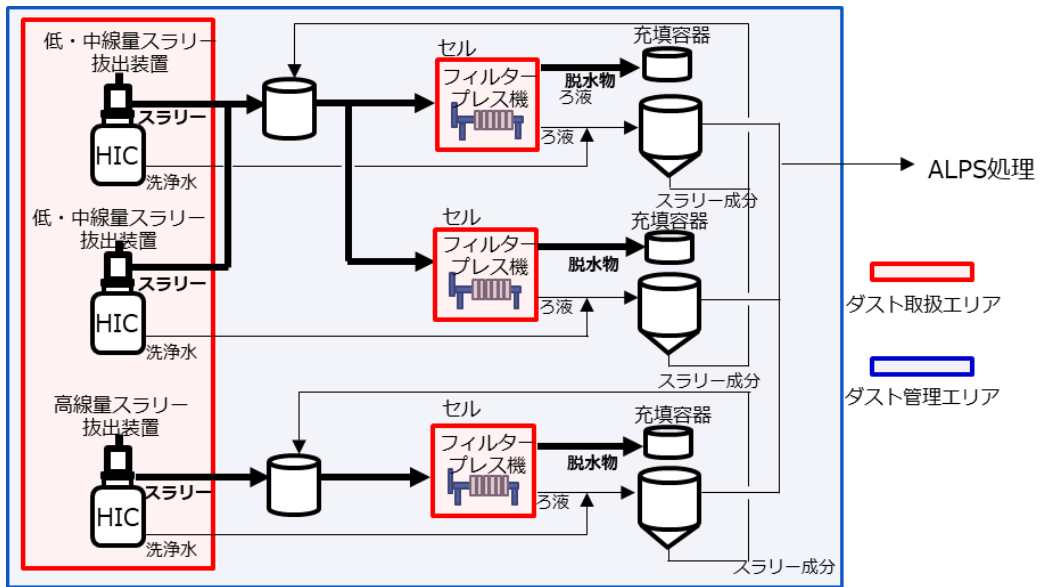


図 2.10-2 スラリー安定化処理設備 系統概略図

ダスト取扱エリアの閉じ込め機能

スラリー安定化処理のダスト取扱エリアにおける閉じ込め機能については、以下の事項を考慮した設計とする。

(1) スラリー用セル

① 取り扱う放射性物質の形態

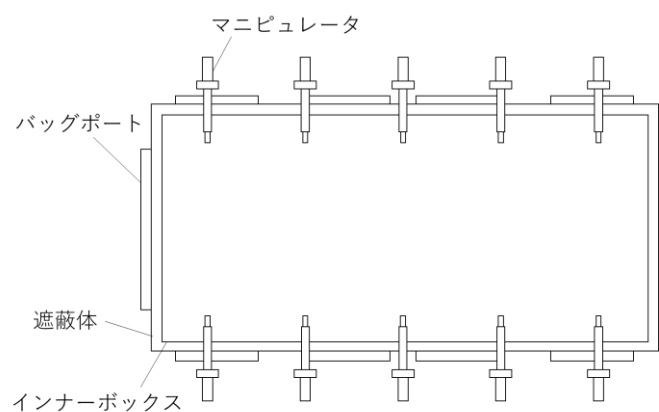
各セル内では、放射性スラリー（スラリー状）、放射性スラリー脱水物（個体）、ろ液（液体）を扱う。

② 構造

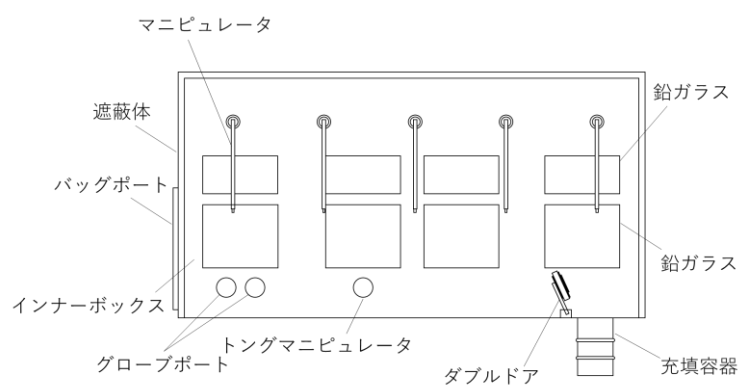
- i) ステンレス鋼のインナーボックスの外側に遮へい体を設置する。
- ii) フィルタープレス機による脱水操作やメンテナンスは、マニピュレータやインセルクレーンによりセル外部から遠隔操作が可能な構造とする。
- iii) セル内の負圧を維持したまま消耗品等の出し入れや脱水物の充填を可能とするため、バッグポートおよびダブルドアを設置する。

③ 閉じ込め機能

- i) スラリー状の放射性物質に対しては、インナーボックス等の設置、セル内の負圧維持及び給排気ラインへのフィルタ設置により閉じ込めを行う。
- ii) 液体状の放射性物質に対しては、受けパン等を設置し、耐食性を考慮した材料の容器等を使用し、液体状の放射性物質の漏えいを防止する。



【平面図】



【立面図】

図 2.10-3 セルの構造

(2) スラリー抽出室

① 取り扱う放射性物質の形態

スラリー抽出室内では、放射性スラリー（スラリー状）を扱う。

② 構造

H I Cおよびスラリー抽出洗浄装置は、負圧を維持するボックス内に設置し、蓋解放時におけるボックス内への作業員の接近は可能な限り低減する。

③ 閉じ込め機能

i) 換気空調設備によりスラリー抽出室内を負圧に維持し、閉じ込めを行う。

ii) スラリー抽出対象のH I Cは、ボックス内にて開放を行い、スラリー抽出及びH I C洗浄終了後に閉止を行う

iii) 搬出時には、抽出室の扉（ダスト取扱エリアバウンダリ）を開放して抽出室前室（ダスト管理エリア）へH I Cを搬出する。抽出室の扉を閉止後、前室の扉（管理エリアバウンダリ）を開放して一般エリアへH I Cを搬出する。

換気空調設備の設計

ダスト取扱エリア（以下、取扱エリア）及びダスト管理エリア（以下、管理エリア）では、負圧管理を常時行う。気圧は、一般エリア>管理エリア>取扱エリア となるよう管理する。なお、放射性物質を内包するタンクについて、液位変動による気相部からの押出し等を考慮し、タンクベントラインを換気空調設備に接続する。

ダスト閉じ込め機能に関わる設備の電源・制御系は2系列構成とし、火災防護のための区域分離や電路の独立等の系統分離を行う。

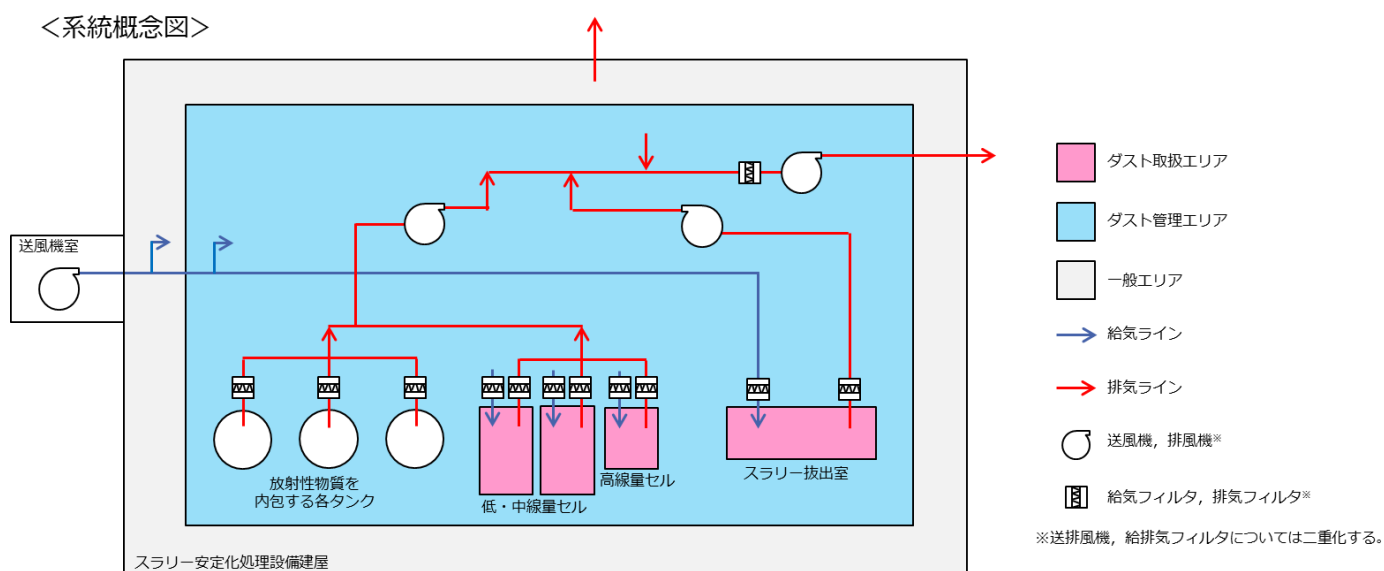


図 2.10-4 換気空調設備系統概念図

ダスト取扱エリアの閉じ込め機能に係る整理

(1) 基本的な考え方

スラリー安定化処理設備の閉じ込め機能に係る基本的な考え方を以下に示す。

① 負圧維持による閉じ込め

換気空調設備にてセル内を負圧にすることで、放射性物質を閉じ込めることを基本とする。

② 構造による閉じ込め

負圧維持ができない場合は、構造^{*1}により放射性物質を閉じ込める。

*1：セル，室壁，給気管，排気管，弁及び給排気系のフィルタ

(2) 想定される事象に対する閉じ込めの考え方

スラリー安定化処理設備の想定される事象に対する閉じ込めの考え方を以下に示す。

表2.10-1 想定される事象と閉じ込めの考え方

| | 負圧維持による閉じ込め | 構造による閉じ込め |
|----------------------------------|-------------|-----------|
| ① 通常時 | ○ | — |
| ② 負圧維持に必要な設備の機能喪失時 ^{*2} | — | ○ |

*2：電源喪失時や排風機が機能しない場合

① 通常時

換気空調設備にてダスト取扱エリアを負圧維持することにより、放射性物質を閉じ込める。ダスト取扱エリアの給気弁及び排気弁は開の状態を負圧を維持する。

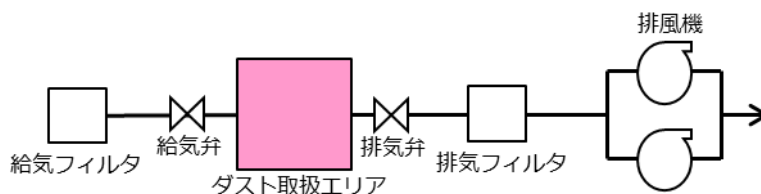


図 2.10-5 通常時における状態イメージ図

② 負圧維持に必要な設備の機能喪失時

構造による閉じ込めとして、給気フィルタと排気フィルタの間で放射性物質を閉じ込める。フィルタからの放射性物質の放出をさらに低減するため、ダスト取扱エリアの給排気ラインに弁を設置し、自動的に閉止する設計とする。

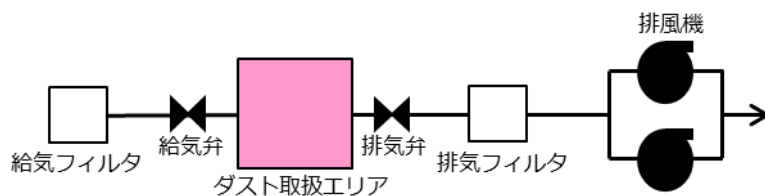


図 2.10-6 負圧維持に必要な設備の機能喪失時における状態イメージ図

非常用電源設備について

「東京電力福島第一原子力発電所における放射性物質の閉じ込め機能を有する施設・設備に対する非常用電源設備の設置要否及び具体的要件について（案）」（2023年3月23日）に基づく非常用電源設備の設置要否及び具体的要件について以下の通り評価を行う。

1. 設置要否

非常用電源の設置については、給電先設備の耐震クラス分類に則り、下記の通り。

① 耐震Sクラス及び耐震B+クラスの施設・設備

⇒非常用電源設備（常設）の設置が必要

なお、既設の非常用母線からの給電も「非常用電源設備（常設）の設置」と見なすことができる。

② 耐震Bクラスの施設・設備

⇒非常用電源設備（常設）の設置又は非常用電源設備（可搬）から給電できることが必要

③ 耐震Cクラスの施設・設備

⇒非常用電源設備（常設又は可搬）の設置等は求めないが、一定期間後に放射性物質の閉じ込め機能等を復旧するための手順等を整備することが必要

2. 具体的要件

具体的要件は以下の通りとする。

非常用電源設備の台数：1台

容量：以下の機能を7日間維持する容量

- ・放射線監視設備
- ・換気空調設備
- ・火災等の警報設備，緊急通信・連絡設備，非常用照明等

耐震クラス：上記に示した機能を有する設備（給電先設備）が電源喪失した場合の敷地境界線量への影響を評価し、耐震クラスを分類する。

2.1 換気空調設備の耐震クラス評価方針

- ・電源喪失時，ダスト取扱エリアの負圧は維持されなくなるが，エリア前後の給気フィルタ，排気フィルタにより放射性物質が閉じ込められる。また，ダスト取扱エリアの給排気ラインに弁を設置し，自動的に閉止する設計とする。

- ・ダスト取扱エリアに存在する脱水物やスラリー等の放射性物質の体積を安全側に見積もり、放射性物質がダスト取扱エリアの空気に移行し、その空気が周辺の室に放出され、さらに建屋から外部へ地上放出され、敷地境界に達したと想定し、被ばく線量の評価を行う。
- ・ダスト取扱エリア内の空気が周辺の室に放出される想定においては、ダスト取扱エリアのバウンダリ（前後に設置する給気フィルタ、排気フィルタ含む）が非常用電源設備の耐震クラスにて耐震性を担保できる場合には、フィルタの除染係数^{※1}を考慮する。
- ・建屋から外部へ地上放出される想定においては、建屋の除染係数^{※2}を考慮する。

※1 HEPA フィルタの使用を想定している。HEPA フィルタは粒径 $0.3\mu\text{m}$ 以上に対して粒子捕集率 99.97%以上の JIS 規格品を使用する。HEPA フィルタの除染係数を 1000 とし、2 段以上設置する場合は 1 段あたりの除染係数を 100 として評価する。

※2 建屋の除染係数として気体状の放射性物質を除き、DF10 を考慮する。

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

以上