

# 廃スラッジ回収施設の設置に係る指摘事項リストに対する回答

**TEPCO**

---

2024年7月25日

東京電力ホールディングス株式会社

# 指摘事項リスト ( 1 / 5 )

No.	実施回	指摘事項	回答	回答時期
1	第07回 (2023/3/6)	(P.14 廃スラッジ回収設備の耐震クラス設定) ここを含めて数値が暫定値となっている部分がある。 この点は少し深掘りして今後確認する。	第17回技術会合(2024/3/21)にて回答済。	—
2	第07回 (2023/3/6)	(P.17 【参考】公衆被ばく線量の算出方法(直接線およびスカイシャイン線による影響)) 設備内の最大貯留インベントリがどのように算出されたのか根拠を説明すること。 (P29、P30との関係も整理し、説明すること)	第17回技術会合(2024/3/21)にて回答済。	—
3	第07回 (2023/3/6)	(P.10 廃スラッジ回収設備設置に対する措置を講ずべき事項の該当項目) 8.記載のうち、保管容器の遮へい対策については今回説明がないと思う。 表面線量1mSv/h以下になるよう遮へいし、第四施設に保管可能なことについて説明すること。	廃スラッジ保管容器の構造図、遮へい体の構造、線量評価結果、第四施設の格納条件について提示する。	2024/11月
4	第07回 (2023/3/6)	(P.26 廃スラッジ回収設備の耐震クラス一覧) 屋外設備・配管トラフの基礎(漏えい拡大防止堰)の耐震クラスについて、Ss900の具体的評価の対象、方法をどうするのか今後の面談で明確にすること。	屋外設備・配管トラフからの漏えい時の機動的対応を踏まえて、耐震クラスについて提示する。	第21回技術会合 (2024/7/25)にて 回答
5	第07回 (2023/3/6)	換気空調系の耐震クラスについて、Cクラス設定とされているが、Bクラスとの取り合いの部分の考え方については、今回Bクラス相当の強度を持たせるという考えは示されたので、今後の審査面談の中で詳細な部分を確認し、必要に応じて技術会合で議論する。	換気空調設備の一部を耐震Bクラスとし、バウンダリを維持することでダストを閉じ込めることを提示する。	第21回技術会合 (2024/7/25)にて 回答
6	第07回 (2023/3/6)	(P.15 廃スラッジ回収設備の耐震クラス設定について) 屋外設備・配管トラフの基礎(漏えい拡大防止堰)について漏えい時の機動的対応がどういう体制で、どの程度の時間で回収したものをどこに持っていくのか等を整理し、説明すること。	脱水前の廃スラッジを取扱うタンク内から、廃スラッジが屋外へ漏えいした場合を想定して、作業内容、被ばく線量について概略評価を行った結果を提示する。	第21回技術会合 (2024/7/25)にて 回答
7	第07回 (2023/3/6)	(P.15 廃スラッジ回収設備の耐震クラス設定について) 「(ト)に定める液体放射性物質には該当しないと判断」という考えは規制庁と認識が異なる。固・液体状の二層を扱うことを鑑みると、漏えい物質が広がることはほぼ自明であるので、機動的対応で解消することはしっかりと説明すること。	脱水前の廃スラッジを取扱うタンク内から、廃スラッジが屋外へ漏えいした場合を想定して、作業内容、被ばく線量について概略評価を行った結果を提示する。	第21回技術会合 (2024/7/25)にて 回答

# 指摘事項リスト（2 / 5）

No.	実施回	指摘事項	回答	回答時期
8	第07回 (2023/3/6)	(P.24 換気空調設備の耐震クラスについて) 換気空調系の耐震クラス設定について、評価上厳しくなる条件が機能喪失パターンとして他にあると思う。もう少し詳細に様々なパターンを検討し、一番代表性がある（最も厳しいシナリオ）ということの説明すること。例えば、空調が制御不能になり換気空調系が回り続け、排出し続けるという事象も想定されるのではないか。	第8回技術会合(2023/3/27)にて回答済。	—
9	第07回 (2023/3/6)	(P.24 換気空調設備の耐震クラスについて) ダスト飛散について、脱水したスラッジを保管容器に保管するときに最も厳しいとされているが、設備のメンテナンスの際の方が飛散状況として厳しいのではないかと思う。ダスト飛散についても、様々なパターンを検討し、最も厳しい事象を説明すること。	第8回技術会合(2023/3/27)にて回答済。	—
10	第07回 (2023/3/6)	保管容器の保管場所について、一時保管施設への保管するメリット、いつまで一時保管をするのか（期限を決めて）、きちんとした保管庫を設置することも合わせて明確にし、説明すること。また、10棟の面談資料のように整理（大型保管庫に設置した場合のメリット、いつまで一時保管など）して欲しい。	第14回技術会合(2023/11/2)にて回答済。	—
11	第08回 (2023/3/27)	(P.9 ダスト閉じ込め対策に関するご提示および使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則等に対する設計上の対応方針) 使用施設等の規則では逆流防止を設計要求としているが、換気空調系の系統設計に示されている各ダンパ（隔離ダンパ、逆止ダンパ、ボリュームダンパ）がどういう機能を持っているのか説明すること。	第17回技術会合(2024/3/21)にて回答済。	—
12	第08回 (2023/3/27)	(P.18 廃スラッジ回収設備内のダスト閉じ込め方法) 機器の点検等のときは改めてエリア設定を行うのか。	第14回技術会合(2023/11/2)にて回答済。	—
13	第08回 (2023/3/27)	(P.24 ダスト取扱エリアの閉じ込め対策について（廃スラッジ充填室）) 「ダスト取扱エリア-ダスト管理エリア」及び「ダスト管理エリア-通常エリア」の閉じ込め対策について、シャッター開閉のダンパの調整管理は、認可までに必ず確認する内容なので整理し、説明すること	第19回技術会合(2024/5/27)にて回答済。	—

# 指摘事項リスト (3 / 5)

No.	実施回	指摘事項	回答	回答時期
14	第08回 (2023/3/27)	(P.26 ダスト取扱エリアの閉じ込め対策について(廃スラッジ充填室)) ダスト管理エリアでは人が入り作業することも想定しているので、入室の際の判断根拠(ダストモニタだけで判断するのか、負圧がしっかり確保されていることなのか)を説明すること	第19回技術会合(2024/5/27)にて回答済。	—
15	第08回 (2023/3/27)	(P.20 遠心分離機シュートの動作と閉じ込め対策) 遠心分離機シュート部の閉じ込め対策について、局所吸引ダクトを用いた排気は、設計上現実的に達成可能とすることを定量的に示すこと	遠心分離機シュート部の閉じ込め対策として、局所吸引ダクトと廃スラッジ保管容器飛散防止カバーの排気量について提示する。	2024/11月
16	第08回 (2023/3/27)	(P.31 換気空調設備の耐震クラス設定に関する検討ケースの妥当性(1/2)) 換気空調系の耐震クラス設定に関する検討ケースの妥当性について、ケース①(最も厳しいケース)はインターロック等で送排風機を停止するというのであれば、インターロックに関連する計器、電源系もBクラスにしなければならぬ。もし、インターロックに期待しなくても50 $\mu$ Sv/事象を十分に達成できるのであればその根拠を説明すること インターロック等は具体的な設備構成も含め説明すること	換気空調設備の一部を耐震Bクラスとし、バウンダリを維持することでダストを閉じ込めることを提示する。	第21回技術会合 (2024/7/25)にて回答
17	第08回 (2023/3/27)	(P.32 換気空調設備の耐震クラス設定に関する検討ケースの妥当性(2/2)) シュートを通して落とすときのダスト飛散と、遠心分離機に付着したスラッジを洗浄するときの瞬間的にダスト化し、飛散することはどちらが多いのか一概に言い切れないと思う。この点は相当な知見の収集や実験を行っていると思うので、実験データに基づき定量的に説明すること	指摘は換気空調設備の耐震クラス設定に関する検討ケースの妥当性に関連しているが、換気空調設備の一部を耐震Bクラスとし、バウンダリを維持することでダストを閉じ込められることから本回答は不要とする。	—
18	第11回 (2023/6/19)	前回技術会合(3月27日)より3か月経つので現在の検討状況を説明すること。 また、前回技術会合(3月27日)資料で6月補正申請と説明されているので、この進捗状況を説明すること。	第11回技術会合(2023/6/19)にて回答済。	—

# 指摘事項リスト（4 / 5）

No.	実施回	指摘事項	回答	回答時期
19	第14回 (2023/11/2)	<p>規制要求上は逆流防止を求めている。逆流の可能性は否定できないということで、要求に対する満足というのはどういうふうに考えているのか。そもそも、開口部が存在することが問題であると思う。逆流防止をどのように担保するのか整理して説明すること。</p> <p>逆流防止措置は十分なのか。逆止ダンパと比較した上で自動ダンパの方が逆流防止措置として十分なのか。整理した上で説明すること。</p>	第17回技術会合(2024/3/21)にて回答済。	—
20	第14回 (2023/11/2)	<p>主要施設の場合、非密封のものを扱う場合は気密性の高いセル等が用意され、外側には管理エリアを設けている。基本的には取扱エリアで非密封のものを扱い、セル等から漏れた場合は、外側の管理エリア内で留められるという考え方が基本の設計である。</p> <p>ダスト管理エリアとダスト取扱エリアの設定の考え方について説明すること。</p> <p>開口部が存在する上で、その上側の遠心分離機室は、ダスト取扱エリアとして設定できない理由はなぜか。とは言え、1Fだからこそできる1Fオリジナルはあると思う。そういうことを含めて、今回の設計が良いのか、基準との関係で整理して説明すること。</p>	第17回技術会合(2024/3/21)にて回答済。	—
21	第14回 (2023/11/2)	送排風機が止まるべき時に止まるのかという点は、インターロック回路図等を用いて具体的な根拠をまとめ資料で示すこと。	指摘は換気空調設備の耐震クラス設定に関する検討ケースの妥当性に関連しているが、換気空調設備の一部を耐震Bクラスとし、バウンダリを維持することでダストを閉じ込められることから本回答は不要とする。	—
22	第17回 (2024/3/21)	インベントリ設定においては保守性を積んでいるので、まとめ資料等の確認の中で不確かさを含め、定量的に示すこと。	第19回技術会合(2024/5/27)にて回答済。	—
23	第17回 (2024/3/21)	シャッターを開ける段階でのダスト飛散をどうやって防止するのか説明すること。	第19回技術会合(2024/5/27)にて回答済。	—
24	第17回 (2024/3/21)	送風機の運転の状態も含めて、考えるべきケースはダスト取扱いエリア用排風機、ダスト管理エリア用排風機が停止の2つだけでいいのか説明すること。	第19回技術会合(2024/5/27)にて回答済。	—

# 指摘事項リスト (5 / 5)

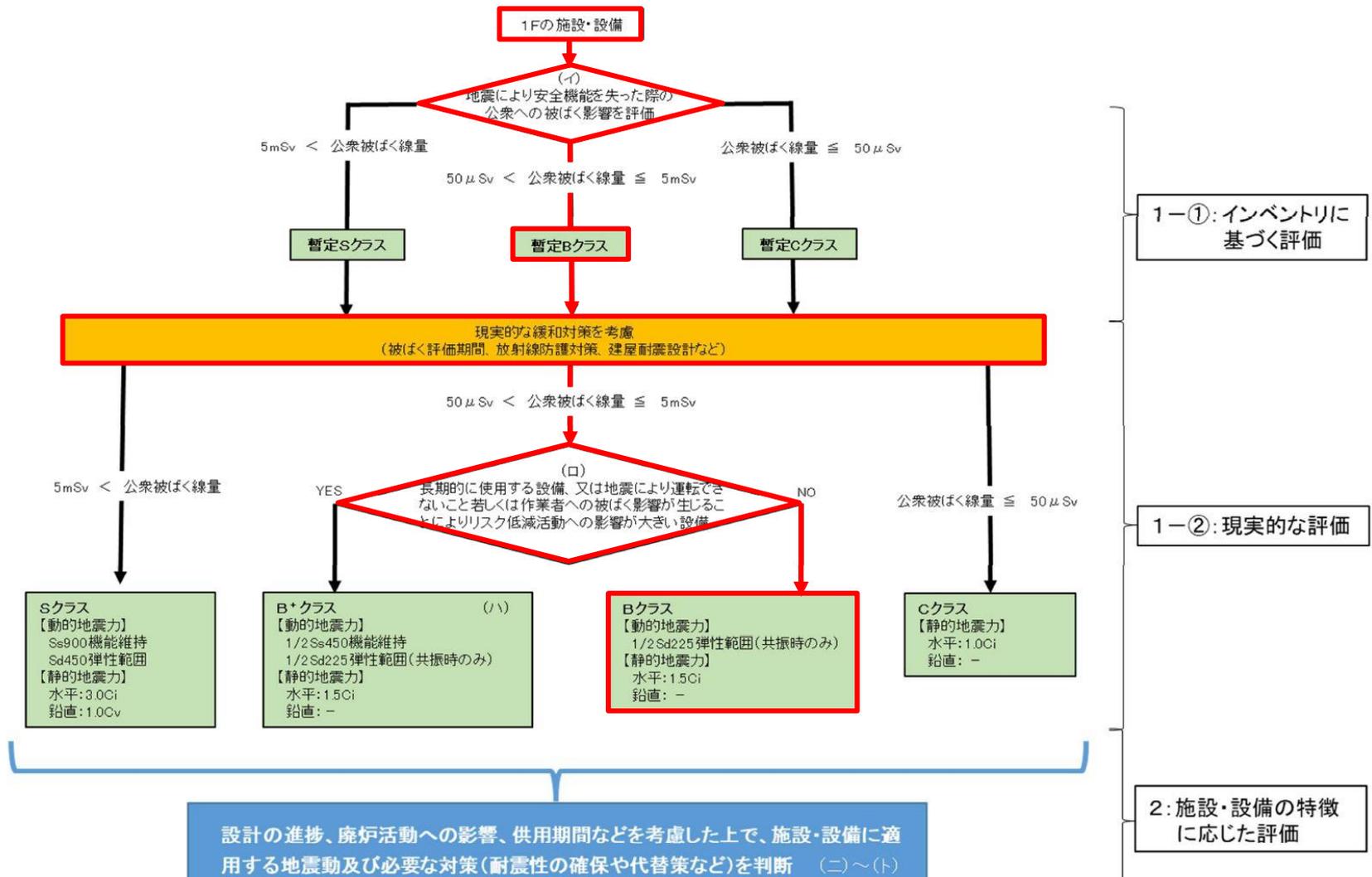
No.	実施回	指摘事項	回答	回答時期
25	第17回 (2024/3/21)	異常時に限らずダスト管理エリア用の排風機はダスト取扱エリアの空気を、引き込むということなので、通常時から汚染される可能性も考えるべきと考えているが、このダスト管理エリア用の排風機からダスト管理エリア側への逆流ということの必要性も含めてどう考えているのか説明すること。	第19回技術会合(2024/5/27)にて回答済。	—
26	第17回 (2024/3/21)	現設計におけるダスト閉じ込め対策に関して、基準適合性を説明すること。	第19回技術会合(2024/5/27)にて回答済。	—

1. 最新のインベントリを踏まえた耐震クラスについて説明 (P.7~11、18)  
(コメントNo. 4、 5、 16に対する回答)
  
2. Ss900時に対する機動的対応の方針について説明 (P.12~17)  
(コメントNo. 6、 7に対する回答)

# 廃スラッジ回収施設の耐震クラス設定について (1/5)

- 廃スラッジ回収施設は第51回原子力規制委員会において了承された「東京電力福島第一原子力発電所における耐震クラス分類と地震動の適用の考え方」に基づくフローに従って耐震クラスの設定を行う。

耐震クラス分類と施設・設備の特徴に応じた地震動の設定及び必要な対策を判断する流れ



## 廃スラッジ回収施設の耐震クラス設定について（2 / 5）

- 廃スラッジ回収施設は第51 回原子力規制委員会において了承された「東京電力福島第一原子力発電所における耐震クラス分類と地震動の適用の考え方」に基づくフローに従って耐震クラスの設定を行う。

### 【(イ)： 地震により安全機能を失った際の公衆被ばく影響】

- 核燃料施設等の耐震クラス分類を参考にして、地震による安全機能喪失時の公衆被ばく線量により、S、B、Cを分類する。液体放射性物質を内包する施設・設備にあつては、液体の海洋への流出のおそれのない設計を前提とした線量評価によるものとする。

### 【(ロ)： 通常のBクラスよりも高い耐震性が求められるB+クラスの対象設備の要件】

- 「運転できないこと若しくは作業員への被ばく影響が生じることによりリスク低減活動への影響が大きい設備」の具体例は以下のとおり。
  - ・ 建屋滞留水・多核種除去設備などの水処理設備、使用済燃料をプールからより安定性の高い乾式キャスクへ移動させるために必要な燃料取出設備等。
  - ・ 閉じ込め・遮へい機能喪失時の復旧作業における従事者被ばく線量が1日当たりの計画線量限度を超える設備等。

### 【(ハ)： B+クラスの1/2Ss450 機能維持】

- 1/2Ss450 に対して、運転の継続に必要な機能の維持や閉じ込め・遮へい機能の維持を求める。
- 令和4年3月16日の福島県沖地震の地震動が1/2Ss450を上回った周期帯に固有振動数を有する施設・設備は、当該地震動による施設・設備の機能への影響を評価する。

### 【(ニ)： 耐震性の確保】

- 地震力の算定に際しては、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせる。

### 【(ホ)： 耐震性の確保に対する代替策】

- 耐震性の確保の代替策として、耐震性の不足に起因するリスクを早期に低減させるための対策を講ずるとしてもよい。具体例は以下のとおり。  
例：中低濃度タンクや吸着塔一時保管施設等の耐震性の不足に起因するリスクを早期に低減させる対策として、耐震性の高い建屋やタンクへの移替え及び移管、スラリー安定化処理設備や海洋放出設備による処理等を早期に行うことを想定。

### 【(ヘ)： 上位クラスへの波及的影響】

- 上位クラスへの波及的影響がある場合、原則上位クラスに応じた地震動を念頭に置くが、耐震クラス分類の考え方と同様に、下位クラスによる波及的影響を起因とする敷地周辺の公衆被ばく線量も勘案し、適切な地震動を設定する。

### 【(ト)： 液体放射性物質を内包する設備】

- 多核種除去設備等で処理する前の液体等、放出による外部への影響が大きい液体を内包する設備については、Ss900 に対して、海洋に流出するおそれのない設計とすることを求める（滞留水が存在する建屋、ALPS 処理前の水や濃縮廃液を貯留するタンクの堰等）。これ以外の液体を内包する設備については、上位クラスの地震動に対する閉じ込め機能の確保又は漏えい時の影響緩和対策を求める\*。  
※：設備自体を耐震CクラスからBクラスに格上げ、周囲の堰等に上位クラスの地震動に対して閉じ込め機能を維持する、漏えい時に仮設ホースによる排水等の機動的対応を講ずる等により、海洋への流出を緩和する措置を想定。

## ■ 1-①：インベントリに基づく評価結果

- 地震により安全機能を失った際の公衆への被ばく線量影響を評価
  - 地震による安全機能（遮蔽機能・閉じ込め機能）を失った際の公衆被ばく影響が1週間（7日間）継続した際の公衆被ばく線量を算出する。
  - 公衆被ばく線量は直接線・スカイシャイン線、大気拡散による合算値とし、評価値が保守側となるよう適切に評価点・評価条件を設定する。（評価条件はP.19～24参照）

評価項目	敷地境界線量値
直接線及びスカイシャイン線による影響	8.8E-02mSv/事故
大気拡散による影響	1.8E+00mSv/事故
<b>公衆被ばく線量</b>	<b>1.9E+00mSv/事故※1</b>

※1 大気拡散による影響評価については、最新のインベントリ（第19回技術会合（2024/5/27）で説明）等を踏まえた評価条件見直しに伴う再解析を実施中のため、暫定値として提示。

**50μSv < 1.9mSv ≦ 5mSvとなり、耐震クラス分類は『暫定Bクラス』となる。**

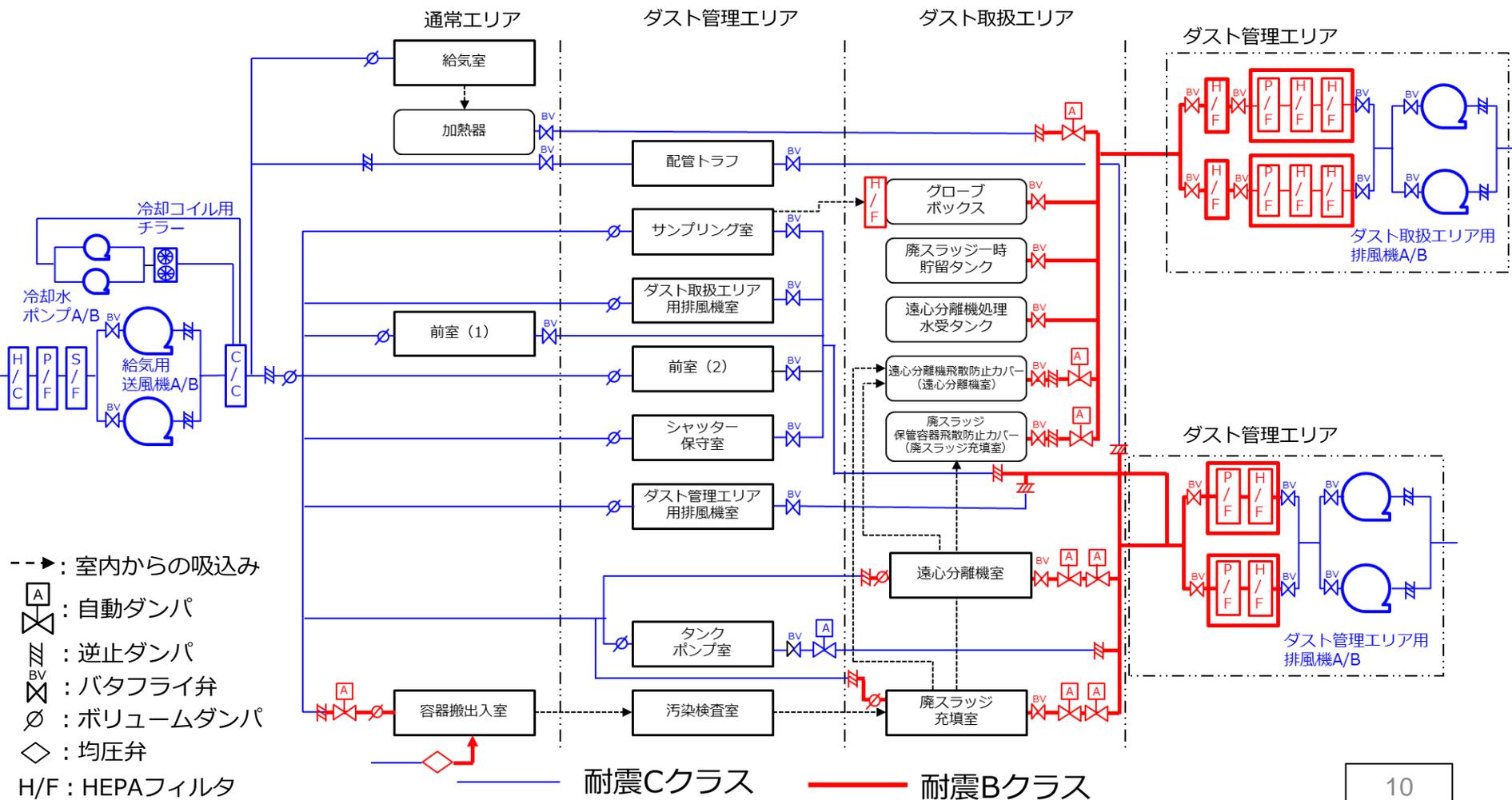
## ■ 1-②：現実的な評価

- 現実的な緩和対策を考慮
  - Bクラス地震の際でも屋外設備の筐体は健全であるため、壁面による遮へい効果等が考えられるが、**本評価では考慮しない。**
- 長期的に使用する設備、又は地震により運転できないこと若しくは作業員への被ばく影響が生じることによりリスク低減活動への影響が大きい設備
  - 廃スラッジ回収施設内の設備の供用期間は概ね6～12か月程度と想定しており、『**短期的**』に使用する設備であり、**該当しない。**
  - 本施設は**他の重要な作業は行われていない場所に設置することにより**、本施設の設備運転状態によって他の設備の運転への影響、リスク低減活動、**廃炉作業等に影響を与えることはない。**

**廃スラッジ回収施設の耐震クラス分類は『Bクラス』とする。**

# 廃スラッジ回収施設の耐震クラス設定について（4/5）

- 換気空調設備については、ダスト取扱エリアおよび、ダスト取扱エリアとシャッター隙間部を通じてつながっている範囲を閉じ込める範囲については、耐震Bクラスとし、それ以外の範囲は耐震Cクラスとする。
- 耐震Bクラスに耐震Cクラスを接続する箇所は、静的機器である逆止ダンパ、もしくはHEPAフィルタとし、バウンダリを維持することでダストを閉じ込める設計とする。



### ■ 2：施設・設備の特徴に応じた評価

➤ 設計の進捗、廃炉活動への影響、供用期間などを考慮した上で、施設・設備に適用する地震動及び必要な対策（耐震性の確保や代替策など）を判断（二）～（ト）

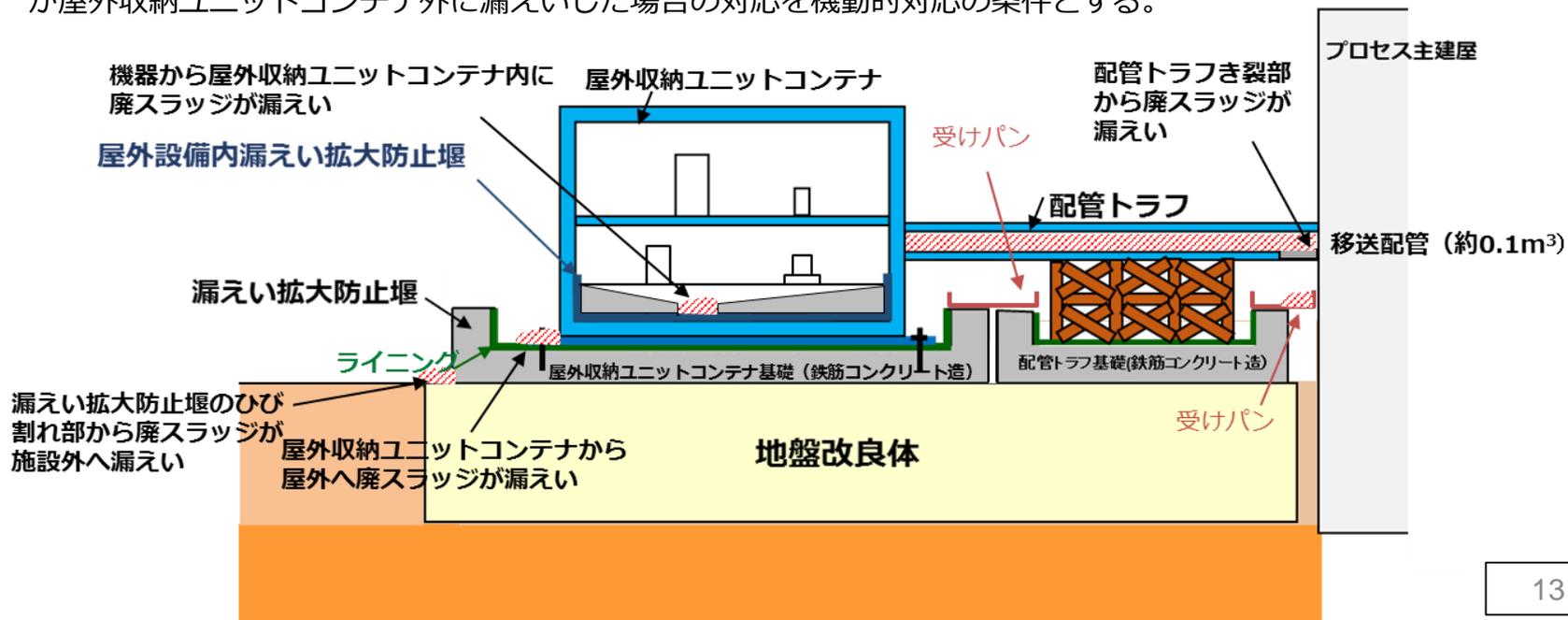
- （二）（ホ）については廃スラッジ回収施設では**該当しない**。
- 廃スラッジ回収施設を設置する周辺に上位クラス設備はなく、（ヘ）上位クラスへの波及的影響については**該当しない**。
- （ト）については、Ss900に対して、海洋へ流出させないように、漏えい拡大防止堰の設置、漏えい時の機動的対応を行う。

（機動的対応は、次ページ以降に示す。）



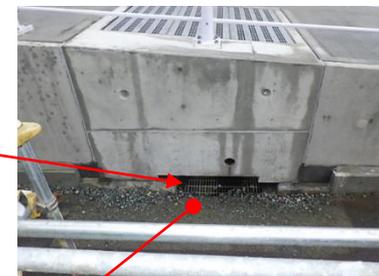
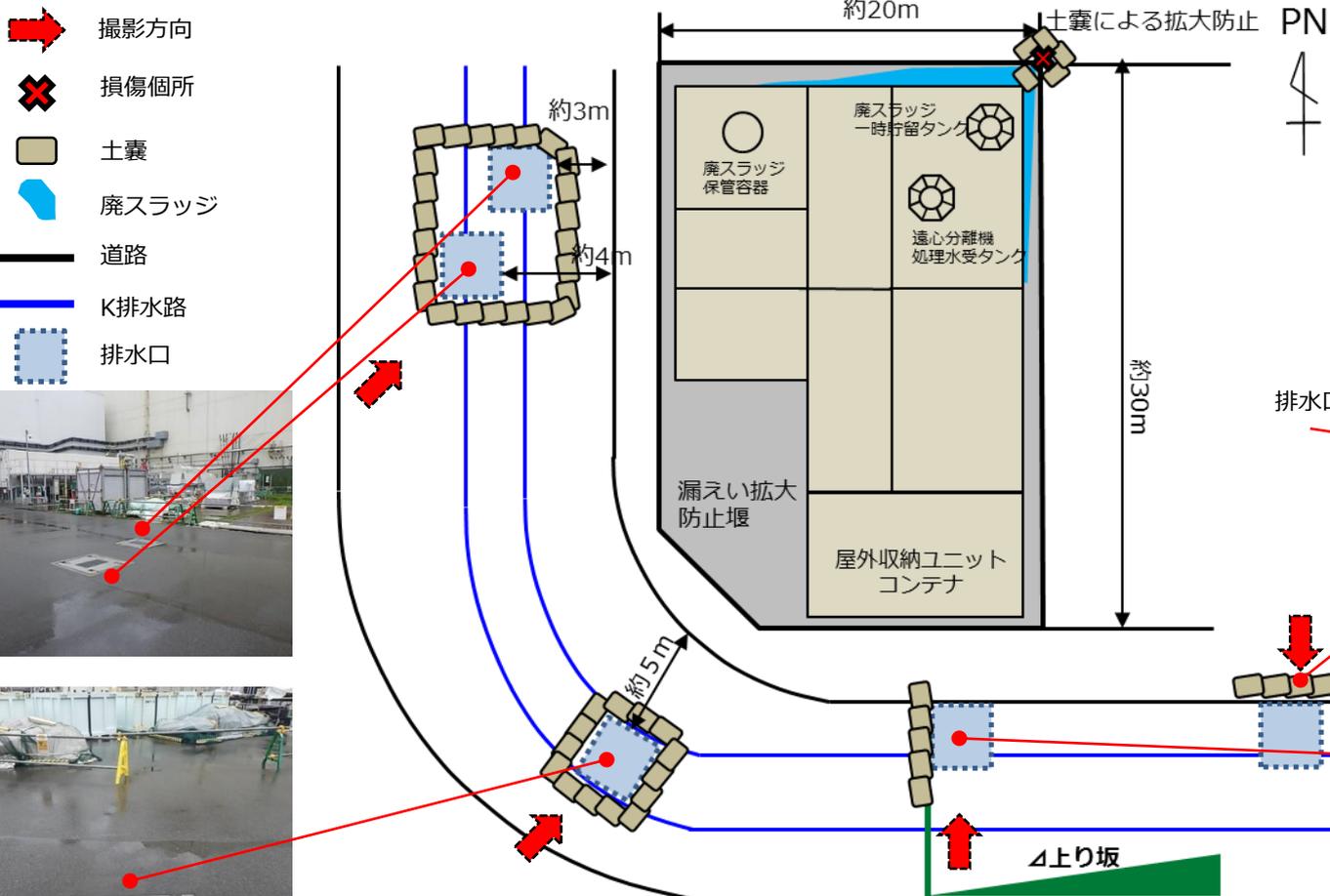
## Ss900 による廃スラッジ漏えいシナリオを踏まえた機動的対応の条件

- 屋外収納ユニットコンテナは堅牢な鋼製であることから、Ss900でも倒壊や崩落することは考えられず、鋼製コンテナに局部的な変形が発生する程度と想定している。また屋外収納ユニットコンテナ内に向かって下り勾配を設けていること、屋外設備内漏えい拡大防止堰を設置していること、廃スラッジ一時貯留タンクの廃スラッジは流動性が少ないことから、屋外収納ユニットコンテナ外に廃スラッジが漏えいする可能性は低いが、仮に漏えいした場合について考慮する。
- 放射性物質を内包する主な機器は、廃スラッジ保管容器（約1m<sup>3</sup>）、廃スラッジ一時貯留タンク（約2.4m<sup>3</sup>）、遠心分離機処理水受タンク（約2.4m<sup>3</sup>）、移送配管（約0.1m<sup>3</sup>）である。
- 廃スラッジ保管容器に内包する脱水後の廃スラッジは流動性が少ないため、漏えいしても屋外収納ユニットコンテナ内に留まる。また、運用上、廃スラッジ一時貯留タンク、遠心分離機処理水受タンクは同時に両方が満水にならないため、インベントリの高い廃スラッジ一時貯留タンクが、屋外収納ユニットコンテナ外に漏えいした場合を漏えいシナリオとする。
- 屋外収納ユニットコンテナ外に漏えいした廃スラッジのうち、その一部が損傷した漏えい拡大防止堰より、堰外に漏えいする。
- 上記より、屋外収納ユニットコンテナ外に廃スラッジが漏えいする可能性は低いこと、万が一、漏えいした場合でも、多くの廃スラッジは屋外収納ユニットコンテナ内に留まると想定し、廃スラッジ一時貯留タンクの1/10である0.24m<sup>3</sup>が屋外収納ユニットコンテナ外に漏えいした場合の対応を機動的対応の条件とする。

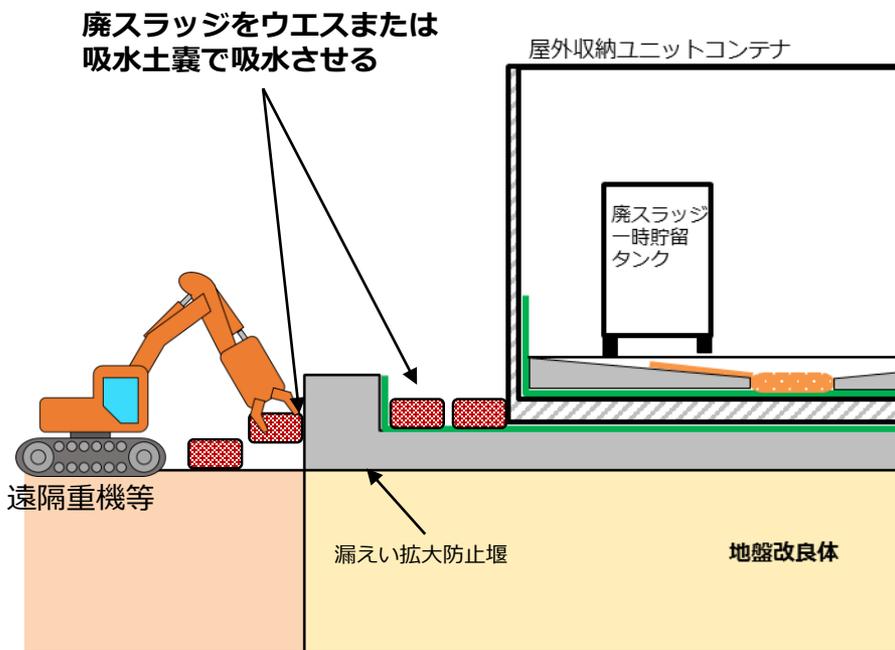


## 機動的対応の内容

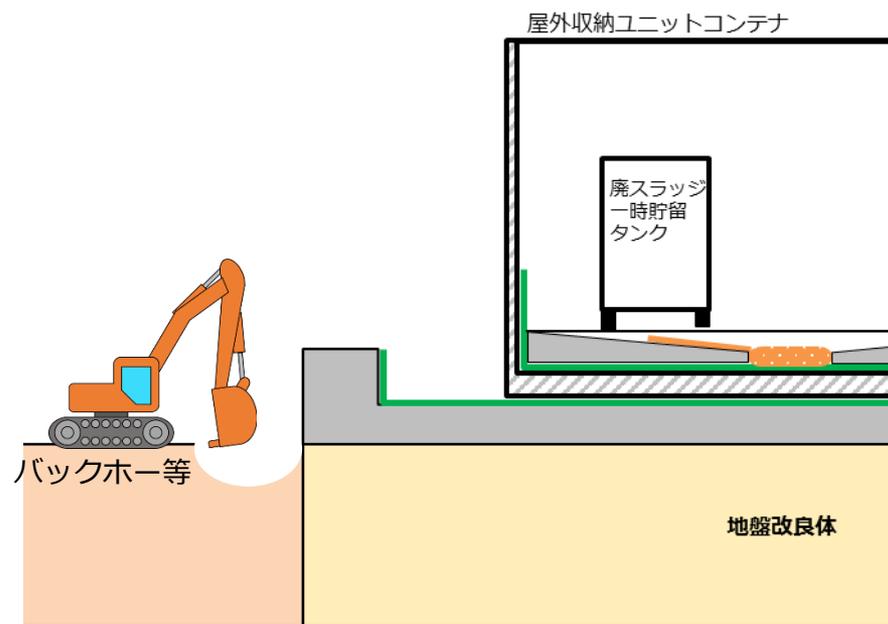
- ① 屋外収納ユニットコンテナ周辺の線量測定、および漏えい拡大防止堰の損傷を確認する。  
著しい線量上昇が確認された場合は人が近づかないよう、遠隔重機等に搭載するカメラにて、損傷個所の確認、漏えい範囲の確認、線量計にて線量測定を実施する。
- ② 漏えい拡大防止堰外の漏えい拡大防止のために土嚢を、まずはK排水路周りを人手で設置し、その後漏えい拡大防止堰の損傷部を遠隔重機等で設置する。



- ③ 遠隔重機等にて、漏えい拡大防止堰内および堰外に流出した廃スラッジを回収するために、ウエスまたは、吸水土嚢を設置する。吸水させたウエスまたは吸水土嚢は、容器等に保管する。
- ④ 漏えい拡大防止堰外に廃スラッジが漏えいし、土壌へ浸透している可能性のある場合、漏えい箇所周辺の土壌を回収する。回収した土壌は容器等に保管する。なお、容器等はプロセス主建屋内に仮置きする。



漏えい拡大防止堰内スラッジの回収



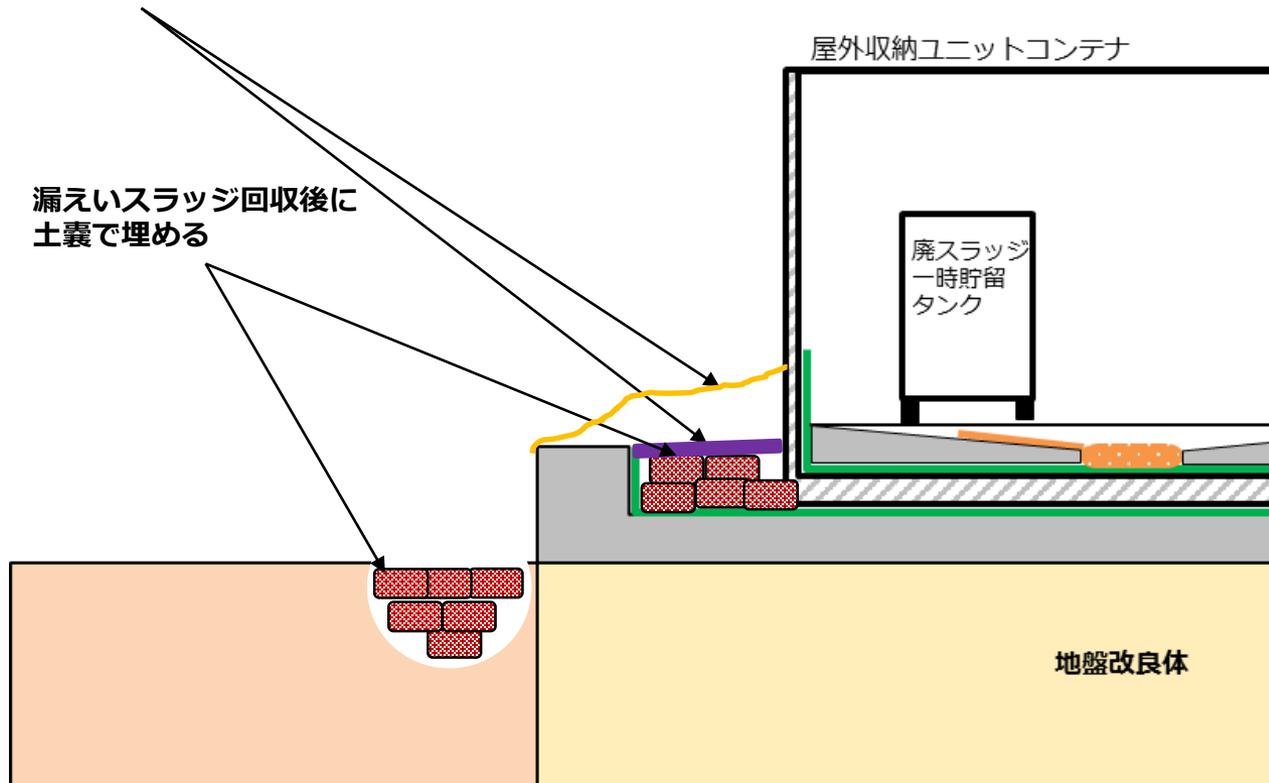
土壌の回収

: ウエスまたは吸水土嚢

- ⑤ 線量の高い箇所に遠隔重機等で鉛毛マット等を敷設し、線量を低減後、ビニールシートを敷設する。

設備の損傷部を鉛毛マット等を設置した後、  
ビニールシートで覆うことで、損傷部からの  
直接線とダスト拡散を抑制する

— : ビニールシート  
— : 鉛毛マット等



## 機動的対応の方針（6/6）

- 機動的対応の①～⑤をまとめた表を下記に示す。
- 資機材に関してはあらかじめ用意しておき、現場の状況に応じて当社社員や作業員で対応する。

No.	作業内容※1	作業時間 (分)	作業人数 (名)	線源からの距離 (m)	作業エリアの線量 (mSv/h)	被ばく線量 (mSv/人)
①-1	線量測定、 漏えい拡大防止堰 損傷個所の確認、 漏えい範囲の確認 (人手による作業) ※2	10	2	5	5	0.9
①-2	線量測定、 漏えい拡大防止堰 損傷個所の確認、 漏えい範囲の確認 (遠隔重機等)	60	2	20以上	0.3	0.3
②-1	K排水路周りへの土嚢設置 (人手による作業)	30	2	5	5	3
②-2	漏えい拡大防止堰 損傷個所への土嚢設置 (遠隔重機等)	60	2	20以上	0.3	0.3
③	廃スラッジの回収 (遠隔重機等)	60	2	20以上	0.3	0.3
④	土壌の回収	15	1	2	7※3	2
⑤	土壌回収部や損傷部への 土嚢、鉛毛マットの設置 ビニールシートの敷設 (遠隔重機等)	120	6	20以上	0.2※3	0.4

※1 必要に応じて遮へいを設置する等、被ばく低減対策を実施する。

※2 著しい線量上昇が確認された場合は①-2へ移行する。

※3 「③廃スラッジの回収」によって廃スラッジを回収することから、作業エリアの線量が低下していると想定。

# 廃スラッジ回収施設の耐震クラス一覧

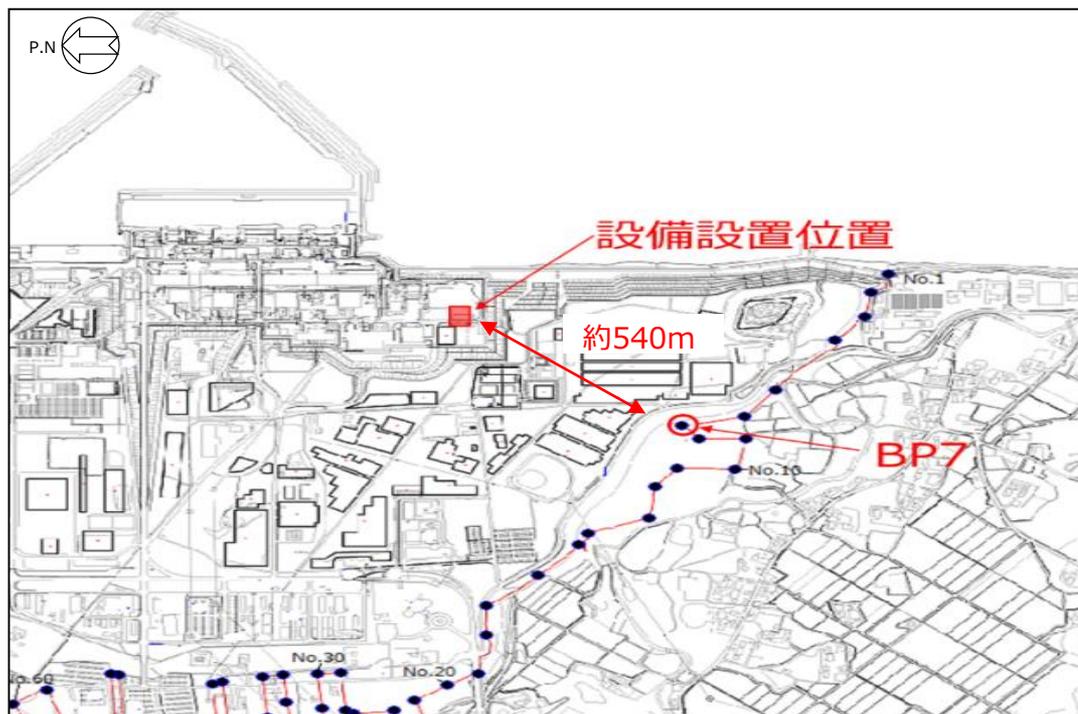
## ■ 廃スラッジ回収施設の耐震クラスは下記とする。

機器区分	設備名称	耐震上の安全機能※1	耐震クラス	直接支持構造物	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設	説明
				() 内は耐震クラス、【 】内は確認用地震動※2を示す			
廃スラッジ回収施設	屋外収納ユニットコンテナ	<ul style="list-style-type: none"> <li>遮へい機能</li> <li>閉じ込め機能</li> </ul>	B	機器の支持構造物 (B)	屋外設備基礎【S <sub>B</sub> 】	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>設備全体の安全機能を喪失した場合でも50μSv &lt; 1.9mSv (暫定値) ≤ 5mSvであり、供用期間も短期的(6か月~12か月)であることから耐震クラス分類はBクラスとする。</li> </ul>
	屋外設備(配管トラフ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>遮へい機能</li> <li>閉じ込め機能</li> </ul>	B		屋外設備基礎【S <sub>B</sub> 】		
	廃スラッジ取扱機器(配管、タンク、ポンプ類、遠心脱水機等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>閉じ込め機能</li> </ul>	B		屋外設備【S <sub>B</sub> 】		
	廃スラッジ保管容器搬送装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>(廃スラッジ保管容器の搬送機能)</li> </ul>	C		屋外設備【S <sub>B</sub> 】		
	廃スラッジ保管容器	<ul style="list-style-type: none"> <li>遮へい機能</li> <li>閉じ込め機能</li> </ul>	(B)	—	廃スラッジ保管容器搬送装置【S <sub>B</sub> 】	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃スラッジ保管容器は廃スラッジ保管容器搬送装置に搭載されるが、固定はしないため直接支持はなしとした</li> <li>耐震評価は廃スラッジ保管容器搬送装置に含める</li> </ul>
	屋外収納ユニットコンテナ・配管トラフ基礎(漏えい拡大防止堰)	<ul style="list-style-type: none"> <li>漏えい拡大防止</li> <li>屋外設備の間接支持構造物</li> </ul>	C	機器の支持構造物 (C)	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>屋外設備【S<sub>B</sub>】</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>漏えい拡大防止堰内にライニングを実施することで、ひび割れや廃スラッジの浸透を防止する。</li> </ul>
	換気空調設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素の排出機能</li> <li>閉じ込め機能</li> </ul>	B、C		屋外設備【S <sub>B</sub> 】	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>ダスト取扱エリアおよび、ダスト取扱エリアとシャッター隙間部を通じてつながっている範囲を閉じ込める範囲のみ、Bクラスとする。</li> </ul>
	ユーティリティ設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>(圧縮空気供給機能)</li> <li>(ろ過水供給機能)</li> <li>(駆動油供給機能)</li> </ul>	C		屋外設備【S <sub>B</sub> 】	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>閉じ込め機能・遮へい機能等の安全機能要求がなく、停止・損傷しても公衆被ばくへの影響はないためCクラス</li> </ul>
	電源・計装設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>(電源供給機能、計測機能)</li> </ul>	C		屋外設備【S <sub>B</sub> 】	—	—

※1 括弧内は設備の機能を示す。

※2 確認用地震動について、S<sub>s</sub>は基準地震動、S<sub>B</sub>はBクラスの施設に適用される地震動、S<sub>C</sub>はCクラスの施設に適用される静的震度を示す。

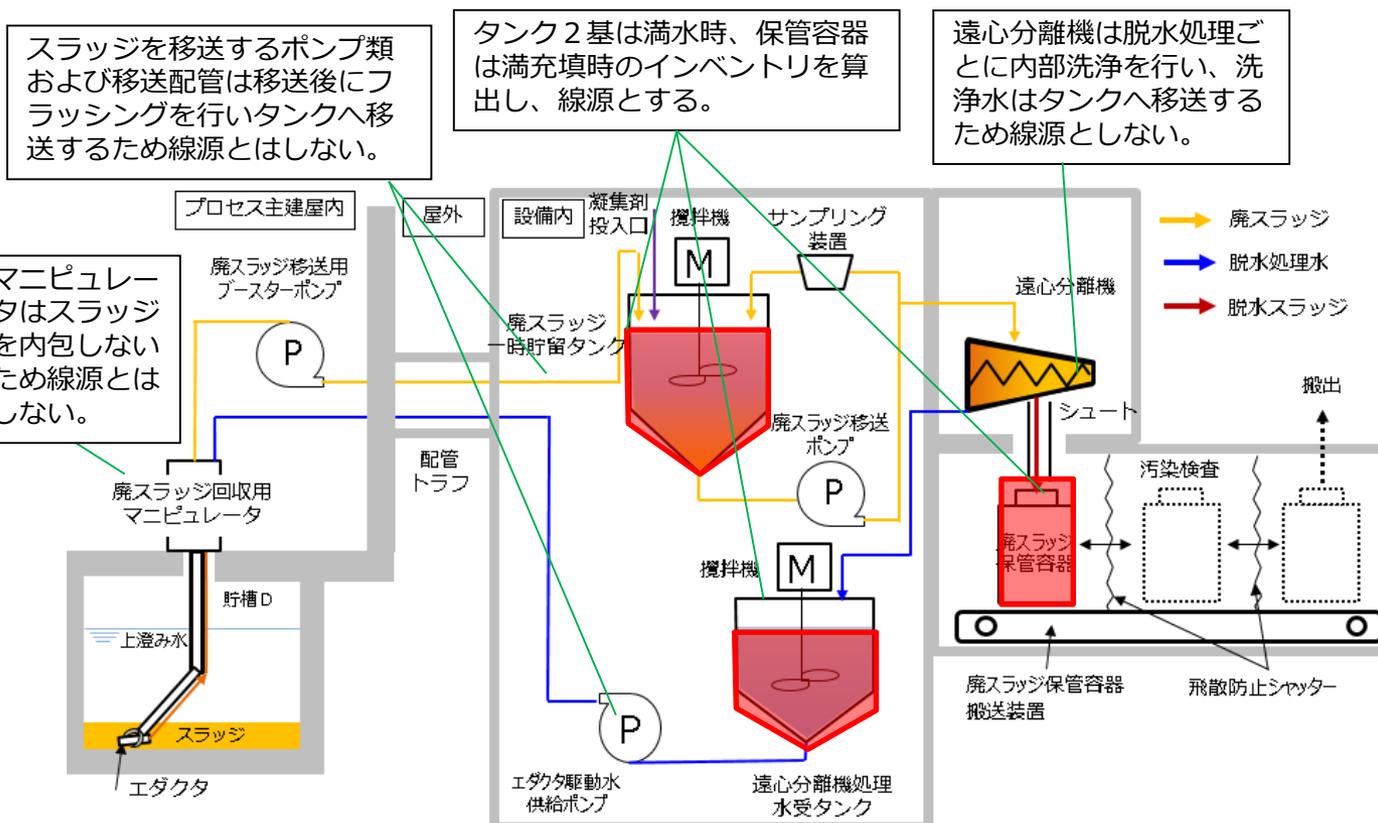
- 設備の設置位置、評価点について
  - 設備の設置標高(地表)はT.P. 8.5m とし、敷地境界での評価点は本設備から最も近いBP7とし、本設備からの距離540m、評価点高さはT.P.21m（設備位置(T.P.8.5m)より+12.5m）とした。
- 評価モデル
  - 設備自体の遮へいを考慮せず、設備内の全容量が堰内に均等な厚さで堆積している状態で評価。
  - 評価点までは平面とし、敷地内の建屋や丘陵による遮へいは保守的に考慮しない
- 線源強度
  - 廃スラッジの主要核種であるSr-90、Cs-134、Cs-137およびその娘核種であるY-90、Ba-137mを含めて考慮する。



# 【参考】公衆被ばく線量の算出方法（直接線およびスカイシャイン線による影響）

## ■ 公衆被ばく線量の算出に用いたインベントリ

- 設備の運転状態を考慮しても、廃スラッジ一時貯留タンク、遠心分離機処理水受タンク、廃スラッジ保管容器が同時に満水となることはないが、保守的に満水の状態でインベントリにて敷地境界線量評価を実施。



スラッジを移送するポンプ類および移送配管は移送後にフラッシングを行いタンクへ移送するため線源とはしない。

タンク2基は満水時、保管容器は満充填時のインベントリを算出し、線源とする。

遠心分離機は脱水処理ごとに内部洗浄を行い、洗浄水はタンクへ移送するため線源としない。

マニピュレータはスラッジを内包しないため線源とはしない。

- ＜概略設備運転手順＞
- ①貯槽Dから廃スラッジ一時貯留タンクへ廃スラッジを移送(移送後に配管内を洗浄)
  - ②廃スラッジ一時貯留タンクから遠心分離機へ1バッチ分の廃スラッジを移送(移送後に配管内を洗浄)
  - ③遠心分離機で1バッチ分の廃スラッジの脱水処理を実施。脱水後の廃スラッジは廃スラッジ保管容器へ投入(容器1本分の廃スラッジを投入後に遠心分離機内を洗浄)。脱水処理水は遠心分離機処理水受タンクに移送。
  - ④①～③を繰り返し、廃スラッジ保管容器内に規定量を投入したら容器をセシウム吸着塔一時保管施設(第四施設)に搬出し、新たな容器を搬入。

各機器内のインベントリ

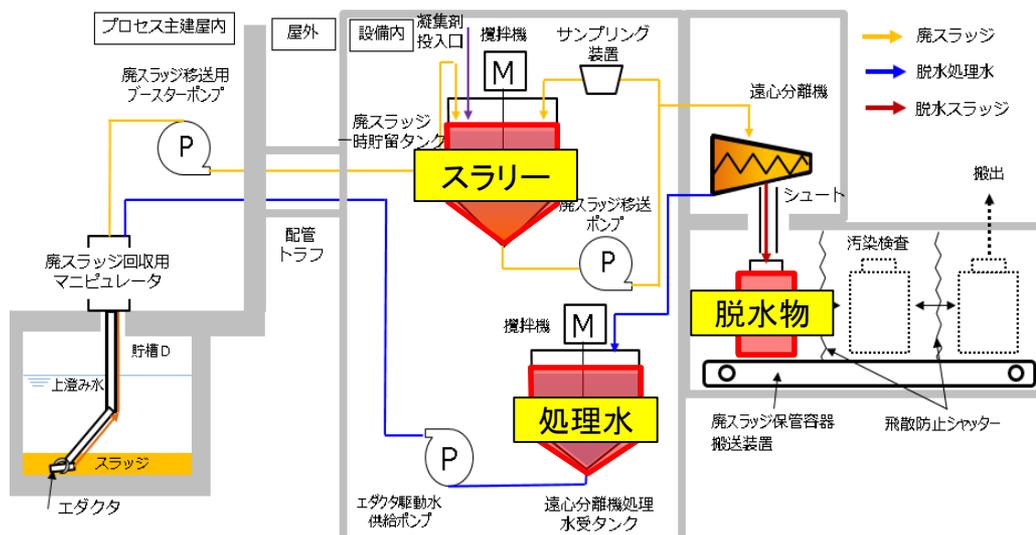
	Sr-90	Cs-134	Cs-137
インベントリ	4.39E+14Bq	6.90E+11Bq	3.40E+13Bq

- 設備の設置位置、評価点について
  - 設備の設置標高(地表)はT.P. 8.5m であるが、保守的に放出点、評価点をT.P.0mとして設定する。評価点の位置は本設備の中心から各陸側9方位内における敷地境界の最至近点とした。
- 放出核種
  - 廃スラッジの主要核種であるSr-90、Cs-134、Cs-137およびその娘核種であるY-90、Ba-137mを含めて考慮する。
- 放出期間・放出量
  - 放出期間は第103回監視評価検討会資料3-1にて示されている7日間として設定した。
  - 放出量は五因子法を用いて算出した。（P.23～24参照）
- 再浮遊評価
  - 地表沈着の再浮遊評価も考慮する。
- 被ばく経路
  - 被ばく経路は「グランドシャインによる外部被ばく」「クラウドシャインによる外部被ばく」「クラウド吸入による内部被ばく」の3種類とした。
- 建屋巻き込み
  - 被ばく対象が敷地境界（一般公衆）であることから、建屋巻き込みは考慮しない。（建屋巻き込みによる初期広がり を考慮すると、相対濃度と相対線量が小さくなる。安全側の評価となるよう建屋巻き込みは考慮しない。）
- 気象データ
  - 実施計画Ⅲ 第3編 2.2.1 大気に拡散する放射性物質に起因する実効線量 2.2 線量評価「2020年4月～2021年3月」の気象データを使用した。
- 実効放出継続時間
  - 各機器における性状によって適した実効放出継続時間を使用した。
    - 廃スラッジ一時貯留タンク、廃スラッジ保管容器は2時間
    - 遠心分離機処理水受タンクは1時間

# 【参考】公衆被ばく線量の算出方法（大気拡散による影響）

■ 公衆被ばく線量の算出にあたり、各機器における性状を踏まえて評価する。

機器	性状	文献による飛散率	補足
廃スラッジ一時貯留タンク	落下時 スラリー	5.00E-5	3.2.3.2 Slurriesの表に記載がある3m落下試験結果の最大値
	静置時 スラリー	4.00E-7/hr	3.2.4 Aerodynamic Entrainment and Resuspensionに記載の屋外池、風速5m/sでの値。
廃スラッジ保管容器	落下時 脱水物	5.00E-5	4.4.3.1 Free-Fall Spill of Powder with Air Velocity Normal to the Direction of Fallに記載の粉体の飛散率 ( $2.0 \times 10^{-3}$ ) が適用候補となるが、湿り気の無い粉体での値であり過度に保守的である。
	静置時 脱水物	4.00E-7/hr	4.4.4.1 Entrainment From the Surface of a Homogeneous Powder Layerに記載の粉体の飛散率 ( $4.0 \times 10^{-5}/hr$ ) が適用候補となるが、湿り気の無い粉体での値であり過度に保守的である。
遠心分離機処理水受タンク	落下時 処理水	2.00E-4	3.2.3.1 Solutionsに記載がある3m落下試験結果の最大値
	静置時 処理水	4.00E-7/hr	3.2.4 Aerodynamic Entrainment and Resuspensionに記載の屋外池、風速5m/sでの値。



## 【参考】公衆被ばく線量の算出方法（大気拡散による影響）

### ■ 放出量

- 放出量の算出はDOE、NRCにおいても標準的な評価手法（DSA、ISA）として採用されており、実施計画変更申請においても既に評価を適用している「五因子法」により評価した。
- 放出量は保守的に放出期間（7日間）における静置時の飛散率も考慮した。

表 廃スラッジ一時貯留タンクの五因子法による放射性物質放出量

項目	記号	単位	値	備考
放射性物質質量	MAR	Bq	1.78E+14	設備内の最大インベントリ
MARのうち事故の影響を受ける割合	DR	-	1	保守的に1と設定する。
雰囲気中に放出され浮遊する割合	ARF	-	5.00E-05	落下時の飛散率（事象当たり）※1
	ARR	-	4.00E-07	静置時の飛散率（時間当たり）※1
肺に吸入され得る微粒子の割合	RF	-	1	保守的に1と設定する。
環境中へ漏れ出る割合	LPF	-	1	保守的に1と設定する。
五因子法による放射性物質放出量	ST	Bq	2.09E+10※1	$MAR \times DR \times (ARF + (ARR \times 7d \times 24h)) \times RF \times LPF$

表 廃スラッジ保管容器の五因子法による放射性物質放出量

項目	記号	単位	値	備考
放射性物質質量	MAR	Bq	2.79E+14	設備内の最大インベントリ
MARのうち事故の影響を受ける割合	DR	-	1	保守的に1と設定する。
雰囲気中に放出され浮遊する割合	ARF	-	5.00E-05	落下時の飛散率（事象当たり）※1
	ARR	-	4.00E-07	静置時の飛散率（時間当たり）※1
肺に吸入され得る微粒子の割合	RF	-	1	保守的に1と設定する。
環境中へ漏れ出る割合	LPF	-	1	保守的に1と設定する。
五因子法による放射性物質放出量	ST	Bq	3.27E+10※1	$MAR \times DR \times (ARF + (ARR \times 7d \times 24h)) \times RF \times LPF$

※1 : U.S. Department of Energy、AIRBORNE RELEASE FRACTIONS/RATES AND RESPIRABLE FRACTIONS FOR NONREACTOR NUCLEAR FACILITIES、Volume I - Analysis of Experimental Data、DOE-HDBK-3010-94 December 1994

## ■ 放出量

表 遠心分離機処理水受タンクの五因子法による放射性物質放出量

項目	記号	単位	値	備考
放射性物質質量	MAR	Bq	1.53E+13	設備内の最大インベントリ
MARのうち事故の影響を受ける割合	DR	-	1	保守的に1と設定する。
霧囲気中に放出され浮遊する割合	ARF	-	2.00E-04	落下時の飛散率（事象当たり）※1
	ARR	-	4.00E-07	静置時の飛散率（時間当たり）※1
肺に吸入され得る微粒子の割合	RF	-	1	保守的に1と設定する。
環境中へ漏れ出る割合	LPF	-	1	保守的に1と設定する。
五因子法による放射性物質放出量	ST	Bq	4.09E+9※1	$MAR \times DR \times (ARF + (ARR \times 7d \times 24h)) \times RF \times LPF$

表 各機器の五因子法による放射性物質放出量合計値

項目	単位	値
廃スラッジ一時貯留タンク	Bq	2.09E+10
廃スラッジ保管容器	Bq	3.27E+10
遠心分離機処理水受タンク	Bq	4.09E+9
合計	Bq	5.77E+10

※1：U.S. Department of Energy、AIRBORNE RELEASE FRACTIONS/RATES AND RESPIRABLE FRACTIONS FOR NONREACTOR NUCLEAR FACILITIES、Volume I - Analysis of Experimental Data、DOE-HDBK-3010-94 December 1994

◆ 霧囲気中に放出され浮遊する割合

■ 拡散係数ARFの適用性について

- 放射性物質の空中放出に関する実験データの集積知として、米国エネルギー省、米国規制庁にて採択の実績がある「DOE HANDBOOK AIRBORNE RELEASE FRACTIONS/RATES AND RESPIRABLE FRACTIONS FOR NONREACTOR NUCLEAR FACILITIES DOE-HDBK-3010-94」（以後DOE HANDBOOK）から引用した。
- DOE HANDBOOKでは、放射性物質の各形態（固体、液体、スラリー等）における、実験データを基にしたこぼれ、火災、地震等の一般的な災害・事故を想定した放射性物質落下時の飛散率ARFと呼吸取込率RFの記載がある。

◆ 雰囲気中に放出され浮遊する割合

■ 拡散係数ARFの適用性について

- 本事象は地震による機器破損における内包物の漏えい事象であることから、DOE HANDBOOK中3.1項の水溶液(Free-fall spills of aqueous solutions)、およびスラリーの自由落下液滴事象(Free-fall spills of slurries)のARFとRFを参照した。
- 水溶液      ARF : 2E-4    RF : 1.0（実際は0.5だが保守的に1.0とする）
- スラリー      ARF : 5E-5    RF : 1.0（実際は0.8だが保守的に1.0とする）

Free-Fall Spill

- Free-fall spill of aqueous solutions, 3-m fall distance. A distinction is made between general aqueous solutions and concentrated heavy metal nitrate solutions such as uranium nitrate hexahydrate (UNH) or plutonium nitrate. The distinction is gross, with any solution having a density  $\geq \sim 1.2 \text{ g/cm}^3$  being considered a concentrated heavy metal solution. The highest release fraction is for aqueous solutions.

Median (aqueous solution, density $\sim 1.0 \text{ g/cm}^3$ )	ARF 4E-5/RF 0.7
Median (conc. heavy metal solution, density $\geq \sim 1.2 \text{ g/cm}^3$ )	ARF 1E-6/RF 0.3
Bounding (aqueous solution)	ARF 2E-4/RF 0.5
Bounding (conc. heavy metal solution)	ARF 2E-5/RF 1.0

- Free-fall spills of slurries, 3-m fall distance, <40% solids.

Median	ARF 2E-5/RF 0.7
Bounding	ARF 5E-5/RF 0.8

◆ 雰囲気中に放出され浮遊する割合

■ 拡散係数ARFの適用性について

- 本設備の場合、廃スラッジ一時貯留タンク、および遠心分離機処理水受タンクの全高が床上約2.5m、廃スラッジ保管容器の全高が床上約2.8mであり、内包物漏えい時の落下高さは、適用条件の液滴落下高さ3mを下回る。
- 飛散率の最大値は、「水溶液」 > 「スラリー」 > 「粘性溶液」となっており、粘度が高くなるほど飛散率が低くなる傾向を示している。
- 廃スラッジ保管容器に内包される脱水済みの廃スラッジは50w%程度となるため、適用条件の固形分濃度40w%未満から逸脱するが、固形分濃度が上がれば脱水物の粘度が増加し、飛散率が低下することから保守側の設定となっている。

◆ 霧囲気中に放出され浮遊する割合

■ 拡散係数ARRの適用性について

- DOE HANDBOOKでは、放射性物質の各形態（固体、液体、スラリー等）における、実験データを基にしたこぼれ、火災、地震等の一般的な災害・事故を想定した放射性物質が漏えい後屋外での滞留時の飛散率ARRと呼吸取込率RFの記載がある。
- 本事象は地震による機器破損における内包物の漏えい事象であることから、DOE HANDBOOK中3.1項の液体としての屋外の低風速状態での滞留時の風による巻き込み放出事象(Aerodynamic Entrainment and Resuspension)での以下のARRとRFを参照し、ARRを4E-7/hr、RFは1.0と設定した。
- Indoors, on heterogeneous surface (stainless steel, concrete), low airspeeds up to normal facility ventilation flow; Outdoors, pool for low windspeeds.

Bounding

ARR 4E-7/hr; RF 1.0

(DOE HANDBOOK Page3-5抜粋)

- ◆ 霧囲気中に放出され浮遊する割合
- 拡散係数ARRの適用性について
  - ここで、DOE HANDBOOK中3.1項の液体としての屋外の低風速状態での滞留時の風による巻き込み放出事象の適用条件として、3.2.4.5項に以下の条件が記載されている。

Even the  
spray release from large outdoor pond values would not exceed a value of 4E-7/hr for 5m/s  
windspeed, and would be expected to be considerably less.

本設備での取り扱い物質はスラリー状もあることから液体よりも粘性は高く、実際の飛散率は液体としての飛散率より低くなると考えられるため、本数値を適用することは保守的であると考える。

また、屋外設備周辺で常時5m以上の風速が保たれるとは考えられないため、適用条件は満たされる。

## 【参考】公衆被ばく線量の算出方法（大気拡散による影響）

- 各機器における性状を再整理に伴い、落下時の飛散率を見直したことから、実効放出継続時間も再評価した。

実効放出継続時間（廃スラッジ一時貯留タンク、廃スラッジ保管容器）

スラリー、脱水物	計算式	数値
落下時飛散率	(A)	5.00E-05
静置時飛散率 (/h)	(B)	4.00E-07
外気に曝される時間 (h)	(C)	168
総放出量	(D) = (A) + (B) × (C)	1.17E-04
1時間当たりの最大放出量	(E) = (A) + (B)	5.04E-05
実効放出継続時間	= (D) / (E)	2.33

2時間

実効放出継続時間（遠心分離機処理水受タンク）

（保守的に切り捨て）

処理水	計算式	数値
落下時飛散率	(A)	2.00E-04
静置時飛散率 (/h)	(B)	4.00E-07
外気に曝される時間 (h)	(C)	168
総放出量	(D) = (A) + (B) × (C)	2.67E-04
1時間当たりの最大放出量	(E) = (A) + (B)	2.00E-04
実効放出継続時間	= (D) / (E)	1.33

1時間  
（保守的に切り捨て）

## 5. 不確かさを考慮した設備内の最大貯留インベントリ (3/3)

- 不確かさを考慮し、最終的なインベントリは下記とした。

表 各核種量へ1.3を乗じて算出した各機器内のインベントリ

	廃スラッジ一時貯留タンク	廃スラッジ保管容器	遠心分離機処理水受タンク
Sr-90	1.65E+14Bq	2.59E+14Bq	7.72E+12Bq
Cs-137	1.28E+13Bq	2.00E+13Bq	5.98E+11Bq
Cs-134	2.60E+11Bq	4.07E+11Bq	1.21E+10Bq



表 不確かさを考慮した最終的なインベントリ

	廃スラッジ一時貯留タンク	廃スラッジ保管容器	遠心分離機処理水受タンク
Sr-90	1.65E+14Bq	2.59E+14Bq	<b>1.42E+13Bq</b>
Cs-137	1.28E+13Bq	2.00E+13Bq	<b>1.10E+12Bq</b>
Cs-134	2.60E+11Bq	4.07E+11Bq	<b>2.23E+10Bq</b>