

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ご回答（案）

2024年1月22日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

指摘事項リスト (1 / 3)



No.	実施回	指摘事項	回答
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。	設計進捗によって変更の完成があったため、当日資料では暫定値としていた。 現時点でタンク容量等に変更が生じる可能性は低いため、確定版の数値にて提示する。
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)	設備内の最大貯留インベントリについてどのように算出しているかを提示する。
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。	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。
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。	最終的な基礎構造を踏まえて、評価対象、評価方法について提示する。
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。	Cクラスとする換気空調設備、Bクラスとする設備の取り合い箇所のうち、波及的影響が懸念される箇所についての強度評価について提示する
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のような体制で、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。	脱水前のスラッジを取扱うタンク内から全量が堰内へ漏えいした場合を仮定して、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。
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をすること。	脱水前のスラッジを取扱うタンク内から全量が堰内へ漏えいした場合を仮定して、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。
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ってと思う。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) ということの説明をすること。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と。	2023.3.27 技術会合にて回答済み。
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。	2023.3.27 技術会合にて回答済み。

指摘事項リスト (2 / 3)



No.	実施回	指摘事項	回答
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。	2023.11.2 技術会合にて回答済み。
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、ボリュウムダンパ)がどのような機能を持っているのか説明すること。	換気空調系統図を用いて、使用している逆止ダンパ、隔離ダンパ、ボリュウムダンパの機能について提示する。
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。	2023.11.2 技術会合にて回答済み。
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	シャッター開閉時のダンパ操作は不要と考えており、当該エリアのダストの閉じ込め対策については、廃スラッジ回収施設の設置に関わる補足説明資料の「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)」にて提示する。
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ため、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	容器検査室にて作業する際の入室方法および入室可能とする判断根拠について提示する。
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言う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。
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ない。もし、インターロックに期待しなくても50μSv/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	万が一の外電喪失時の換気空調設備の想定される挙動とインターロックの状況、換気空調設備の停止方法について提示する。
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	設備運転中(脱水中や遠心分離機の洗浄中)に外電喪失した場合の設備とスラッジの挙動についてご提示する。
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。	2023.6.19 技術会合にて回答済み。

指摘事項リスト (3 / 3)



No.	実施回	指摘事項	回答
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>	<p>現設計を本来あるべき姿と比較・整理したうえで、逆流防止における設計の妥当性についてご提示する。</p>
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。</p> <p>そういうことを含めて、あるべき姿に対して、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>	<p>現設計を本来あるべき姿と比較・整理したうえで、エリア設定における考え方の妥当性についてご提示する。</p>
21	第14回 (2023.11.2)	<p>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。</p>	<p>No16の回答と併せてご提示する。</p>

1. 設備内の最大貯留インベントリの算出方法

【指摘事項リストNo.2】

1.設備内の最大貯留インベントリの算出方法

- 貯槽D内の全インベントリ値は除染装置の運転期間中の入口-出口濃度の最大差に汚染水通水量を乗じて算出している。(P.11参照)

表1 貯槽D内の全インベントリ値

Bq	Sr-90	Cs-137
貯槽D内全インベントリ値	1.05E+16	8.0E+14

- 貯槽Dの寸法 (9.612m×9.612m) と貯槽D内の実際の廃スラッジ堆積高さ (0.4m) より、廃スラッジの体積を算出し (36.96m³)、表1のインベントリ値から貯槽D内の核種濃度を算出。
 - Sr-90 : $1.05E+16Bq \div 36.96m^3 \div 1E+6 = 2.85E+8Bq/cm^3$
 - Cs-137 : $8.0E+14Bq \div 36.96m^3 \div 1E+6 = 2.17E+7Bq/cm^3$

表2 貯槽D内の核種濃度

Bq/cm ³	Sr-90	Cs-137
貯槽D内核種濃度	2.85E+8	2.17E+7

- 貯槽D内には約30トンの廃スラッジを保管 (P.12参照) していることから、表2の核種濃度の固形分濃度が812g/Lとなる。
 - $30t \div 36.96m^3 \times 1E+3 = 812kg/m^3 = 812g/L$



1.設備内の最大貯留インベントリの算出方法

- 表1に記載の全インベントリ値は、除染装置の運転期間中の入口-出口濃度の最大差に汚染水通水量を乗じて算出しているが、入口濃度に変動が生じていることから、この変動分(平均値に対する差分：1.3倍)を核種濃度に掛け合わせる。(P.11、13参照)
 - Sr-90: $2.85E+8Bq/cm^3 \times 1.3 = 3.71E+8Bq/cm^3$
 - Cs-137: $2.17E+7Bq/cm^3 \times 1.3 = 2.83E+7Bq/cm^3$

表3 貯槽D内核種濃度(変動分考慮)

Bq/cm ³	Sr-90	Cs-137
貯槽D内核種濃度	3.71E+8	2.83E+7

- Cs-134の核種濃度は運転中の分析値がないため、震災後に採取した廃スラッジの分析値の割合(P.14参照)から比例計算にて算出。
 - Cs-134: $2.83E+7Bq/cm^3 \div (7.1E+6Bq/cm^3) \times (7.2E+6Bq/cm^3) = 2.87E+7Bq/cm^3$

表4 貯槽D内核種濃度(Cs-134を含む)

Bq/cm ³	Sr-90	Cs-137	Cs-134
貯槽D内核種濃度	3.71E+8	2.83E+7	2.87E+7

- 表4の核種濃度は震災発生時の値であることから処理開始予定の2023/12時点※の減衰(半減期としてSr-90:28.8年、Cs-134:2.1年、Cs-137:30.2年)を考慮する。
 - Sr-90: $3.71E+8Bq/cm^3 \times (0.5^{(4648 \div 365 \div 28.8)}) = 2.74E+8Bq/cm^3$
 - Cs-134: $2.87E+7Bq/cm^3 \times (0.5^{(4648 \div 365 \div 2.1)}) = 4.30E+5Bq/cm^3$
 - Cs-137: $2.83E+7Bq/cm^3 \times (0.5^{(4648 \div 365 \div 30.2)}) = 2.12E+7Bq/cm^3$

表5 貯槽D内核種濃度(半減期による減衰考慮)

Bq/cm ³	Sr-90	Cs-137	Cs-134
貯槽D内核種濃度	2.74E+8	2.12E+7	4.30E+5

※：現在の運転開始予定は2025年度のため、更に低下する見込み。

1.設備内の最大貯留インベントリの算出方法

- 次項以降のインベントリ算出のために、固形分濃度812g/Lの1g当たりの核種濃度を算出する。
 - Sr-90 : $2.74E+8\text{Bq}/\text{cm}^3 \div 812\text{ g} \times 1000\text{cm}^3 = 3.37E+8\text{Bq}/\text{g}$
 - Cs-134 : $4.30E+5\text{Bq}/\text{cm}^3 \div 812\text{ g} \times 1000\text{cm}^3 = 5.30E+5\text{Bq}/\text{g}$
 - Cs-137 : $2.12E+7\text{Bq}/\text{cm}^3 \div 812\text{ g} \times 1000\text{cm}^3 = 2.61E+7\text{ Bq}/\text{g}$

表6 廃スラッジの固形分1gあたりの核種濃度(変動分、半減期による減衰考慮)

Bq/g	Sr-90	Cs-137	Cs-134
廃スラッジの固形分 1gあたりの核種濃度	3.37E+8	2.61E+7	5.30E+5

- 表6を用いて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保守的に満水の状態でのインベントリを算出する。
 - 廃スラッジ一時貯留タンクには貯槽Dより回収した廃スラッジの固形分濃度が200g/Lの濃度となるように調整するため、容量2m³が満水となった場合のタンク内に含まれる廃スラッジ重量から算出する。
 - 廃スラッジの重量 : $200\text{g}/\text{L} \times 2000\text{L} = 400\text{kg}$
 - Sr-90 : $3.37E+8\text{Bq}/\text{g} \times 400\text{kg} \times 1000 = 1.35E+14\text{Bq}$
 - Cs-134 : $5.30E+5\text{Bq}/\text{g} \times 400\text{kg} \times 1000 = 2.12E+11\text{Bq}$
 - Cs-137 : $2.61E+7\text{Bq}/\text{g} \times 400\text{kg} \times 1000 = 1.05E+13\text{Bq}$

1.設備内の最大貯留インベントリの算出方法

- 遠心分離機処理水受タンクは遠心分離機による脱水後の上澄み水が流入し、容量2m³が満水となった場合のタンク内に含まれる廃スラッジ重量から算出する。
 - 廃スラッジの固形分の密度は3.3g/mL(比重：3.3)であり、廃スラッジの固形分が200g/Lであることから、1Lの廃スラッジに含まれる固形分と水分の体積は下記となる。
 - ✓ 廃スラッジの固形分の体積： $200\text{g} \div 3.3\text{g/mL} = 60.61\text{mL}$ 水分の体積： $1000\text{mL} - 60.61\text{mL} = 939.39\text{mL}$
 - 濃度が200g/Lで1Lのスラリーを遠心分離機で脱水した場合、回収率96.5%から、脱水物に193g、分離水に7g移行する。
 - ✓ 廃スラッジの脱水物： $200\text{g} \times 96.5\% = 193\text{g}$ 分離水： $200\text{g} - 193\text{g} = 7\text{g}$
 - 一方、脱水物が含水率50wt%では、水の密度が1g/mL(比重1.0)で、廃スラッジと水分の割合は50:50となり、脱水物にも水分が193g移行する。
 - ✓ 脱水物の水分： 193g 分離水： $939.39\text{mL} \times 1.0\text{g/mL} = 939.39\text{g}$ $939.39\text{g} - 193\text{g} = 746.39\text{g}$
 - よって廃スラッジの固形分200gは脱水物に193g/分離水に7g、水分939.39gは脱水物に193g/分離水に746.39gとなる。
 - 分離水側に流れる7gの廃スラッジの固形分 ($7/3.3 = 2.12\text{mL}$) 1L当たりの重量は比例計算より9.4g/Lとなり、タンク容量2m³で18.8kgの廃スラッジとなる。
 - ✓ 分離水側の廃スラッジ1Lあたりの重量： $7\text{g} \times 1000\text{mL} \div (2.12\text{mL} + 746.39\text{mL}) = 9.4\text{g/L}$
 - ✓ タンク容量2m³の廃スラッジ量： $9.4\text{g/L} \times (2 \times 1000)\text{L} = 18.8\text{kg}$
 - Sr-90： $3.37\text{E}+8\text{Bq/g} \times 18.8\text{kg} \times 1000 = 6.34\text{E}+12\text{Bq}$
 - Cs-134： $5.30\text{E}+5\text{Bq/g} \times 18.8\text{kg} \times 1000 = 9.96\text{E}+9\text{Bq}$
 - Cs-137： $2.61\text{E}+7\text{Bq/g} \times 18.8\text{kg} \times 1000 = 4.91\text{E}+11\text{Bq}$

1.設備内の最大貯留インベントリの算出方法

- 遠心分離機にて脱水した脱水物を、容量1m³まで充填した場合の容器内に含まれる廃スラッジ重量より算出する。
 - 廃スラッジ保管容器内の廃スラッジ量は含水率が50wt%の場合、下記の量となる。
 - ✓ 含水率50wt%の場合、廃スラッジの固形分と水の割合は50 : 50
 - ✓ 廃スラッジの固形分の密度は3.3、水を1.0とすると容積は $50 \div 3.3 = 15.152$
廃スラッジの固形分と水の容積比は15.152 : 50となる。
 - ✓ 廃スラッジの固形分の容積は $1 \div (15.152 + 50) \times 15.152 = 0.2325\text{m}^3$ 、水の容積は $1\text{m}^3 - 0.2325\text{m}^3 = 0.7675\text{m}^3$
 - ✓ 廃スラッジ重量は $232.5\text{L} \times 3.3 = 767.3\text{kg}$ 、水の重量は $767.5\text{L} \times 1 = 767.5\text{kg}$
 - ✓ Sr-90 : $3.37\text{E}+8\text{Bq/g} \times 767.3\text{kg} \times 1000 = 2.59\text{E}+14\text{Bq}$
 - ✓ Cs-134 : $5.30\text{E}+5\text{Bq/g} \times 767.3\text{kg} \times 1000 = 4.07\text{E}+11\text{Bq}$
 - ✓ Cs-137 : $2.61\text{E}+7\text{Bq/g} \times 767.3\text{kg} \times 1000 = 2.00\text{E}+13\text{Bq}$
- 以上より施設内の最大貯留インベントリは下記表となる。

表7 施設内の最大貯留インベントリ

Bq	Sr-90	Cs-134	Cs-137
廃スラッジ一時貯留タンク	1.35E+14	2.12E+11	1.04E+13
遠心分離機処理水受タンク	6.34E+12	9.96E+9	4.91E+11
廃スラッジ保管容器	2.59E+14	4.07E+11	2.00E+13
合計	4.00E+14	6.29E+11	3.09E+13

以降 参考資料

TEPCO

除染装置スラッジの放射性物質質量について

- 造粒固化体貯槽(D)内 (貯槽D) 放射性物質質量は、運転期間中(2011/6~2011/9)のSr-90の入口-出口放射能濃度の最大差に汚染水処理量を乗じたものとしている。当該値は2017/2/10に開催された第5回特定原子力施設放射性廃棄物規制検討会にて公表済み。

$$\text{Sr-90総核種量} = \text{入口-出口放射能濃度の最大差} \times \text{汚染水処理量}$$

$$(1\text{E}16\text{Bq}^{*1}) \quad (1.38\text{E}11\text{Bq}/\text{m}^3) \quad (76,350\text{m}^3)$$

入口-出口放射能濃度

対象核種 Sr-90	2011/7/13	2011/8/9	2011/9/6	最大放射能濃度
入口水濃度 (Bq/m ³)	1.5E11	1.2E11	7.8E10	1.5E11-1.2E10= 1.38E11
出口水濃度 (Bq/m ³)	1.5E10	1.2E10	2.5E10	

分析値出典：
 ・汚染水処理二次廃棄物の放射能評価のための水処理設備出入口水の分析
 2016/3/31 技術研究組合国際廃炉研究開発機構(IRID)/日本原子力研究開発機構(JAEA)
 ・汚染水の分析結果について
 2012/9/24 日本原子力研究開発機構(JAEA)
 ※1：2011/3/11時点に補正したインベントリ値

3回のサンプリング結果の平均値1.16E11に対して最大値1.5E11は、約1.3倍の開きがあるため、この変動分インベントリ値に掛け合わせる。

(参考) その他の除染装置スラッジの放射性物質質量評価方法

評価項目	評価方法	評価値	備考
実スラッジの分析結果	全β分析値(8.2E13Bq/m ³) × 沈降スラッジ量 (約37m ³)	3E15 Bq	分析結果から算出したインベントリと運転期間中の実績値と比較して低いため過小評価と考えられる。 出典：廃棄物試料の分析結果 (水処理設備処理二次廃棄物・滞留水) 2018/3/29 IRID/JAEA
Dピット内の最大放射能濃度の想定値 (2011/8/15検討時点)	想定濃度(3.4E14Bq/m ³) × 廃スラッジ量*2(約579m ³)	2E17 Bq	除染装置運転開始当初に想定した放射能濃度を元にDピット内で保管可能な最大放射能を計算しており、過大評価と考えられる。 (想定濃度は実施計画Ⅱ-2-2-5-添付7表-1に記載)

※2:廃スラッジ量：上澄み水量+沈降スラッジ量 1

【参考】貯槽D内の廃スラッジ量

- 除染装置スラッジに使用した試薬により、発生した廃スラッジ量を合計した結果、約30トンとなる。

表 貯槽D内の廃スラッジ量

試薬	廃スラッジ量(kg)
HMA-1(フェロシアン化合物) (Cs吸着剤)	約4,220
HMA-2(塩化バリウム) (Sr吸着剤)	約19,240
ポリ鉄(鉄系凝集剤) (凝集剤)	約4,600
タイパック(無機高分子凝集剤) (凝集剤)	約530
ダイヤブロック(高分子凝集剤) (凝集剤)	約900
マイクロサンド(凝集剤) (凝集促進剤)	約510
合計	約30,000

【参考】変動分の考え方

- 表1に記載のインベントリ値は、除染装置の運転期間中に採取したサンプルの分析値等を用いて算出しているが、サンプリング結果の入口濃度に変動が生じていることから、この変動分(平均値に対する差分：1.3倍)を核種濃度に掛け合わせる。

表 貯槽D内核種濃度(変動分含み)

Bq/cm ³	Sr-90	Cs-137
貯槽D内核種濃度	3.71E+8	2.83E+7

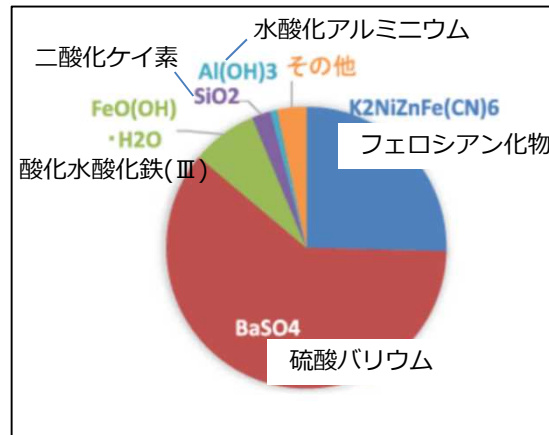
表 廃スラッジの固形分1gあたりの核種濃度(変動分含み)

Bq/g	Sr-90	Cs-137
廃スラッジの固形分 1gあたりの核種濃度	4.57E+8	3.49E+7

- 貯槽D内の核種濃度はSr-90が2.85E+8Bq/cm³、Cs-137が2.17E+7Bq/cm³となっており、その存在比は「92：8」となり、Sr-90が支配的な構成となっている。
- そのため、今回の設備設計にあたってのインベントリ設計では、支配的なSr-90の濃度のバラツキである1.3倍を変動分として、各核種へ乗じている。

【参考】廃スラッジの性状および核種について

- 2017年7月に実スラッジを採取し、構成物質、性状、放射能濃度の測定を行っている。
 - 構成物質はSEM-EDXにより元素組成を測定し、硫酸バリウムが最も多く、次いでフェロシアン化物、水酸化鉄(Ⅲ)が多く存在するものと推定している。
 - スラッジの性状はスラッジを蒸発乾燥させ測定し、粒度分布を画像解析法により測定した。
 - 放射能濃度は**最も高い核種がSr-90となっており、次いでCs-134、Cs-137となっている。その他の核種については2桁程度下回った値が計測されている。**



物質構成比 (元素より物質を仮定)

表 廃スラッジの性状

廃スラッジの性状	
密度	1.176g/ml
乾燥重量	0.253g
質量比(%)	固体：21.5% 液体：78.5%
平均粒子径(体積基準)	10.3μm
最大粒子径	21.9μm

廃スラッジの密度は記載の密度と乾燥重量から3.3と算出。

表 スラッジの放射能濃度※ (Bq/cm³)

⁵⁴ Mn	⁶⁰ Co	¹²⁵ Sb	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	²³⁸ Pu
4.1E+04	5.9E+03	2.6E+04	7.2E+06	7.1E+06	6.6E+07	1.4E-02

Cs-134は本資料の分析結果の比率より算出する。

【出典】平成30年7月26日 技術研究組合 IRID/JAEA 廃棄物試料の分析結果 (瓦礫、水処理設備処理二次廃棄物、汚染水、処理水、土壌)

※：放射能濃度は、2011.3.11において補正

【参考】遠心分離機により模擬スラッジの脱水結果について

- 遠心分離機の回収率は模擬スラッジによる要素試験の結果を基に設定している。
- 要素試験は実機の運転状況（スラッジ充填時間、供給量、回転率）を模して実施し、供給水と分離水の濃度を比較して回収率を確認した。
- 廃スラッジの遠心分離機による脱水は、回収率を向上させるために1回目の分離水を再度、供給水として脱水を行う。これを3回繰り返し（1バッチ分）、最終的な回収率を算出した。
- その結果、概ね96.5%程度の回収率があることを確認している。

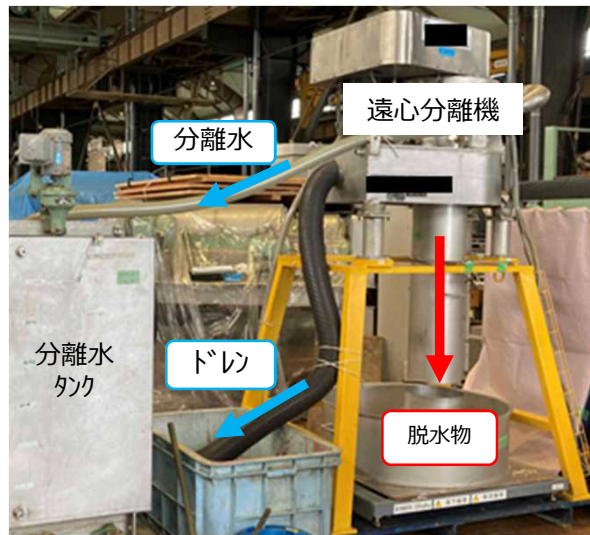


図. 遠心分離機外観

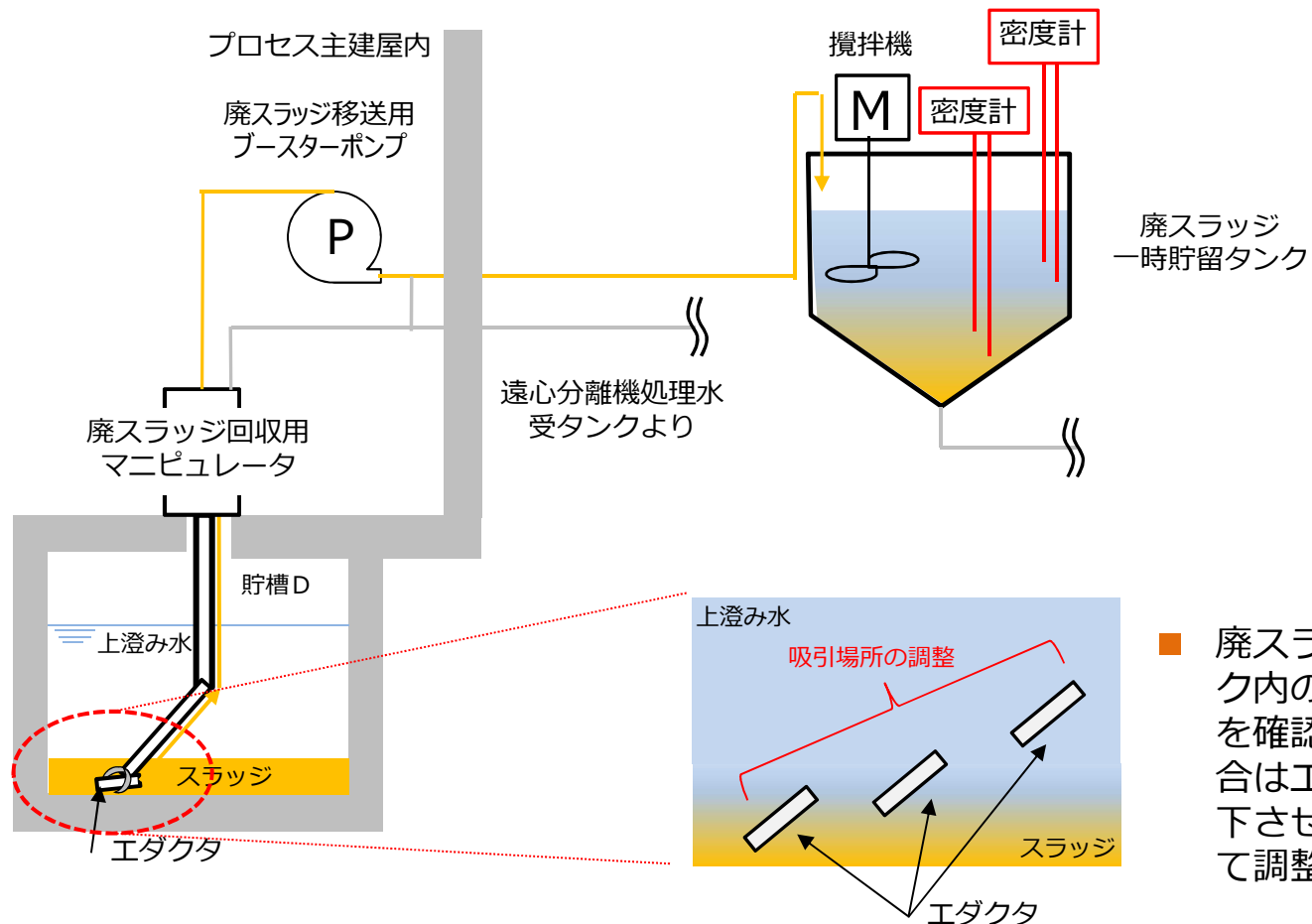
脱水回数と固形分濃度 (g/L)

	供給水濃度	分離水濃度	回収率
1回目	20.09 - 20.44	1.94 - 2.29	88.8 - 90.3%
1回目の分離水を供給			
2回目	1.94 - 2.29	0.84 - 1.19	48.0 - 56.7%
2回目の分離水を供給			
3回目	0.84 - 1.19	0.54 - 0.89	25.2 - 35.7%
結果	20.09	0.54	97.31%
	20.44	0.89	95.64%

↓
96.5%

【参考】廃スラッジの濃度調整

- 回収した廃スラッジの濃度は廃スラッジ一時貯留タンクに設置される密度計にて確認する。廃スラッジ一時貯留タンク内の廃スラッジの固形分濃度が200 g/L以上となった場合は、Dピット内の上澄み水を回収し、廃スラッジ一時貯留タンク内で濃度調整を行う。



- 廃スラッジ一時貯留タンク内の密度計により濃度を確認し、濃度が高い場合はエダクタの位置を上下させ上澄み水を吸引して調整する。

【参考】廃スラッジ回収設備内のインベントリについて


- 造粒固化体貯槽(D)内（以下、貯槽D）のインベントリの確認のために実スラッジを採取し分析しているが、1点のみの分析値では代表性に疑いがあるため、除染装置運転期間中の分析値から算出している。
- 算出に際しては、保守的となるように運転期間中(2011/6～2011/9)に分析した入口-出口放射能濃度の最大差を運転終了までの全通水量に乗じて算出している。

表 算出方法の違いによるインベントリ

評価項目	評価方法	評価値(Sr-90)
実スラッジの分析結果	全β分析値(8.2E+13Bq/m ³) ^{※1} × 沈降スラッジ量(約37m ³)	3E+15 Bq
運転期間中の入口-出口放射能濃度の最大差	入口-出口濃度の最大差(1.4E+11Bq/m ³) × 汚染水処理量(76,350m ³)	1E+16 Bq

※1 出典：廃棄物試料の分析結果（水処理設備処理二次廃棄物・滞留水）2018/3/29 IRID/JAEA

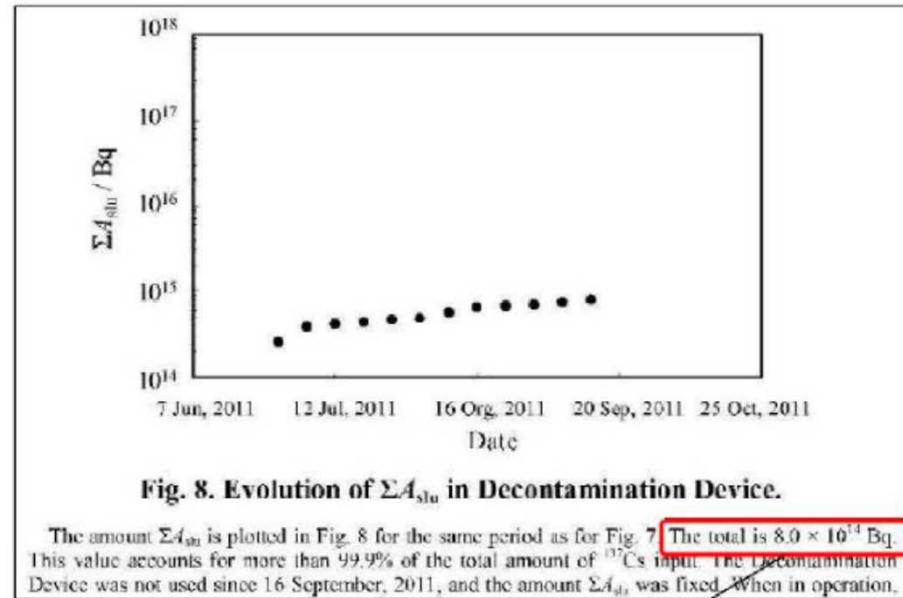
- 設備設計上の放射能濃度は上記から更に、分析した入口-出口水濃度の平均値に対して最大の変動分(30%)を放射能濃度に乗じており、設備内のスラッジ濃度も保守的となるような設定としている。


E-Journal of Advanced Maintenance Vol.7-2 (2015) 138-144
Japan Society of Maintenance

Inventory estimation of ^{137}Cs in radioactive wastes generated from contaminated water treatment system in Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

Jun KATO^{1,2,*} and Yoshihiro MEGURO^{1,2}

¹Japan Atomic Energy Agency, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1194, Japan
²International Research Institute for Nuclear Decommissioning, Minato-ku, Tokyo 105-0004, Japan



① EJAM文献

The total is 8.0×10^{14} Bq.

【参考】インベントリ評価における核種による寄与について

- 事故時の敷地境界線量評価は、廃スラッジ一時貯留タンク、遠心分離機処理水受タンクの満水時、廃スラッジ保管容器の満充填時の「Sr-90、Cs-134、Cs-137」にて評価を行っている。
- その他の核種の影響について確認する。

表 スラッジの放射能濃度※ (Bq/cm³)

⁵⁴ Mn	⁶⁰ Co	¹²⁵ Sb	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	²³⁸ Pu
4.1E+04	5.9E+03	2.6E+04	7.2E+06	7.1E+06	6.6E+07	1.4E-02

【出典】平成30年7月26日 技術研究組合 IRID/JAEA 廃棄物試料の分析結果（瓦礫、水処理設備処理二次廃棄物、汚染水、処理水、土壌）

※：放射能濃度は、2011.3.11において補正

- 「Sr-90、Cs-134、Cs-137」の放射能濃度から線量率※を比較すると、最も高いのはCs-134となるため残りの核種のうち最もγ線エネルギーの高いCo-60と線量率を比較する。
- その結果、下記表となり、Co-60はCs-134に対して約0.14%程度となる。

¹³⁴ Cs	⁶⁰ Co
1.2E-03	1.6E-06

※水線源中での放射能度から線量率への換算係数

- γ線のエネルギーはCo-60 (1.332E+06)、Cs-134 (7.96E+05) とCs-134より高いが、実効線量透過率（鉄1cm）の差は約1.02倍程度であることから、透過率を考慮（線量率に乗じる）してもCo-60の線量率はCs-134の1%以下であることからCo-60の影響はないと考えられる。
- なお、同様の手法にてMn-54,Sb-125も確認したところ、Mn-54はCo-60よりも線量率への影響が大きくなるが、Mn-54,Co-60,Sb-125を合計してもCs-134に対して1%以下であることから影響はないと考えられる。
- 除染装置の運転期間中（2011/6~2011/9）の除染装置入口水（地下滞留水）の放射能濃度を確認したところCs-134とCs-137の比率は概ね同比率であった。

【参考】遠心分離機処理水受タンクの廃スラッジ充填量と上澄み水

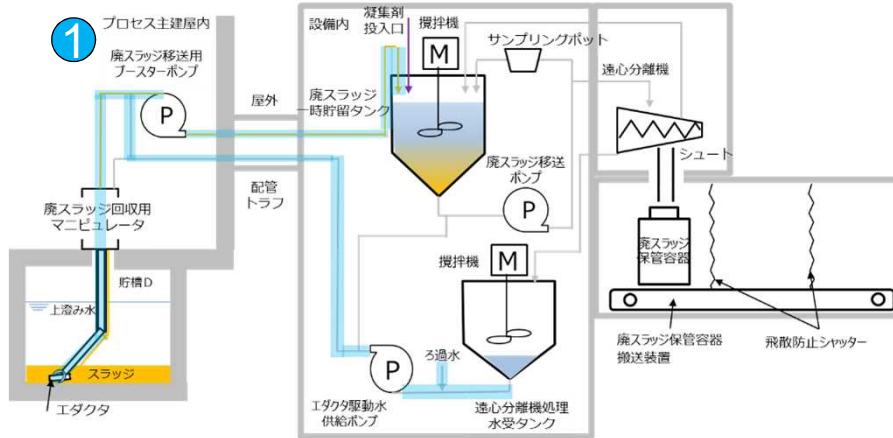
- 遠心分離機処理水受タンクは遠心分離機による脱水後の上澄み水が流入し、最大2m³を貯留可能であり、その際の廃スラッジ量は18.8kgとなっている。
- それぞれの放射能インベントリを評価した結果は下記となり、遠心分離機処理水受タンク内では廃スラッジによるインベントリが支配的となっている。
 - 上澄み水：2 (m³) × 2.9E+04 (Bq/cm³) = **5.8E+10Bq**
 - 廃スラッジ：3.37E+8 (Bq/g) × 18.8 (kg) × 1000 = **6.34E+12Bq**

－ 上澄み水分析結果 －

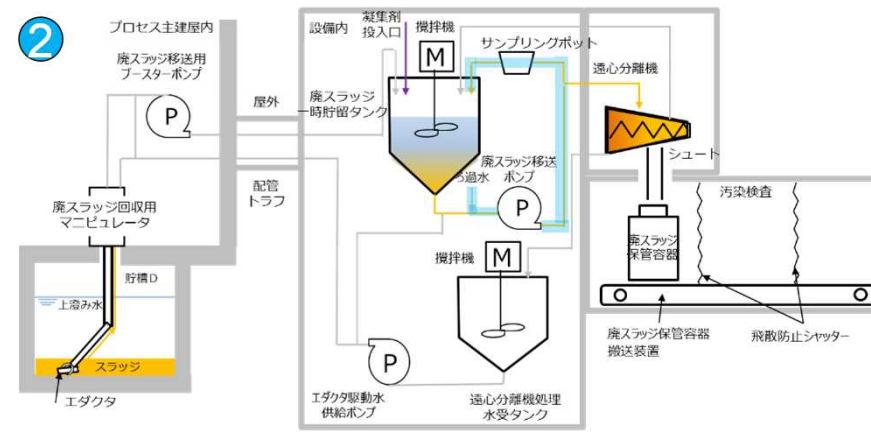
上澄み水の放射能濃度 (Bq/cm³)

⁵⁴ Mn	⁶⁰ Co	¹²⁵ Sb	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	³ H
ND	ND	(未測定)	2.2E+01	1.7E+02	2.9E+04	2.6E+03

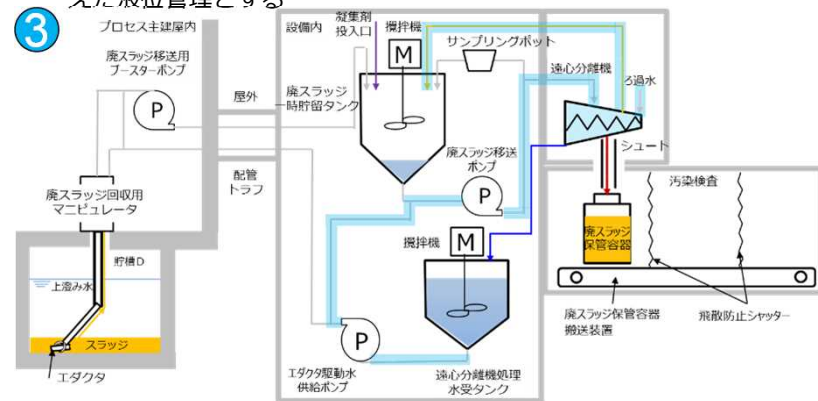
【参考】設備運転手順（概略）



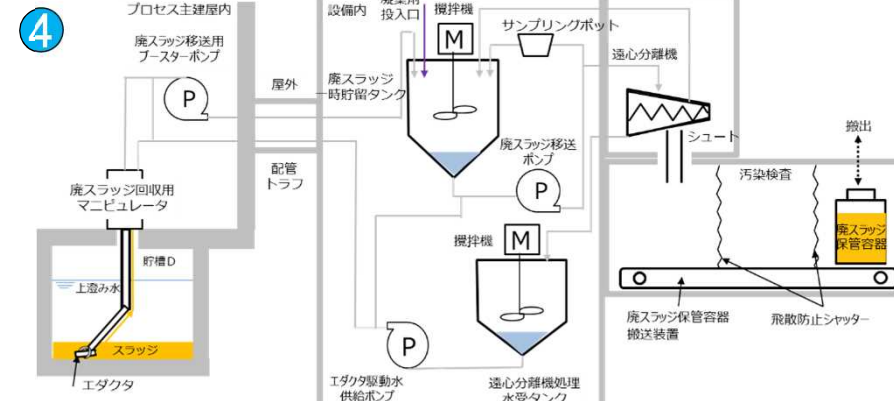
- 貯槽Dから廃スラッジ一時貯留タンクへ廃スラッジを移送。
(必要に応じて凝集剤を投入)
- 廃スラッジ一時貯留タンクが満水となった後に配管内を洗浄する。
洗浄水は廃スラッジ一時貯留タンクに流入するが、洗浄水量を踏まえた液位管理とする



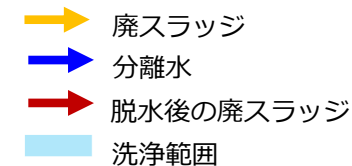
- 廃スラッジのサンプリングを行う場合は遠心分離機への移送配管から分岐させて実施し、サンプリングを実施ごとに洗浄する。



- 廃スラッジ一時貯留タンクから遠心分離機へ遠心分離機の容量である約8L程度のスラリーを移送。
- 遠心分離機により遠心分離機の容量である約8L程度のスラリーの脱水処理を実施。脱水後の廃スラッジは廃スラッジ保管容器へ投入し、分離水は遠心分離機処理水受タンクに移送。
- 遠心分離機の脱水は廃スラッジ一時貯留タンク約2m³に対して3回脱水運転（1バッチ）を行う。（脱水後の分離水を再度、遠心分離を行い回収効率を向上させる）
- 配管と遠心分離機内の洗浄は上記の脱水後に実施する。なお、洗浄後の廃液は廃スラッジ一時貯留タンクへ移送することで、同配管についても洗浄される。



- ①～③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設備内から搬出し、新たな容器を搬入する。



以降 技術会合資料

TEPCO

廃スラッジ回収設備のダスト閉じ込め対策および 負圧維持方針について



2023年3月27日

東京電力ホールディングス株式会社

□ 設備概要

- 廃スラッジ回収設備の設置目的
- 廃スラッジ回収設備の設置位置
- 廃スラッジ回収設備の系統概略図

□ 技術会合の付議方針

- 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
- 廃スラッジ回収設備に関する技術会合スケジュール

□ ダスト閉じ込め対策

- 廃スラッジ回収設備のダスト閉じ込め対策の設計方針
- 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
- 廃スラッジ回収設備のダスト管理区分
- 廃スラッジ回収設備内のダスト閉じ込め方法
- ダスト取扱エリアの閉じ込め対策について（遠心分離機下部）
- 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の動作と閉じ込め対策（換気空調設備の停止時）
- ダスト取扱エリアの閉じ込め対策について（蓋着脱装置）
- 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）

□ 負圧維持方針

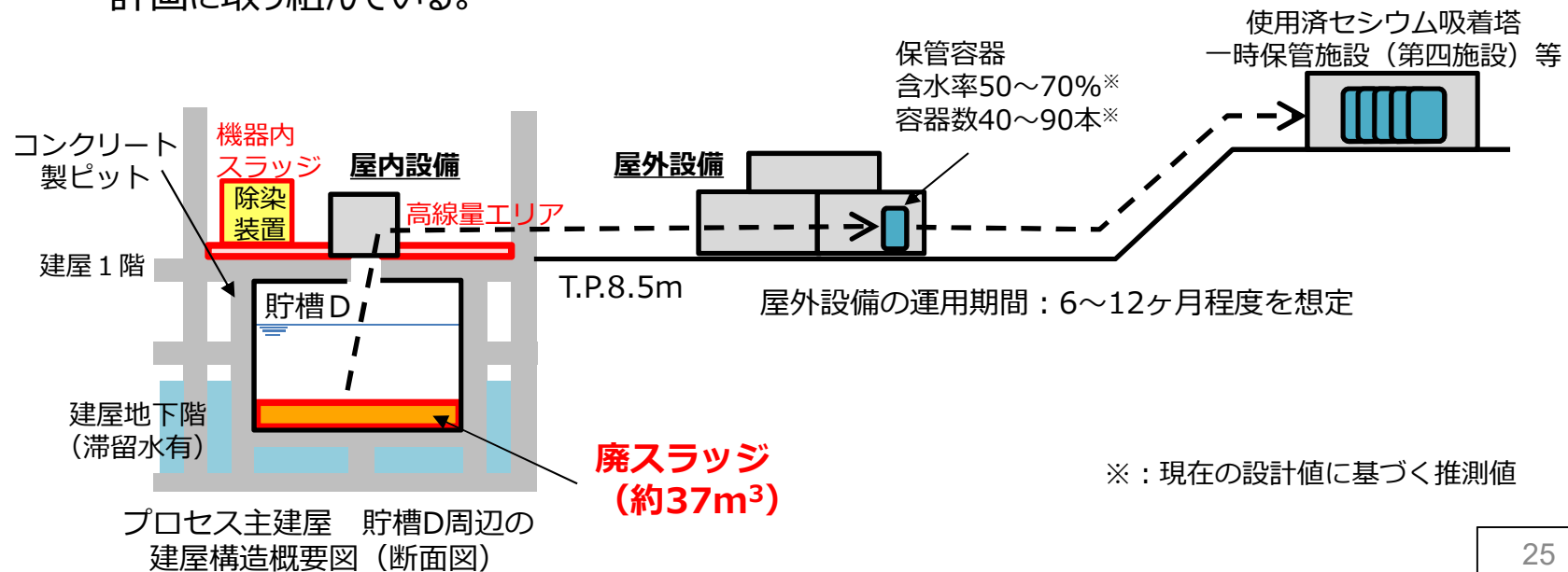
- 換気空調設備の系統設計方針
- 廃スラッジ回収設備内の負圧維持方針
- 非常用電源の設置方針（異常時の設備外への影響）

□ その他

- 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

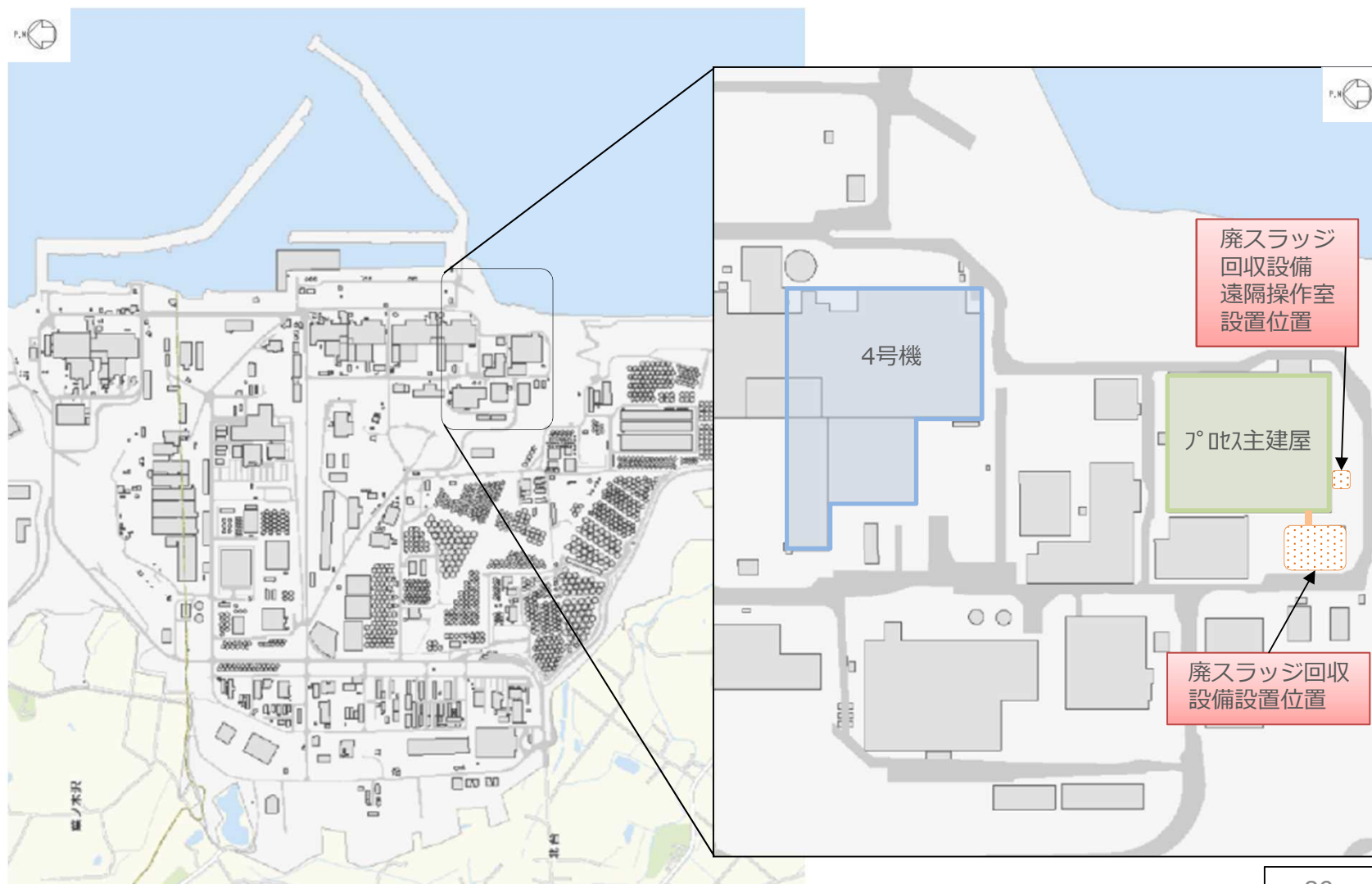
■ 廃スラッジ回収設備設置の目的

- プロセス主建屋に設置の除染装置については、震災後に発生した汚染水进行处理するため、2011年6月～9月にかけて運転していた。運転中に発生した高濃度スラッジ(放射性物質を凝縮したものの。以下、廃スラッジ)については、同建屋内の造粒固化体貯槽(D)(以下、貯槽D)に保管されている。
- プロセス主建屋はT.P.8.5m盤にあるが、津波の引き波による廃スラッジの屋外流出リスクについては、既往最大事象3.11津波対策として、建屋の開口部である出入口、管路貫通孔の閉塞等を実施した(2018年9月完了)。
- 既往最大事象を超える津波(検討用津波)への対策を目的に、貯槽Dから廃スラッジを抜き出し、保管容器に入れて、検討用津波到達高さ以上の高台エリア(T.P.33.5m盤)に移送する計画に取り組んでいる。



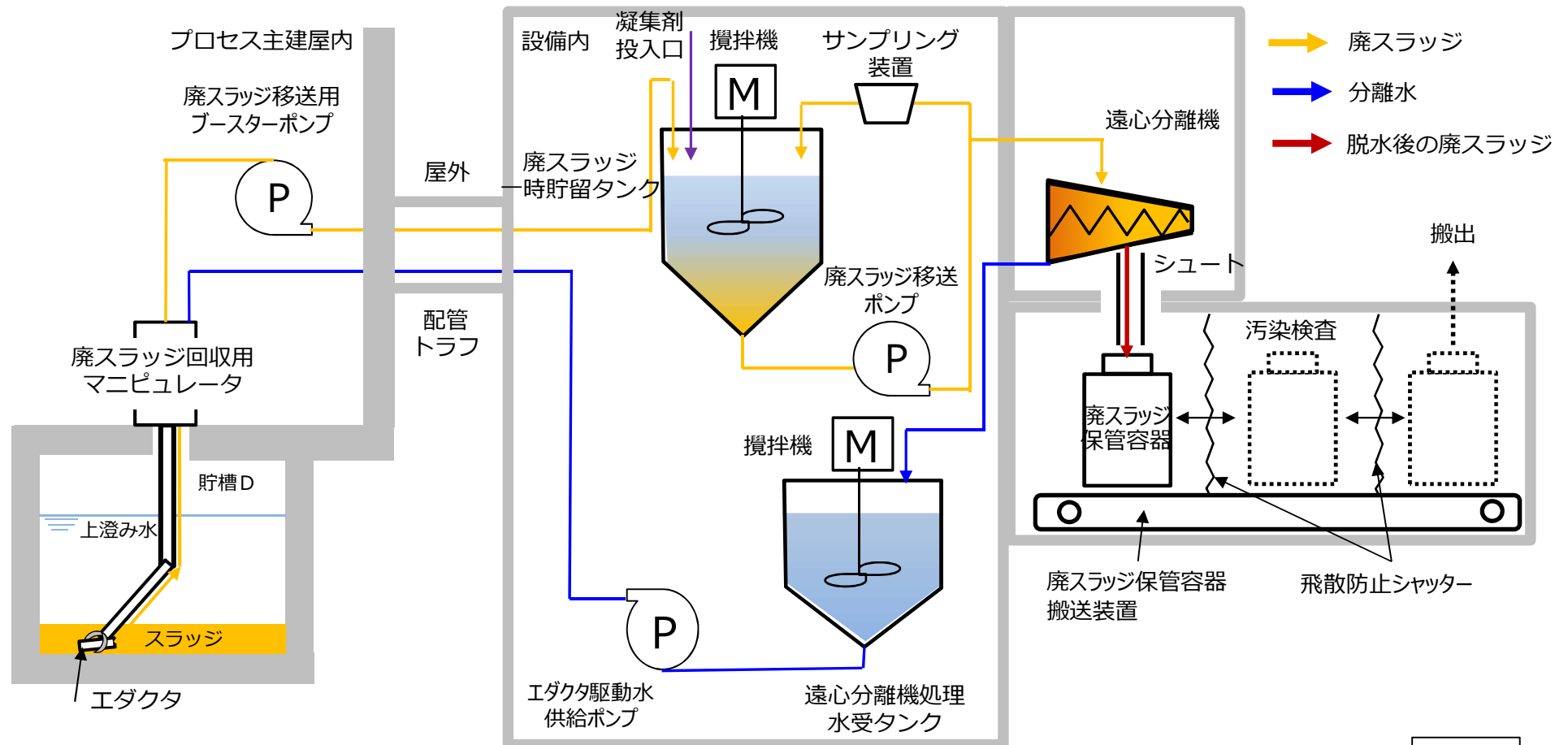
廃スラッジ回収設備の設置位置

- 廃スラッジ回収設備はプロセス主建屋西側の空き地に設置することを計画中。



廃スラッジ回収設備の系統概略図

- 貯槽D内に貯留している廃スラッジは廃スラッジ回収用マニピュレータに把持させたエダクタによって吸引する。
- 吸引した廃スラッジは廃スラッジ移送用ブースターポンプを介して、屋外に設置した廃スラッジ回収設備内の廃スラッジ一時貯留タンクへ移送し、遠心分離機にて脱水処理を行う。
- 脱水処理した廃スラッジは直下の廃スラッジ保管容器にシュートを介して充填し、分離水は遠心分離機処理水受タンクへ貯留し、エダクタの駆動水として再利用する。



廃スラッジ回収設備系統概略図

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



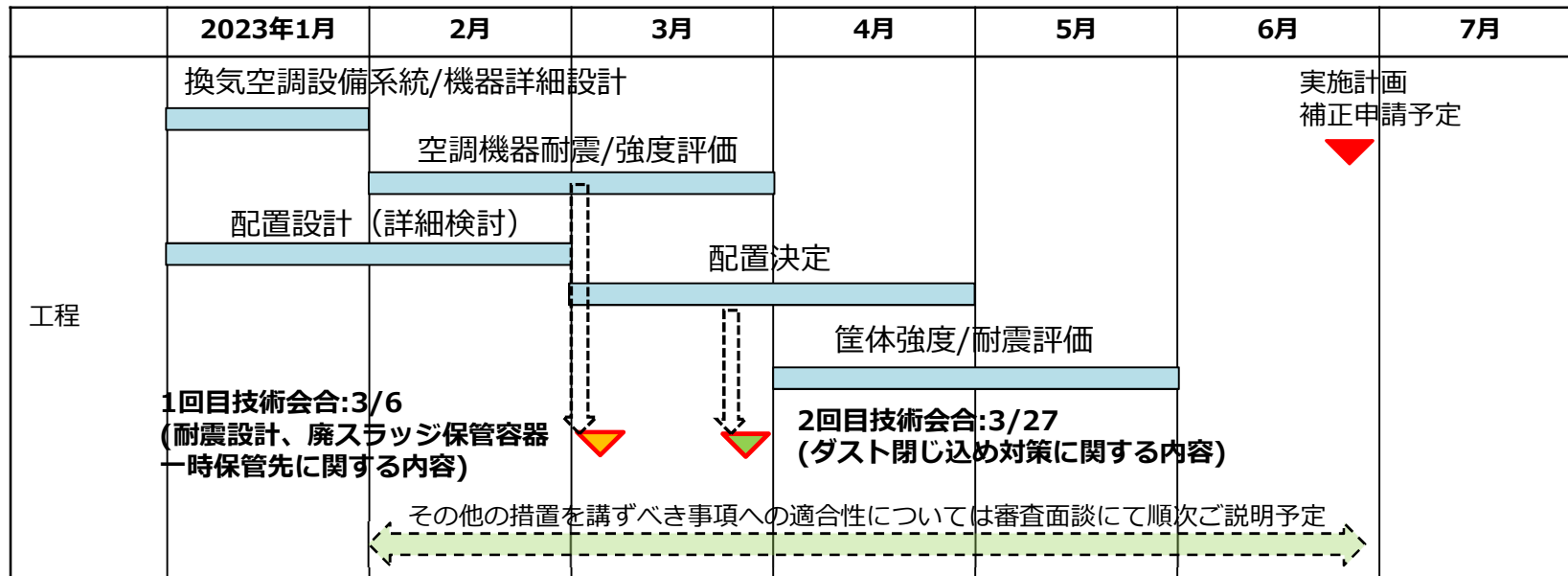
- 措置を講ずべき事項の該当項目については、下記の通りの整理と考えており、耐震クラス設定、ダスト閉じ込め対策に関わる内容を中心にご説明させて頂いている。その他の項目についても引き続き、審査面談にてご説明させて頂く。

措置を講ずべき事項に該当する項目	状況	ご説明内容/予定
I. 全体工程及びリスク評価について講ずべき措置	面談予定	リスクマップに沿って引き続きリスク低減策に取り組んでいき、有効性や安全性について実施計画に記載する。
II. 設計、設備について措置を講ずべき事項		
8. 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理 前回説明	説明中	廃スラッジ保管容器の一時保管先、遮へい対策について、3/6にご説明。
9. 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理	面談予定	設備内には液体放射性物質も内包することから、本項目に準じた措置について審査面談にて説明予定。
10. 放射性気体廃棄物の処理・管理 今回説明	説明中	換気空調設備の機器仕様、系統設計を踏まえた3段階の閉じ込め対策および負圧管理、基準等への準拠状況を説明中。 準拠状況について、今回、ご説明。
11. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等	面談予定	運転中の設備による敷地境界線量への影響および設備からの排気による敷地境界線量への影響について審査面談にて説明予定
12. 作業員の被ばく線量の管理等	説明中	屋外、プロセス主建屋内部の雰囲気線量について説明中。具体的な作業内容、被ばく線量について審査面談にて説明予定
13. 緊急時対策	面談予定	緊急時の対応方針および通信連絡設備・手段について審査面談にて説明予定
14. 設計上の考慮 ①準拠規格及び基準	説明中	設計、材料の選定、製作及び検査について適切と認められる規格及び基準に対する基本方針を説明中。具体的な適用基準については審査面談にて説明予定
②自然現象に対する設計上の考慮 前回説明	説明中	事故時の公衆被ばく線量評価に応じた耐震クラスの設定方法、評価方法および評価結果について説明中。 設備の耐震クラスの考え方について、3/6にご説明。
③外部人為事象に対する設計上の考慮	面談予定	設備への不法な接近等に対して講じる措置について審査面談にて説明予定
④火災に対する設計上の考慮	説明中	設備の主要構造部材の選定に関する基本方針を説明中。具体的な構造部材については審査面談にて説明予定
⑤環境条件に対する設計上の考慮	面談予定	設備の運転期間での経年劣化に対する方針および保管容器の耐久性について審査面談にて説明予定
⑦運転員操作に対する設計上の考慮	面談予定	設備の運転時の誤操作防止措置、誤操作時のインターロック等について審査面談にて説明予定
⑧信頼性に対する設計上の考慮	面談予定	設備の安全機能を達成するために講じる措置について、審査面談にて説明予定
⑨検査可能性に対する設計上の考慮	面談予定	供用前の健全性確認、機能および能力を確認できる設備であることを審査面談にて説明予定
III. 特定原子力施設の保安のために措置を講ずべき事項	面談予定	廃棄物管理および気体廃棄物管理に関する内容について審査面談にて説明予定

廃スラッジ回収設備に関する技術会合スケジュール



- 廃スラッジ回収設備の技術会合について
 - 前頁の該当項目の中でも特に重要と考えている耐震クラスの設定、廃スラッジ保管容器の一時保管先、およびダスト閉じ込め対策について2022年度中に技術会合へとお諮りする。
- 1回目の技術会合は3月6日に下記の議論をさせて頂いている。
 - 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いた廃スラッジ回収設備の耐震クラスおよび同考え方に基づいた換気空調設備の耐震クラスについて
 - 脱水した廃スラッジを充填した廃スラッジ保管容器を第四施設に一時保管することについて
- 2回目の技術会合として3月27日に、ダスト閉じ込め対策に関わる下記の内容を議論させて頂く。
 - 使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則に対する準拠方針
 - ダスト閉じ込め対策の設計方針（3段階のダスト閉じ込め方針、負圧管理方針）
 - 換気空調設備の設計方針（系統設計方針、非常用電源の設置方針）





■ : 設計工程

- ダスト閉じ込め対策については監視評価検討会等において、「廃スラッジ回収施設に係る確認事項」「スラリー安定化処理設備に関する確認事項」等として、以下をご提示を頂いている状況。
- 廃スラッジ回収設備は上記に加えて、設備の目的、供用期間等、使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則を準拠し適切な設計を行う。

ダスト閉じ込め対策に関するご提示（抜粋）

- 【第92回特定原子力施設監視・評価検討会（資料2-1）「スラリー安定化処理設備に関する確認事項」】
 - ・非密封の放射性物質は、限定された区域内で取り扱う設計とすること。その区域は気密性の確保・負圧維持などにより、放射性物質を漏えいさせない設計とすること。
 - ・非密封で扱う区域の外側に中間的な区域を設け、漏えいした場合にもその中間的な区域内に保持することができ設計とすること。
- 【第95回特定原子力施設監視・評価検討会（資料3-1）「廃スラッジ回収施設に係る確認事項」】
 - 廃スラッジ（Sr-90 等が TBq オーダー）を非密封で取り扱う区域（鉄セル等）を設定していること。当該区域について、常時負圧の維持機能・浄化機能を備えていること。
- 【R4.8.19 福島第一原子力発電所における実施計画の変更認可申請（多核種除去設備スラリー安定化処理設備の設置）に係る面談「スラリー安定化処理設備に関する指摘事項」】
 - 「それぞれの気圧は、原則として、構築物、セル等、系統及び機器の順に低くすること」という要求に対し、構築物（東京電力説明資料では「一般エリア」と記載）も負圧を維持すること。

ダスト閉じ込め対策に対する検討事項	廃スラッジ回収設備での対応方針
<p>【第92回特定原子力施設監視・評価検討会（資料2-1）「スラリー安定化処理設備に関する確認事項」】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非密封で扱う区域の外側に中間的な区域を設け、漏えいした場合にもその中間的な区域内に保持することができる設計  <p>イメージ(平面図)</p> <p>【第95回特定原子力施設監視・評価検討会（資料3-1）「廃スラッジ回収施設に係る確認事項」】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・廃スラッジ（Sr-90 等が TBq オーダー）を非密封で取り扱う区域（鉄セル等）を設定していること。当該区域について、常時負圧の維持機能・浄化機能を備えていること。 <p>【R4.8.19 福島第一原子力発電所における実施計画の変更認可申請（多核種除去設備スラリー安定化処理設備の設置）に係る面談「スラリー安定化処理設備に関する指摘事項」】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「それぞれの気圧は、原則として、構築物、セル等、系統及び機器の順に低くすること」という要求に対し、構築物（東京電力説明資料では「一般エリア」と記載）も負圧を維持すること。 	<p>・放射性物質を非密封で扱う区域の周辺に中間的な区域を設定する。ただし、配置設計上、非密封で扱う区域は最も設備外壁側とする必要があり、区域境界と設備外壁が共用となる。そのため、設備外壁側に貫通孔を設置しない対策を行う。（P.16~P.27参照）</p>  <p>イメージ(平面図)</p> <p>・廃スラッジを非密封で取り扱う区域はダスト取扱エリアと設定し、運転中およびメンテナンス中は周囲に対して負圧を維持する。また排気はHEPAフィルタにより浄化する。（P.28~P.29参照）</p> <p>・廃スラッジ回収設備内は「ダスト取扱エリア」「ダスト管理エリア」「通常エリア」と区域設定し、ダスト取扱エリア<ダスト管理エリア<通常エリアとなるように負圧を維持する。（P.28~P.29参照）</p>

ダスト閉じ込め対策に対する検討事項	廃スラッジ回収設備での対応方針
<p>使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第2条(閉じ込めの機能)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・使用施設等は、放射性物質を限定された区域に適切に閉じ込めることができるものでなければならない。 <p>【解釈】</p> <p>1 第2条に規定する「限定された区域に適切に閉じ込める」とは、放射性物質を系統又は機器に閉じ込めること、又は放射性物質が漏えいした場合においても、フード、セル等若しくは構築物の管理区域内に保持することをいう。上記の「セル等」とは、セル、グローブボックスその他の気密設備のことをいう。</p> <p>2 使用施設等について、第2条に規定する「閉じ込めることができるもの」とは、以下の各号に掲げるものをいう。</p> <p>一 放射性物質を収納する系統又は機器は、放射性物質の漏えいを防止できる設計であること。また、内包する物質の種類に応じて適切な腐食対策が講じられていること。</p> <p>二 放射性物質が漏えいした場合に、その漏えいを確認することができること。また、漏えいが確認された場合、その拡大を防止することができること。</p> <p>三 放射性物質を気体又は液体で扱う系統及び機器は、放射性物質の逆流により、放射性物質が拡散しない設計であること。換気設備においても同様とする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・放射性物質は系統又は機器に閉じ込める設計とし、漏えいした場合でも構築物の内部に保持できる設計とする。 ・放射性物質は、配管等の機器類において閉じ込める設計とし、腐食による漏えい発生防止のため、性状等に応じて、ステンレス鋼、ポリエチレン材等を採用する。 ・廃スラッジを取り扱う区域は雰囲気線量計、漏えい検知器、ダストモニタ、監視カメラ、受けパン等を設置し、漏えいの早期検知および拡大防止が可能な設計とする。 ・廃スラッジを液体状で取り扱う系統および機器には適宜逆止弁を設置する。また、換気空調設備にも適宜隔離(逆止)ダンパを設置することにより逆流を防止する設計とする。

ダスト閉じ込め対策に対する検討事項	廃スラッジ回収設備での対応方針
<p>四 セル等の内部を負圧状態に保つ必要がある場合、当該セル等の内部は常時負圧に保たれていること。</p> <p>五 フードは、局所排気設備により開口部の風速を維持できるものであること。</p> <p>六 使用施設の内部の壁、床その他核燃料物質等によって汚染されるおそれのある部分は、平滑であり、突起物、くぼみ及び仕上材の目地等のすきまの少ない構造とすること</p> <p>七 使用施設の内部の壁、床その他核燃料物質等によって汚染されるおそれのある部分の表面は、気体又は液体が浸透しにくく、かつ、腐食しにくい材料で仕上げること。</p> <p>八 上記一から七までの規定に加え、プルトニウムを含む溶液又は粉末、使用済燃料、高レベル放射性廃棄物及び六ふっ化ウランを取り扱う使用施設においては、以下の各号に掲げる設計上の対策が講じられていること。</p> <p>①プルトニウムを含む溶液又は粉末、使用済燃料及び高レベル放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器は、原則として、セル等に収納されること。また、セル等は、放射性物質の取扱量や使用の方法に応じて、液体状の放射性物質が漏えいした場合に、その漏えいを検知し、漏えいの拡大を防止するとともに、漏えいした放射性物質を安全に回収・処理等を行うことができる設計であること。</p>	<p>・ 廃スラッジ回収設備内の負圧状態は換気空調設備停止時の公衆被ばくの影響を踏まえて、運転中およびメンテナンス中の負圧を維持する。(P.28~P.29参照)</p> <p>・ 廃スラッジ回収設備ではフードを使用した閉じ込めを計画していないため該当しない。</p> <p>・ 準拠した設備とする。</p> <p>・ 準拠した設備とする。</p> <p>・ 廃スラッジを取り扱う区域は雰囲気線量計、漏えい検知器、ダストモニタ、監視カメラ、受けパン等を設置し、漏えいの早期検知および拡大防止が可能な設計とする。また、仮設ポンプにより安全に回収等を行うことができる設計とする。</p>

ダスト閉じ込め対策に対する検討事項	廃スラッジ回収設備での対応方針
<p>② プルトニウムを含む溶液又は粉末、使用済燃料及び高レベル放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器、核燃料物質を非密封で大量に取り扱う系統及び機器、セル等並びにこれらを収納する構築物は、以下の事項を満足する排気系統を有すること。</p> <p>a) 排気系統は、放射性物質の漏えいを防止できる設計であり、かつ、逆流を防止できる設計であること。</p> <p>b) プルトニウムを含む溶液又は粉末、使用済燃料及び高レベル放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器、核燃料物質を非密封で大量に取り扱う系統及び機器、セル等並びにこれらを収納する構築物は、原則として、換気機能により常時負圧に保たれていること。また、それぞれの気圧は、原則として、構築物、セル等、系統及び機器の順に低くすること。</p> <p>c) 排気系統には、フィルタ、洗浄塔等の放射性物質を除去するための系統及び機器が適切に設けられていること。</p> <p>③ 六ふっ化ウランを取り扱う設備であって、六ふっ化ウランが著しく漏えいするおそれがあるものは、漏えいの拡大を適切に防止し得る構造であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ダスト取扱エリアの排気系統には隔離(逆止)ダンパを設置し漏えいおよび逆流を防止する設計とする。 ・廃スラッジ回収設備内は「ダスト取扱エリア」「ダスト管理エリア」「通常エリア」と区域設定し、ダスト取扱エリア<ダスト管理エリア<通常エリアとなるように負圧を維持する。(P.28~P.29参照) ・排気系統にはHEPAフィルタを設置し、放射性物質を除去する。 ・廃スラッジ回収設備では六ふっ化ウランは取り扱わない。

ダスト閉じ込め対策に対する検討事項	廃スラッジ回収設備での対応方針
<p>3 貯蔵施設について、第2条に規定する「閉じ込めることができるもの」とは、上記2のうち、当該貯蔵施設に該当するものに加えて、以下の各号に掲げるものをいう。</p> <p>一 容器の外における空気を汚染するおそれのある核燃料物質を入れる容器は、気密な構造とすること。ただし、セル等の気密設備の内部において貯蔵を行う場合その他核燃料物質が漏えいするおそれがない場合は、この限りでない。</p> <p>二 液体状の核燃料物質を入れる容器は、液体が漏れ又はこぼれにくい構造とし、かつ、液体が浸透しにくい材料を用いること。</p> <p>三 液体状又は固体状の核燃料物質を入れる容器であって、き裂、破損等の事故の生ずるおそれのあるものには、核燃料物質による汚染の広がりを防止するための器具を設けること。</p> <p>4 廃棄施設（保管廃棄施設を除く。）について、第2条に規定する「閉じ込めることができるもの」とは、上記2のうち、当該廃棄施設に該当するものに加えて、以下の各号に掲げるものをいう。</p> <p>一 使用施設に設けるフード、セル等の核燃料物質等の広がりを防止する装置は、排気設備に連結すること。</p> <p>二 焼却炉を設ける場合には、次の要件を満たすこと。</p> <p>① 焼却炉は、気体が漏れにくく、かつ、灰が飛散しにくい構造とすること。</p> <p>② 焼却炉は、排気設備に連結された構造とすること。</p>	<p>・廃スラッジ回収設備は核燃料物質を取り扱わない。</p> <p>・ダスト取扱エリアの排気はHEPAフィルタを設置した排気設備にて排気する。</p> <p>・廃スラッジ回収設備には焼却炉は設置しない。</p>

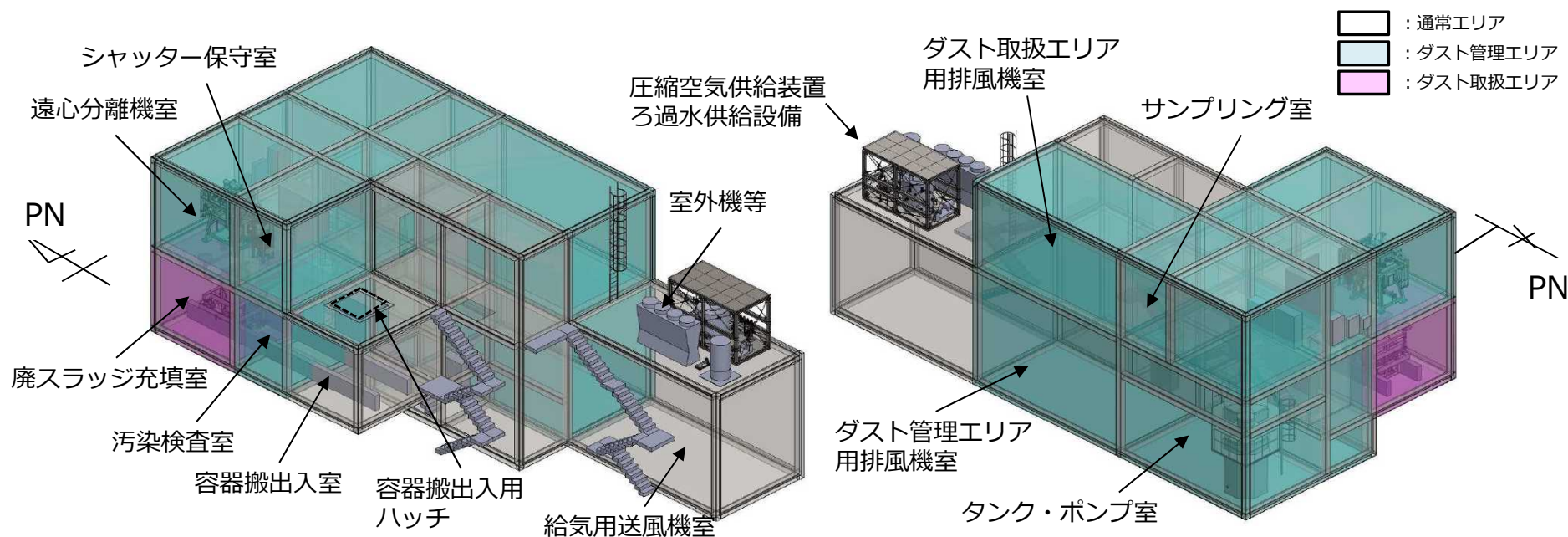
ダスト閉じ込め対策に対する検討事項	廃スラッジ回収設備での対応方針
<p>三 粉砕装置、圧縮装置、混合装置、詰込装置等放射性物質をコンクリートその他の固型化材料により固型化する設備（以下「固型化設備」という。）を設ける場合には、次の要件を満たすこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 固型化設備は、放射性物質が漏れ又はこぼれにくく、かつ、粉じんが飛散しにくい構造とすること。 ② 固型化設備は、液体が浸透しにくい、かつ、腐食しにくい材料を用いること。 <p>5 保管廃棄施設について、第2条に規定する「閉じ込めることができるもの」とは、上記2のうち、当該保管廃棄施設に該当するものに加えて、以下の各号に掲げるものをいう。</p> <p>一 保管廃棄施設において、容器の外における空気を汚染するおそれのある核燃料物質等を入れる容器は、気密な構造とすること。</p> <p>二 液体状の核燃料物質等を入れる容器は、液体が漏れ又はこぼれにくい構造とし、かつ、液体が浸透しにくい材料を用いること。</p> <p>三 液体状又は固体状の核燃料物質等を入れる容器で、き裂、破損等の事故の生ずるおそれのあるものには、受皿、吸収材その他核燃料物質等による汚染の広がりを防止するための器具を設けること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃スラッジ回収設備には左記の設備は設置しない。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 脱水した廃スラッジを保管する容器は水素換気をおこなう必要があるため気密な構造ではないが、密度差による自然流動のみで換気されることからダストが同伴することはない。 ・ 液体状の廃スラッジを入れる容器は鋼板製の密閉構造とする。 ・ 液体状又は固体状の廃スラッジを入れる容器は鋼板製であり、き裂、破損等の事故の生ずるおそれはない。

ダスト閉じ込め対策に対する検討事項	廃スラッジ回収設備での対応方針
<p>6 第2条について、使用施設等は、設計評価事故時においても可能な限り前述の負圧維持、漏えい防止、逆流防止等の必要な機能が確保されるよう設計されており、設計評価事故時において、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないよう、事故に起因して環境に放出される放射性物質の量を低減させる機能を有する設計であること。</p>	<p>・廃スラッジ回収設備はBクラス地震時においても漏えい防止・漏えい拡大防止機能を維持する設計とする。換気空調設備は耐震Cクラスであるが機能喪失による公衆への被ばく影響は約0.21μSvであり、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えるものではない。</p>

ダスト閉じ込め対策に対する検討事項	廃スラッジ回収設備での対応方針
<p>使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第27条(非常用電源設備) 使用前検査対象施設には、外部電源系統からの電気の供給が停止した場合において、監視設備その他当該使用前検査対象施設の安全機能を確保するために必要な設備を使用することができるように、必要に応じて非常用電源設備を設けなければならない。</p> <p>【解釈】</p> <p>1 第27条に規定する「非常用電源設備」とは、非常用電源設備（非常用ディーゼル発電機、無停電電源等）及び安全機能を確保するために必要な施設への電力供給設備（ケーブル等）をいう。</p> <p>2 非常用電源系は、停電等の外部電源系統の機能喪失時における安全機能の確保のために必要な以下の設備のために、十分な容量、機能を有すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 放射線監視設備 二 管理区域の排気設備 三 火災等警報設備、緊急通信・連絡設備、非常用照明灯 等 	<p>・外部電源喪失時は換気空調設備が停止し、隔離(逆止)ダンパの閉止により、閉じ込めを行う設計のため、外部への放射線監視を行うための非常用電源は必要ない。</p> <p>また、廃スラッジ回収設備内は人が常駐する設備ではないため、通信・連絡手段、照明設備は可搬設備にて確保可能であり、設備内は可能な限り不燃性材料および難燃性材料を使用する設計とすることから非常用電源を必要としない。(P.30参照)</p>

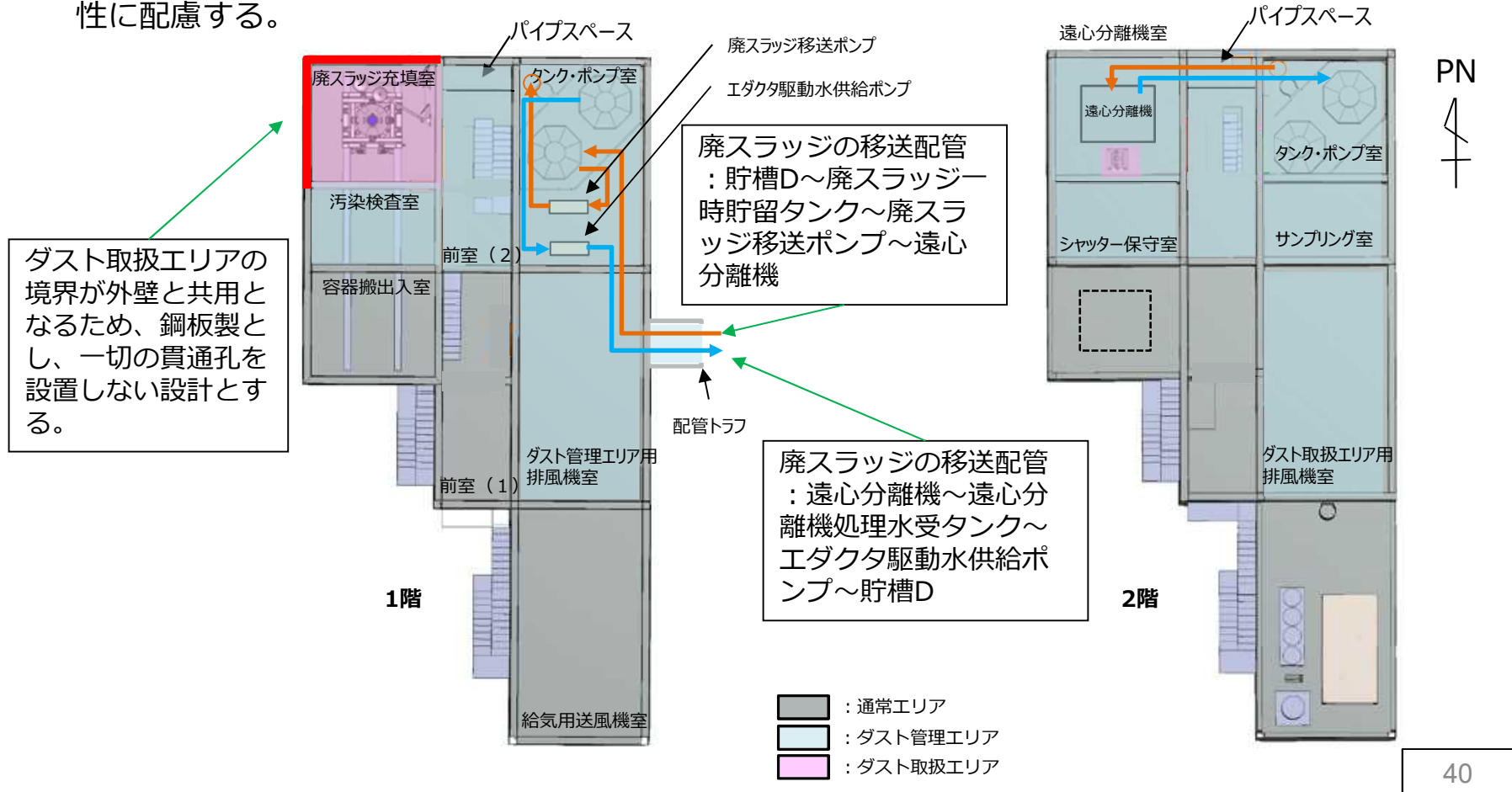
廃スラッジ回収設備のダスト管理区分

- 前頁のご提示事項を踏まえて設備内に「ダスト取扱エリア」「ダスト管理エリア」「通常エリア」を設定し、非密封で放射性物質を取り扱う区域（＝ダスト取扱エリア）の周囲に中間的な区域（＝ダスト管理エリア）を設置する。
- それぞれの気圧はダスト取扱エリア、ダスト管理エリア、通常エリアの順に低くなるように設計する。
 - 『ダスト取扱エリア』
 - 処理プロセスの中で廃スラッジを非密封状態で取り扱う箇所（廃スラッジ充填室等）
 - 『ダスト管理エリア』
 - ダスト取扱エリアと扉、配管等により通じるエリア
 - ダスト取扱エリア、ダスト管理エリアの排気処理する設備を収納するエリア
 - 『通常エリア』
 - 上記以外の箇所。

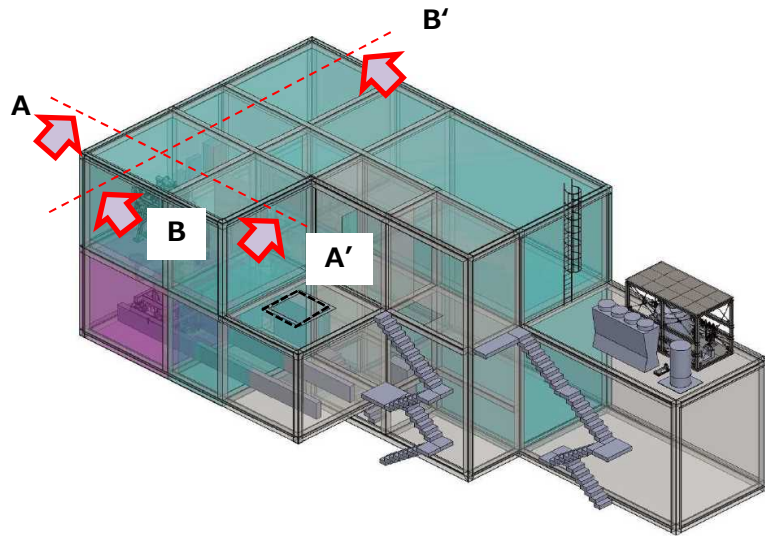


廃スラッジ回収設備のダスト管理区分

- 廃スラッジ回収設備のダスト閉じ込め対策に関する区域は原則、ダスト取扱エリアからダストが漏えいした場合でもその周囲のダスト管理エリア(中間的エリア)にて保持できる設計とする。
- 廃スラッジ充填室(ダスト取扱エリア)は廃スラッジ保管容器の搬出入性を考慮し、設備の端部に設置する。
- そのため、ダスト取扱エリアの境界と設備外壁が共用することから、外壁面は鋼板製とし、一切の貫通孔を設置しない設計とする。
- ダスト取扱エリアからの配管等はダスト管理エリアのみへ配置し、貫通孔は適切な穴仕舞いを行い気密性に配慮する。



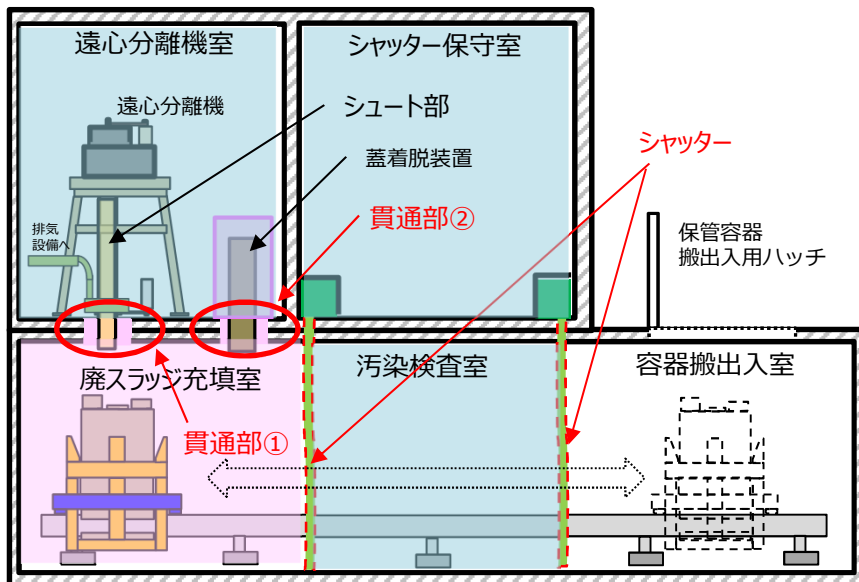
廃スラッジ回収設備内のダスト閉じ込め方法



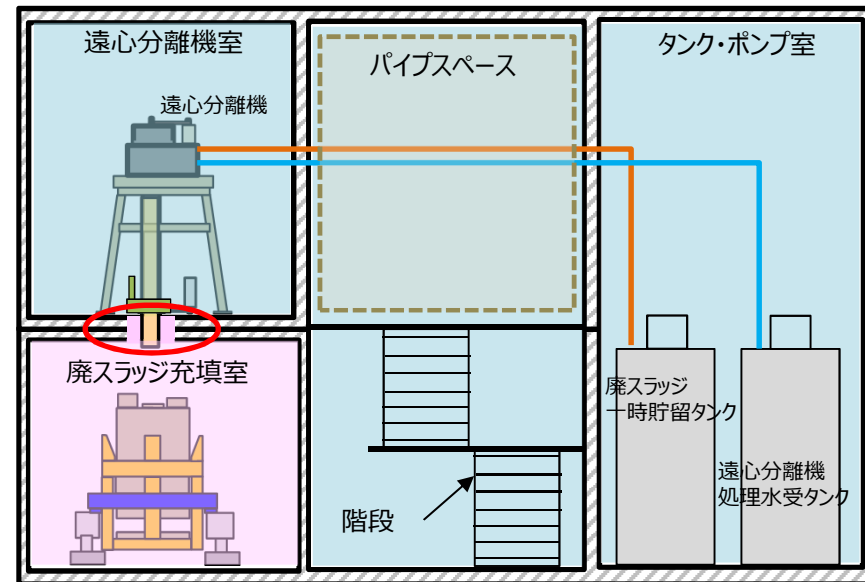
- ダスト取扱エリアとなる廃スラッジ充填室の周囲には中間的な区域としてダスト管理エリアを設定しているが、①遠心分離機のシュート動作のための貫通部、②蓋着脱装置の動作のための貫通部がダスト取扱エリアの天井部に必要となっている
- これらの箇所については階下がダスト取扱エリアのため、カバー等による閉じ込め対策を実施する。
- 廃スラッジ保管容器の搬出入を行う、容器搬出入室～汚染検査室～廃スラッジ充填室間はダスト取扱エリア、ダスト管理エリアの境界をシャッターにより区画する。

: 通常エリア
 : ダスト管理エリア
 : ダスト取扱エリア

断面図A-A'

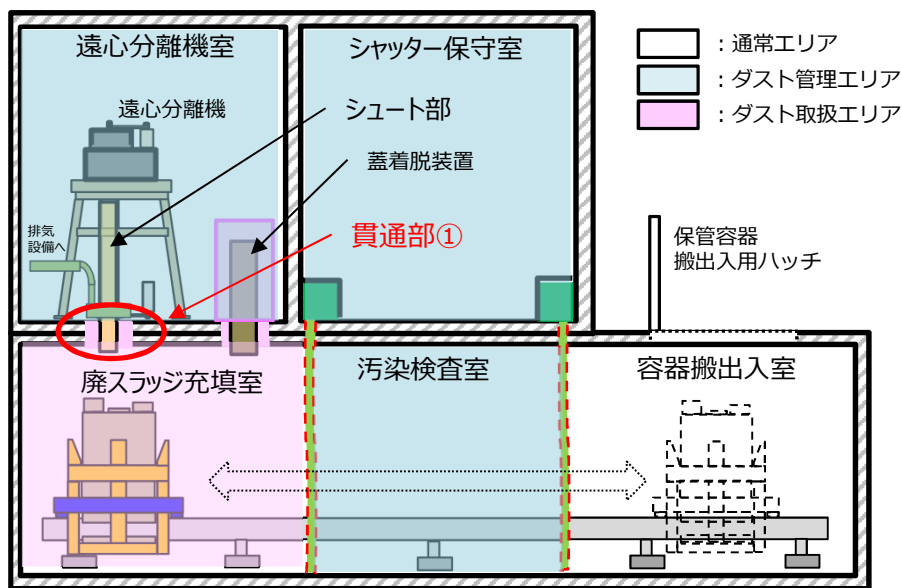
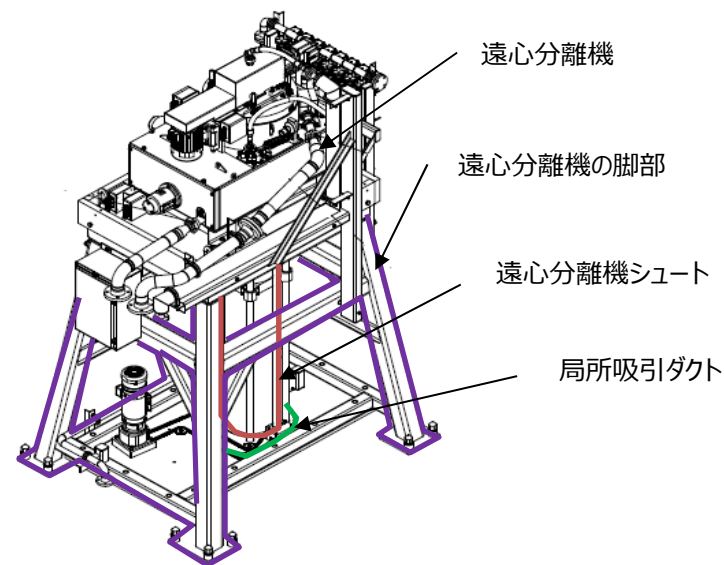


断面図B-B'

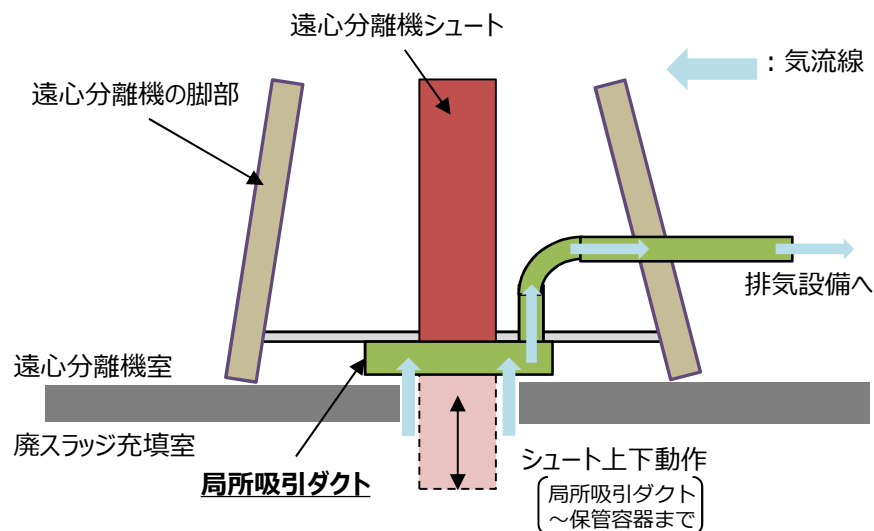


ダスト取扱エリアの閉じ込め対策について（遠心分離機下部）

- 遠心分離機は脱水したスラッジを廃スラッジ保管容器に充填するためにシュートの上下動作が必要となる。そのため、遠心分離機室の床面（廃スラッジ充填室の天井）には貫通部が必要となる。
- 廃スラッジ充填室はダスト取扱エリアのため、貫通部から上階へダストが拡散する可能性があることから、局所吸引ダクトを設置し、下階の廃スラッジ充填室からのダストが上階の遠心分離機室へ拡散しない設計とする。



遠心分離機床面（廃スラッジ充填室の天井）の貫通部

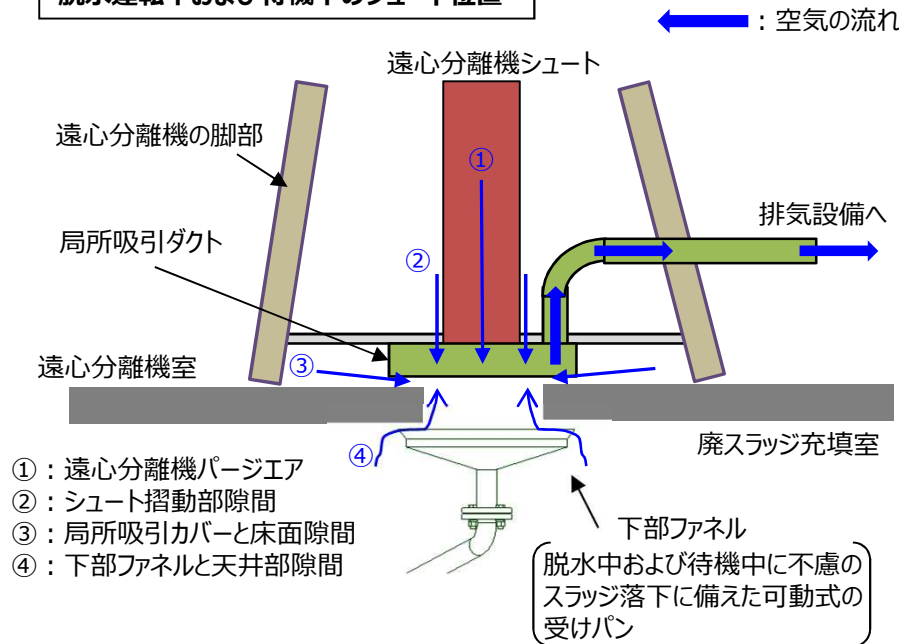


遠心分離機下部のダスト閉じ込め対策イメージ図

遠心分離機シュートの動作と閉じ込め対策

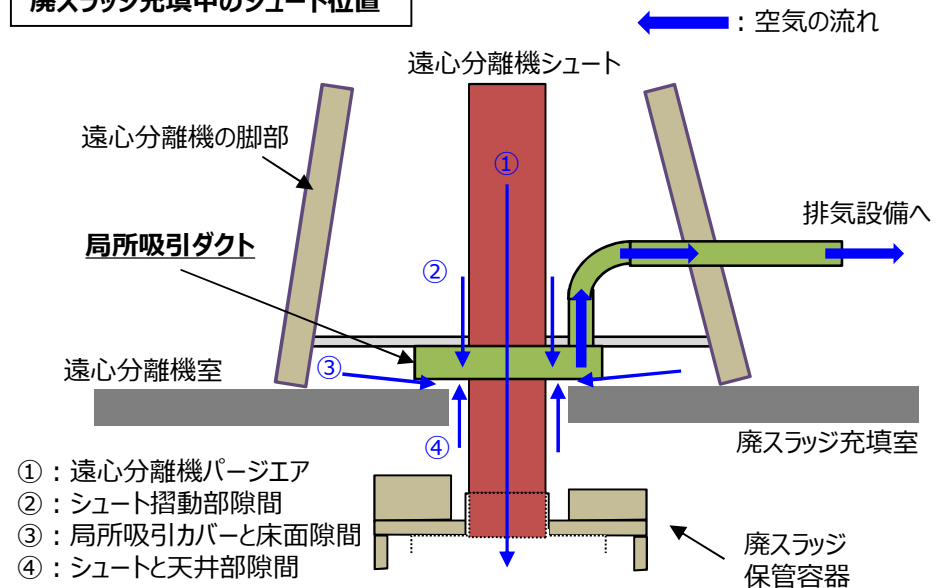
- 遠心分離機は運転状態によってシュートの位置が異なる。脱水運転中および待機中はシュートは格納されており、充填中はシュートが下降し保管容器に接続される。上下動作を行うため摺動部には隙間が必要であるが、シュートがどの位置にあっても局所吸引ダクトにより気流を形成する設計とする。
- なお、遠心分離機室、廃スラッジ充填室の空気はそれぞれダスト管理エリア、ダスト取扱エリアとして管理しており、局所吸引ダクト以外の箇所からも排気を行っている。

脱水運転中および待機中のシュート位置



- ✓ 遠心分離機の脱水中および待機中はシュートは局所吸引ダクト内に格納されており、床面貫通部は下部ファネルにより閉止している。
- ✓ 局所吸引ダクトで①～④の空気を吸引することにより、ダストを含む空気が廃スラッジ充填室から遠心分離機室へと拡散することを防止する。

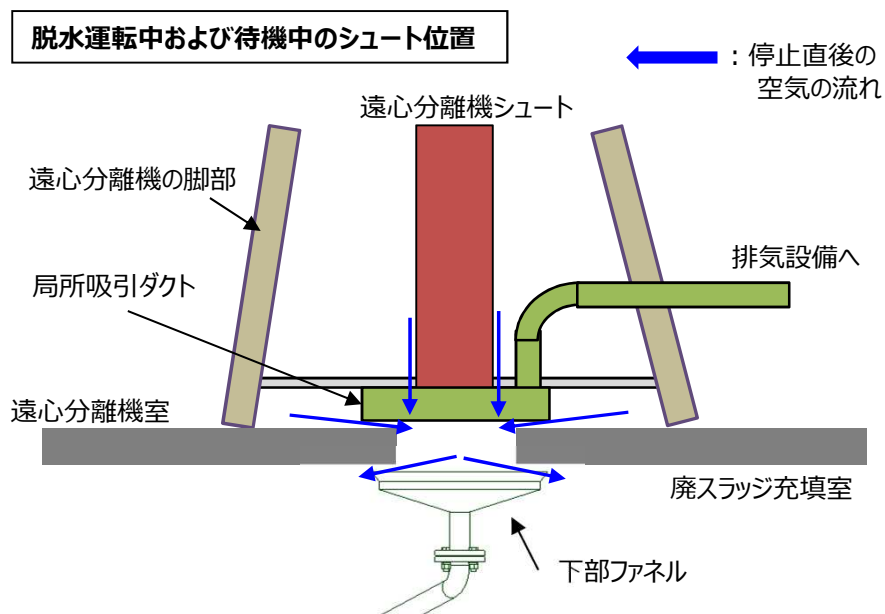
廃スラッジ充填中のシュート位置



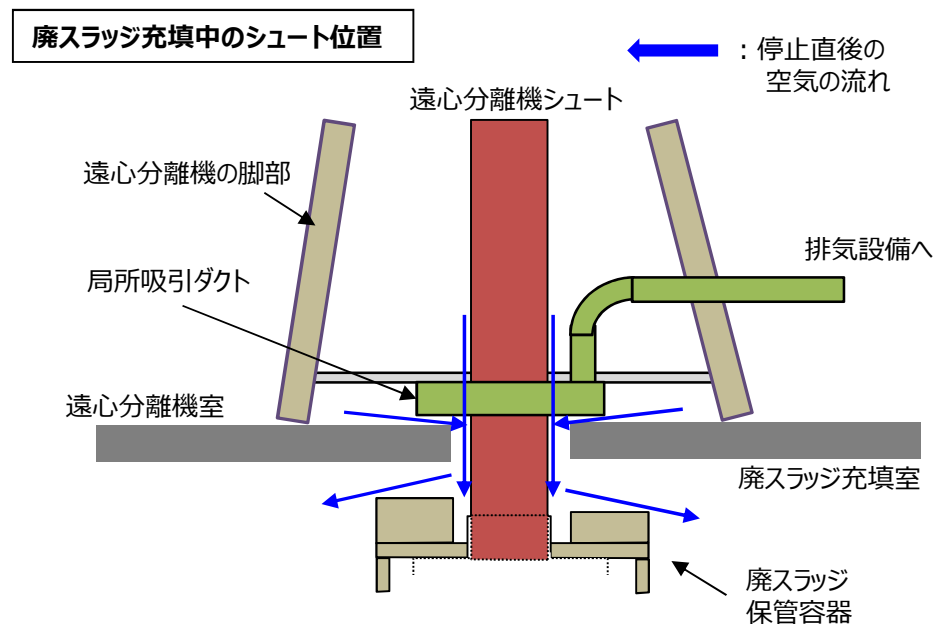
- ✓ 廃スラッジ充填時はシュートは下階の廃スラッジ保管容器に接続されており、局所吸引ダクトで①～④の空気を吸引することにより、ダストを含む空気が廃スラッジ充填室から遠心分離機室へと拡散することを防止する。

遠心分離機シュートの動作と閉じ込め対策（換気空調設備の停止時）

- 換気空調設備が停止した場合は、遠心機内部を保護している遠心分離機パージエアも停止させることにより、気流の発生を防止する。
- 遠心分離機室（ダスト管理エリア）と廃スラッジ充填室（ダスト取扱エリア）は気圧差があるため、換気空調設備停止後一定期間は廃スラッジ充填室への空気の流れが維持される。
- そのため、廃スラッジ充填室から積極的にダストを含む空気が放出されることはない。



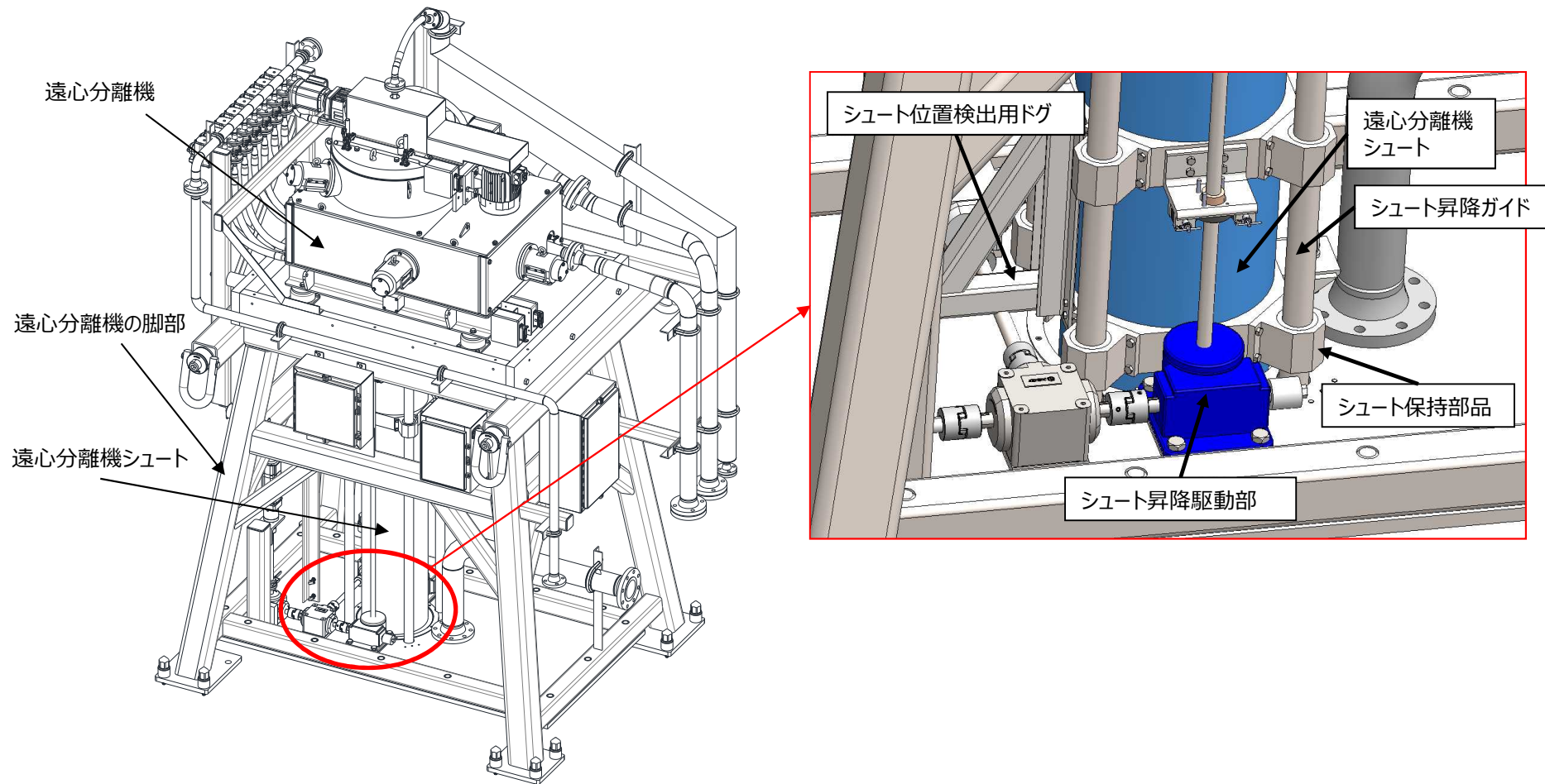
- ✓ 遠心分離機室の空気は下部ファネルの隙間を通して廃スラッジ充填室へと流れる。



- ✓ シュートが保管容器に接続されている場合、遠心分離機室の空気は床面との隙間を通して廃スラッジ充填室へと流れる。
- ✓ 保管容器内の空気はシュートと接続されているため積極的に室内へ放出されることはない。

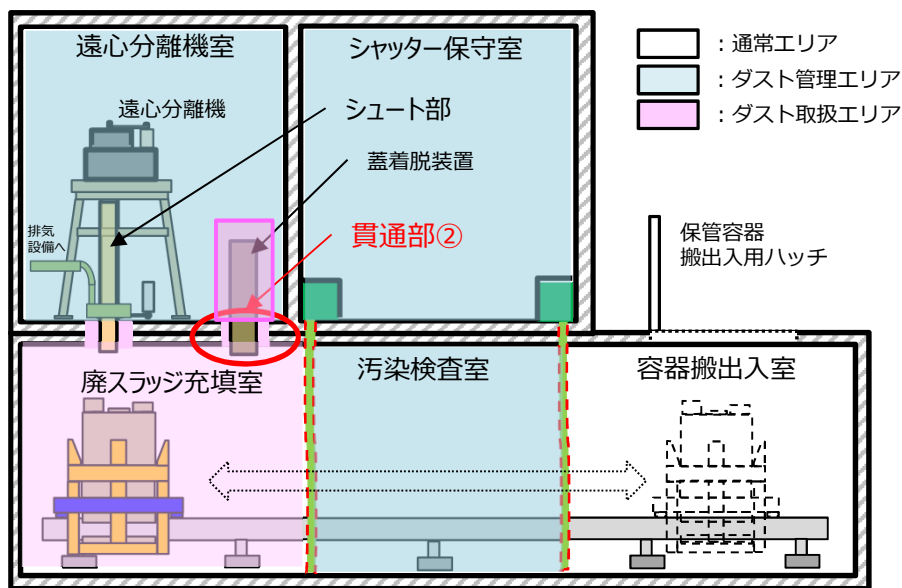
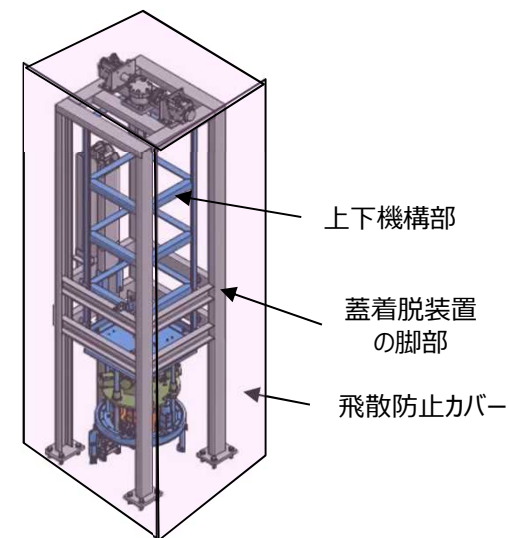
【参考】遠心分離機全体構造案

- 遠心分離機の下部はシュートを可動・保持させるための機器を設置する必要があり、狭隘な状況となっている。そのため、局所吸引ダクトによってダストを吸引する設計としており、異常時においても積極的にダストが放出されることはない。

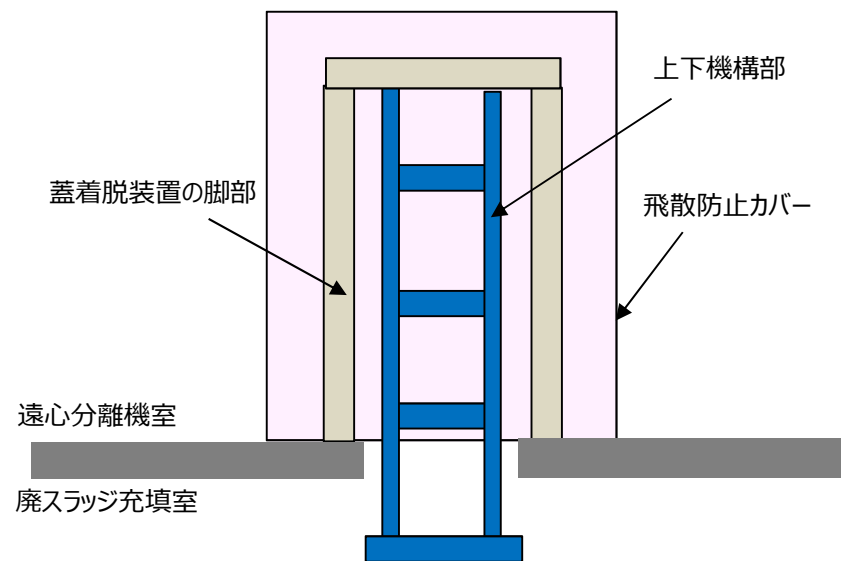


ダスト取扱エリアの閉じ込め対策について（蓋着脱装置）

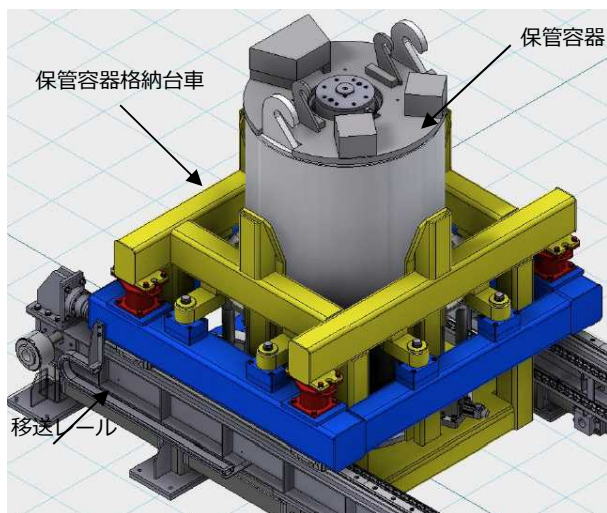
- 蓋着脱装置は廃スラッジ保管容器の蓋を遠隔操作で設置するために内部機構の上下動作が必要となる。そのため、遠心分離機室の床面（廃スラッジ充填室の天井）には貫通部が必要となる。
- 廃スラッジ充填室はダスト取扱エリアのため、貫通部から上階へダストが拡散する可能性があることから、蓋着脱装置全面に飛散防止カバーを設置し、下階の廃スラッジ充填室からのダストが上階の遠心分離機室へ拡散しないように設計する。



遠心分離機床面（廃スラッジ充填室の天井）の貫通部

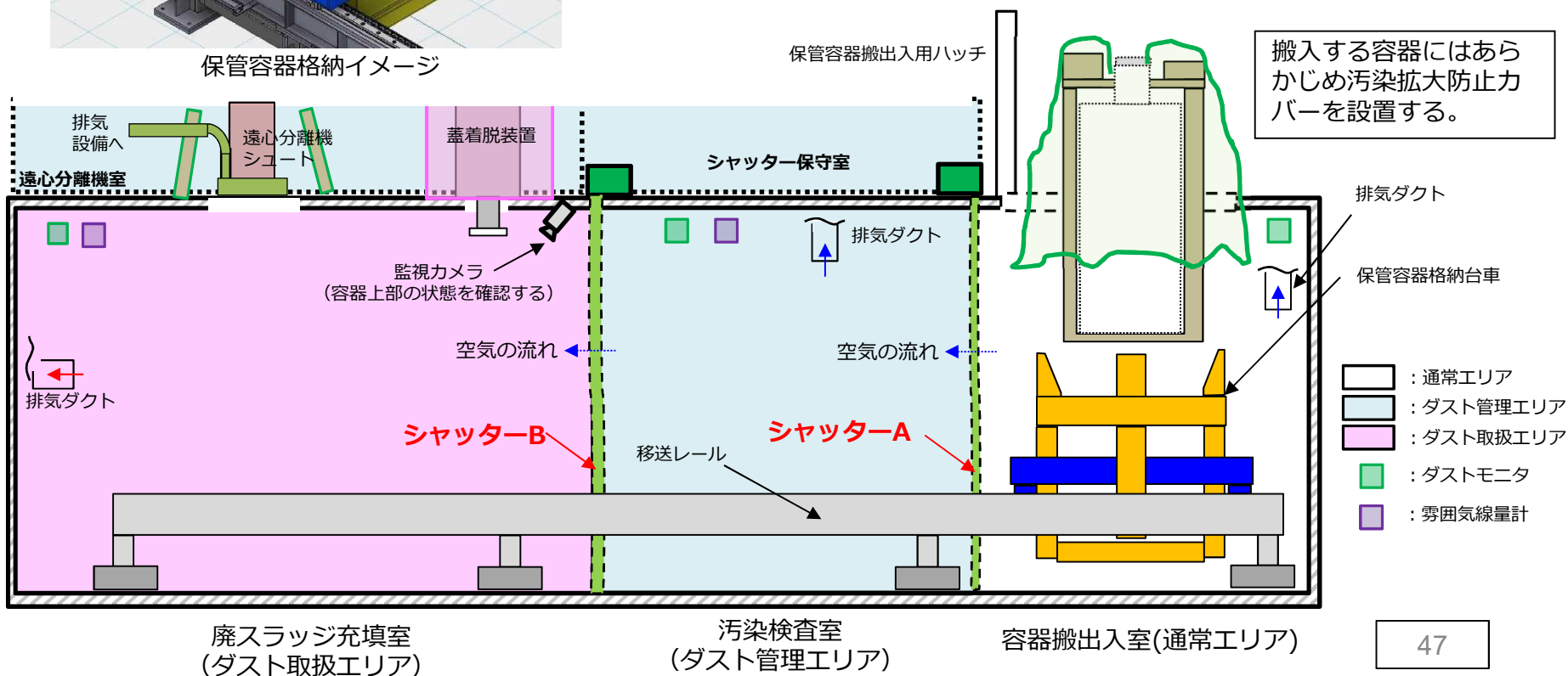


ダスト取扱エリアの閉じ込め対策について（廃スラッジ充填室）



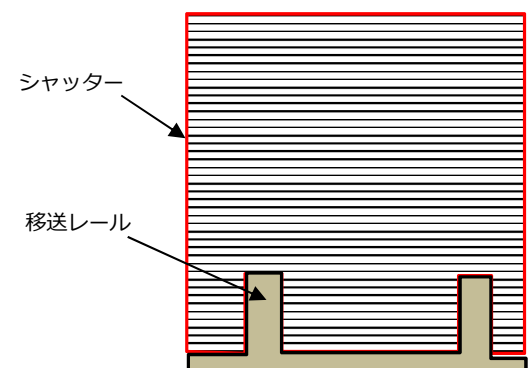
保管容器格納イメージ

- 廃スラッジ保管容器の設備内の移動は容器の大きさ、必要な遮へい等による重量を鑑み大型の台車に格納しレール上で移動させる方針とする。
- 保管容器はレールに沿って通常エリア（容器搬出入室）、ダスト管理エリア（汚染検査室）、ダスト取扱エリア（廃スラッジ充填室）へと遠隔操作にて移動し、それぞれのエリアの境界は上下シャッターにて区画する。
- シャッター閉時のそれぞれの室内は室内の排気量の調整により通常エリア⇒ダスト管理エリア⇒ダスト取扱エリアの順番で気圧を低く維持し、空気の流れを形成する。

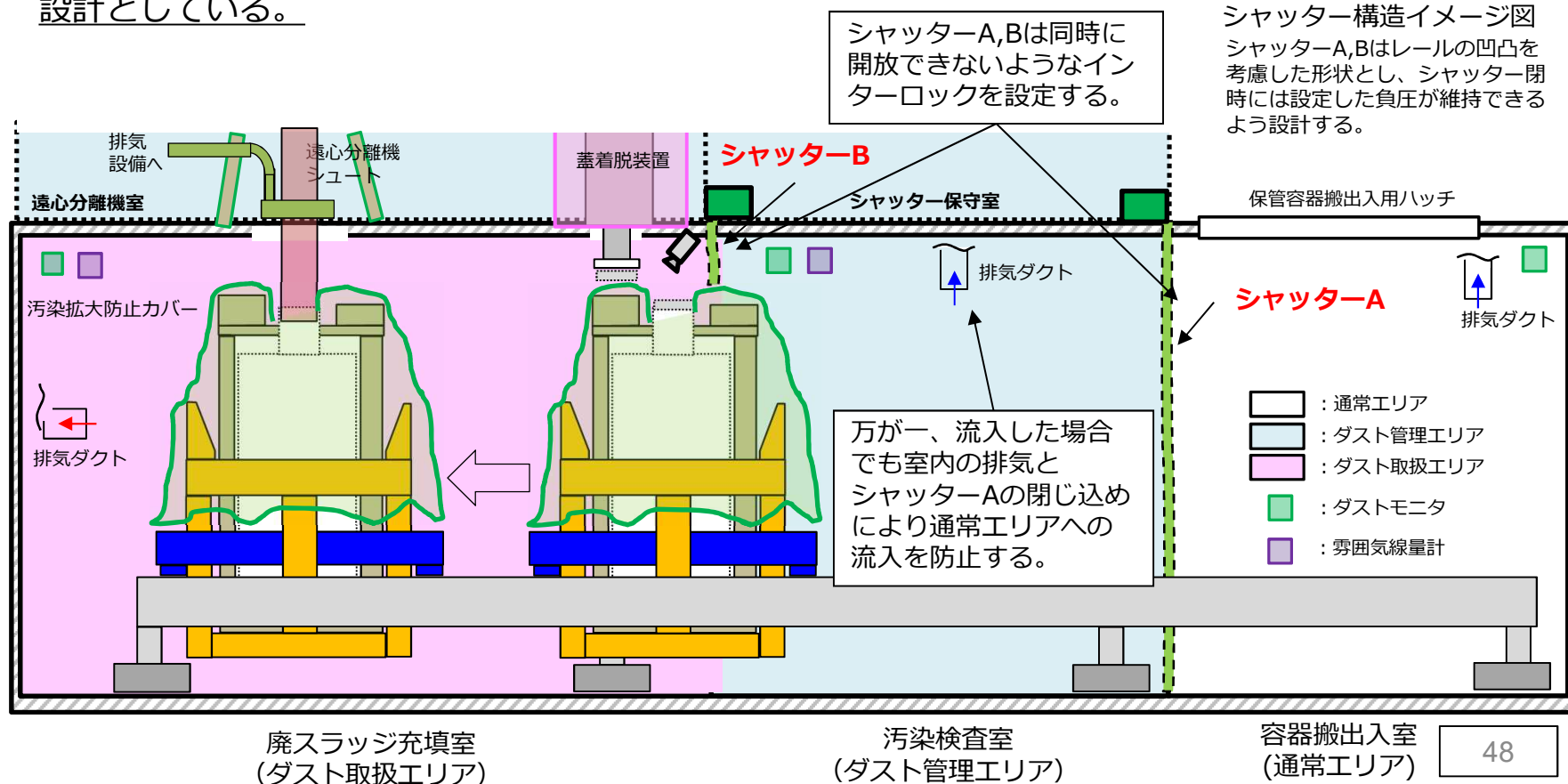


ダスト取扱エリアの閉じ込め対策について（廃スラッジ充填室）

- 容器搬出入室から設備内へ搬入された廃スラッジ保管容器はレールに沿って移動を行い、シャッターAを開放し汚染検査室へ移動し、シャッターAを閉止後、シャッターBを開放し廃スラッジ充填室へと移動する。
- シャッターBを開放する際は一時的に室内の圧力差が低下するため、容器移動時にダスト管理エリアへ空気が流れる可能性があるが、ダスト管理エリアからダスト取扱エリアへの気流を維持することにより、積極的に汚染検査室（ダスト管理エリア）へ流れない設計としている。

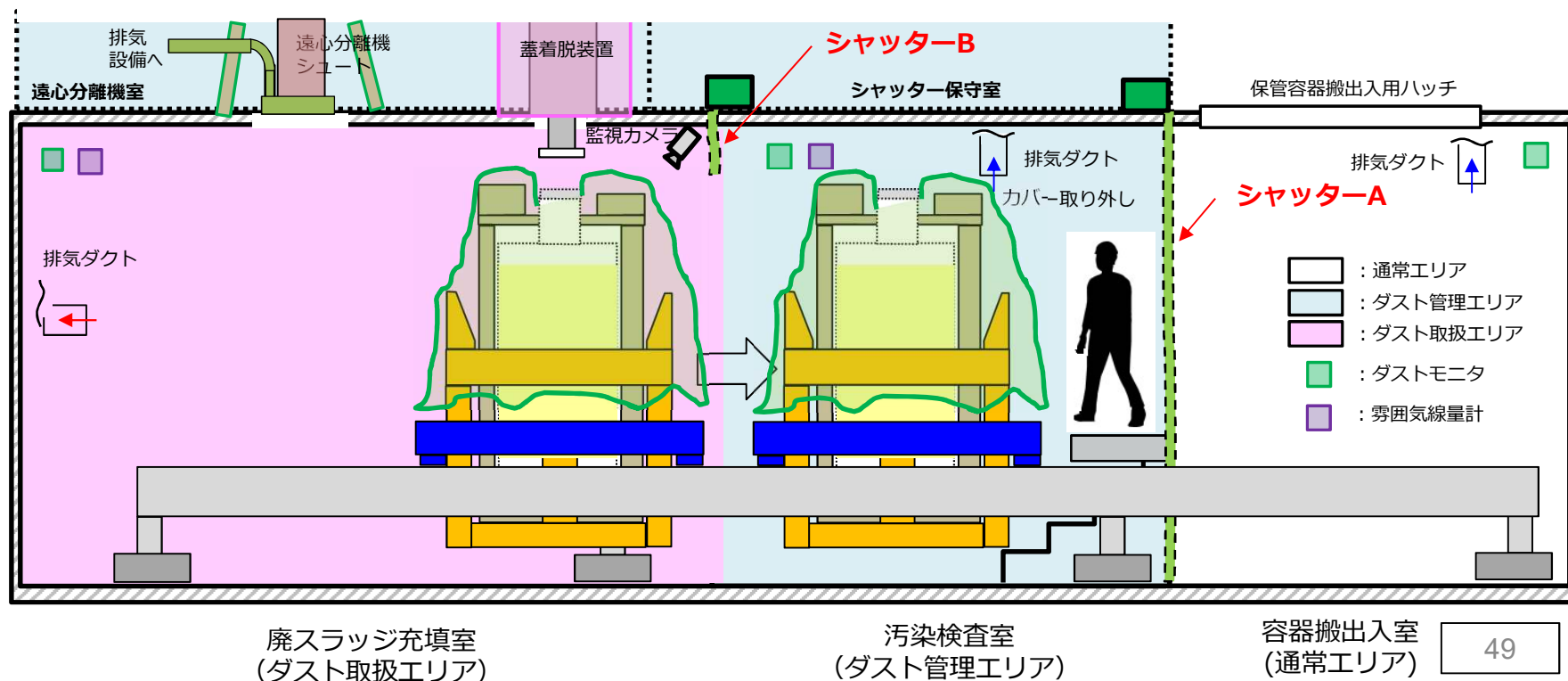


シャッター構造イメージ図
シャッターA,Bはレールの凹凸を考慮した形状とし、シャッター閉時には設定した負圧が維持できるよう設計する。



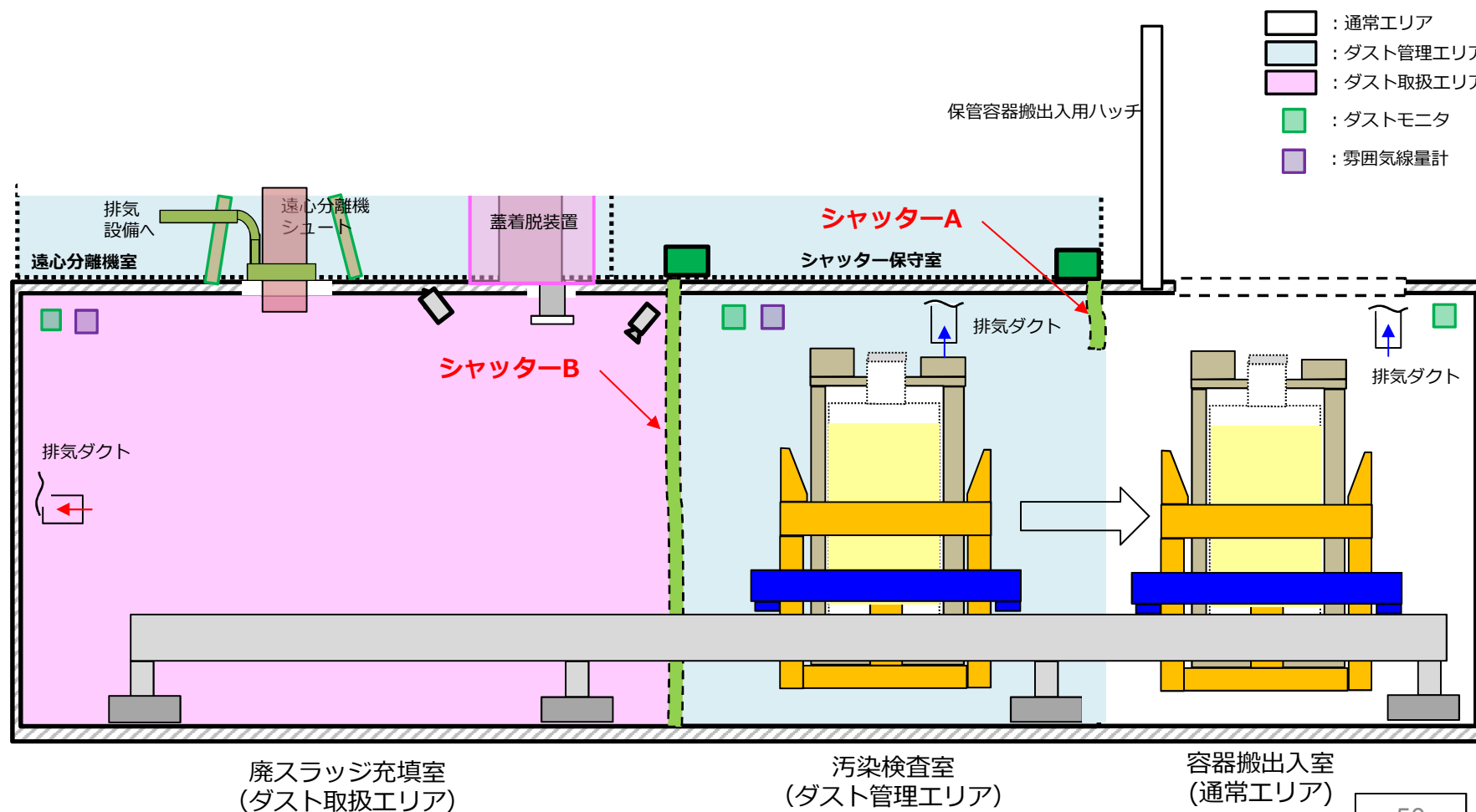
ダスト取扱エリアの閉じ込め対策について（廃スラッジ充填室）

- 充填操作は全て遠隔操作で実施することを計画し、遠心分離機によって脱水された廃スラッジはシュートを介して保管容器に充填される。規定量のスラッジ充填後は下部レールに沿って蓋着脱装置の下部に移動し保管容器へ蓋を着装する。
- 保管容器へ蓋を着装後に監視カメラにて容器周辺の汚染確認を行い、シャッターBを開放し、容器を汚染検査室へ移動させる。
- シャッターBを開放する際は一時的に室内の圧力差が低下するため、保管容器の蓋が閉まっていることおよび監視カメラにより、容器に異常な汚染がないことを確認後に開放する。
- シャッターBを閉止後にダスト濃度測定を行い、有意な変動がなければ作業員による目視確認、汚染拡大防止カバーの取り外しを行う。



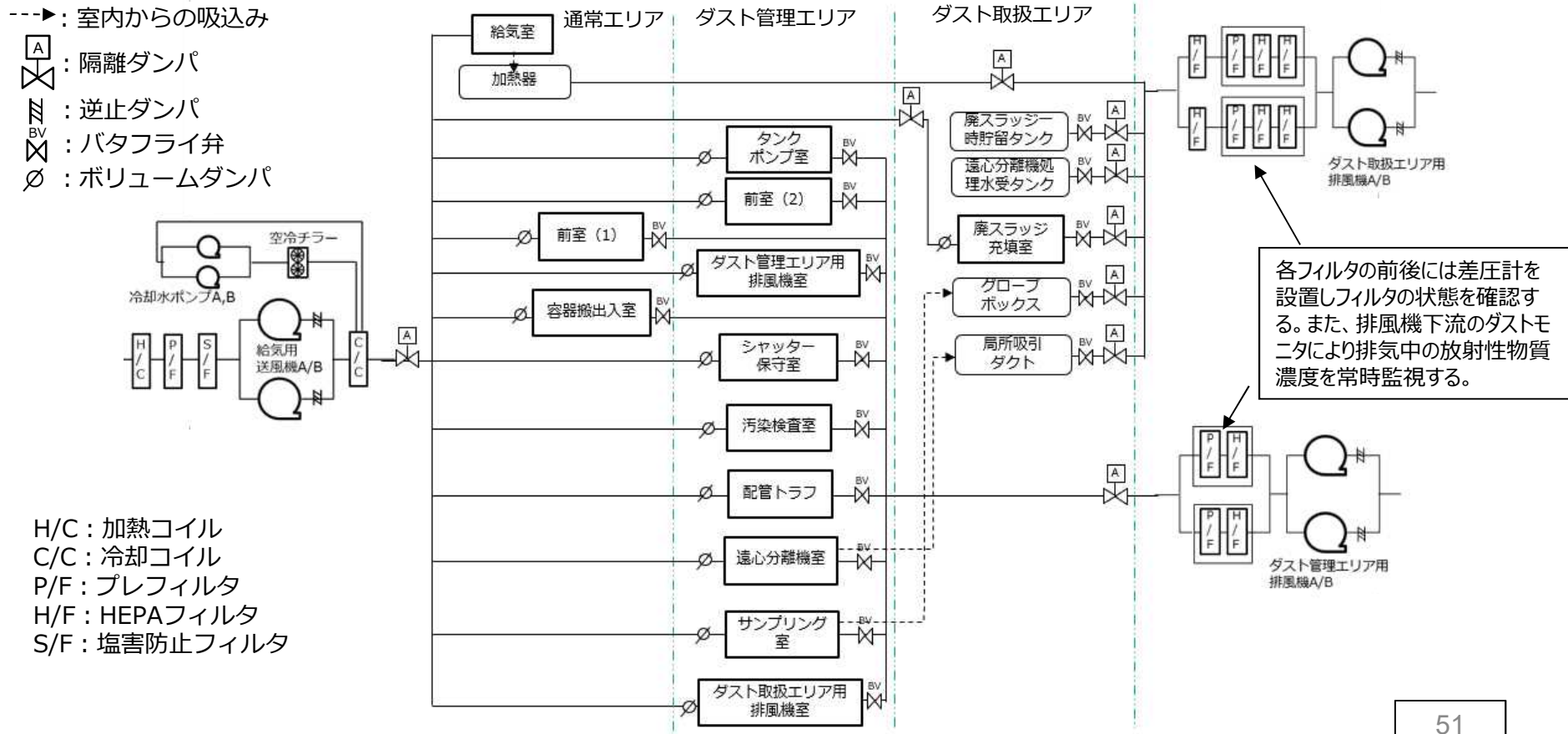
ダスト取扱エリアの閉じ込め対策について（廃スラッジ充填室）

- 汚染検査により異常がないことを確認し、作業員の退室後にシャッターAを開放する。シャッターAを開放する際は一時的に室内の圧力差が低下するため、シャッター開放前にダスト濃度を測定し、容器搬出入室（通常エリア）と同等レベルであることを確認後に開放する。
- 容器搬出入室にてシャッターAの閉止後に再度、ダスト濃度を測定し、有意な変動がないことを確認した上で、保管容器搬出入用ハッチを開放し、クレーンにて容器を吊り上げる。



換気空調設備の系統設計方針

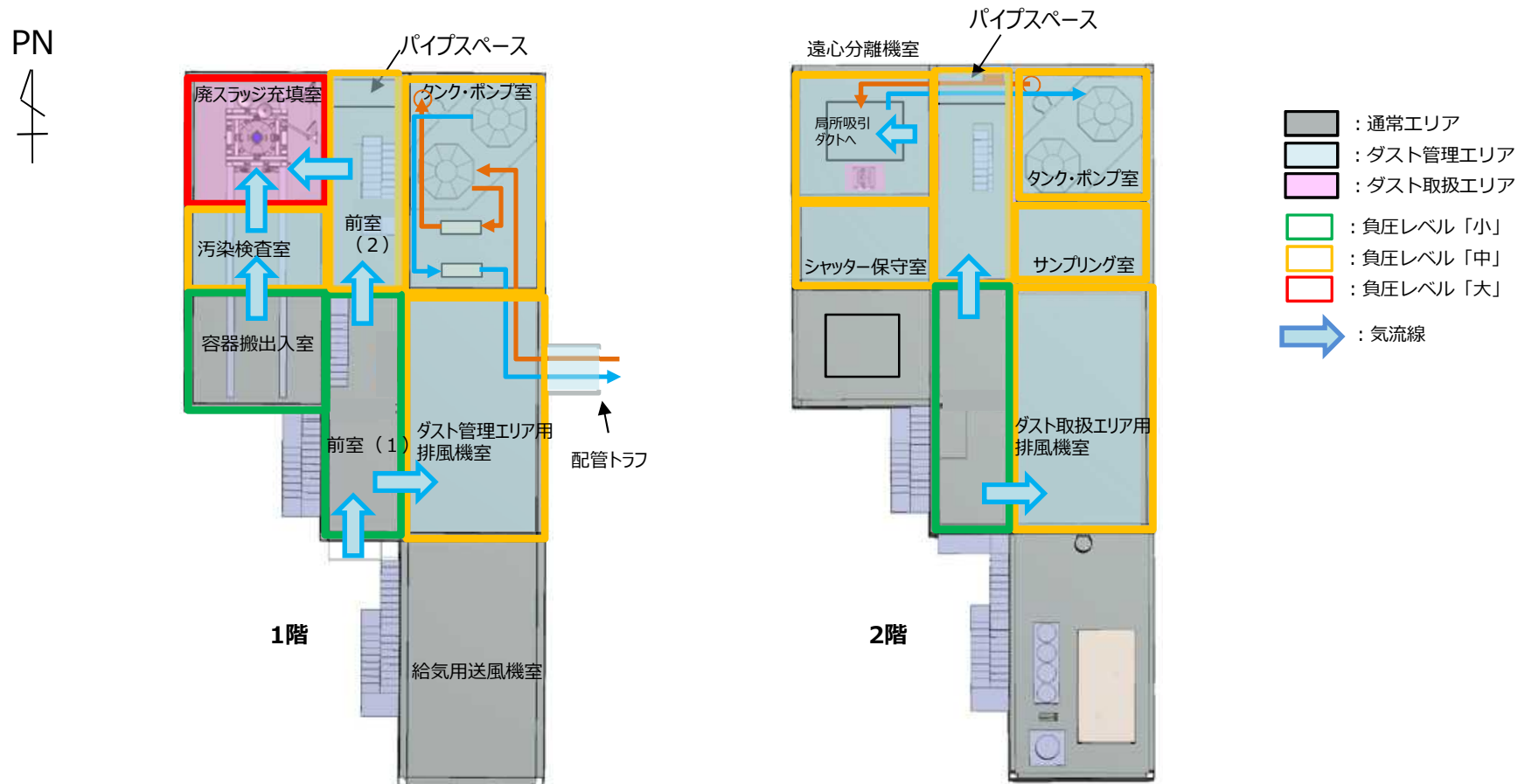
- 各室内の換気は給気設備（100%×2台）、ダスト取扱エリア用排風機（100%×2台）、ダスト管理エリア用排風機（100%×2台）により実施し、万が一の機器の単独故障時でも運転中に負圧が途切れない用に多重化した設計とする。
- 各室内は換気流量を調整し、ダスト取扱エリア、ダスト管理エリア、通常エリアと3段階に分けて気圧を低く維持できる設計とする。
- 排気中の放射性物質濃度が告示以下となるように適切にHEPAフィルタを設置するとともに、HEPAの破損を防止するために加熱・冷却コイルを設置し適切に除湿を行える設計とする。



H/C : 加熱コイル
 C/C : 冷却コイル
 P/F : プレフィルタ
 H/F : HEPAフィルタ
 S/F : 塩害防止フィルタ

廃スラッジ回収設備内の負圧維持方針

- 各室内の換気流量を調整し外気に対して室内の気圧を3段階に調整することにより、廃スラッジ回収設備内は通常エリアからダスト管理エリア、ダスト管理エリアからダスト取扱エリアへ流れる気流を形成する設計とする。



- 廃スラッジ回収設備で取り扱う廃スラッジは揮発性の性状ではなく、換気空調設備が停止した場合でも、ダスト取扱エリアから外部へ容易に流出するものではない。
- 外部電源喪失時は換気空調設備が停止し、隔離ダンパの閉止により、閉じ込めを行う設計であり、外部への排気が生じないため、外部電源喪失時に排気の放射線監視を維持する必要はない。
- また、廃スラッジ回収設備内は人が常駐する設備ではないため、通信・連絡手段、照明設備は可搬設備にて確保可能であり、設備内は可能な限り不燃性材料および難燃性材料を使用する設計とすることから非常用電源を必要としない。

万が一の換気空調設備の停止時においても設備の閉じ込め機能が作動し、公衆への著しい放射線被ばくのリスクが小さいこと、停電等の外部電源系統の機能喪失時の対応が可搬設備でも可能であること、更には設備自体の供用期間の短さも鑑みて非常用電源は必要としない。

- 【参考】外部電源喪失時の対応方法例（例：Bクラス地震発生時の復旧方法）
 - ①設備外観の点検を行い、亀裂・破損・漏えい等がないかを確認する。（電源不要）
 - ②屋外の計測制御設備及びユーティリティ設備の補修を行い復旧する。（電源不要）
 - ③可搬型のダストモニタ及び空間線量計でエリア内の測定を行う。（電源不要。バッテリー式で対応）
 - ④必要に応じて仮設排気設備を設置しエリア養生、除染作業を行う。（電源不要。バッテリー式で対応）
 - ⑤隔離ダンパを補修し閉じ込め機能を復旧する。（電源不要）
 - ⑥換気空調設備を補修し、負圧維持機能を復旧する。（電源不要）
 - ⑦設備内の機器類の点検を行い、必要に応じて補修を行い設備を再起動させる。

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）

- Bクラス地震等の異常時における換気空調設備の状態として、「機能喪失機器」と「機能喪失時の設備の運転状態（設備運転中、保守作業中）」の組み合わせを考慮する必要がある。これらを整理し、最も公衆への放射線影響が大きい条件を検討した。
- 換気空調設備のうち機能喪失を考慮する機器は「送排風機」「空調ダクト」「隔離(逆止)ダンパ」「HEPAフィルタ」であり、それぞれの組み合わせによるケースを検討した。

	送排風機	空調ダクト	隔離(逆止)ダンパ	HEPAフィルタ
ケース① 最も公衆への放射線影響が大きい	機能維持	機能維持	機能喪失	機能喪失
ケース② 2番目に公衆への放射線影響が大きい	機能喪失	機能維持	機能喪失	機能喪失

- ✓ ケース①は設備内の空気がHEPAフィルタで浄化されずに送排風機によって放出されるため、最も放射線影響が大きい組み合わせとなる。
 - HEPAフィルタの機能喪失時等換気空調系に異常が発生した場合はインターロック等により送排風機を停止（給電停止）させることにより防止することが可能である。
- ✓ ケース②はケース①と同様に設備内の空気がHEPAフィルタで浄化されないが、送排風機が停止しているため、ケース①に次いで放射線影響が大きい組み合わせとなる。



換気空調設備停止時の公衆への影響評価はケース②を用いて評価する。

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)

- 機能喪失時の設備の運転状態においてダストが発生する事象とケース②におけるその放出インベントリの大きさを整理した。

	作業名称	ダストが発生する可能性のある事象	放出インベントリの大きさの比較
設備 運 転	廃スラッジ回収・脱水作業	廃スラッジ一時貯留タンクへ内に静置された脱水前の廃スラッジから気中拡散する	無風状態となる換気空調設備停止時に本作業で排気系に移行する放射エネルギーはない
	廃スラッジ脱水作業	遠心分離機により脱水した固体状の廃スラッジが保管容器へ落下した際に飛散する	脱水後の廃スラッジは放射能濃度が最も高く、本作業で排気系に移行する放射エネルギーも全ての作業の中で一番高い
	保管容器搬出	廃スラッジ保管容器の蓋が装着されておらず、保管容器から気中拡散する	無風状態となる換気空調設備停止時に本作業で排気系に移行する放射エネルギーはない
保 守 作 業	遠心分離機	遠心分離機内部を洗浄水にて洗浄する際に飛散する	廃スラッジ脱水作業で落下したスラッジのごく一部が付着したものを洗浄する作業であり、廃スラッジ脱水作業時に落下する廃スラッジ量より少ない
	(参考) HEPAフィルタ交換	バグイン/バグアウト方式により交換するためダスト発生なし	本作業で排気系に移行する放射エネルギーはない



換気空調設備停止時の公衆被ばく影響については、ケース②（送排風機の運転停止）における「遠心分離機により脱水した固体状の廃スラッジが保管容器へ落下した際に飛散する」インベントリを想定し評価を実施している。

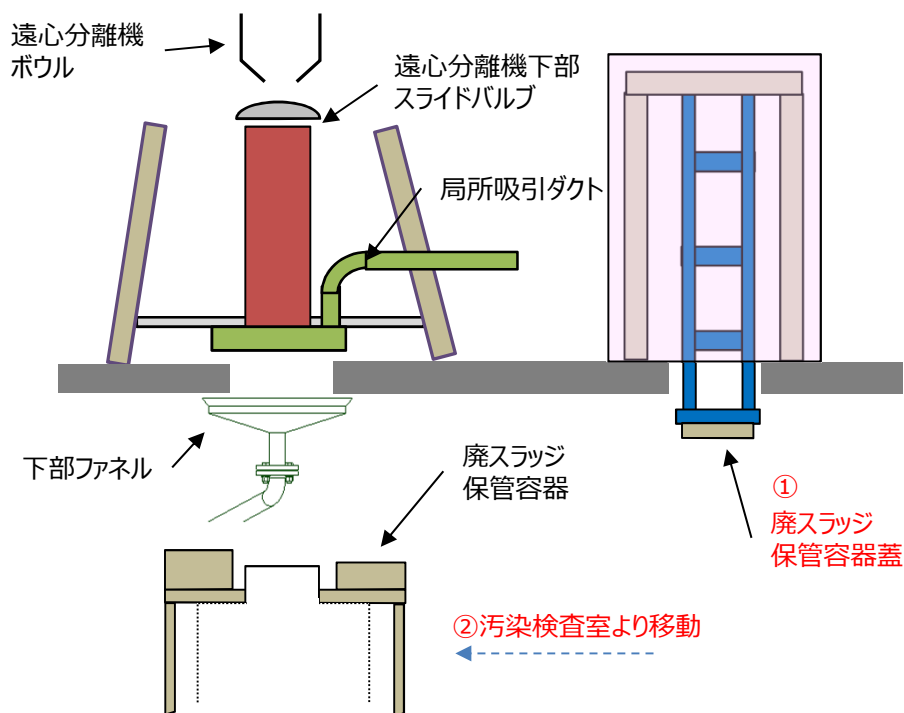
以下、参考資料



【参考】遠心分離機シュートと廃スラッジ保管容器の動作について (1/2)

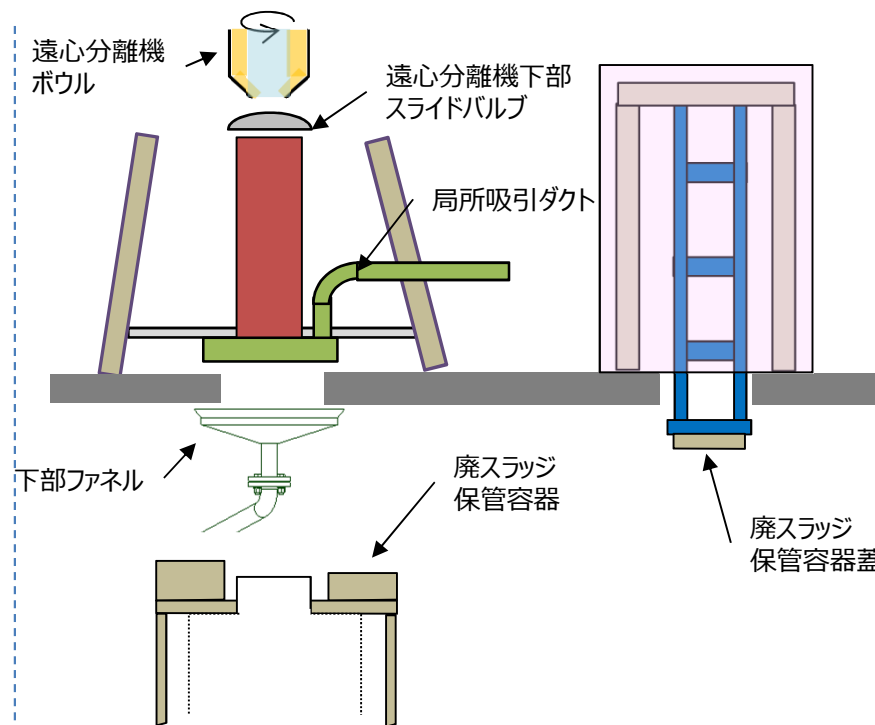
- 廃スラッジ保管容器への充填には「搬入」「脱水」「充填」「洗浄・蓋閉め」という工程があり、それぞれの工程でのシュートと廃スラッジ保管容器の動作は下記となる。

廃スラッジ充填室へ廃スラッジ保管容器を移動



- ✓ ① 廃スラッジ保管容器を汚染検査室より廃スラッジ充填室へ移動させ、蓋着脱装置によって廃スラッジ保管容器上部の蓋を取り外す。
- ✓ ② 遠心分離機シュート直下に廃スラッジ保管容器を設置する。

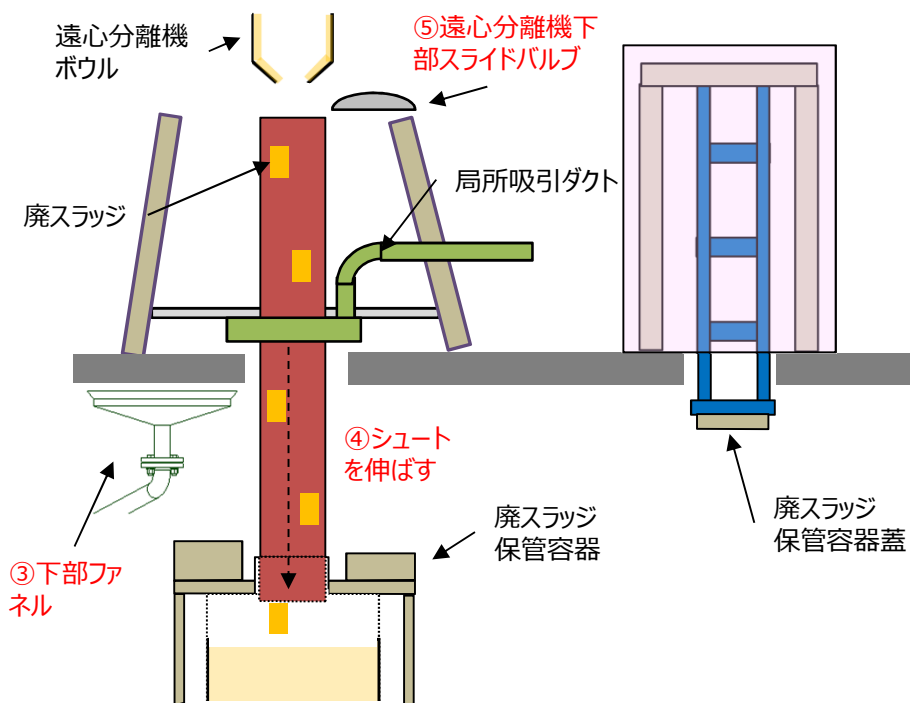
遠心分離機にて廃スラッジ脱水運転中



- ✓ 脱水処理中は不意のスラッジ落下による汚染を防止するために「遠心分離機下部スライドバルブ」を閉とし、「下部ファネル」をシュートと廃スラッジ保管容器との間に配置した状態とする。

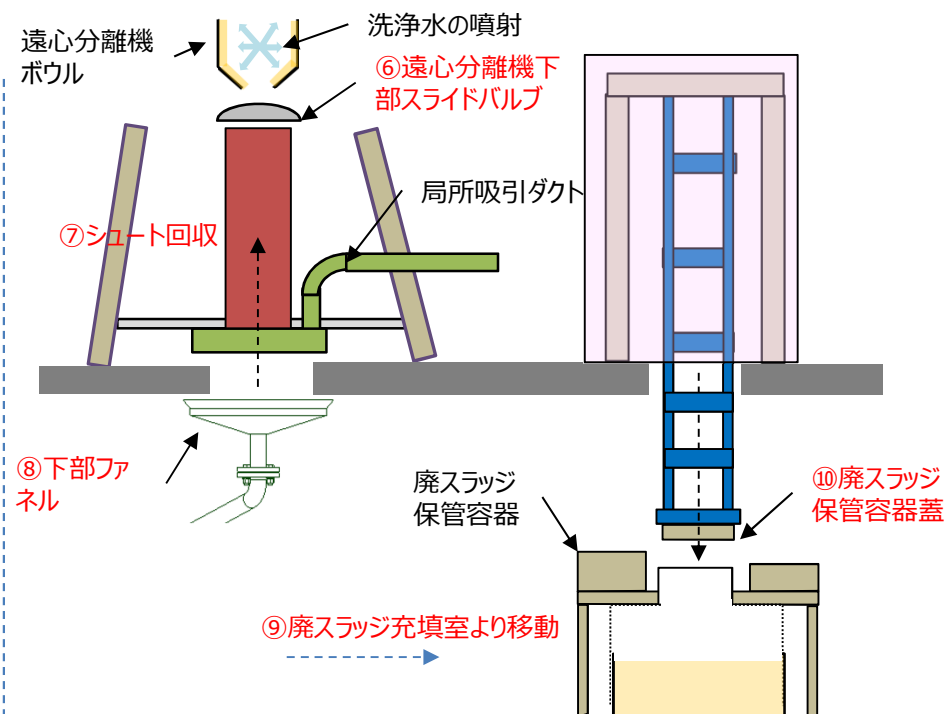
【参考】遠心分離機シュートと廃スラッジ保管容器の動作について (2/2)

脱水した廃スラッジを廃スラッジ保管容器へ充填



- ✓ 脱水した廃スラッジは③下部ファネルを移動させ、④遠心分離機シュートを保管容器に挿入し、⑤遠心分離機下部スライドバルブを開とした後に充填する。

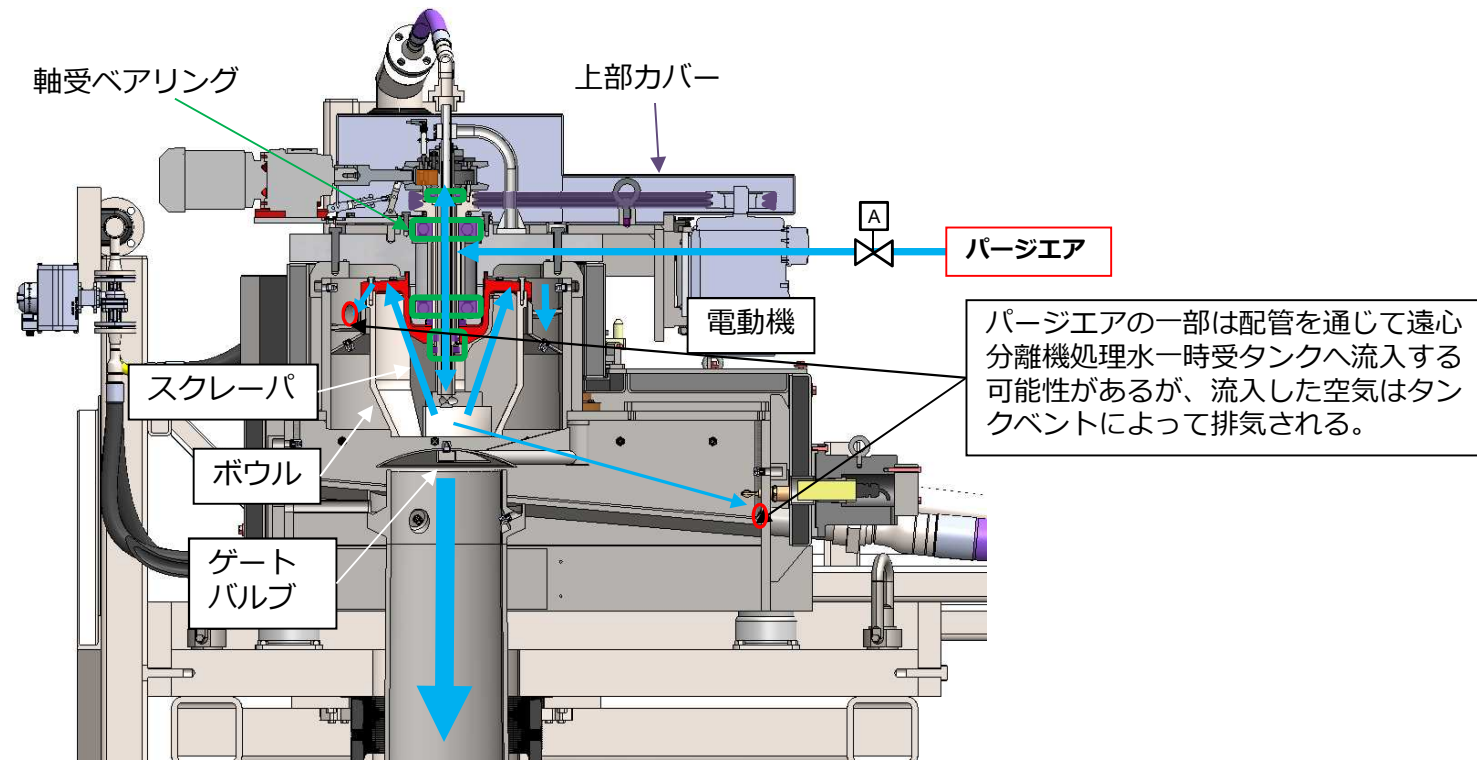
遠心分離機洗浄および保管容器蓋閉め



- ✓ 廃スラッジ保管容器に必要な量の充填後に⑥遠心分離機下部スライドバルブを閉とし、⑦シュートを縮める。⑧下部ファネルを貫通孔下へ移動させた後に遠心分離機内部の洗浄を行う。
- ✓ ⑨廃スラッジ保管容器は蓋着脱装置下部へ移動させ、⑩蓋を着装し、汚染検査室へ搬出する。

【参考】遠心分離機の構造イメージ図

- 遠心分離機パージエアは下図に示すように回転軸のベアリングを塵等から保護する目的で供給されており、遠心分離機側面の供給口より圧縮空気供給設備によって供給されている。
- 遠心分離機内部は内包する液体が漏えいしないように密閉構造となっており、遠心分離機内部へ供給したパージエアも大部分がシュートを通して排出される。
- 外部電源喪失時は圧縮空気供給設備が停止し、パージエアの供給も停止するため、遠心分離機内部の空気を排出し続けることはない設計としている。



遠心分離機断面図(イメージ図)

【参考】廃スラッジ回収設備運転中の作業内容

- 廃スラッジ回収設備の運転は原則、遠隔操作にて実施できるように設計するが、容器の汚染検査、空調設備のフィルタ交換等については人の手による作業が必要。
- 今後、更なる遮へい設置を行い、被ばく線量を可能な限り小さくする検討を実施する。

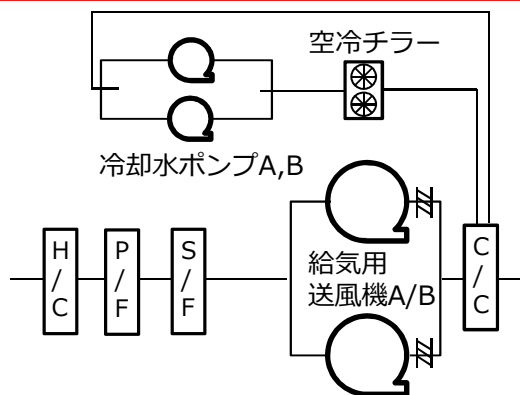
階	部屋名	ダスト管理区分	運転中 ^{※1} の立ち入り要否	メンテナンス時 ^{※2} の立ち入り要否	想定被ばく線量 ^{※3}	頻度 上：通常時 下：メンテ時
1	廃スラッジ充填室	取扱エリア	立ち入り無し	立ち入り無し	-	-
1	汚染検査室	管理エリア	容器汚染確認 汚染拡大防止カバー取り外し	立ち入り無し	約0.5mSv/回	1回/3日 -
1	容器搬出入室	通常エリア	容器養生外し	搬送装置機械メンテナンス	約0.5mSv/回	1回/3日 1回/6M
1	タンク・ポンプ室	管理エリア	立ち入り無し	立ち入り無し	-	- -
1	給気用送風機室	通常エリア	プレフィルタ交換	立ち入り無し	約0.25mSv/回	1回/12M -
1	ダスト管理エリア用排風機室	管理エリア	フィルタ交換	立ち入り無し	約1.0mSv/回	1回/12M -
2	ダスト取扱エリア用排風機室	管理エリア	フィルタ交換	立ち入り無し	約1.0mSv/回	1回/2~3日 -
2	サンプリング室	管理エリア	サンプリング	立ち入り無し	約0.5mSv/回	1回/1日 -
2	遠心分離機室	管理エリア	立ち入り無し	遠心分離機ベルト張力確認	約1.5mSv/回	- 1回/6M
2	シャッター保守室	管理エリア	立ち入り無し	立ち入り無し	-	- -

※1 廃スラッジの回収・脱水・充填を実施している状態

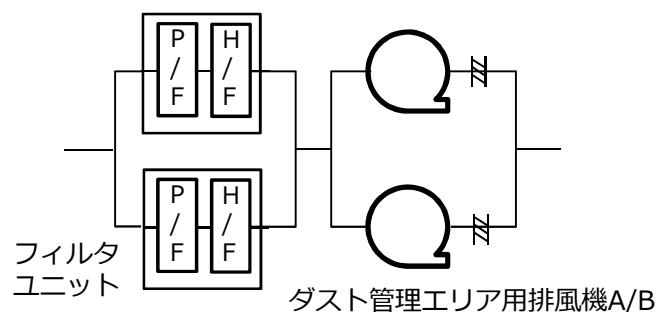
※2 設備を休止し、廃スラッジの回収・脱水・充填を実施していない状態

※3 被ばく線量は雰囲気線量の最大値より算出した暫定値

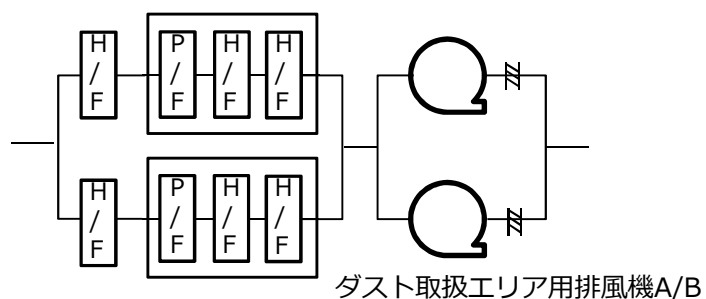
【参考】換気空調設備の機器構成案について



- 給気用送風機A,B (100%×2台)
 - ✓ 片吸込遠心ファン 床置き型
- 冷却水ポンプA,B
 - ✓ 片吸込渦巻ポンプ
- 加熱・冷却コイル
- フィルタ類
 - ✓ プレフィルタ、塩害防止フィルタ



- ダスト管理エリア用排風機A,B (100%×2台)
 - ✓ 片吸込遠心ファン 床置き型
- フィルタユニット
 - ✓ 床置き型 (プレフィルタ+HEPA)

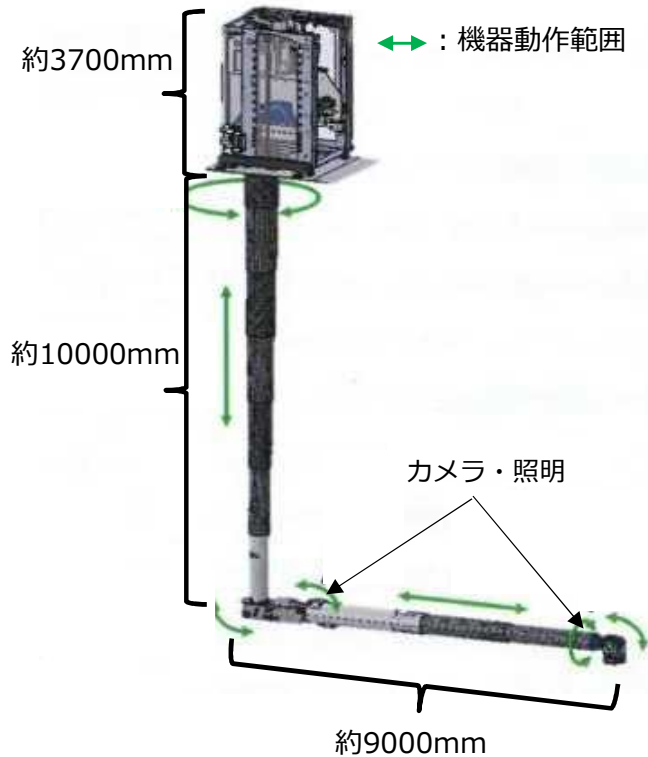


- ダスト取扱エリア用排風機A,B (100%×2台)
 - ✓ 片吸込遠心ファン 床置き型
- パイプフィルタ
 - ✓ 箱型パイプ接続型 (HEPA)
- フィルタユニット
 - ✓ 床置き型 (プレフィルタ+HEPA+HEPA)

H/C : 加熱コイル P/F : プレフィルタ
 C/C : 冷却コイル S/F : 塩害防止フィルタ
 H/F : HEPAフィルタ

【参考】廃スラッジ回収設備 主要な機器仕様 (1/3)

■ 廃スラッジ回収設備を構成する主要な機器仕様



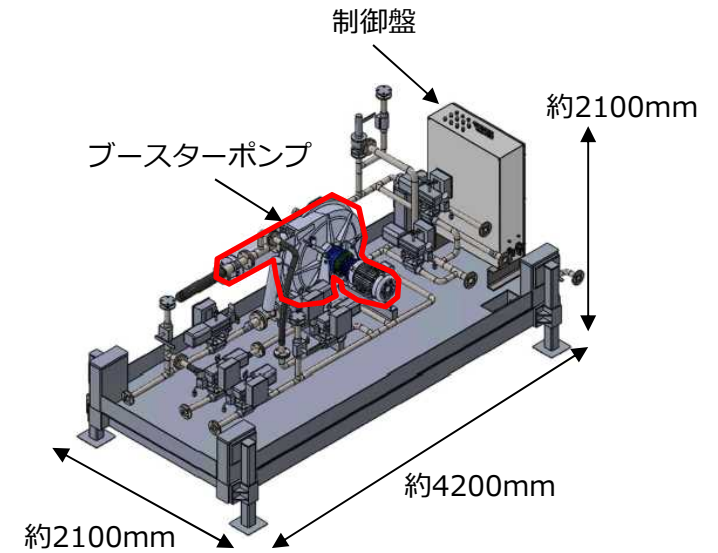
廃スラッジ回収用
マニピュレータ概要図

型式(方式) : 遠隔操作式パワーマニピュレータ
全伸長 : 約19m



エダクタ概要図

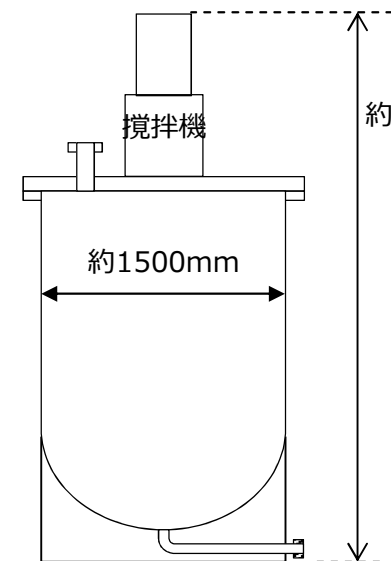
駆動方式 : 液圧駆動



廃スラッジ移送用
ブースターポンプユニット概要図

型式 : 蠕動式(ホースポンプ)
流量 : 11.4 m³/h

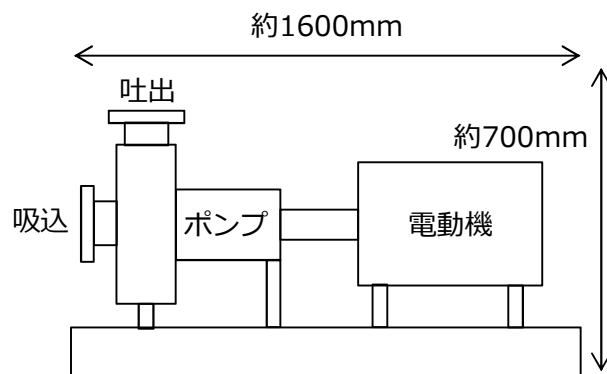
■ 廃スラッジ回収設備を構成する主要な機器仕様



廃スラッジ一時貯留タンク
遠心分離機処理水受タンク
概要図

容量 : 2.13m³

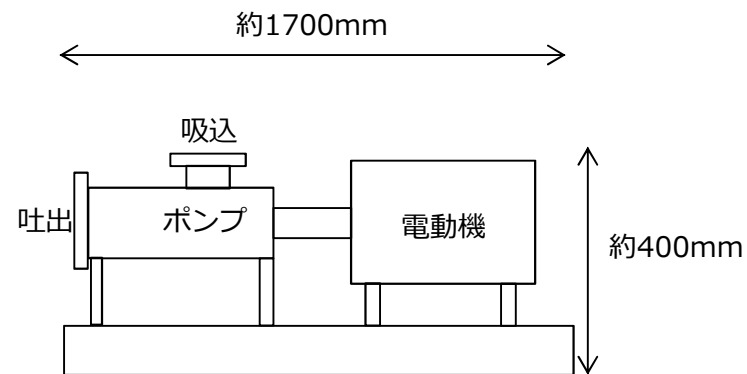
材質 : SUS316L相当



エダクタ駆動水供給ポンプ概要図

型式 : 遠心式

流量 : 5.0 m³/h

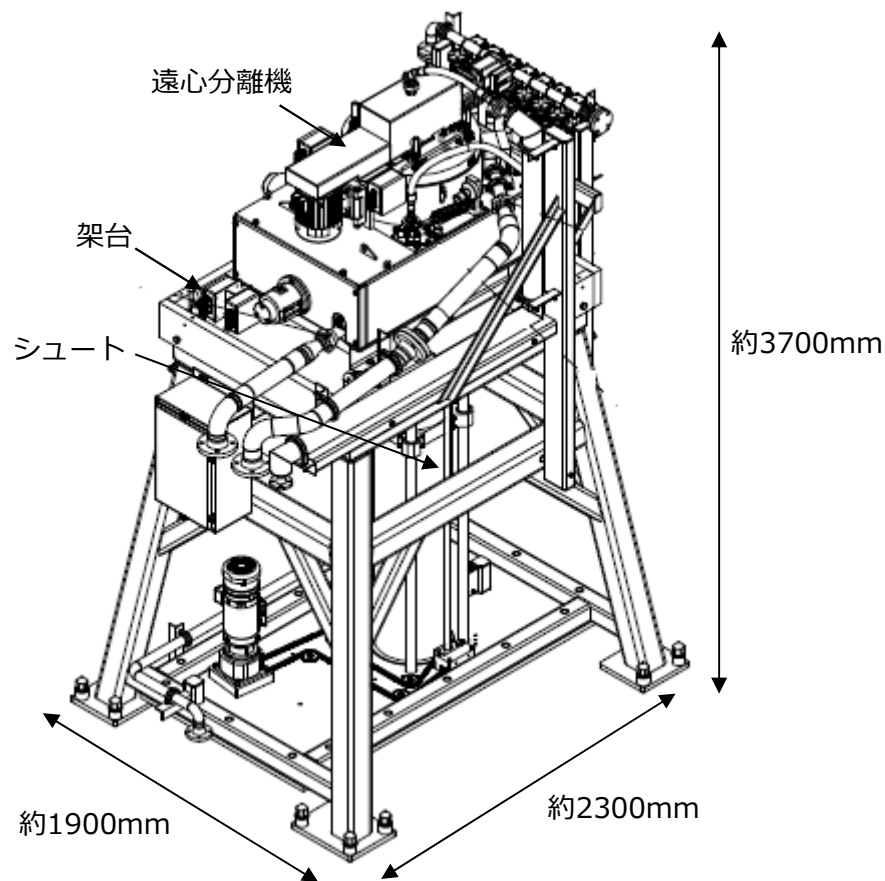


廃スラッジ移送ポンプ概要図

型式 : 容積式

容量 : 3.6m³/h

■ 廃スラッジ回収設備を構成する主要な機器仕様

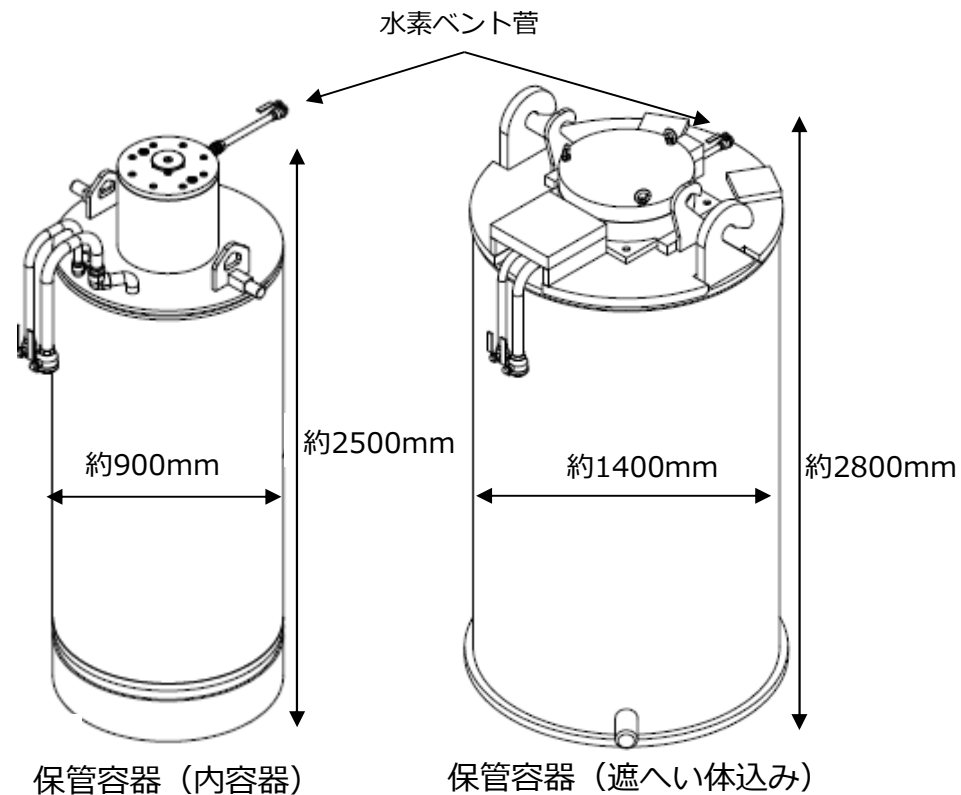


遠心分離機概要図

型式： 縦型遠心分離機

容量： 8L (ボウル容量)

材質： 二相ステンレス (ボウル部)



廃スラッジ保管容器概要図

容量： 1.0m³

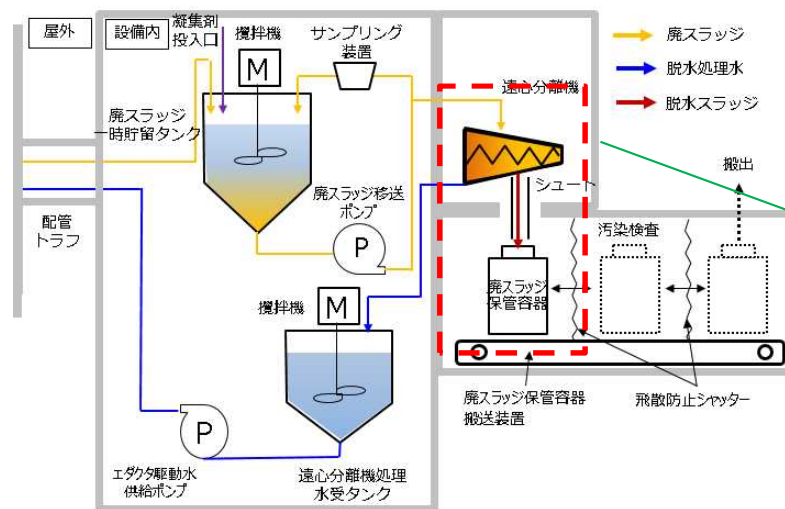
材質： 二相ステンレス

【参考】換気空調設備の耐震クラスについて

- 耐震クラス判定フローに基づいて評価した結果、廃スラッジ回収設備の耐震クラスは「B」クラスと考
えているが、換気空調設備も同様に公衆被ばく影響評価を行い、耐震クラスを設定する。
- 換気空調設備停止時の公衆被ばく影響評価方法
 - 屋外設備は健全であるが、電源の計画外停止または換気空調系の故障により、送排風機の運転が
停止することを想定し、放出されるインベントリでの大気拡散による影響を評価する。
 - 送排風機の停止により、設備内の空気中放射性物質のうち、 $1/10^{*1}$ が屋外へ放出されることを想
定する。（設備内は無風状態のため、経時的に空気中へ移行する放射性物質は考慮しない。）

評価項目	敷地境界線量値（暫定値）
公衆被ばく線量（大気拡散による影響）	2.1E-04mSv/事故

50 μ Sv以下となるため、耐震クラス分類は『Cクラス』となる。



通常運転中の設備内で最もダスト飛散量が多い箇所は遠心分離機から落下した脱水スラッジを容器に充填（落下）する瞬間となる。

その他の機器もダスト発生の可能性はあるが、全て密封しており、かつ落下させるような工程はないため、上記の瞬間が最も飛散量が多い瞬間となる。

※1 建屋の除染係数として10を考慮。

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

【参考】換気空調設備停止時の公衆被ばく線量の算出方法

- 放出されるインベントリ量は遠心分離機から落下する脱水スラッジ量とそのインベントリに落下時の飛散率を乗じて算出する。

項目	単位	値	備考
遠心分離機から保管容器に1回あたりに排出される脱水物の重量	kg	1.23E+01	
遠心分離機から保管容器に1回あたりに排出される脱水物のインベントリ量	Bq	2.07E+12 ^{※1}	Sr-90
遠心分離機から保管容器に脱水物が落下する際の飛散率	-	1.49E-04	P.19 ^{※2} 参照
屋外設備のDF	-	1.00E+01	前頁 ^{※1} 参照
放出されるインベントリ量	Bq	3.08E+07	

- 放出される放射性物質量がP.17と同様の条件で飛散した場合の敷地境界線量を評価するため、公衆被ばく線量は送排風機停止時に放出されるインベントリ量とバウンダリ喪失時の放出インベントリ量の比率（Sr-90を代表として算出）から公衆被ばく線量を算出した。

項目	単位	値 ^{※1}	備考
バウンダリ喪失時の放出インベントリ量	Bq	4.69E+10	P.19の放出量（ST）のうちSr-90
バウンダリ喪失時の敷地境界線量値	mSv	3.20E-01	P.14の「大気拡散による影響値」
換気空調設備停止時の公衆被ばく線量	mSv	2.10E-04	

※1：暫定値

0.21 μ Sv < 50 μ Svとなり、換気空調設備の耐震クラス分類は『Cクラス』とする。