

補足説明資料 10

設計及び工事計画認可申請における
廃棄物搬出設備試料採取装置の位置づけについて

廃棄物搬出設備試料採取装置の設計及び工事計画における扱いについて

1. 概要

本資料は、川内 1 号機廃棄物搬出設備に設置する試料採取装置の設計及び工事計画（以下「設工認」という）における扱いについて説明するものである。

以下のとおり、廃棄物搬出設備に設置する試料採取装置は、技術基準規則第 34 条の要求に該当する設備であり、申請対象とし、要目表及び基本設計方針に記載する設備とする。

2. 設工認申請における扱いについて

(1) 技術基準規則第 34 条

○技術基準規則第 34 条は、「排気中の放射性物質濃度を計測する装置を設置すること」を要求しており、同条解釈にてサンプリングによる測定も対象となることについて規定されている。したがって、排気中の放射性物質をサンプリングする試料採取装置は、技術基準規則 34 条の対象として整理する。

なお、既設建屋の空調排気系統に設置している試料採取装置との扱いの相違については別紙 1 に示す。

○試料採取装置は、フィルタ、ポンプ等により排気口から連続的に試料を捕集する設備であり、環境に放出する最終段の放射性物質濃度をサンプリングにより計測するために設置することから、実用炉規則別表第二（プロセスモニタリング設備）に記載されている「排気中の放射性物質濃度を計測する装置」に該当するため、要目表に記載する。

また、サンプリングによる測定には、運用として、捕集した試料を一定期間ごとに分析担当者が本装置から取り出し、必要に応じて前処理を行ったうえで既設の分析機器を用いて核種や濃度の分析を行い、測定結果を記録、保存及び管理することも含まれることから、本装置による試料の採取から測定結果の管理までの方針について基本設計方針に記載する。

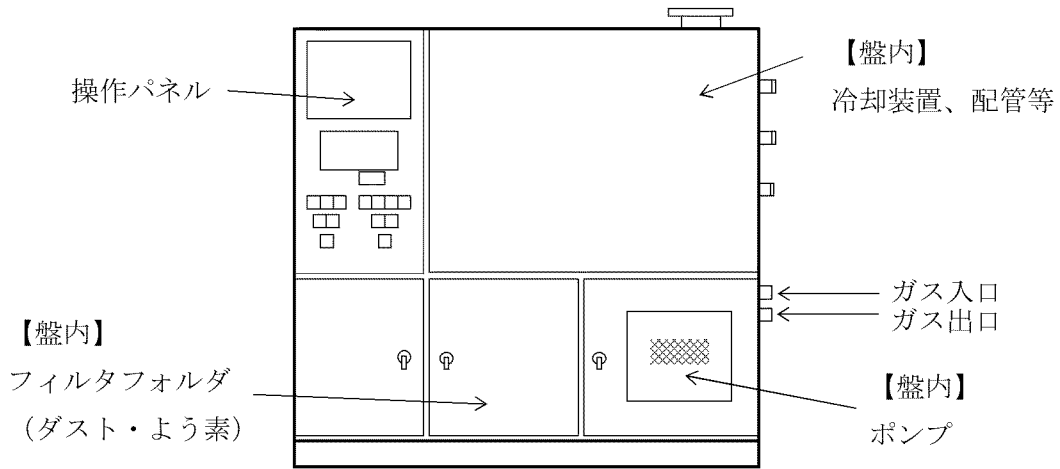
なお、使用する分析機器は、実用炉規則 136 条の法令報告のために保安規定に定めて管理している。（※ 1）

※ 1 試料採取装置及び捕集から測定までのイメージは別図参照

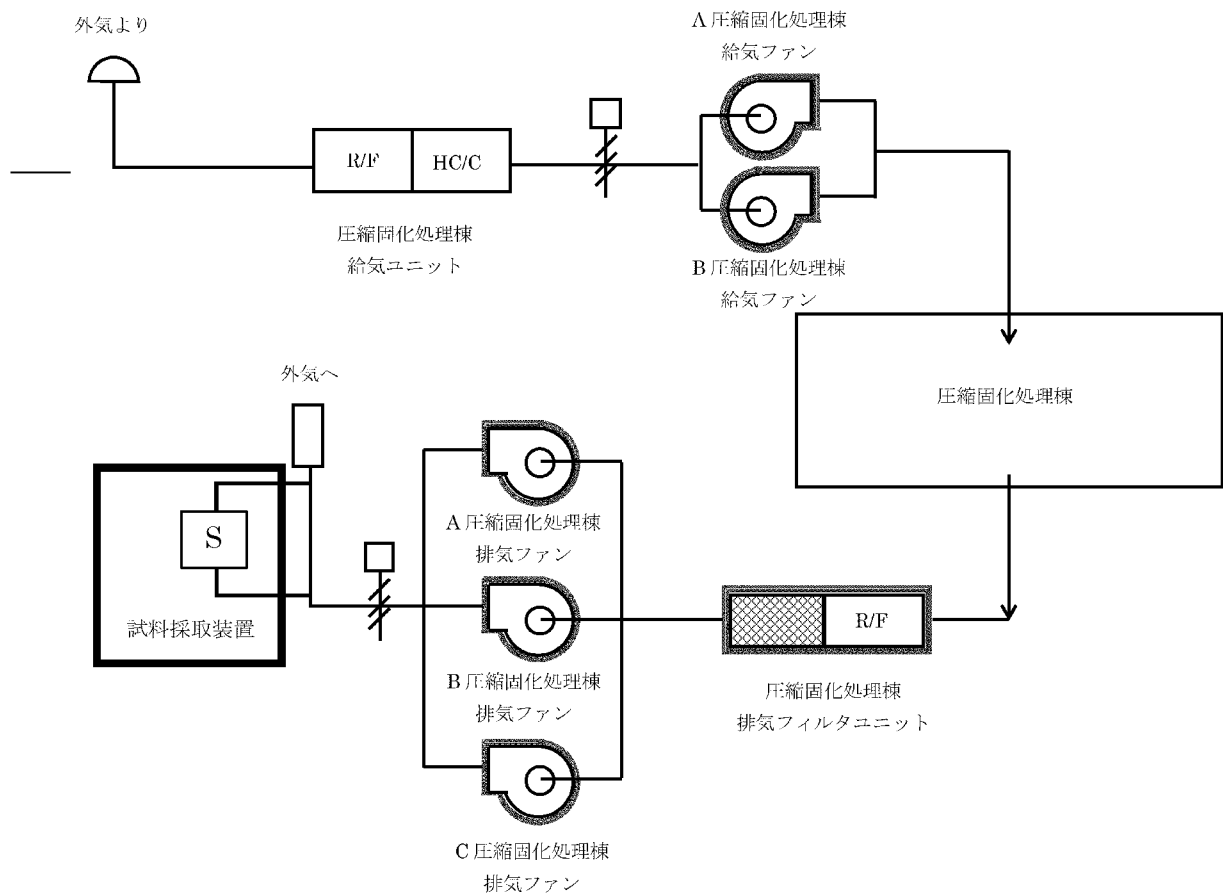
(2) 技術基準規則第 47 条

○技術基準規則第 47 条（警報装置）では、技術基準規則 34 条の放射性物質の濃度が著しく上昇した場合においてこれらを確実に検出して自動的に警報する装置を施設することが要求されているが、廃棄物搬出設備の排気中の放射性物質濃度は保守的に評価しても十分低い濃度であり、既設プロセスモニタの警報設定値に相当するような著しい上昇の可能性がないことから、警報装置は設置しないこととする。本設備から排気される放射性物質濃度については、別紙 2 に示す。また、技術基準規則第 47 条第 1 項の整理を、別紙 3 に示す。

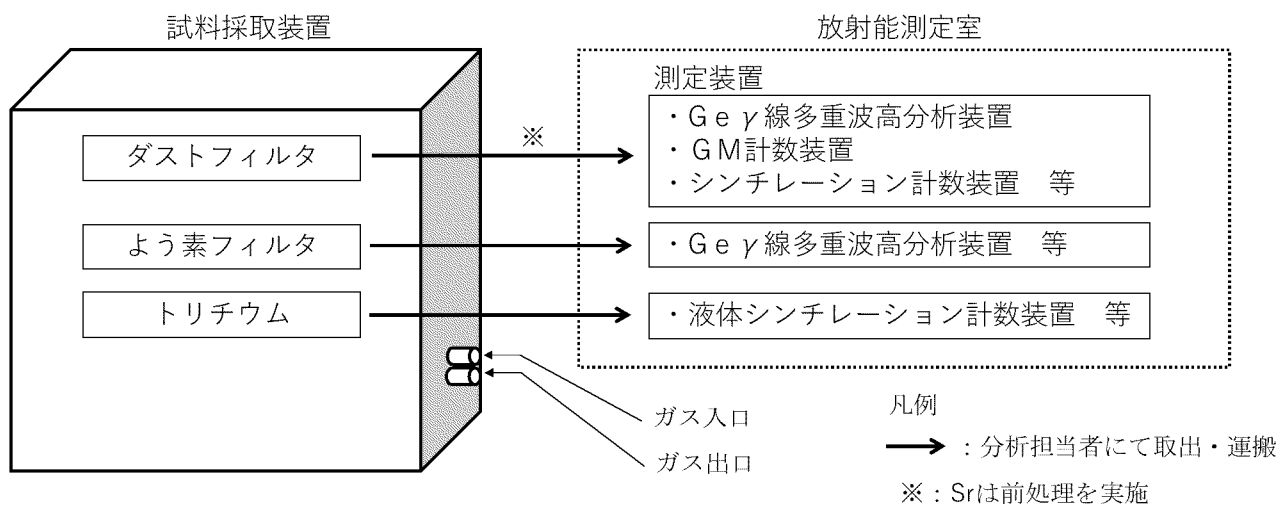
以上



廃棄物搬出設備試料採取装置 概略図



廃棄物搬出設備試料採取装置 取付箇所



廃棄物搬出設備試料採取装置 測定までのイメージ図

試料採取装置の設計及び工事計画における扱いについて

1. 概要

川内原子力発電所 廃棄物搬出建屋 圧縮固化処理棟の空調排気系統において、技術基準規則第34条の要求を満足するためのプロセスモニタリング設備として設置する試料採取装置と、既設建屋の空調排気系統に設置されている試料採取装置との設計及び工事計画（以下、「設工認」という）における取り扱いの相違について整理する。

2. 各建屋の空調排気系統に設置しているプロセスモニタリング設備の設工認における扱い

川内原子力発電所の各建屋において、放射性物質により汚染するおそれのある管理区域からの空調排気を環境に放出する系統における試料採取装置及びガスモニタの設置状況、設工認における記載状況は下表の通りである。

| 建屋名 | 設置状況／設工認における扱い | | | |
|---------------|----------------|--------|-------|--------|
| | 試料採取装置 | | ガスモニタ | |
| 廃棄物搬出建屋（今回設置） | ○ | 要目表に記載 | × | — |
| 原子炉格納容器（既設） | ○ | 記載なし | ○ | 要目表に記載 |
| 原子炉補助建屋（既設） | ○ | 記載なし | ○ | 要目表に記載 |
| 廃棄物処理建屋（既設） | ○ | 記載なし | ○ | 要目表に記載 |

○：設置 ×：未設置

3. 試料採取装置の設工認における扱いの相違

(1) 廃棄物搬出建屋に設置する試料採取装置

廃棄物搬出建屋 圧縮固化処理棟の空調排気系統には、試料採取装置を設置する方針としている。このため、技術基準規則第34条第一項第九号の要求を満足するために環境に放出する最終段で計測するプロセスモニタリング設備（出口に最も近い箇所で計測している装置）として設工認の要目表に記載する。

(2) 既設建屋に設置する試料採取装置

既設建屋の空調排気系統においては、試料採取装置とガスモニタを設置している。これらのうち、技術基準規則第34条第一項第九号の要求を満足するために環境に放出する最終段で計測するプロセスモニタリング設備としてはガスモニタが該当し、設工認の要目表に記載しているため、試料採取装置は記載対象外としている。

【発電用原子炉施設の工事計画に係る手続きガイド（一部抜粋）】

L. 放射線管理施設

プロセスモニタリング設備の「放射性物質により汚染するおそれがある管理区域から環境に放出する排水中又は排気中の放射性物質濃度を計測する装置」にあつては、非常用のもの及び環境に放出する最終段で計測している装置（出口に最も近い箇所で計測している装置）を対象とする。

廃棄物搬出建屋から排気される放射性物質濃度について

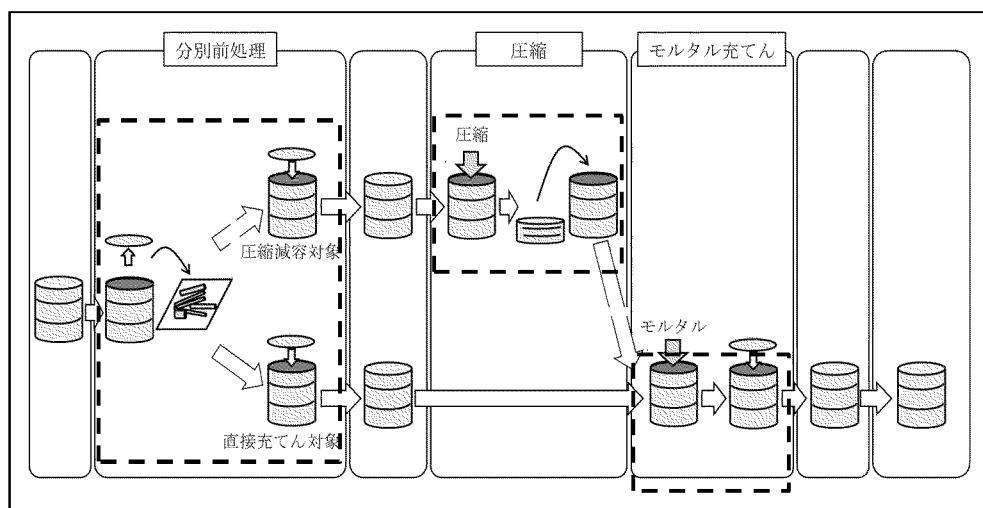
1. 概要

本資料は、廃棄物搬出建屋からの排気について、放射性物質濃度の著しい上昇がないことを説明するものである。

放射性物質濃度の著しい上昇がないことについては、放射性物質の濃度が著しく上昇することを検知するための既設プロセスモニタの警報設定値が、設置変更許可申請書添付書類九に記載している放出量から設定していることから、この放出量と比較することにより確認する。

2. 圧縮固化処理棟の排ガス中の放射性物質について

圧縮固化処理棟の排ガス中の放射性物質量は、1年間に処理する雑固体廃棄物中の放射性物質が排気フィルタを通り放出されたものとして評価する。



放射性物質の放出の可能性のある工程

2.1 評価条件

(1) ドラム缶1本当たりの放射エネルギー

$2.1 \times 10^8 \text{Bq/本}$ (線源: Co-60)

固体廃棄物貯蔵庫に貯蔵保管している雑固体廃棄物の平均放射エネルギーとする。ただし、ドラム詰め時の放射エネルギーとし、保守的に放射能減衰は考慮しない(※1)。また、線源については、主要核種であるCo-60とする。

雑固体廃棄物貯蔵量: 24,720本 (2019年12月末現在)

雑固体廃棄物放射性物質総量: $5.1 \times 10^{12} \text{Bq}$

(2) ドラム缶の年間処理本数

1,800本

[充てん固化体を年間1,500本製作するのに必要な前処理想定本数1,800本とする。]

(3) 放射性物質の飛散率

10^{-3}

[RIの飛散率試験結果（出典：RADIOISOTOPES, 32, 260～269（1983））における保守的な値（※2）]

(4) 換気設備のフィルタ効率及びファン風量

フィルタ効率： 5.95×10^3

[参考文献：HEPAフィルタの捕集効率と除染係数, 保健物理, 21, 240(1986)
ファン風量： $31,200(\text{m}^3/\text{h}) \times 2(\text{台})$]

※1 ドラム缶1本当たりの放射能

埋設施設への搬出に当たっては、埋設施設が許可された総放射能を超えないように、低い放射エネルギーのドラム缶から搬出するように求められている。これは、作業員の被ばく低減の観点からも有効である。このため、減衰期間が十分な発生日が古いドラム缶から処理を行うこととしている。平均放射エネルギーに用いる放射エネルギーは、発生日の放射エネルギーである。作業等に伴って発生する雑固体廃棄物の主な汚染核種の、**Co-58**(半減期：71日)と**Co-60**(半減期：5年)のうち、**Co-58**は、当初放射エネルギーの大部分を占めるが、1年程度経過すると減衰により**Co-60**が支配的になる。この**Co-60**も、10年経過すれば4分の1に減衰する。

過去、37年に渡って保管している雑固体廃棄物ドラム缶約25,000本を、概ね古い順から処理するため、ドラム缶1本当たりの放射エネルギーとして、発生日時点の放射エネルギーの平均を使うことは、十分保守的と言える。

※2 飛散率

RIの飛散率試験結果（出典：RADIOISOTOPES, 32, 260～269（1983））における核種グループ毎に定められた飛散率を用いる。グループにない核種である**Co-60**は、同じ金属類の**Cr**や**Fe**と同様に第3グループ（飛散率 10^{-7} ）に属すると想定されるが、保守側に飛散率の最も高い第1グループ（飛散率 10^{-3} ）として評価する。

2.2 評価結果

(1) 廃棄物処理に伴う年間の放出放射エネルギー

$$\frac{2.1 \times 10^8 \left(\frac{\text{Bq}}{\text{本}}\right) \times 1,800 \left(\frac{\text{本}}{\text{y}}\right) \times 10^{-3}}{5.95 \times 10^3} = 6.4 \times 10^4 (\text{Bq/y})$$

圧縮固化処理棟での廃棄物処理に伴う年間の放出放射エネルギーは、放射能減衰は考慮せず、また、放射性物質の飛散率を保守的に評価しても $6.4 \times 10^4 \text{Bq/y}$ (Co-60)であり、設置変更

許可申請書添付書類九に記載している放出量 ($1.7 \times 10^{15} \text{Bq/y}$ (希ガス)、 $6.2 \times 10^{10} \text{Bq/y}$ (I-131)) と比較しても十分小さい放射エネルギーである。

また、放射性同位元素等の規制に関する法律で定める下限数量 $1 \times 10^5 \text{Bq}$ (Co-60) よりも小さい。

(2) 排気口における年間平均放射能濃度

$$\frac{6.4 \times 10^4 (\text{Bq})}{31,200 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right) \times 10^6 \left(\frac{\text{cm}^3}{\text{m}^3}\right) \times 2 (\text{台}) \times 8,760 \left(\frac{\text{h}}{\text{y}}\right)} = 1.2 \times 10^{-10} \left(\frac{\text{Bq}}{\text{cm}^3} / \text{y}\right)$$

上記を踏まえた排気口における年間平均放射能濃度は、 $1.2 \times 10^{-10} (\text{Bq/cm}^3)$ となり、周辺監視区域外においては、さらに排気口からの大気拡散効果により濃度は低下する。したがって、排気に伴う周辺監視区域外の空气中放射性物質濃度は、「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」に定める濃度限度 $4 \times 10^{-6} (\text{Bq/cm}^3)$ (Co-60) を十分下回る。

試料採取装置に対する技術基準規則第47条第1項の整理

川内原子力発電所廃棄物搬出設備に設置する試料採取装置に対する技術基準規則第47条第1項への整理を以下の通り示す。

| No. | 技術基準規則第47条第1項 | 説明 |
|-----|--|--|
| 1 | 発電用原子炉施設には、その機械又は器具の機能の喪失、誤操作その他の異常により発電用原子炉の運転に著しい支障を及ぼすおそれが発生した場合、 | 本設備は、発電用原子炉と独立しており、異常により発電用原子炉の運転に著しい支障を及ぼすおそれはないため該当しない。 |
| 2 | 第三十四条第一項第九号の放射性物質の濃度（が著しく上昇した場合） | 廃棄物搬出設備の排気中の放射性物質濃度は保守的に評価しても十分低い濃度であり、既設プロセスモニタの警報設定値に相当するような著しい上昇の可能性がないため該当しない。 |
| 3 | 又は同項第十二号（の線量当量率が著しく上昇した場合） | 本設備は、管理区域内において人が常時立ち入る場所その他放射線管理を特に必要とする場所の線量当量率を計測する装置ではないため該当しない。 |
| 4 | 及び第十三号の線量当量率が著しく上昇した場合 | 本設備は、周辺監視区域に隣接する地域における空間線量率及び放射性物質の濃度を計測する装置ではないため該当しない。 |
| 5 | 又は流体状の放射性廃棄物进行处理し、又は貯蔵する設備から流体状の放射性廃棄物が著しく漏えいするおそれが発生した場合 | 本設備は、流体状の放射性廃棄物の発生が無く、流体状の放射性廃棄物の処理及び貯蔵する設備を設置しないため該当しない。 |
| 6 | においてこれらを確実に検出して自動的に警報する装置を施設しなければならない。 | No.2の説明を踏まえ、自動的に警報する装置を設置しない。 |

廃棄物搬出設備の換気設備に期待しない場合の放射性物質濃度について

1. 概要

廃棄物搬出建屋から排気される放射性物質濃度については、別紙1に示すとおり、換気設備のフィルタ効率及びファン風量に期待した評価結果となっているが、本資料では仮に換気設備に期待しないとした場合に放出される放射性物質濃度について説明する。

2. 廃棄物搬出建屋の放出放射性物質について

廃棄物搬出設備の換気設備に期待しない状態で、ドラム缶全てが解放されたとして、試算する。

2.1 評価条件

(1) ドラム缶1本当たりの放射エネルギー

$2.1 \times 10^8 \text{Bq/本}$ (線源: Co-60)

固体廃棄物貯蔵庫に貯蔵保管している雑固体廃棄物の平均放射エネルギーとする。ただし、ドラム詰め時の放射エネルギーとし、保守的に放射能減衰は考慮しない(※1)。また、線源については、主要核種であるCo-60とする。

雑固体廃棄物貯蔵量: 24,720本 (2019年12月末現在)

雑固体廃棄物放射性物質総量: $5.1 \times 10^{12} \text{Bq}$

(2) ドラム缶数

・廃棄物搬出検査棟

4,500本(最大貯蔵容量)

・圧縮固化処理棟

○処理前保管ドラムエリア : 200本/月 (モルタル固化前)

○分別前処理室 : 50本/週 (処理前保管ドラムエリアに含む)

○モルタル充填前保管エリア : 90本/週 (モルタル固化前)

○ベイラエリア : 15本/週 (モルタル充填前保管エリアに含む)

○モルタル充填室 (固型化) : 45本/週

○モルタル養生エリア (更なる固型化) : 45本/週

(3) 対象ドラム缶

上記ドラム缶のうち、モルタル固化しているドラム缶は、ドラム缶が解放されても、放射性物質の放出は無視できると考えられるため、評価対象はモルタル固化されていない処理前保管ドラムエリアの200本とモルタル充填前保管エリアの90本の合計290本とする。

(4) 放射性物質の飛散率

10^{-3}

RIの飛散率試験結果（出典：RADIOISOTOPES, 32, 260～269（1983））における保守的な値（※2）

※1 ドラム缶1本当たりの放射能

埋設施設への搬出に当たっては、埋設施設が許可された総放射能を超えないように、低い放射エネルギーのドラム缶から搬出するよう求められている。これは、作業員の被ばく低減の観点からも有効である。このため、減衰期間が十分な発生日が古いドラム缶から処理を行うこととしている。平均放射エネルギーに用いる放射エネルギーは、発生日の放射エネルギーである。作業等に伴って発生する雑固体廃棄物の主な汚染核種の、Co-58(半減期：71日)とCo-60(半減期：5年)のうち、Co-58は、当初放射エネルギーの大部分を占めるが、1年程度経過すると減衰によりCo-60が支配的になる。このCo-60も、10年経過すれば4分の1に減衰する。

過去、37年に渡って保管している雑固体廃棄物ドラム缶約25,000本を、概ね古い順から処理するため、ドラム缶1本当たりの放射エネルギーとして、発生日時点の放射エネルギーの平均を使うことは、十分保守的と言える。

※2 飛散率

RIの飛散率試験結果（出典：RADIOISOTOPES, 32, 260～269（1983））における核種グループ毎に定められた飛散率を用いる。グループにない核種であるCo-60は、同じ金属類のCrやFeと同様に第3グループ（飛散率 10^{-7} ）に属すると想定されるが、保守側に最も飛散率の高い第1グループ（飛散率 10^{-3} ）として評価する。

2.2 評価結果

(1) 建屋内のモルタルで固化していないドラム缶

$$2.1 \times 10^8 \times 290(\text{本}) \times 10^{-3} = 6.1 \times 10^7(\text{Bq})$$

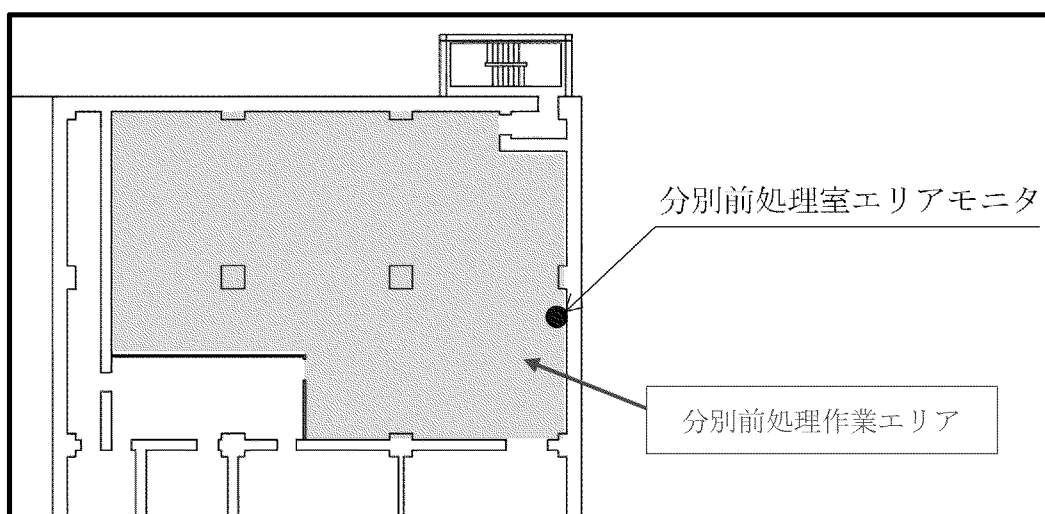
建屋内のモルタルで固化していないドラム缶（最大本数：290本）の全てが解放された場合の放出放射エネルギーは、 $6.1 \times 10^7 \text{Bq}$ であり、設置変更許可申請書添付書類九に記載している放出量（希ガス： $1.7 \times 10^{15} \text{Bq/y}$ 、I-131： $6.2 \times 10^{10} \text{Bq/y}$ ）と比較して無視できる程度である。

廃棄物搬出建屋内の作業エリアにおける放射性物質の監視について

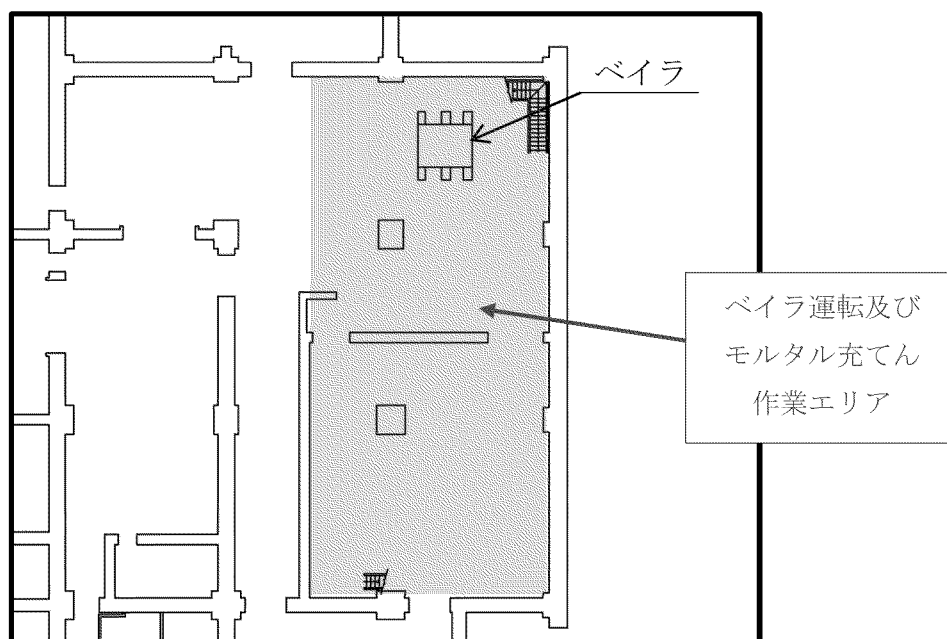
廃棄物搬出作業に伴い、廃棄物搬出建屋内で放射性物質の発生元となりうる場所は、分別前処理、ベイラ運転及びモルタル充てんを行う作業エリア（下図参照）であり、分別前処理作業エリアには分別前処理室エリアモニタを設置することとしていることから、放射線量の上昇について当該エリアモニタによる監視及び警報発信が可能である。また、ベイラ運転及びモルタル充填を行う作業エリアは、作業中常時実施している作業環境測定[※]の結果により放射性物質の空気中への放出の監視が可能である。

なお、作業者不在時には、作業に伴う放射性物質の空気中への放出の可能性はない。

※ 作業環境測定とは、空気中じんあい濃度、表面汚染密度、線量当量率等の測定を実施する。



廃棄物搬出建屋 EL. 33. 8m



廃棄物搬出建屋 EL. 17. 3m