

リサイクル燃料備蓄センター設工認
設 1-補-002-02 改 2
2021 年 7 月 8 日

リサイクル燃料備蓄センター
設計及び工事の計画の変更認可申請書
(補足説明資料)

代替計測について

令和 3 年 7 月

リサイクル燃料貯蔵株式会社

枠囲みの内容は商業機密
に属しますので公開でき
ません

本説明資料の内容は、分割第 2 回目
の申請に反映する。

目次

1. 概要	1
2. 代替計測の必要性	1
3. 代替計測方法	1
3. 1 遮蔽機能の代替計測	1
3. 2 閉じ込め機能の代替計測	4
3. 3 除熱機能の代替計測	6
4. 設工認の記載方針	9
参考 代替計測に用いる計測器の要目表 (案)	10

1. 概要

本資料は、津波や設備の故障により金属キャスクと使用済燃料貯蔵建屋（以下「貯蔵建屋」という。）の遮蔽機能と除熱機能の監視、並びに金属キャスクの閉じ込め機能の監視ができなくなった場合に、可搬式の計測器や代替の検出器を用いて代替計測を行うことから、具体的な方法に伴う設工認への記載方針について説明するものである。

（閉じ込め機能、除熱機能及び遮蔽機能を監視するための本設の設備が使用できなくなった場合に、可搬式の計測器あるいは代わりにの検出器を用いて計測し監視することを「代替計測」、使用する計測器、検出器及び表示器を「代替計測用計測器」とする。）

2. 代替計測の必要性

使用済燃料貯蔵施設では、金属キャスクの閉じ込め機能と除熱機能が確保されていることを監視すること、そして、金属キャスクと貯蔵建屋の遮蔽機能が確保されていることを線量で監視することが要求されている。また、使用済燃料貯蔵規則第 27 条（記録）では、金属キャスクの蓋間圧力と表面温度の記録を連続して記録すること及び側壁における線量当量率を 1 日 1 回記録することが要求されている。

津波や設備の故障により、本設の設備で閉じ込め機能、除熱機能及び遮蔽機能が確保されていることの監視ができなくなった場合には、準備が整い次第、可搬式の計測器や別の計測器を用いて代わりに 1 日 1 回計測することで、各安全機能の監視を行う。

代替計測の検討に当たっては、津波による被害状況や設備の故障状況など、想定する被害状況により代替計測の方法が変わる可能性があることから、最も厳しいケースとして、津波により金属キャスク上部まで被水する場合を想定し、すべての計測器、監視装置及び電源設備が使用できなくなった状態を想定して、準備を行うものとする。

また、代替計測に用いる設備は、津波襲来時に影響を受けない南側高台の活動拠点に保管する。

3. 代替計測方法

3. 1 遮蔽機能の代替計測

(1) 放射線サーベイ機器について

使用済燃料貯蔵施設では、必要に応じて外部放射線に係る線量当量率を計測するために、可搬型の放射線サーベイ機器を設けることとしている。具体的には、放射線業務従事者に対して管理区域における線量当量率を周知するために、定点（7 点）を定めて定期的に測定する計画であり、この測定にガンマ線と中性子線を計測する放射線サーベイ機器を用いる計画である。

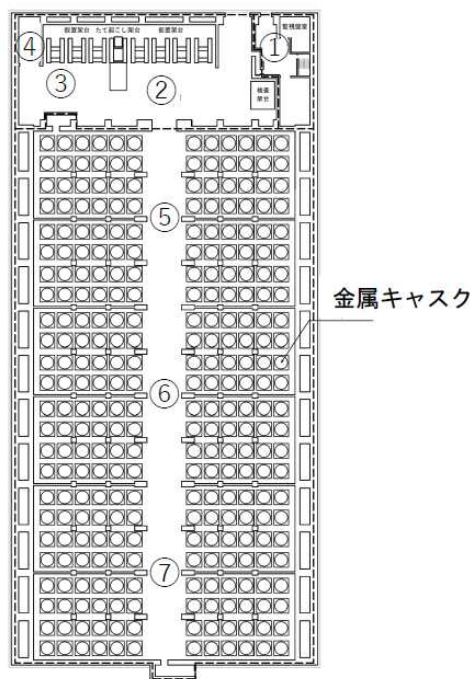
(2) 貯蔵建屋内における遮蔽機能の代替計測

①代替計測における遮蔽機能の計測方法

通常、貯蔵建屋内の線量当量率はエリアモニタによりガンマ線と中性子線の線

量当量率を計測し、金属キャスクの遮蔽機能が確保されていることを監視する。エリアモニタが使用できなくなった場合、貯蔵建屋内の線量当量率を代替計測するために、可搬型の放射線サーベイ機器を使用してガンマ線と中性子線の線量当量率を計測する。

エリアモニタの検出器は壁面上部（床面上約 6m）に設置されており、計測する高さが異なることから、放射線サーベイ機器で測定した値と今までに計測したエリアモニタの値を比較しても、差が生じる可能性が高い。そのため、放射線業務従事者に対して管理区域における線量当量率を周知するための定点（7 点）において代替計測を行い、以前の計測値と有意な差がないことを確認する。貯蔵建屋内の定点ポイント（計画）を第 3. 1 - 1 図に示す。



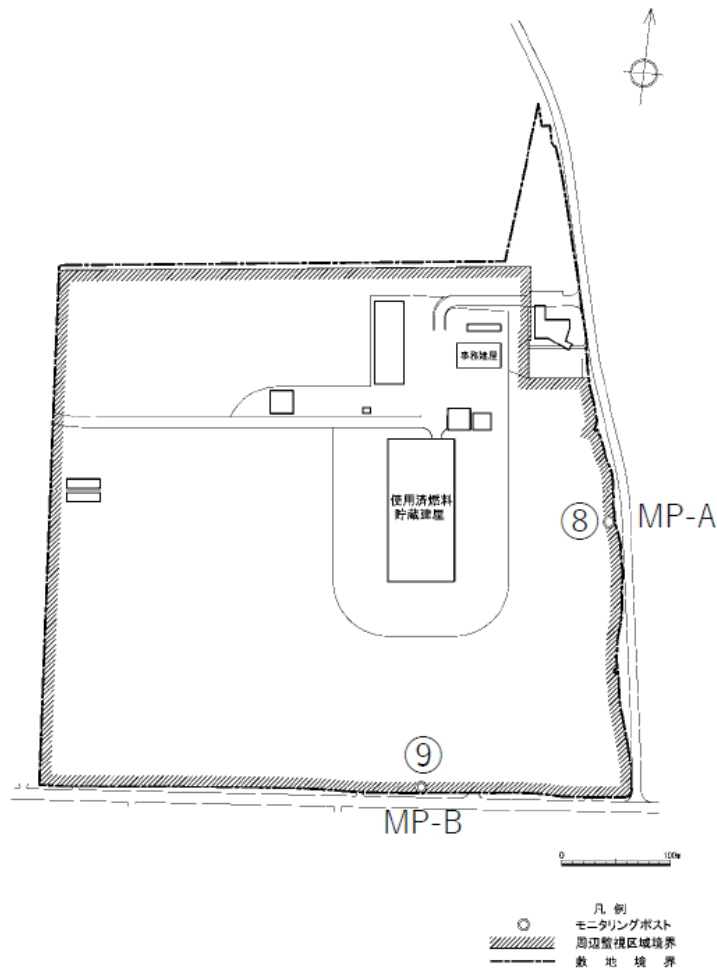
第 3. 1 - 1 図 貯蔵建屋の定点ポイント（計画）

(3) 周辺監視区域境界付近における代替計測

①代替計測における遮蔽機能の計測方法

通常、周辺監視区域境界付近の放射線線量当量率はモニタリングポストによりガンマ線と中性子線の線量当量率を計測し、貯蔵建屋の遮蔽機能が確保されていることを監視する。モニタリングポストが使用できなくなった場合、モニタリングポストの線量当量率を代替計測するために、可搬型の放射線サーベイ機器を使用してガンマ線と中性子線の線量当量率を計測する。

モニタリングポスト近傍でも、貯蔵建屋内と同様に定点（2 点）を定めて定期的に測定することから、この定点において代替計測を行い、以前の計測値と有意な差がないことを確認する。モニタリングポスト近傍における定点ポイント（計画）を第 3. 1 - 2 図に示す。



第3. 1-2図 モニタリングポスト近傍の定点ポイント

(4) 計測器の仕様について

代替計測に用いる放射線サーベイ機器は、エリアモニタ及びモニタリングポストにおける放射線を代替として計測することから、その計測範囲は、それぞれの計測範囲と同等以上である必要がある。

第3. 1-1表 エリアモニタの検出器の種類と計測範囲

	ガンマ線エリアモニタ	中性子線エリアモニタ
検出器の種類	半導体検出器	^3He 比例計数管
計測範囲	$1 \sim 10^4 \mu\text{Sv/h}$	$10^{-2} \sim 10^4 \mu\text{Sv/h}$

第3. 1-2表 モニタリングポストの検出器の種類と計測範囲

	ガンマ線検出器		中性子線検出器
検出器の種類	シンチレーション検出器	電離箱	^3He 比例計数管
計測範囲	$10 \sim 10^4 \text{nGy/h}$	$10^3 \sim 10^8 \text{nGy/h}$	$10^{-2} \sim 10^4 \mu\text{Sv/h}$

なお、代替計測に用いる放射線サーベイ機器の電源は、電池である。

3. 2 閉じ込め機能の代替計測

(1) 金属キャスク蓋間圧力の代替計測

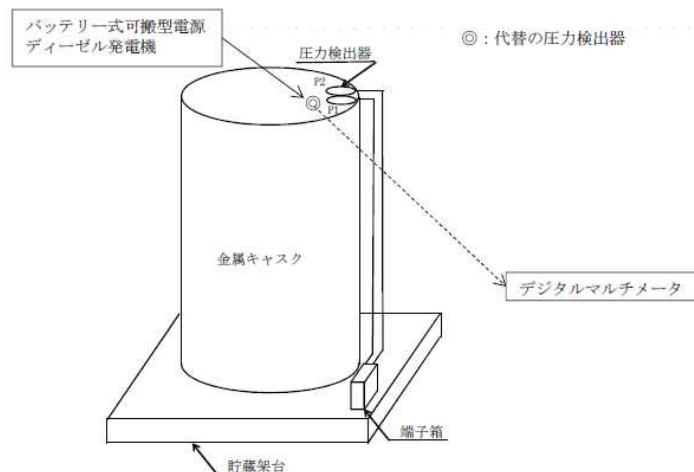
①代替計測における蓋間圧力の計測方法について

通常、蓋間圧力検出器により金属キャスクの蓋間圧力を計測し、閉じ込め機能が確保されていることを監視する。

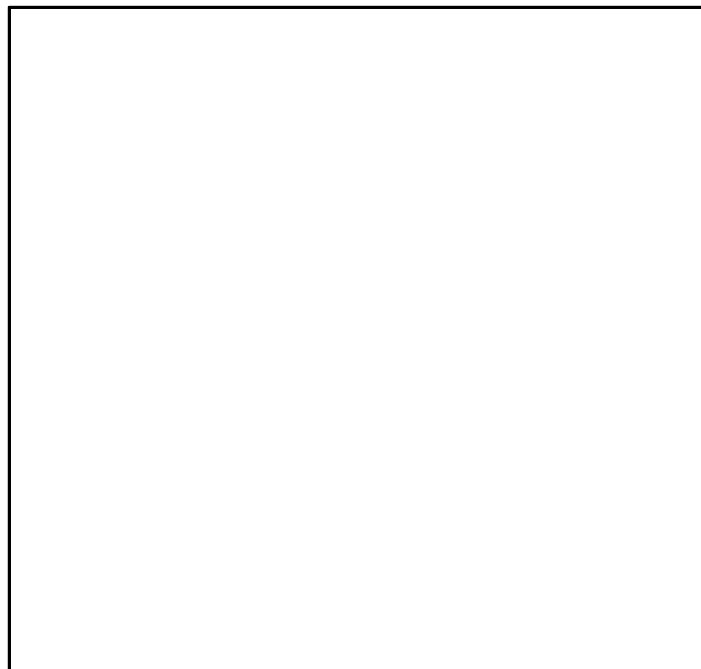
津波等により金属キャスク上部まで被水した場合、設置されている電気式圧力検出器は、防水構造ではないため使用できなくなる。そのため、新たに圧力検出器を設置して圧力の計測を行い、蓋間圧力の計測を行う。

ただし、蓋間の圧力を計測している圧力検出器はキャスクの上部に設置されており、新しい圧力検出器の設置には時間を要する。福島第一原子力発電所及び東海第二発電所でのキャスク保管実績では、蓋間圧力の異常を検知した例はなく、また基準漏えい率の100倍で漏えいしたとしても大気圧に達するまで約3か月を要するとの評価もあることから、最長で欠測期間が2か月程度となるが、浸水による影響だけであり閉じ込め機能には問題はないと考えられる。

キャスク上部で代替の圧力検出器1台を設置して蓋間圧力の代替計測を行う。イメージを第3. 2-1図に示す。代替の圧力検出器の接続に伴う蓋間のヘリウムガスの漏えいリスクを減らすために、点検時に使用する二次バルブ下流のラインに代替の圧力検出器を接続する。代替の圧力検出器を接続した蓋間圧力検出器の構成図を第3. 2-2図に示す。



第3. 2-1図 蓋間圧力の代替計測のイメージ



枠囲みの内容は商業
機密に属しますので
公開できません

第3. 2-2図 蓋間圧力検出器の構成図

既設と同じ電気式圧力検出器を採用した場合、圧力検出器への仮設電源の接続と、出力信号を読み取るための読み取り装置が必要となる。

仮設電源としては、キャスクの数が少ない場合はバッテリー式の可搬型電源を用い、キャスクの台数が多くなってきた場合には、可搬型のディーゼル発電機を用いることを計画している。出力信号の読み取りについては、デジタルマルチメータや記録計を用い、電流信号から圧力値を換算する。

金属キャスクの数が多くなった場合、非常に多くの仮設ケーブルの布設が必要となるため、作業量が膨大となり、全キャスクの蓋間圧力の測定が可能になるまでには長期間を要する見込みである。そのため、異なるタイプの圧力検出器の採用等の合理化を検討中である。

(2) 計測器の仕様について

蓋間圧力の代替計測の圧力検出器は、既設の蓋間圧力検出器の代替として計測することから、その計測範囲は、既設の計測範囲と同等以上である必要がある。

第4-3表 既設の蓋間圧力検出器の検出器の種類と計測範囲

	蓋間圧力検出器
検出器の種類	電気式圧力検出器
計測範囲	0 ~ 0.5MPa abs (絶対圧) (-0.10~0.40MPa : ゲージ圧)

なお、蓋間圧力の代替計測に用いる圧力検出器の電源にはバッテリー式可搬型電源やディーゼル発電機を、圧力計の指示値を読み取るデジタルマルチメータの電源には蓄電池を計画している。

3. 3 除熱機能の代替計測

(1) 金属キャスク表面温度の代替計測

① 代替計測における表面温度の計測方法について

通常、**表面温度検出器**により金属キャスクの表面温度を計測し、金属キャスクの除熱機能が確保されていることを監視する。金属キャスクの表面には熱電対が表面温度検出器として取り付けられているが、代替計測として、非接触型の可搬型温度計を用いて表面温度検出器の近傍の温度を測定する。

金属キャスク表面温度の代替計測のイメージを第3. 3-1図に、訓練用キャスクを用いた計測例を第3. 3-2図に示す。



第3. 3-1図 金属キャスク表面温度の代替計測のイメージ



第3. 3-2図 訓練用キャスクを用いた計測例

②計測器の仕様について

表面温度検出器の代替計測の可搬式温度計は、既設の表面温度検出器の代替として計測することから、その計測範囲は、既設の表面温度検出器と同等以上である必要がある。

第3. 3-1表 既設の表面温度検出器の検出器の種類と計測範囲

	表面温度検出器
検出器の種類	熱電対
計測範囲	0～150℃

非接触型の温度計は、計測原理や温度を表示・記録するための変換装置等がなく、直接指示値を読み取ることから、計測範囲は大きく異なる。計測例として使用した可搬式温度計は計測範囲が-30～600℃と既設の表面温度検出器とは大きく異なるが、その計測範囲をカバーしていることから、採用は可能と考える。

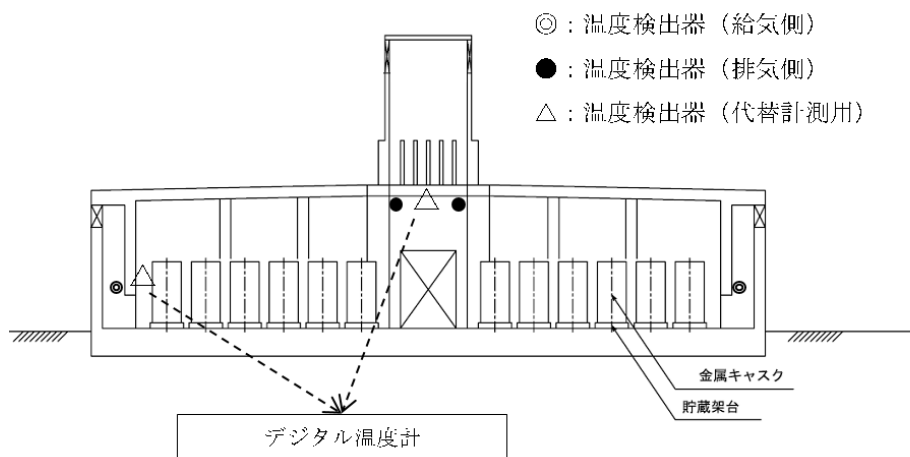
(3) 給排気温度の代替計測

① 代替計測における給排気温度の計測方法について

通常、給排気温度検出器により貯蔵建屋内の給排気温度を計測し、除熱機能が確保されていることを監視する。貯蔵建屋の給気口（床上約3m）と排気口（床上約12m）には、測温抵抗体が温度検出器として設置されている。排気口の温度検出器は想定する津波でも検出器自体は被水しないが、端子台が被水するため継続して温度検出器を使用することができなくなる。代替計測として、熱電対や測温抵抗体といった温度検出器を給気口と排気口の既設温度計に近づけ、近傍の温度を測定する。

温度検出器のケーブルは可搬型のデジタル温度計（表示器）に接続し、指示値を直接読み取る。

給排気温度の代替計測のイメージを第3. 3-3図、計測例を第3. 3-4図に示す。



第3. 3-3図 給排気温度の代替計測のイメージ



第3. 3-4図 給排気温度検出器の代替計測の計測例

② 計測器の仕様について

給排気温度検出器の代替計測の温度検出器とデジタル温度計（表示器）は、既設の給排気温度検出器の代替として計測することから、その計測範囲は、既設の給排気温度検出器と同等以上である必要がある。

既設の給排気温度検出器の検出器の種類と計測範囲

給排気温度検出器	
検出器の種類	測温抵抗体
計測範囲	-30~70℃

計測例で使用した熱電対とデジタル温度計（表示器）の計測範囲は-200~1372℃で、給排気温度検出器の計測範囲とは大きく異なるが、その計測範囲をカバーしていることから、採用は可能と考える。

4. 設工認の記載方針

4. 1 本設設備の設工認の記載について

本設の設備である蓋間圧力検出器、表面温度検出器、給排気温度検出器、エリアモニタ及びモニタリングポストに要求される機能は、測定対象となる温度や圧力、放射線線量当量率を計測して表示し、記録し、警報を発する機能である。基本設計方針には、これらの機能を満たすための設計の基本的な考え方を記載する。

要目表には、設備が機能を実現するために必要な要件を具体的な数値等で、発電炉の別表第二等を参考にして記載する。計測・表示・記録・警報の機能を実現するために、要目表で記載すべき事項としては、以下の通りである。

(1) 検出器の種類

(2) 計測範囲

(3) 検出器の取付箇所

(4) 個数

(警報作動範囲は、検出器の信号を表示・警報装置内で処理し設定値との比較を行い、警報を発生するシステムのため警報範囲と計測範囲と一致することから、対象外とする。)

4. 2 代替計測用計測器の設工認の記載について

代替計測用計測器は、可搬式の計測器や表示器を用いて計測し表示を確認するものであり、要求される機能は、蓋間圧力検出器、表面温度検出器、給排気温度検出器、エリアモニタ及びモニタリングポストが機能を喪失したときに、代わりに計測する機能である。基本設計方針には、津波や設備事故等が生じた場合においても、代替計測用計測器を用いて計測を行うこと、そのために計測器を保有することを保安規定に記載する。

代替計測用計測器に要求される計測範囲は、既設設備と同じあるいは既設設備よりも広い範囲を表示することが求められる。そのため、要目表に記載する計測範囲は、既設設備の計測範囲以上となるように記載する。

表面温度検出器、給排気温度検出器は可搬式の計測器や表示器を用いて計測を行うことから、検出器の取付箇所を特定することはできないため、要目表に取付箇所は記載せず、測定箇所として既設検出器の近傍を測定する旨を記載する。

放射線サーベイメータは、代替計測用だけではなく、通常の貯蔵建屋内やその周辺の任意の場所でのモニタリング時にも使用することから、要目表の取付箇所の欄には、注記として「貯蔵建屋内やその周辺の任意の場所でのモニタリング時にも使用する」と記載する。

なお、検出器の種類については、可搬式の計測器や表示器は一般産業用工業品であり、技術の進展とともに変わる可能性が高く、将来的に変更となる可能性が高い。また、代替計測用計測器は一般産業用工業品であり、点検計画に基づき点検し、点検結果や製造メーカーの交換推奨時期を参考にして、交換を実施する。

参考 代替計測に用いる計測器の要目表 (案)

計測制御系統施設

金属キャスク蓋間圧力の代替計測用の検出器

名 称	—	圧力検出器 (蓋間圧力の代替計測用)
検出器の種類	—	電気式圧力検出器
計 測 範 囲	MPa[abs]	0 ~ 0.50
取 付 箇 所	—	金属キャスクの二次蓋
個 数	—	1 (金属キャスク 1 基当たり)

(前置増幅器の使用環境温度：-10~50℃)

金属キャスク表面温度の代替計測用の検出器

名 称	—	非接触式可搬型温度計 (表面温度の代替計測用)
検出器の種類	—	赤外線放射温度計
計 測 範 囲	℃	0 ~ 150 より広い範囲を計測できること
測 定 箇 所	—	金属キャスクの側部表面 (既設温度計設置箇所付近)
個 数	—	●

給排気温度の代替計測用の検出器

名 称	—	温度検出器 (給排気温度の代替計測用)
検出器の種類	—	熱電対
計 測 範 囲	℃	-30 ~ 70 より広い範囲を計測できること
測 定 箇 所	—	既設給気口温度計付近 既設排気口温度計付近
個 数	—	検出器 ● 表示器 ●

放射線監視設備

放射線サーベイメータ（代替計測にも使用）

名 称	—	電離箱サーベイメータ (代替計測にも使用)
検出器の種類	—	電離箱
計 測 範 囲	mSv/h	$10^{-3} \sim 300$
取 付 箇 所	—	—注
個 数	—	●

注：貯蔵建屋内及びその周辺の任意の場所でのモニタリング時に使用

名 称	—	シンチレーションサーベイメータ (代替計測にも使用)
検出器の種類	—	NaI (Tl) シンチレーション検出器
計 測 範 囲	μ Sv/h	バックグラウンド ~ 30
取 付 箇 所	—	—注
個 数	—	●

注：貯蔵建屋内及びその周辺の任意の場所でのモニタリング時に使用

名 称	—	中性子線用サーベイメータ (代替計測にも使用)
検出器の種類	—	^3He 比例計数管
計 測 範 囲	μ Sv/h	$10^{-2} \sim 10^4$
取 付 箇 所	—	—注
個 数	—	●

注：貯蔵建屋内及びその周辺の任意の場所でのモニタリング時に使用