



リサイクル燃料備蓄センター 設工認申請について (分割第2回)

令和3年11月30日

 **リサイクル燃料貯蔵株式会社**

枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

目次

1. 申請対象設備(分割第2回)

1

2. 主要設備の概要

4

3. 設計及び工事計画の変更認可申請の概要

11

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計

20

5. 工事工程

48

1. 申請対象設備(分割第2回)

○申請は全2分割である。本申請はその2回目であり、1回目に申請した設備を除くすべての設備を申請する。

対象設備一覧表

<p>使用済燃料貯蔵設備本体 金属キャスク 貯蔵架台</p> <p>使用済燃料の受入施設 使用済燃料の搬送設備及び受入設備 受入れ区域天井クレーン 搬送台車 仮置架台 たて起こし架台(たて起こし架台, 衝撃吸収材) 検査架台 圧縮空気供給設備(空気圧縮機, 空気貯槽, 安全弁, 空気除湿装置, 除湿装置 前置フィルタ, 除湿装置 後置フィルタ, 主配管, 冷却水系統)</p> <p>計測制御系統施設 計測設備 蓋間圧力検出器 表面温度検出器 給排気温度検出器 表示・警報装置 代替計測用検出器(圧力検出器(蓋間圧力の代替計測用, 非接触式 可搬型温度計(表面温度の代替計測用), 温度検出器(給排気温度の代替計測用))</p> <p>放射性廃棄物の廃棄施設 廃棄物貯蔵室</p> <p>放射線管理施設 放射線監視設備 エリアモニタリング設備 (ガンマ線エリアモニタ, 中性子線エリアモニタ) 周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備 (モニタリングポスト(ガンマ線モニタ(低レンジ)), モニタリングポスト(ガンマ線モニタ(高レンジ)), モニタリングポスト(中性子線モニタ)) モニタリングポイント 放射線サーベイ機器(GM管サーベイメータ, 電離箱サーベイメータ(代替計測にも使用), シンチレーションサーベイメータ(代替計測にも使用), 中性子線用サーベイメータ(代替計測にも使用), ガスモニタ) 出入管理設備(入退域管理装置) 個人管理用測定設備(個人線量計)</p>	<p>その他使用済燃料貯蔵設備の附属施設 使用済燃料貯蔵建屋(使用済燃料貯蔵建屋, 遮蔽ルーム, 遮蔽扉)</p> <p>電気設備 分割第1回申請範囲 電気設備(常用電源設備) 無停電電源装置 電源車 共用無停電電源装置 軽油貯蔵タンク(地下式)</p> <p>通信連絡設備等 通信連絡設備 通信連絡設備(社内電話設備, 送受信器, 放送設備, 警報装置, 無線連絡設備, 衛星携帯電話, 加入電話設備)</p> <p>避難通路 安全避難用扉 誘導灯(通路誘導灯, 避難口誘導灯, 保安灯)</p> <p>消防用設備 消火設備 動力消防ポンプ 消火器(粉末(ABC)消火器, 大型粉末消火器, 化学泡消火器) 防火水槽</p> <p>火災感知設備 光電式分離型感知器 光電式スポット型感知器 差動式スポット型感知器 火災受信機 表示機</p> <p>火災区域構造物及び火災区画構造物 防火シャッター 防火扉 コンクリート壁</p> <p>避雷設備 棟上導体</p> <p>人の不法な侵入等防止設備 分割第1回申請範囲</p> <p>[] 分割第1回申請範囲を示す。</p>
--	---

1. 申請対象設備(分割第2回)

分割第1回申請時に指摘を受けた以下の項目については、分割第2回申請においても東京電力HD及び日本原電のサポートを受け、工程管理、品質の向上に努めていく。
 なお、その他の指摘事項については、分割第1回申請の審査において対応済である。

- 申請書作成に対する管理プロセスの欠如
 - ・工程管理(申請の遅延)
 - ・設工認図書(記載漏れ, 誤記)

「原因」

- ・申請書作成の際、作成者を中心に作業管理、工程管理を行っていたため、遅延や品質の低下が発生。
- ・親会社の東京電力HD及び日本原電と状況の共有ができておらず、十分なサポートを受けていなかった。

「対策」

- ・センター長を責任者として、『設工認進捗会議』を毎日行い、工程管理、提出資料内容の確認、課題の抽出、規制委員会への問い合わせ事項など、確認を実施。
- ・以下のとおり、東京電力HD及び日本原電のサポートを得て、工程管理及び品質の向上を図っている。
 - ①経験者などがヒアリングやRFS社内の『設工認進捗会議』に参加し、助言。また、具体的質問対応や資料レビューを実施。
 - ②先行する事業者の情報について、RFSに直接関連する資料を直ちに提供することや情報の共有を実施。

1. 申請対象設備(分割第2回)

○既認可の設計及び工事の方法(平成22年認可)(以下「既設工認」という。)からの主な変更点

1. 技術基準規則改正及び先行プラントの記載に従い変更した点

- 1) 自然現象等に対する設計の追加 (竜巻, 火山, 外部火災等に対する設計, 評価を記載)
- 2) 耐震評価条件の変更 (基準地震動の変更, 水平2方向の地震動の考慮及び地盤の減衰定数の設定方法変更)
- 3) 津波対応の追加 (仮想的大規模津波に対する設計を記載)
- 4) その他設備の追加 (通信連絡設備等)

2. 主要設備の変更点

技術基準規則の改正, 設計条件の変更に伴い, 以下の主要設備等の変更及び追加を実施。

No.	分類	設備名等	内容	参照ページ
1	型式変更	金属キャスク (BWR大型キャスク(タイプ2A))	・収納可能な使用済燃料集合体を多様化 ・型式毎に申請	4
2	耐震強化	受入れ区域天井クレーン	地震動変更に伴い, クレーントロリ部の落下防止強化として金具の寸法, 材料変更	35
3	漂流防止	たて起こし架台, 仮置架台, 検査架台	仮想的大規模津波時における漂流防止を目的として各機器の基礎部等を強化	40
4	漂流防止	漂流防止対策	ドラム缶の漂流防止対策を追加記載(基本設計方針のみ)	8,47
5	測定不能時の対応	代替計測用計測器	津波等により, 金属キャスクの監視ができなくなった場合に使用する代替計測用計測器を追加	7,41
6	技術基準追加	通信連絡設備等	技術基準追加により通信連絡設備等を追加記載	-

2. 主要設備の概要(1/7)

(1) 使用済燃料貯蔵設備本体

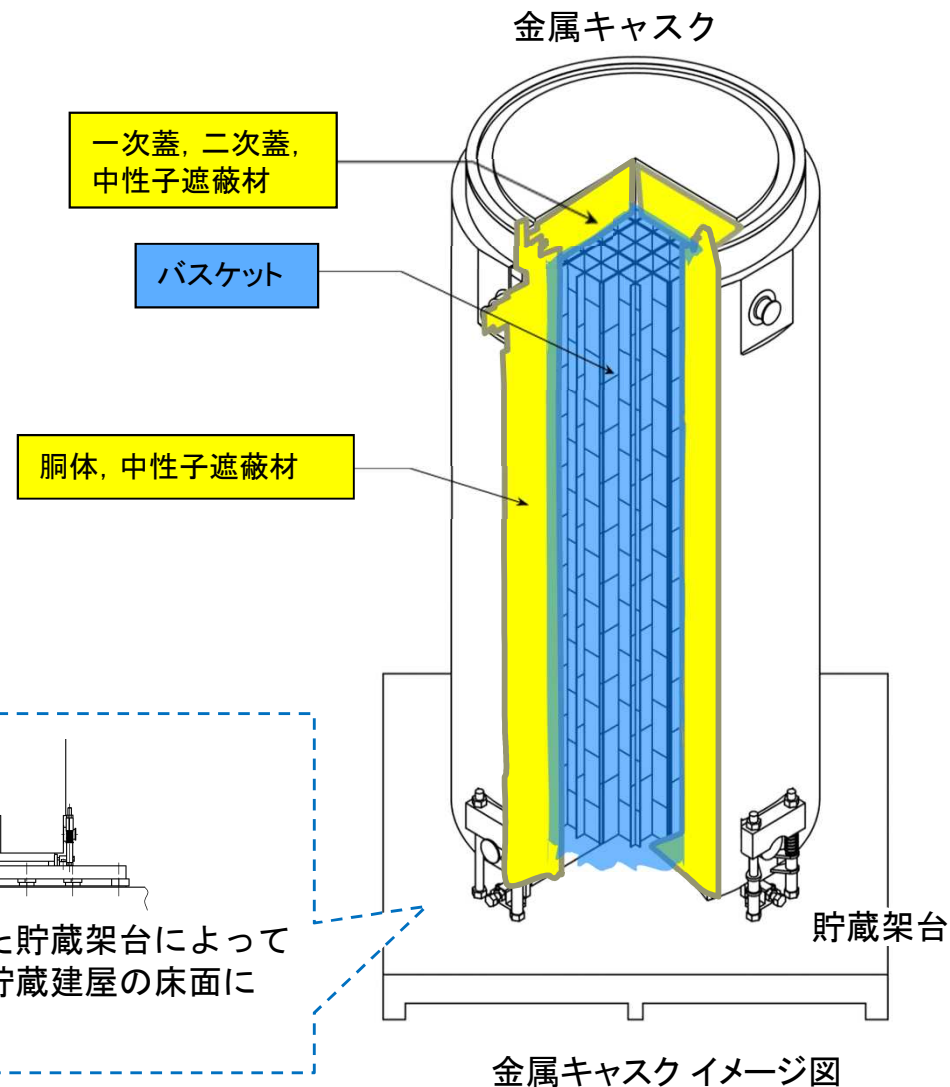
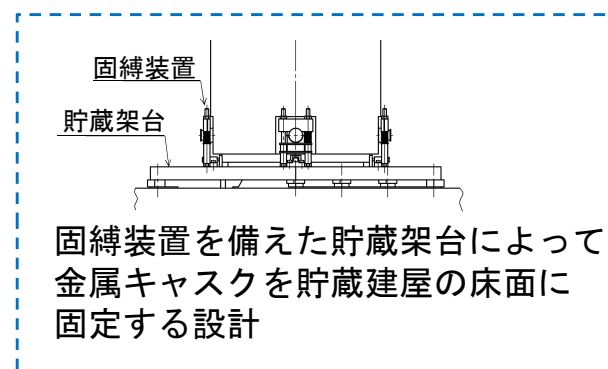
- 金属キャスク及び貯蔵架台で構成される。
- 金属キャスクは、多様なBWR使用済燃料集合体を69体貯蔵可能であり、基本的安全機能（臨界防止機能，遮蔽機能，閉じ込め機能及び除熱機能）を有する設計※1，2とする。
- 貯蔵架台は，金属キャスクそれぞれに対となり，金属キャスクを貯蔵建屋に固定する設計とする。

※1：遮蔽機能と除熱機能は，金属キャスクと貯蔵建屋により基準を満足する設計

※2：設工認はキャスク毎ではなく，型式毎に申請

金属キャスクの諸元

・全長	:約 5.4 m
・直径(外径)	:約 2.5 m
・重量	:約 120 t
・燃料収納体数	:69 体
・ウラン重量	:約 12 t



2. 主要設備の概要(2/7)

(2) 使用済燃料の受入施設

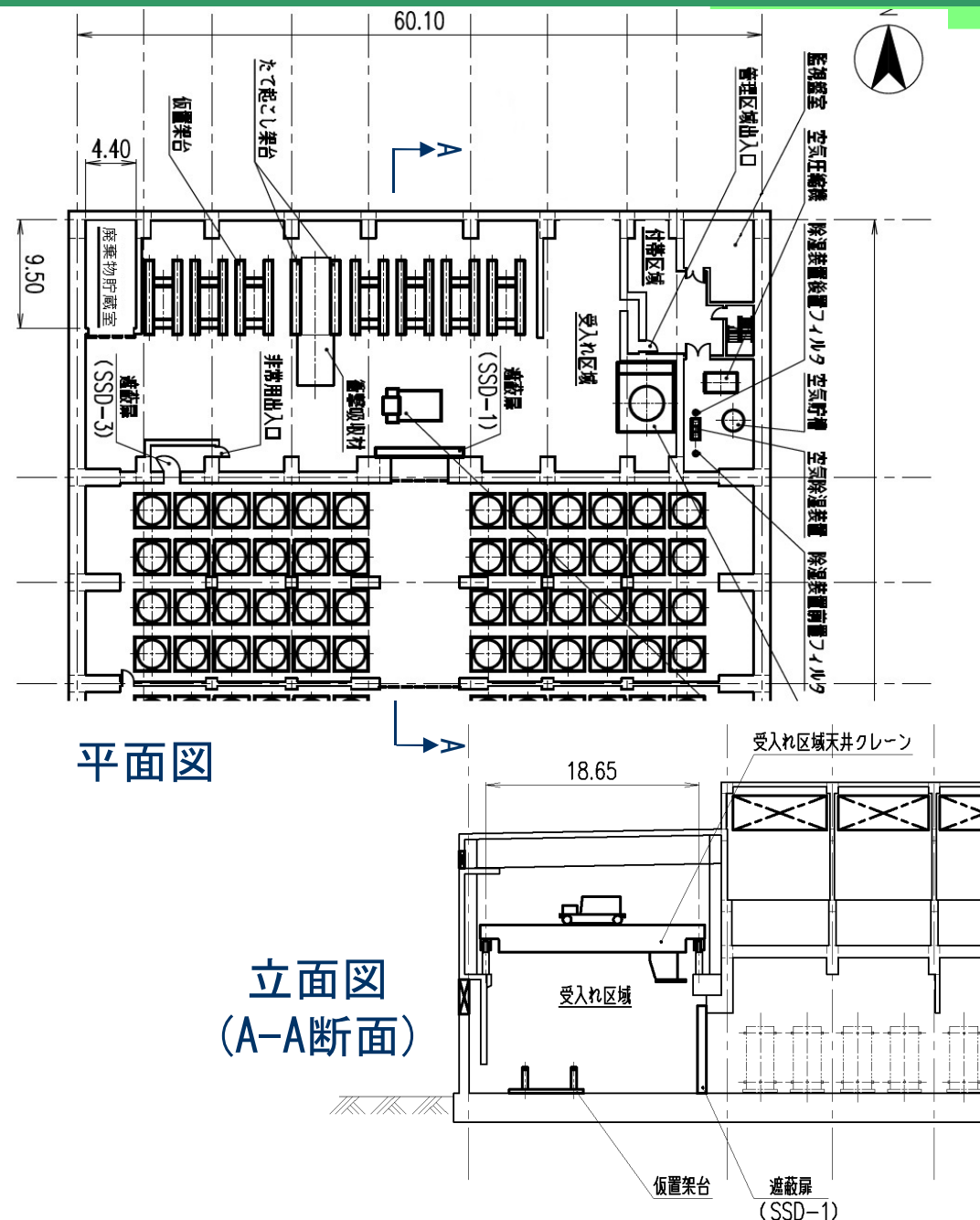
○使用済燃料の受入施設は以下の設備で構成される。

- ・受入れ区域天井クレーン
- ・搬送台車
- ・仮置架台
- ・たて起こし架台
- ・検査架台
- ・圧縮空気供給設備

○金属キャスクを搬入し、天井クレーンを用いて、仮置架台・たて起こし架台に一時仮置きする。その後、搬送台車を用いて、各検査を行うため、検査架台に移動し、終了後、搬送台車を用いて所定の場所に据え付ける。なお、搬送台車を駆動するために、圧縮空気を使用する。

○仮置架台は7台あり、たて起こし架台を含め、8基の金属キャスクを同時に受け入れることが可能な設計とする。

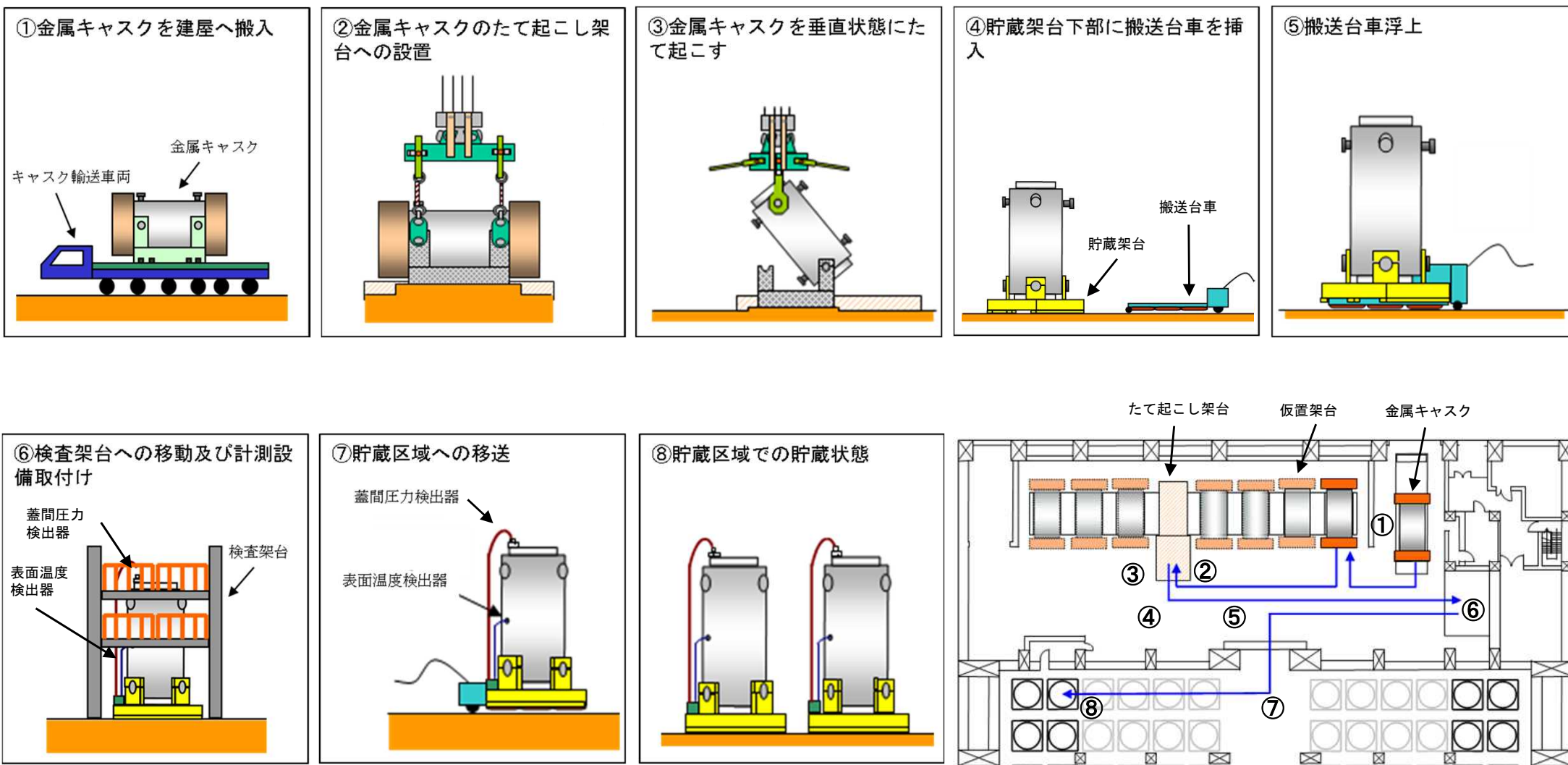
○天井クレーンは、ワイヤーロープなどを二重化し、落下防止対策を講じる設計とする。



2. 主要設備の概要 (3/7)

(2) 使用済燃料の受入施設 (続き)

使用済燃料貯蔵建屋内での金属キャスク取扱いイメージ



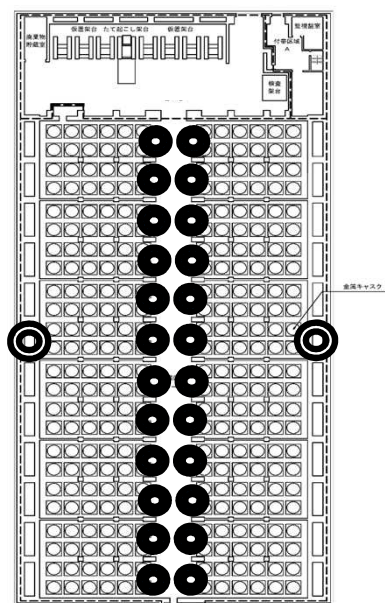
2. 主要設備の概要(4/7)

(3) 計測制御系統施設

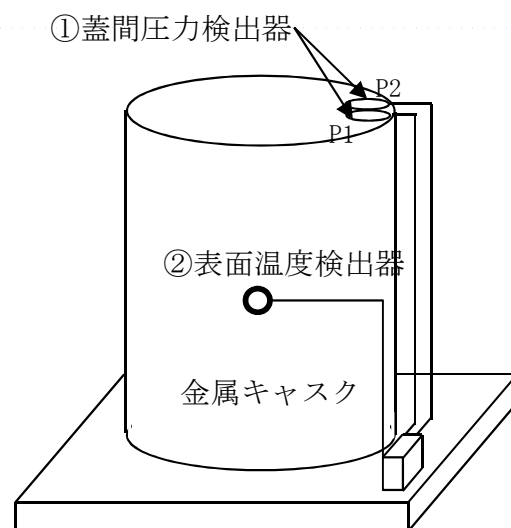
○計測制御系統施設は以下の設備で構成される。

- ①蓋間圧力検出器（一次蓋と二次蓋間の圧力を計測）
- ②表面温度検出器（中央表面部の温度を計測）
- ③給排気温度検出器（給気と排気の温度を計測）
- ④表示・警報装置（計測値を表示，警報を発報）
（貯蔵建屋の監視盤室と事務建屋に配置）
- ⑤代替計測用計測器
（①②③が計測不能時に，代わりに計測）

- ◎：③給排気温度検出器（給気側）
●：③給排気温度検出器（排気側）



給排気温度検出器の配置
（貯蔵建屋平面図）



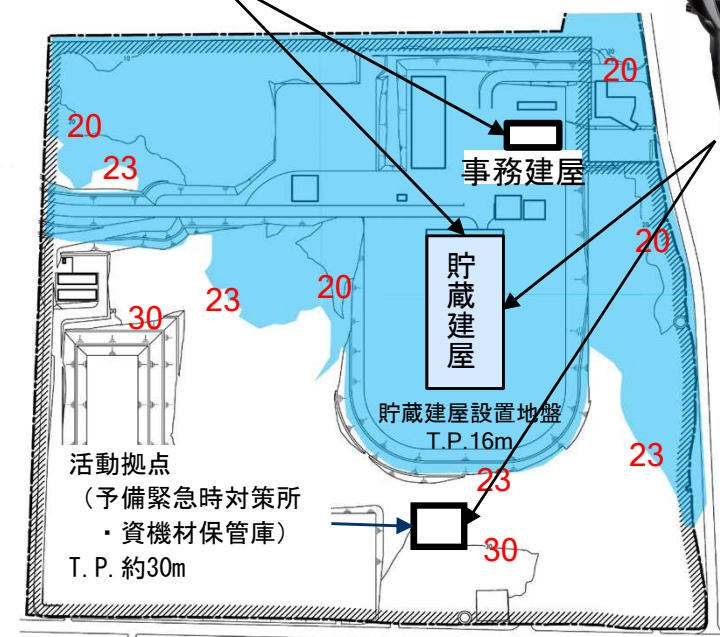
蓋間圧力検出器及び表面温度検出器の配置

○⑤代替計測用計測器は，自然現象等を考慮して南側高台の資機材保管庫と貯蔵建屋に保管する。

④表示・警報装置



⑤代替計測用計測器



（赤数字は等高線の
標高(T.P.(m))を示す）

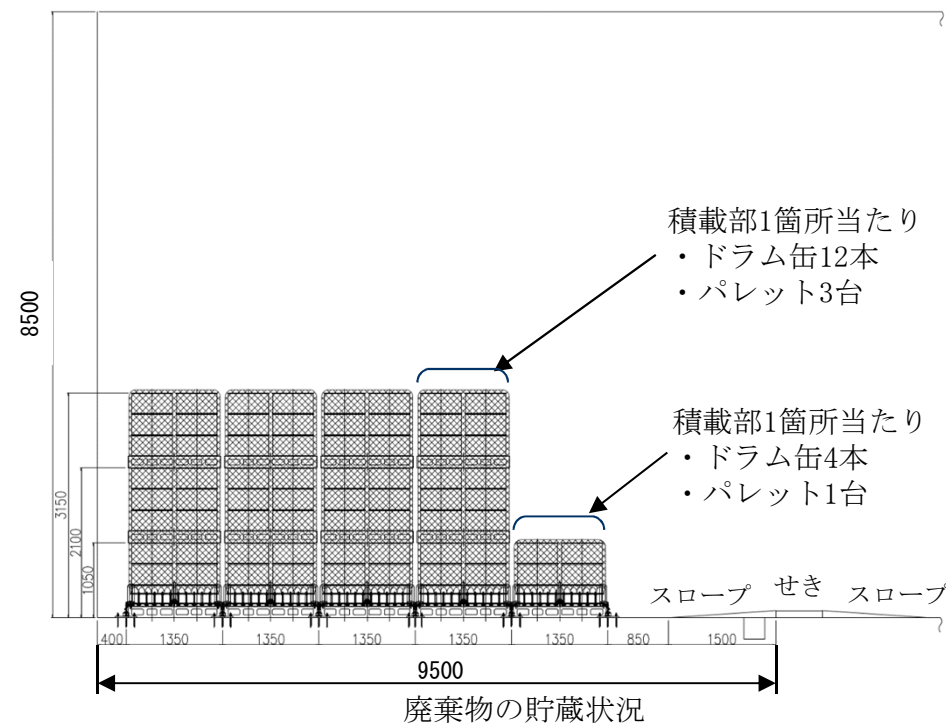
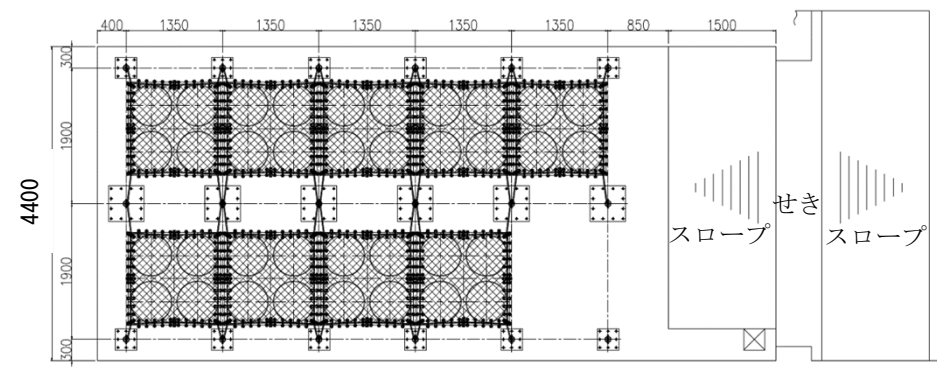
【敷地平面図と浸水範囲】

凡例
○ モニタリングポスト
■ 周辺監視区域境界
--- 敷地境界

2. 主要設備の概要 (5/7)

(4) 放射性廃棄物の廃棄施設

- リサイクル燃料備蓄センターは、平常時に発生する放射性廃棄物はないことから、放射性廃棄物进行处理する能力を有する廃棄施設はない。
- 万一、放射性廃棄物が発生した場合には、ドラム缶に入れて廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。
- 廃棄物貯蔵室の最大保管廃棄能力は、200ℓドラム缶約100本相当とする。
- 仮想的な大規模津波による使用済燃料貯蔵建屋の損傷に備え、廃棄物貯蔵室内に保管しているドラム缶が室外へ漂流しないよう漂流防止対策を講じる。(47ページ参照)



2. 主要設備の概要(6/7)

(5) 放射線管理施設

○放射線管理施設は以下の設備で構成される。

- ①ガンマ線エリアモニタ (貯蔵建屋内のガンマ線を監視)
- ②中性子線エリアモニタ (貯蔵建屋内の中性子線を監視)
- ③モニタリングポスト (敷地境界の放射線を監視)
- ④モニタリングポイント (敷地境界の線量当量を測定)
- ⑤放射線サーベイ機器 (平常時, 事故時における放射線や放射線物質の表面密度を測定)
- ⑥入退域管理装置 (管理区域への出入りを管理)
- ⑦個人線量計 (放射線業務従事者の個人線量を測定)

○放射線業務従事者等を防護するため, 管理区域の放射線や床面等の放射性物質の表面密度等の情報を, チェックポイント及び事務建屋に掲示する。

○①②③が使用できない場合は, ⑤放射線サーベイ機器を用いて代替計測を行う。

○⑤放射線サーベイ機器は, 貯蔵建屋, 南側高台の資機材保管庫及び備品管理建屋に保管する。

⑤放射線サーベイ機器 (一例)



(GM管サーベイメータ)



(電離箱サーベイメータ)

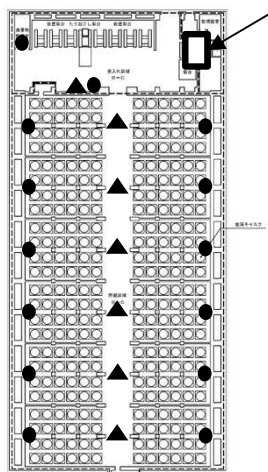
- : ①ガンマ線エリアモニタ
- ▲ : ②中性子線エリアモニタ

チェックポイント

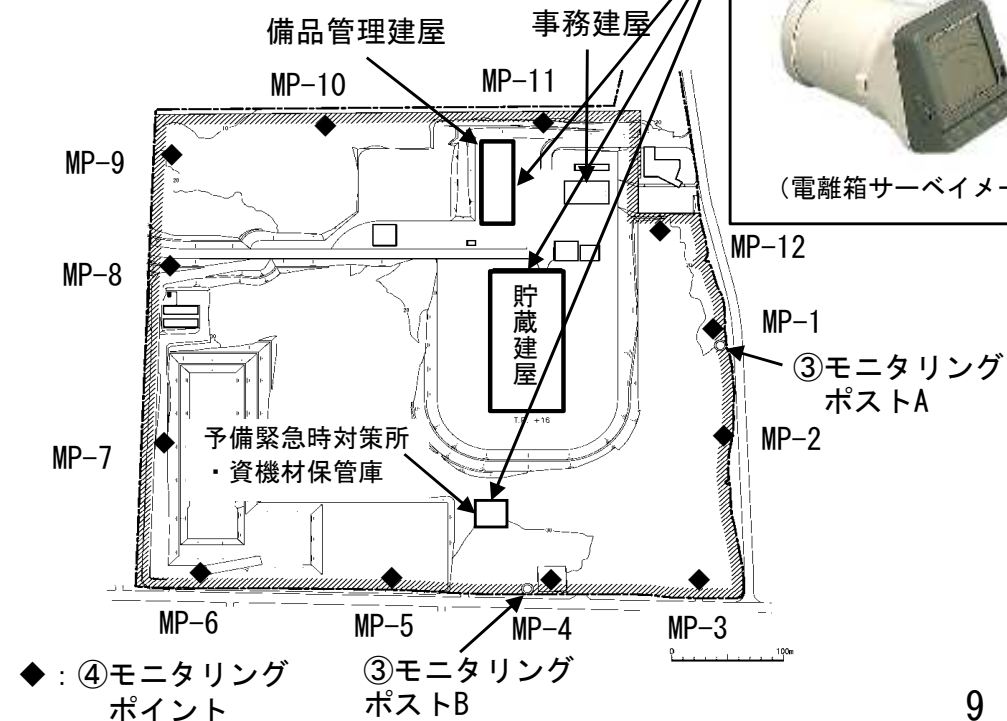
⑥入退域管理装置



⑦個人線量計



エリアモニタの配置
(貯蔵建屋平面図)



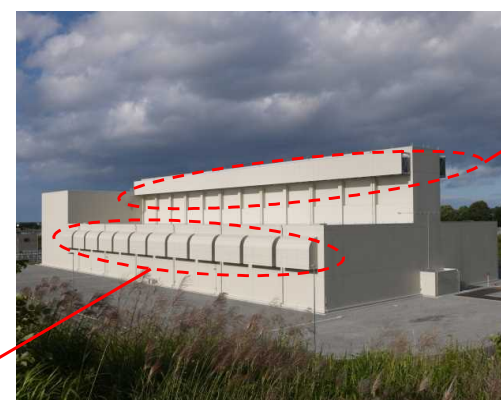
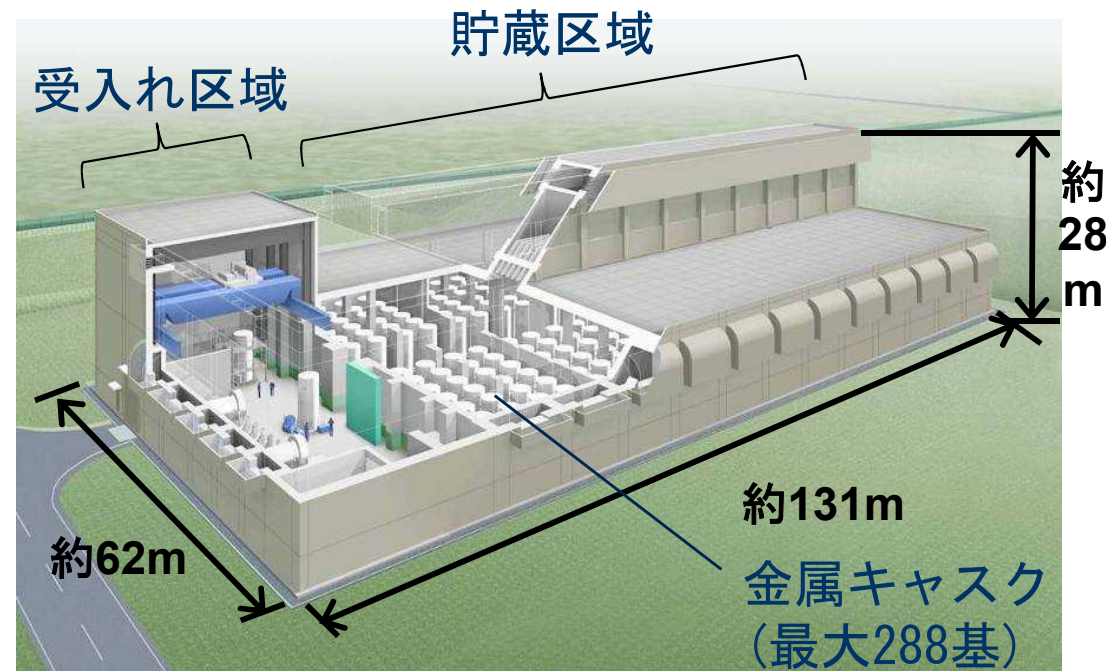
2. 主要設備の概要 (7/7)

(6) その他使用済燃料貯蔵設備の附属施設

・使用済燃料貯蔵建屋

- 使用済燃料貯蔵建屋（以下「貯蔵建屋」という。）は、鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）で、地上1階、建築面積約8,200m²の杭基礎で支持される建物である。
- 貯蔵区域は、金属キャスクを最大288基收容することができる設計とする。
- 自然現象等に対して、金属キャスクの安全機能を損なうおそれがないように設計する。
- 金属キャスク表面からの放射線は、必要な厚みを有する貯蔵建屋のコンクリート壁、遮蔽扉で遮蔽する。
- また、使用済燃料集合体の崩壊熱は、金属キャスクの表面に伝えられ、通風力を利用した自然換気方式により除去する設計とする。このため、貯蔵建屋に、給気口及び排気口を設ける設計とする。

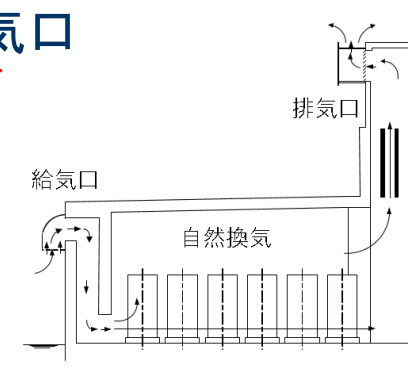
建屋鳥かん図



給気口

建屋外観

排気口



建屋断面図

3. 設計及び工事計画の変更認可申請の概要(1/9)

(1) 各施設の構成

○分割第2回申請における施設区分ごとの設備を下表に示す。

施設区分	設備名称
使用済燃料貯蔵設備本体	金属キャスク, 貯蔵架台
使用済燃料の受入施設 (搬送設備及び受入設備)	受入れ区域天井クレーン, 搬送台車, 仮置架台, たて起こし架台, 検査架台, 圧縮空気供給設備
計測制御系統施設	蓋間圧力検出器, 表面温度検出器, 給排気温度検出器, 表示・警報装置, 代替計測用計測器
放射性廃棄物の廃棄施設	廃棄物貯蔵室
放射線管理施設	エリアモニタリング設備, 周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備(モニ タリングポスト), モニタリングポイント, 放射線サーベイ機器, 出入管理設備 (入退域管理装置), 個人管理用測定設備(個人線量計)
使用済燃料貯蔵建屋	使用済燃料貯蔵建屋(使用済燃料貯蔵建屋, 遮蔽ルーバ, 遮蔽扉)
通信連絡設備等	通信連絡設備, 避難通路
消防用設備	消火設備, 火災感知設備, 火災区域構造物及び火災区画構造物, 避雷設備

3. 設計及び工事計画の変更認可申請の概要(2/9)

(2) 事業許可との整合

○使用済燃料貯蔵施設に係る設置工事については、その設計及び工事の計画が、新規規制基準適合に関する事業変更許可（令和2年11月）と整合するものであることを、設計及び工事の計画の変更認可申請書（以下「設工認」という。）添付書類1（使用済燃料貯蔵施設の事業変更許可申請書との整合性に関する説明書）において示す。

(添付書類1より抜粋)

四、使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備並びに貯蔵の方法 1. 使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備 ロ. 使用済燃料貯蔵施設の一般構造 (1) 使用済燃料の臨界防止に関する構造 前回申請に同じ

事業変更許可申請書（本文四号）	事業変更許可申請書（添付書類六）該当事項	設計及び工事の計画 該当事項	整合性	備考
四、使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備並びに貯蔵の方法 1. 使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備 ロ. 使用済燃料貯蔵施設の一般構造 (1) 使用済燃料の臨界防止に関する構造 使用済燃料貯蔵施設は、使用済燃料が臨界に達するおそれがないよう次の方針に基づき臨界防止設計を行う。 □(1)－①a. 金属キャスク単体は、その内部のバスケットの幾何学的な配置及び中性子を吸収する材料により、使用済燃料集合体を収納した条件下で、技術的に想定されるいかなる場合でも、中性子実効増倍率を0.95以下となるよう設計する。 □(1)－②b. 臨界防止機能の一部を構成する金属キャスク内部のバスケットは、設計貯蔵期間（50年間）に加えて事業所外運搬に係る期間等を考慮した十分な余裕を有する60年間における放射線照射影響、腐食等の経年変化に対して十分な信頼性を有する材料を選定し、技術的に想定されるいかなる場合でも臨界防止上有意な変形を起こさない設計とする。金属キャスク内部のバスケットにより、適切な使用済燃料集合体間隔を保持し、使用済燃料集合体を相互に近接しないよう、使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持する構造とし、	1. 安全設計 1.1 安全設計の基本方針 1.1.1 使用済燃料の臨界防止に関する基本方針 使用済燃料貯蔵施設は、使用済燃料が臨界に達するおそれがないよう次の方針に基づき臨界防止設計を行う。 (1) 使用済燃料貯蔵施設は、金属キャスクの取扱時に金属キャスクが相互に近接すること等技術的に想定されるいかなる場合でも臨界を防止する設計とする。 (2) 臨界防止機能の一部を構成する金属キャスク内部のバスケットは、原子力発電所において使用済燃料集合体収納時に冠水すること等技術的に想定されるいかなる場合でも臨界防止上有意な変形を起こさない設計とするとともに、設計貯蔵期間（50年間）に加えて事業所外運搬に係る期間等を考慮した十分な余裕を有する60年間を通じて構造健全性が保たれる設計とする。 1.2.2 使用済燃料の臨界防止適合のための設計方針	別添1 基本設計方針 別添1 1. 共通項目 1.1 使用済燃料の臨界防止 使用済燃料貯蔵施設は、使用済燃料が臨界に達するおそれがないよう次の方針に基づき臨界防止設計を行う。 □(1)－① (1) 金属キャスク単体は、その内部のバスケットの幾何学的な配置及び中性子を吸収する材料により、使用済燃料集合体を収納した条件下で、技術的に想定されるいかなる場合でも、中性子実効増倍率を0.95以下となるよう設計する。 □(1)－② (2) 臨界防止機能の一部を構成する金属キャスク内部のバスケットは、設計貯蔵期間（50年間）に加えて事業所外運搬に係る期間等を考慮した十分な余裕を有する60年間における放射線照射影響、腐食等の経年変化に対して十分な信頼性を有する材料を選定し、技術的に想定されるいかなる場合でも臨界防止上有意な変形を起こさない設計とする。金属キャスク内部のバスケットにより、適切な使用済燃料集合体間隔を保持し、使用済燃料集合体を相互に近接しないよう、使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持する構造とし、設計貯蔵期間（50年間）に	設工認申請書の記載□(1)－①は、事業変更許可申請書（本文）の記載□(1)－①と整合している。 設工認申請書の記載□(1)－②は、事業変更許可申請書（本文）の記載□(1)－②と整合している。	

3. 設計及び工事計画の変更認可申請の概要(3/9)

(3) 技術基準規則への適合

○使用済燃料貯蔵施設に係る設置工事については、事業変更許可に基づき詳細設計を行い、「使用済燃料貯蔵施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則という。）の各条文に適合していることを設工認にて示す。

技術基準規則	概要	設工認該当箇所
(第五条) 使用済燃料の臨界防止	使用済燃料貯蔵施設は、使用済燃料が臨界とならないよう、金属キャスク及び使用済燃料貯蔵建屋のいかなる条件においても、その安全性が損なわれるおそれがないことを設工認により示す。	・基本設計方針 1.1 使用済燃料の臨界防止 ・添付書類3 添付1 使用済燃料の臨界防止に関する説明書
(第六条) 使用済燃料貯蔵施設の地盤	使用済燃料貯蔵施設は、基準地震動による地震力に対し十分な支持性能を有する地盤に設置することを設工認により示す。	・基本設計方針 1.5 地震による損傷の防止 ・添付書類3 添付5 主要な使用済燃料貯蔵施設の耐震性に関する説明書
(第七条) 地震による損傷の防止	使用済燃料貯蔵施設は、施設の重要度に応じて適用される地震力に対し、その安全性が損なわれるおそれがないことを設工認により示す。	・基本設計方針 1.5 地震による損傷の防止 ・添付書類3 添付5 主要な使用済燃料貯蔵施設の耐震性に関する説明書
(第八条) 津波による損傷の防止	基準津波に相当する仮想的な大規模津波において、使用済燃料貯蔵建屋の受入れ区域の損傷を仮定しても、基本的安全機能が損なわれないことを設工認により示す。	・基本設計方針 1.6 津波による損傷の防止 ・添付書類3 添付6 津波による損傷の防止に関する説明書
(第九条) 外部からの衝撃による損傷の防止	金属キャスクが自然現象及び人為による事象により、その安全性が損なわれないことを設工認により示す。	・基本設計方針 1.7 自然現象等 ・添付書類3 添付7 自然現象等による損傷の防止に関する説明書

3. 設計及び工事計画の変更認可申請の概要(4/9)

(3) 技術基準規則への適合

(続き)

技術基準規則	概要	設工認該当箇所
(第十条) 使用済燃料貯蔵施設への人の不法な侵入等の防止	—	(分割第1回申請において済)
(第十一条) 閉じ込めの機能	金属キャスクは、使用済燃料等が外部に漏えいするおそれがない構造であることを、設工認により示す。	・基本設計方針 1.2 閉じ込めの機能 ・添付書類3 添付2 使用済燃料の閉じ込めに関する説明書
(第十二条) 火災等による損傷の防止	金属キャスクは、放射性物質の貯蔵機能を有する設備であり、火災によりその安全性が損なわれないことを、設工認により示す。	・基本設計方針 1.8 火災等による損傷の防止 2.9 消防用設備 ・添付書類3 添付8 火災及び爆発の防止に関する説明書
(第十三条) 安全機能を有する施設	使用済燃料貯蔵施設は、他の原子力施設と共用するものではなく、また、検査又は試験及び保守又は修理ができることを、設工認により示す。	・基本設計方針 1.9 安全機能を有する施設 ・添付書類3 添付9 安全機能の健全性維持に関する説明書
(第十四条) 材料及び構造	金属キャスク及び貯蔵架台は、基本的安全機能を有する設備であり、使用する材料構造が、基準を満足することを設工認により示す。	・基本設計方針 1.10 材料及び構造 ・添付書類3 添付10 主要な容器の強度及び耐食性に関する説明書
(第十五条) 搬送設備及び受入設備	搬送設備及び受入設備は、金属キャスクの受入れから貯蔵、搬出に至る過程において、金属キャスクを適切に取り扱うことが可能であることを、設工認により示す。	・基本設計方針 2.2 使用済燃料の受入施設 ・添付書類3 添付11 使用済燃料の受入施設に関する説明書

3. 設計及び工事計画の変更認可申請の概要(5/9)

(3) 技術基準規則への適合

(続き)

技術基準規則	概要	設工認該当箇所
(第十六条) 除熱	使用済燃料から発生する崩壊熱は、金属キャスクの構造材、周囲空気を介して、適切に除熱できる設計であることを、設工認により示す。	・基本設計方針 1.3 除熱 ・添付書類3添付3 使用済燃料の除熱に関する説明書
(第十七条) 計測制御系統施設	金属キャスクの表面温度を測定する。また、金属キャスクの一次蓋及び二次蓋の蓋間圧力を測定し、密封監視を行う。さらに、使用済燃料貯蔵建屋の給排気温度を計測することにより、基本的安全機能が維持されていることを確認することを、設工認により示す。	・基本設計方針 2.3 計測制御系統施設 ・添付書類3添付12 計測制御系統施設に関する説明書
(第十八条) 放射線管理施設	使用済燃料貯蔵建屋内における線量当量率を測定するとともに、周辺監視区域境界において線量当量を測定することにより、放射線管理が適切に実施できることを設工認により示す。	・基本設計方針 2.5 放射線管理施設 ・添付書類3添付14 放射線管理施設に関する説明書
(第十九条) 廃棄施設	液体廃棄物及び固体廃棄物を保管廃棄する設備として、廃棄物貯蔵室を設置するとともに、十分な容量をもって適切に管理できることを設工認により示す。	・基本設計方針 2.4 放射性廃棄物の廃棄施設 ・添付書類3添付13 放射性廃棄物の廃棄施設に関する説明書
(第二十条) 使用済燃料によって汚染された物による汚染の防止	使用済燃料貯蔵建屋内の汚染のおそれのある建屋内部の壁、床面に対する汚染の拡大防止措置について、設工認により示す。	・基本設計方針 2.4 放射性廃棄物の廃棄施設 ・添付書類3添付13 放射性廃棄物の廃棄施設に関する説明書

3. 設計及び工事計画の変更認可申請の概要(6/9)

(3) 技術基準規則への適合

(続き)

技術基準規則	概要	設工認該当箇所
(第二十一条) 遮蔽	金属キャスクは、従業員の放射線障害を防止するため、必要な遮蔽機能を有し、また、使用済燃料貯蔵建屋は、線源となる金属キャスクを貯蔵しており、直接線及びスカイシャイン線量による使用済燃料貯蔵施設周辺の線量が十分下回るように設計され、十分な遮蔽能力を有することを設工認により示す。	・基本設計方針 1.4 遮蔽 ・添付書類3添付4 放射線による被ばくの防止に関する説明書
(第二十二条) 換気設備	—	(分割第1回申請において済)
(第二十三条) 予備電源	—	(分割第1回申請において済)
(第二十四条) 通信連絡設備等	リサイクル燃料備蓄センター内の人、又はセンター外の必要箇所に対し連絡等ができるよう、センター内に通信連絡設備を設けること、また、使用済燃料貯蔵建屋から屋外に避難できる安全避難通路が確保できることを設工認により示す。	・基本設計方針 2.8 通信連絡設備 ・添付書類3添付16 その他設備に関する説明書

3. 設計及び工事計画の変更認可申請の概要(7/9)

(4) 添付書類

○分割第2回の申請に添付する添付書類は以下のとおり。なお、主な添付書類の詳細について、19ページ以降に示す「4. 使用済燃料貯蔵施設の設計」にて説明する。

添付書類名称	概要
1. 使用済燃料貯蔵施設の事業変更許可申請書との整合性に関する説明書	・設工認申請書が事業変更許可申請書に基づき、本文及び添付書類と整合していることを説明する。
2. 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書 ・本設工認に係る設計の実施、工事及び検査の計画	・分割第1回申請にて説明しているが、第2回申請対象設備における「設計の実施、工事及び検査の計画」について説明する。
3. 使用済燃料貯蔵施設の技術基準への適合性に関する説明書	・第3-1表、第3-2表については分割第1回申請にて記載済。 なお、今回申請設備に対する説明のために一部改訂、添付する。
添付1. 使用済燃料の臨界防止に関する説明書	・金属キャスク及び使用済燃料貯蔵建屋における臨界防止について説明する。⇒ 20
添付2. 使用済燃料の閉じ込めに関する説明書	・金属キャスクにおける閉じ込めについて説明する。⇒ 21
添付3. 使用済燃料の除熱に関する説明書	・金属キャスク及び使用済燃料貯蔵建屋における除熱について説明する。 ⇒ 22
添付4. 放射線による被ばくの防止に関する説明書	・金属キャスク及び使用済燃料貯蔵建屋による被ばく防止(遮蔽機能)について説明する。⇒ 23

3. 設計及び工事計画の変更認可申請の概要(8/9)

(4) 添付書類

(続き)

添付書類名称	概要
添付5. 主要な使用済燃料貯蔵施設の耐震性に関する説明書	・使用済燃料貯蔵施設における耐震設計について説明する。⇒ 24
添付6. 津波による損傷の防止に関する説明書	・使用済燃料貯蔵施設に対する耐津波設計について説明する。なお、分割第1回申請にて設計方針について申請しており、分割第2回においては、使用済燃料貯蔵施設に対する評価について説明する。⇒ 37
添付7. 自然現象等による損傷の防止に関する説明書	・使用済燃料貯蔵施設に対する自然現象等による損傷防止の設計について説明する。なお、分割第1回申請にて設計方針について申請しており、分割第2回においては、使用済燃料貯蔵施設に対する評価結果について説明する。⇒ 42
添付8. 火災及び爆発の防止に関する説明書	・使用済燃料貯蔵施設に対する火災及び爆発の防止の設計について説明する。なお、分割第1回申請にて設計方針について申請しており、分割第2回においては、使用済燃料貯蔵施設に対する評価結果について説明する。⇒ 43
添付9. 安全機能の健全性維持に関する説明書	・分割第1回申請にて記載済。 なお、今回申請設備に対する説明のために添付する。
添付10. 主要な容器の強度及び耐食性に関する説明書	・基本的安全機能を有する設備に対する材料の強度及び耐食性について説明する。⇒ 44
添付11. 使用済燃料の受入施設(搬送設備及び受入設備)に関する説明書	・使用済燃料の受入施設(搬送設備及び受入設備)について説明する。⇒ 45
添付12. 計測制御系統施設に関する説明書	・計測制御系統施設について説明する。⇒ 46
添付13. 放射性廃棄物の廃棄施設に関する説明書	・放射性廃棄物の廃棄施設について説明する。⇒ 47

3. 設計及び工事計画の変更認可申請の概要(9/9)

(4) 添付書類

(続き)

添付書類名称	概要
添付14. 放射線管理施設に関する説明書	・放射線管理施設について説明する。 ⇒ 46
添付15. 汚染の拡大防止に関する説明書	・分割第1回申請にて記載済。 なお、今回申請設備に対する説明のために添付する。
添付16. その他設備に関する説明書	・その他設備について説明する。なお、分割第1回申請にて電気設備、人の不法な侵入防止、換気設備について申請しており、分割第2回においては、通信連絡設備等について説明する。
添付17. 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書	・設備別記載事項の設定根拠について説明する。なお、分割第1回申請にて電気設備について申請しており、分割第2回においては、それ以外について説明する。
添付18. 計算機プログラム(解析コード)に関する説明書	・計算機プログラム(解析コード)について説明する。
添付19. 図面	・説明に必要な図面を添付する。なお、一部について分割第1回申請にて申請している。

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(1/28)

(1) 基本的安全機能の設計

① 使用済燃料の臨界防止

- 金属キャスクは、その内部の使用済燃料集合体を位置決めするバスケットプレートの幾何学的な配置及び中性子を吸収する材料により、臨界を防止する設計とした。
- 使用済燃料集合体を貯蔵容量最大に収納した条件下で、金属キャスクの搬入から搬出までの全工程において、金属キャスクの取扱い時に金属キャスクが相互に近接すること等技術的に想定されるいかなる場合でも、中性子実効増倍率が0.95以下となることを解析により確認した。

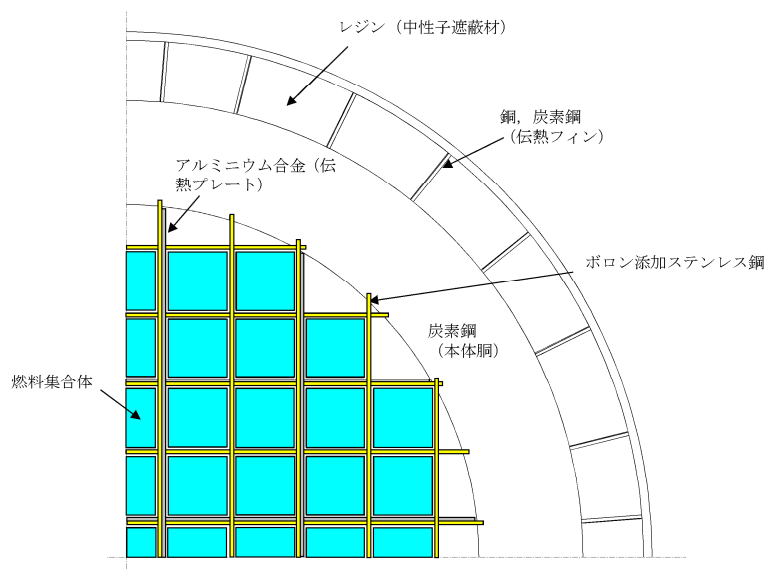


図1-1 金属キャスクの内部の構造

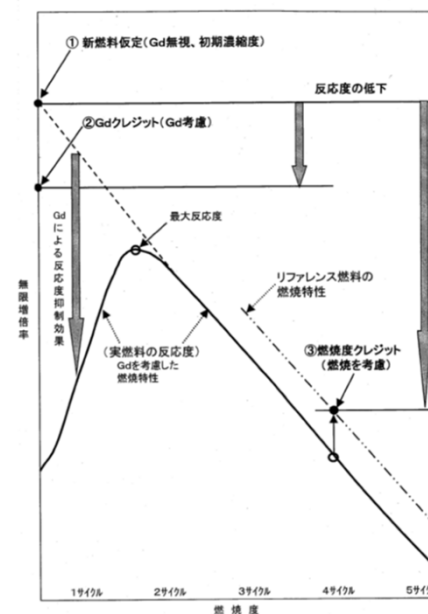


図1-2 中性子を吸収する材料(可燃性毒物)の効果

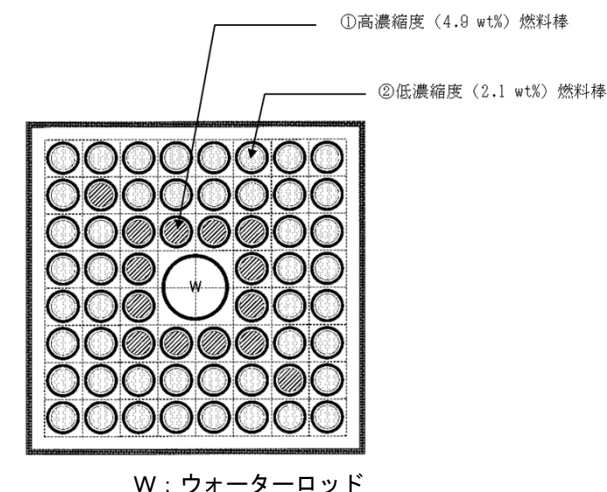


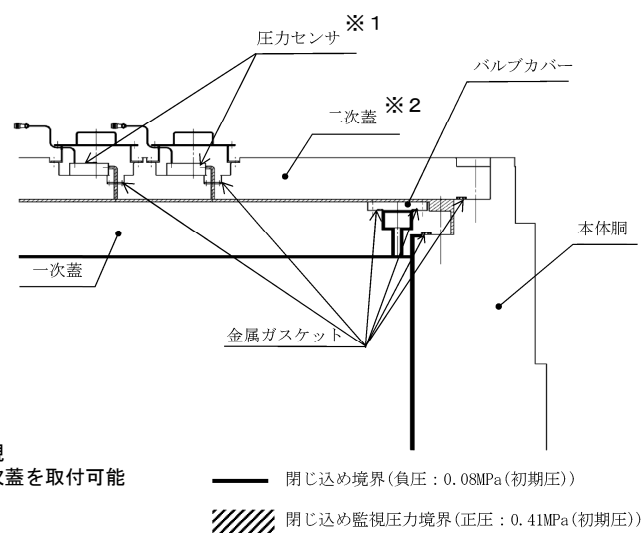
図1-3 解析モデル
(高燃焼度8x8燃料の例)

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(2/28)

(1) 基本的安全機能の設計

② 使用済燃料等の閉じ込め

- 金属キャスクは、一次蓋及び二次蓋による多重の閉じ込め構造とし、一次蓋と二次蓋との間を正圧に、一次蓋の内部を負圧に維持することにより、使用済燃料集合体を内封する空間を金属キャスク外部から隔離する設計とした。
- 金属キャスクの一次蓋と二次蓋との空間部の圧力を測定することにより、閉じ込め機能について監視できる設計とした。
- 金属キャスクの閉じ込め機能の修復性を考慮した設計とした。
- 金属ガスケットの漏えい率とラーソンミラーパラメータによる評価、電力中央研究所の長期密封試験の結果や原子炉設置者の知見から、所定の貯蔵期間中、金属キャスク内部圧力の変化を考慮した理論式で求めた基準漏えい率($2.4 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$)より小さいことを確認した。



※1：閉じ込め機能を監視

※2：上部フランジに三次蓋を取付可能

— 閉じ込め境界（負圧：0.08MPa（初期圧））

//// 閉じ込め監視圧力境界（正圧：0.41MPa（初期圧））

図1-4 二重の閉じ込め構造

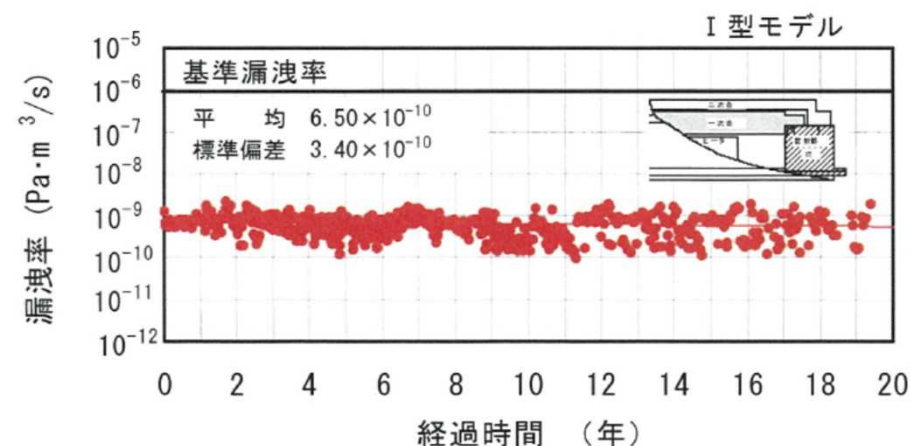


図1-5 電中研の長期密封試験

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(3/28)

(1) 基本的安全機能の設計

③ 使用済燃料の除熱

- 金属キャスクは、使用済燃料集合体の崩壊熱を金属キャスク表面に伝え、周囲空気、使用済燃料貯蔵建屋に伝達することにより除去する設計とした。
- 燃料被覆管の温度は、燃料被覆管の累積クリープ量が1%を超えない温度、照射硬化の回復現象により燃料被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物の再配向による燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度以下となることを解析により確認した。
- 金属キャスク構成部材の温度は、基本的安全機能を維持できる温度以下となることを解析により確認した。

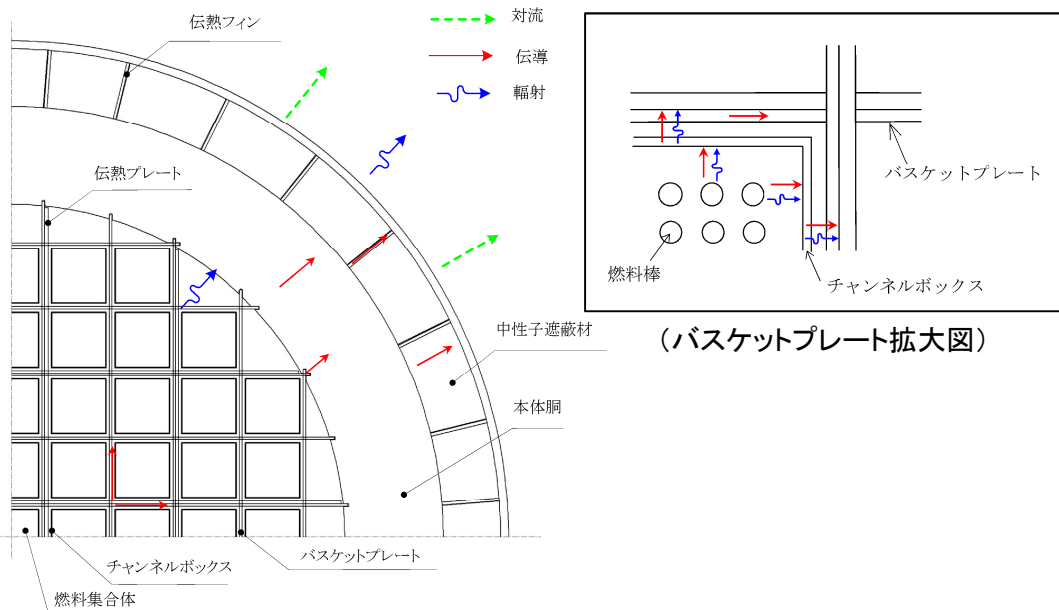


図1-6 使用済燃料集合体の崩壊熱の除熱設計の概念(金属キャスクの例)

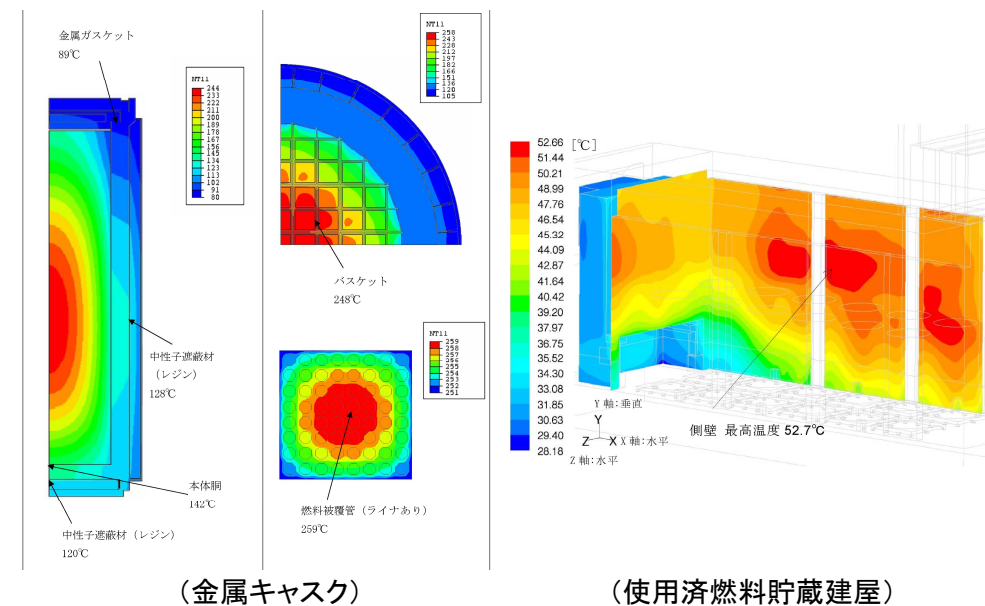


図1-7 除熱解析結果

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(4/28)

(1) 基本的安全機能の設計

④ 放射線の遮蔽

- 使用済燃料集合体からの放射線は、金属キャスクのガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材と使用済燃料貯蔵建屋を構成する躯体のコンクリートにより十分に遮蔽する設計とした。
- 金属キャスクのガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材の放射線照射、熱による遮蔽性能の低下を考慮しても、敷地境界における線量当量率は、線量限度1mSv/年(許可基準規則の解釈第四条50 μ Sv/年)以下となることを解析により確認した。

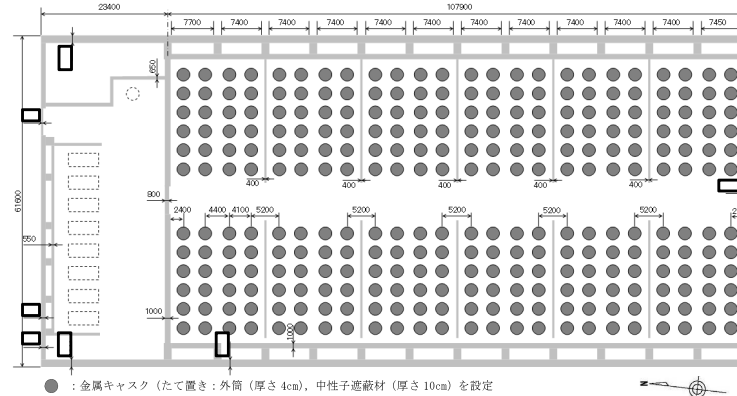
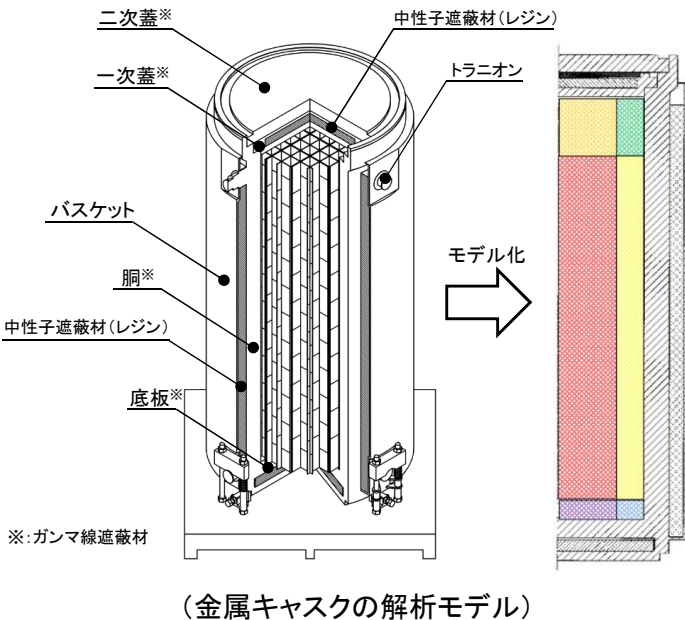


図1-8 線量当量率の解析モデルの概要

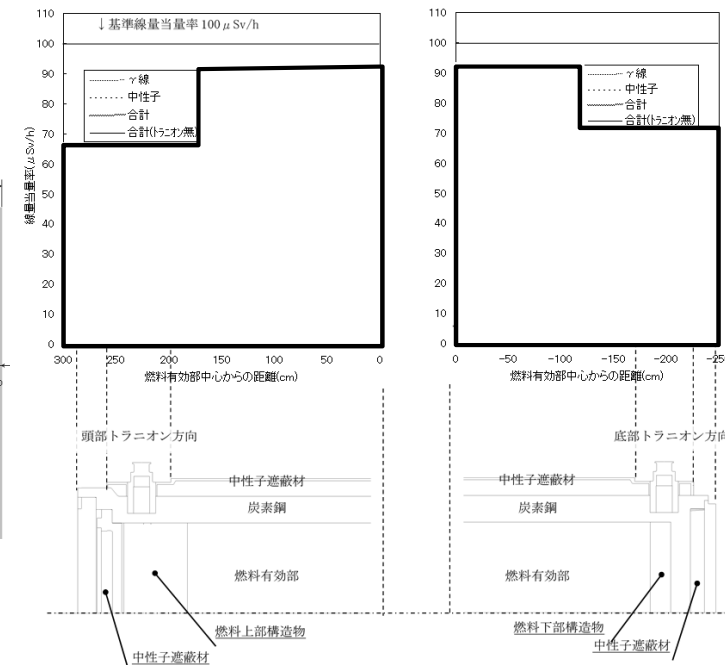


図1-9 線量当量率の解析結果
(金属キャスク表面から1mの位置の例)

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(5/28)

(2) 使用済燃料貯蔵施設の耐震設計

- 使用済燃料貯蔵施設は、その供用中に当該使用済燃料貯蔵施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力に対して基本的安全機能が損なわれるおそれがないように、耐震設計上の重要度をSクラス、Bクラス及びCクラスに分類し、それぞれの重要度に応じた地震力に十分耐えることができる設計とした。

	主要設備		直接支持構造物		主要設備や直接支持構造物に対する間接支持構造物	主要設備や直接支持構造物との相互影響を考慮すべき設備	間接支持構造物による影響や相互影響を考慮した影響の評価に用いる地震力
	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス			
基本的安全機能を確保する上で必要な施設	・金属キャスク	S	・貯蔵架台	S	・貯蔵建屋	・受入れ区域天井クレーン ・搬送台車	基準地震動 S_g により定まる地震力
	・受入れ区域天井クレーン	B	・受入れ区域天井クレーンの支持構造物	B	・貯蔵建屋	—	Bクラス施設に適用される静的地震力
	・搬送台車 ・貯蔵建屋	B	—	—	—	—	—
その他の安全機能を有する施設	・上記以外の受入施設 ・計測制御系統施設 ・廃棄物貯蔵室 ・放射線管理施設 ・電気設備 ・通信連絡設備等 ・消防用設備	C*	・機器、電気計装設備等の支持構造物	C	・貯蔵建屋 ・事務建屋 等	—	Cクラス施設に適用される静的地震力

※Cクラス設備のうち既設工認に記載の設備については、計算モデル及び適用される地震力(1.2C₁)の変更はないため耐震評価結果についても変更はない。

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(6/28)

(2) 使用済燃料貯蔵施設の耐震設計

① 貯蔵建屋の構造概要

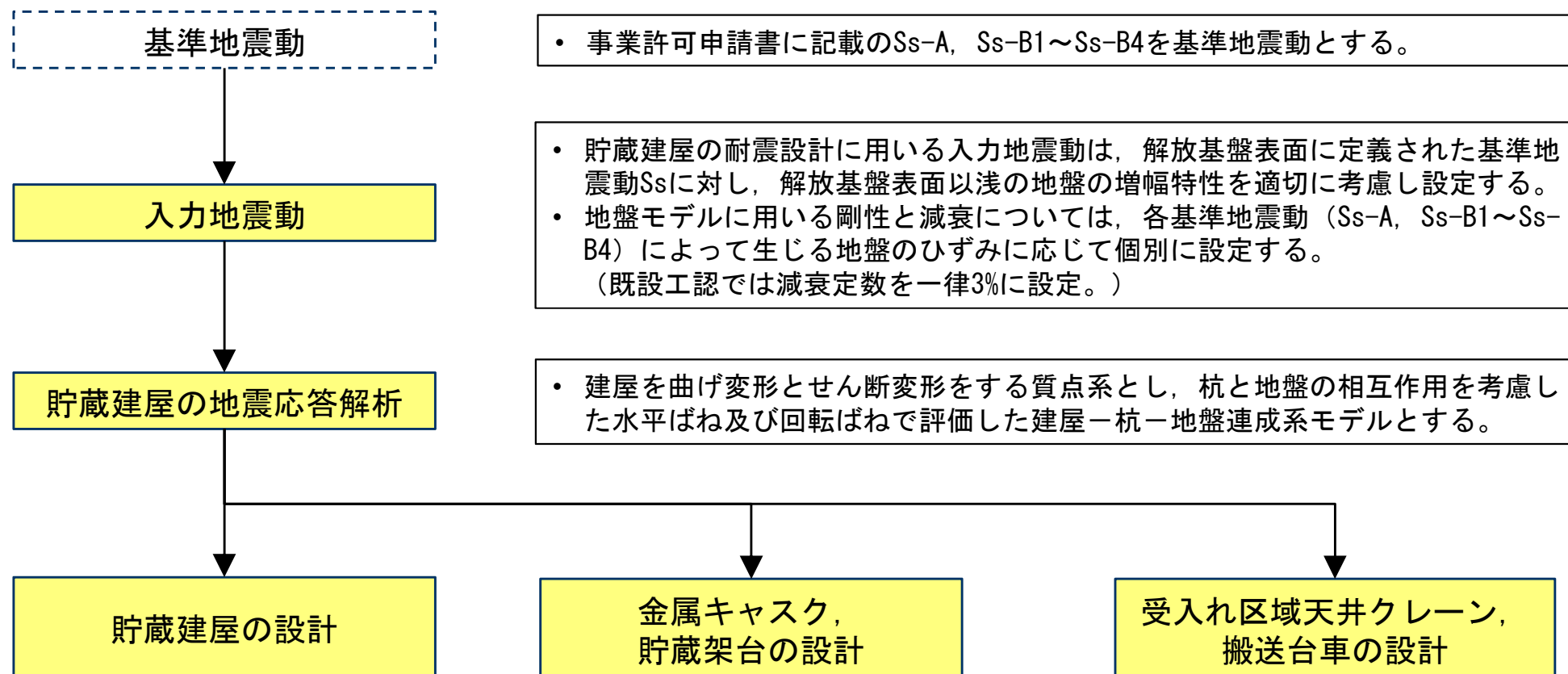
	貯蔵建屋
構造概要	鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）
基礎	基礎スラブが杭を介して砂子又層に支持されている
平面形状	約131m（南北方向）×約62m（東西方向）
高さ	標高※約16mの整地地盤面から 約28m （※東京湾平均海面（T.P.）を基準とした標高）
構造図 （左：平面図， 右：断面図）	
建屋の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ ほぼ矩形の建屋である ・ 地震時の水平力は、耐震壁及び柱とはりからなるラーメン構造で負担する ・ 杭仕様は場所打ちコンクリート杭（杭径：1.5m，杭本数：358本，杭長：33.8m，34.65m，35.4m）

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計 (8/28)

(2) 使用済燃料貯蔵施設の耐震設計

③ 基準地震動に対する設計の流れ

- 使用済燃料貯蔵施設の基準地震動に対する設計の流れは以下のとおりである。



基準地震動に対する設計の流れ

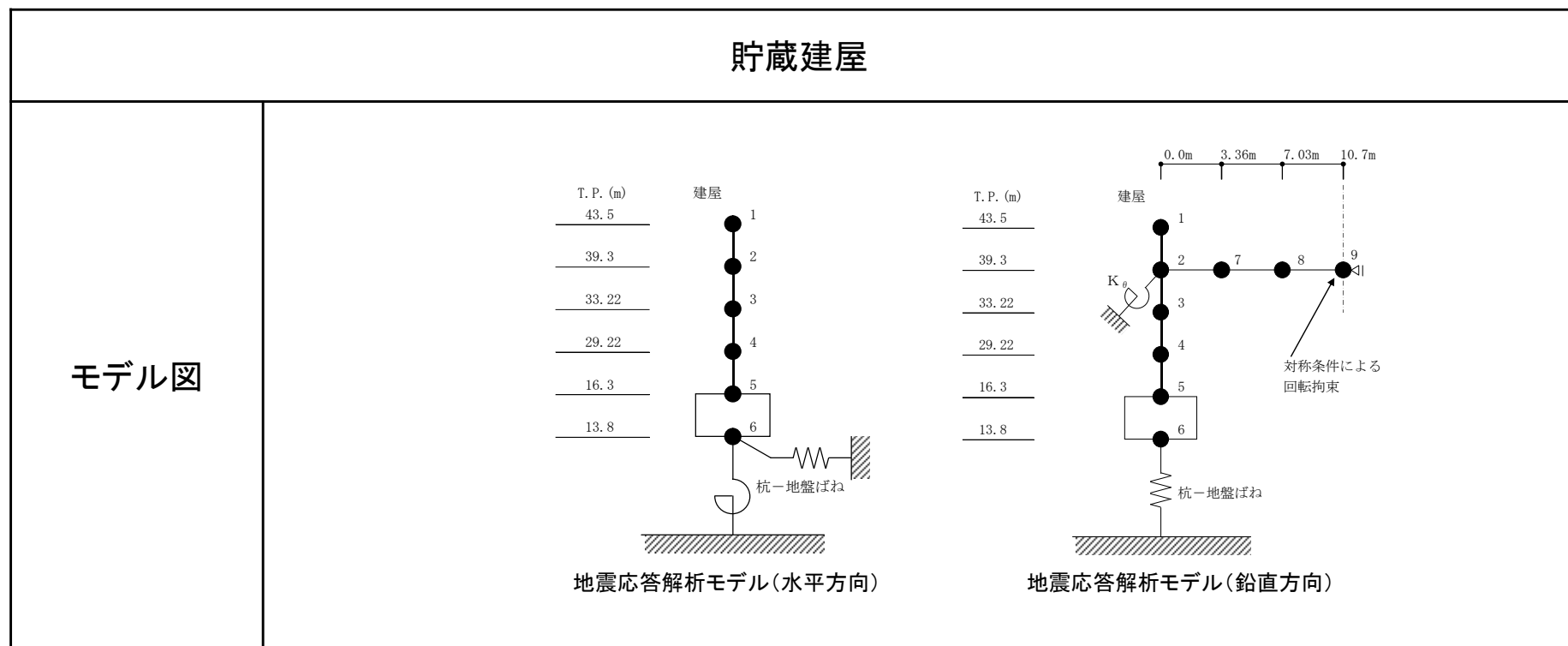
4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(9/28)

(2) 使用済燃料貯蔵施設の耐震設計

④ 貯蔵建屋の地震応答解析モデル

➤ 地震応答解析モデルは、建屋構造概要を踏まえ、以下のとおり設定する。

- ・ 水平方向の地震応答解析モデルは、建屋を曲げ変形とせん断変形をする質点系とし、杭と地盤の相互作用を考慮した水平ばね及び回転ばねで評価した建屋－杭－地盤連成系モデルとする。
- ・ 鉛直方向の解析モデルは、軸変形をする建屋部及び曲げ変形とせん断変形をする屋根部から成る質点系とし、杭と地盤の相互作用を考慮した鉛直ばねで評価した建屋－杭－地盤連成系モデルとする。



4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(10/28)

(2) 使用済燃料貯蔵施設の耐震設計

⑤ 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する検討

- 既往の評価である水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、新規基準で求める水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せが、貯蔵建屋や機器の耐震評価結果に与える影響を確認した。
- 貯蔵建屋の3次元有限要素モデルを用いて、水平1方向入力と水平2方向及び鉛直方向入力の解析を実施し、両社の比較により3次元的な応答特性が建屋評価に与える影響を検討した。解析の考え方は以下のとおりである。
 - 解析は周波数応答解析による線形計算とする。
 - 入力地震動は建屋の応答が概ね線形範囲となるよう基準地震動 S_s の加速度振幅を2分の1した波形を用いる。

⑥ 液状化の検討

- 事業許可申請時の基礎地盤安定性評価にて、乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程(JEAC4616-2009)に示される方法に基づき、液状化の可能性について検討を行い、液状化の可能性がないことを確認した。

基準地震動 S_s に対する液状化判定結果(田名部層下部砂質土(T_{n2}))

繰り返しせん断応力比 R	地震時せん断応力比 L	液状化に対する安全率 $F_L=R/L$
0.956	0.681	1.40 > 1.0

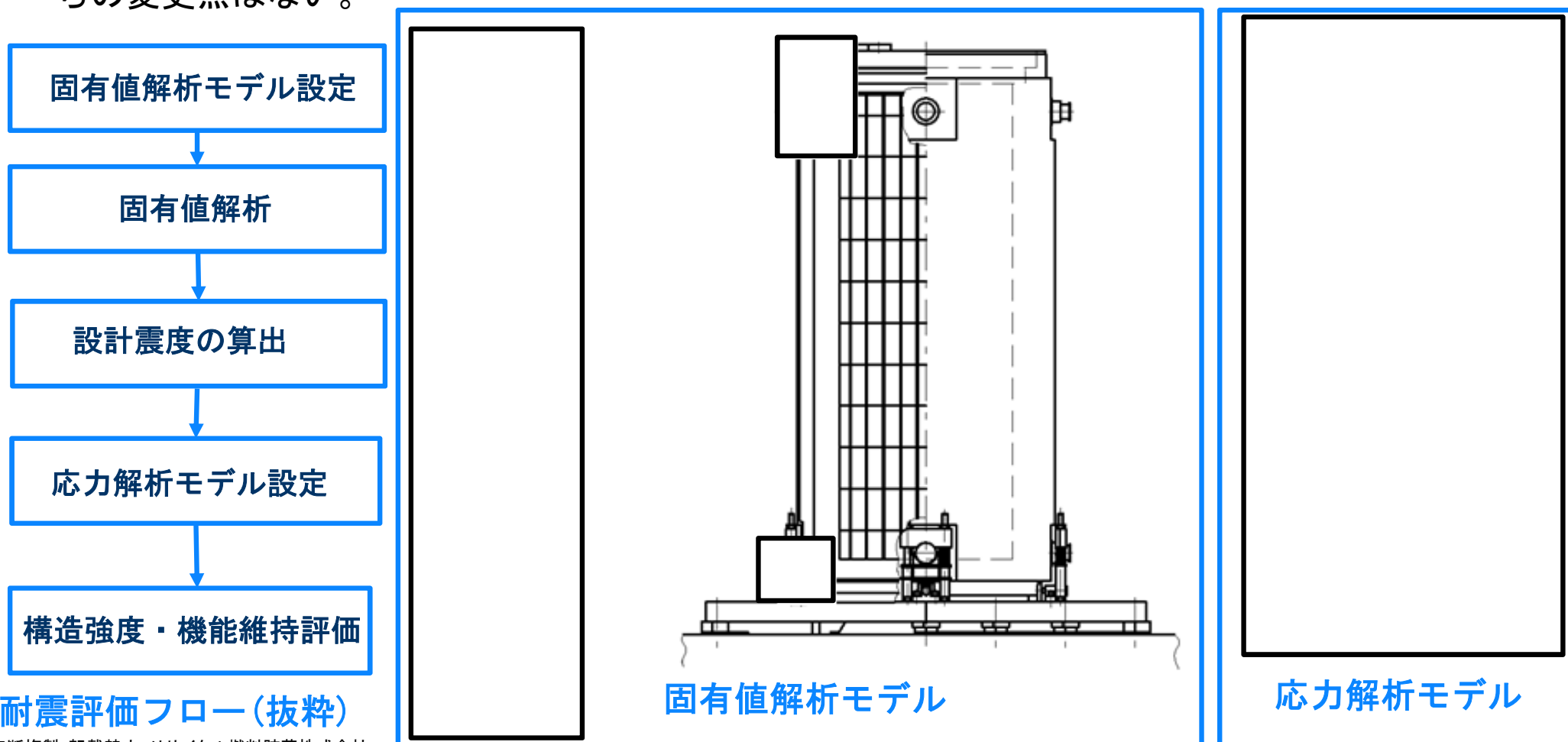
4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(11/28)

(2) 使用済燃料貯蔵施設の耐震設計

⑦ 金属キャスクの耐震設計 (1/2)

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。

- 使用済燃料貯蔵設備本体の耐震設計の流れと解析モデルは以下の通り。基準地震動による建屋の地震応答は設計震度として考慮する。なお既設工認で用いている評価手法（解析コードや評価式）からの変更点はない。



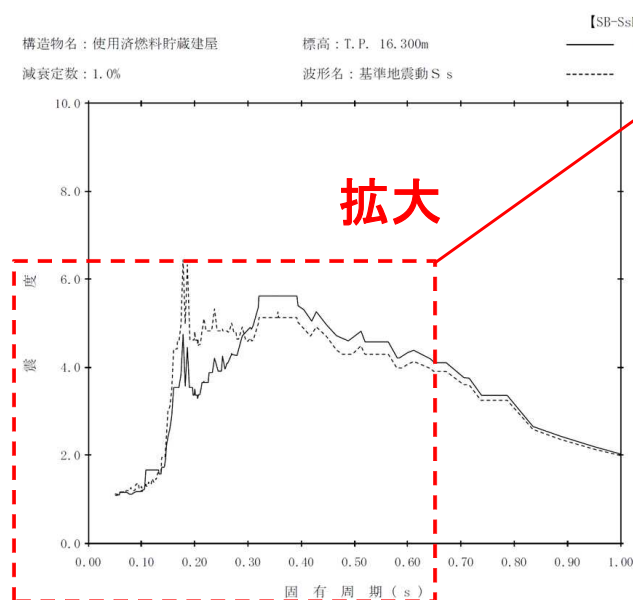
耐震評価フロー(抜粋)

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(12/28)

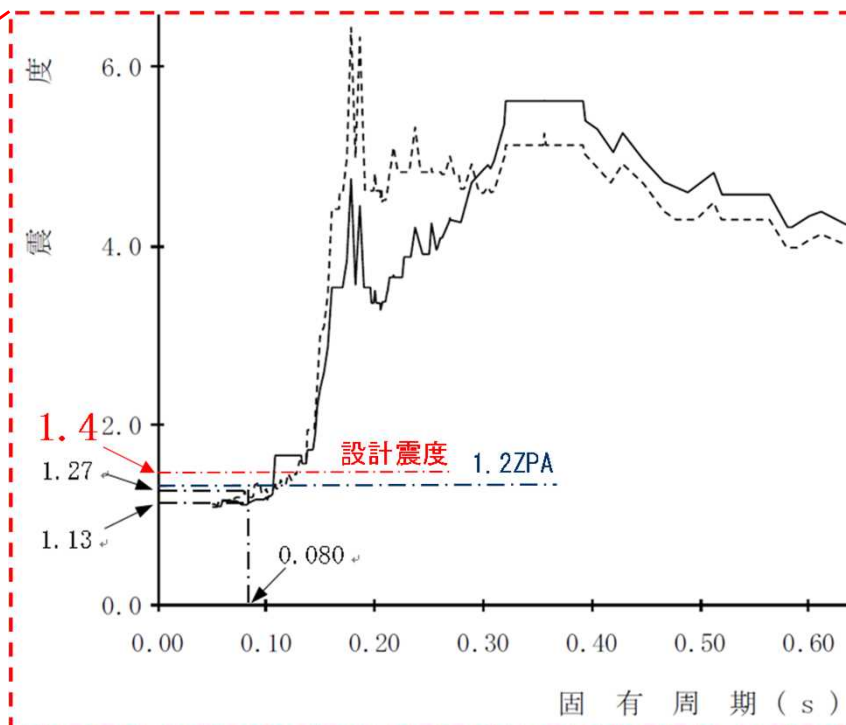
(2) 使用済燃料貯蔵施設の耐震設計

⑦ 金属キャスクの耐震設計 (2/2)

- 基準地震動による建屋床面の加速度応答時刻歴を入力として、設計用床応答曲線を作成する。
- 金属キャスク及び貯蔵架台の固有周期に対応した震度(NS:1.13, EW:1.27)と1.2ZPA※(NS:1.27, EW:1.29)を比較し、1.2ZPAが支配的であったため、それに余裕を持った保守的な値(1.4)を設計震度として設定し、構造強度・機能維持評価を実施した。
- 既往の評価である水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、新規基準で求める水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せが金属キャスクの耐震評価結果に与える影響を確認した。



設計用床応答曲線



※ZPA: 零周期加速度

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(13/28)

(2) 使用済燃料貯蔵施設の耐震設計

⑧ 受入施設の耐震設計 (1/4)

1) 評価方針

- 振動特性を考慮した地震応答解析モデルを構築し、耐震設計上の重要度Bクラスの設備（共振のおそれのある施設）として、弾性設計用地震動 $S_d \times 1/2$ に基づく動的地震力又は静的地震力のいずれか大きい方による応力が許容限界を超えていないことを確認する。
- 基準地震動 S_s による地震力に対して基本的安全機能を損なわないことを確認する。
- 地震応答解析では、応答スペクトル・モーダル解析法を採用する。なお、既設工認で用いている評価手法からの変更点はない。

2) 搬送設備及び受入れ設備の構造概要

	受入れ区域天井クレーン	搬送台車
構造	<p>トロリ</p> <p>走行方向 (東西方向)</p> <p>横行方向 (南北方向)</p> <p>ガーダ</p> <p>主巻フック</p>	<p>エアキャスタ</p> <p>フォーク部 (搬送台)</p> <p>エアキャスタ</p> <p>金属キャスク</p> <p>貯蔵架台</p> <p>フォーク部 (搬送台)</p> <p>エアキャスタ(浮上)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ● クレーン本体(ガーダ)は東西方向に走行し、南北方向はトロリが移動 ● 主巻定格荷重: 約160t 	<ul style="list-style-type: none"> ● 受入れ区域と貯蔵区域の間との金属キャスクの移送を行う ● 圧縮空気をエアキャスタに供給することで金属キャスク及び貯蔵架台を揚重し移送 ● 定格荷重: 約140t

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(14/28)

(2) 使用済燃料貯蔵施設の耐震設計

⑧ 受入施設の耐震設計 (2/4)

3) 搬送設備及び受入れ設備のモデル化

地震応答解析モデルは、構造概要を踏まえ、以下の方針に基づき構築する。

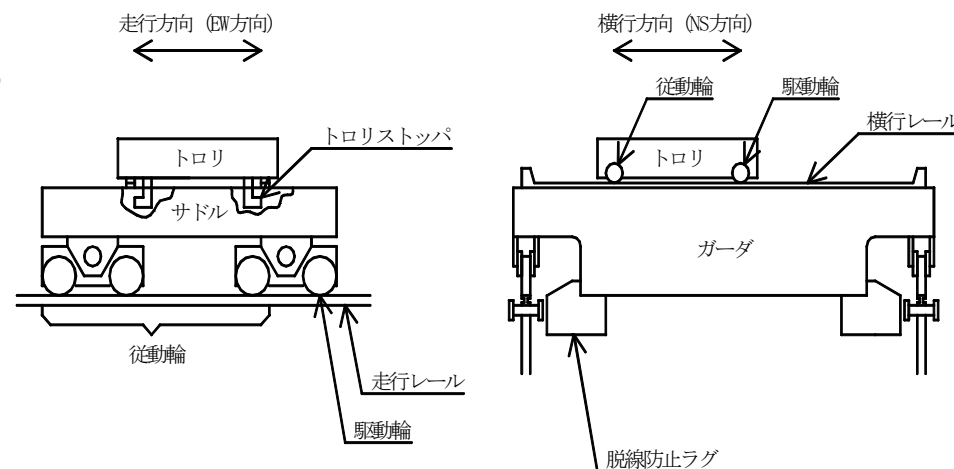
- ・ 構造物の断面特性、支持部による振動特性を適切に表現できるようにモデル化する。
- ・ 応力評価が必要な部位の地震荷重を算定できるようにモデル化する。

a. 受入れ区域天井クレーン

固有周期評価	モデル図
<p>● 走行方向 (EW方向)</p> <p>クレーンはレール上をすべるだけで、クレーン自身にはレールと走行車輪間の最大静止摩擦力以上の水平力は加わらない。そのため評価不要である。</p>	—
<p>● 横行方向 (ES方向)</p> <p>1本のガーダ中央部にトロリ質量の半分が2つのばねで固定されていると仮定して計算する。</p>	
<p>● 鉛直方向 (NS方向)</p> <p>1本のガーダ中央部にトロリ質量の半分が集中する単純支持梁として計算する。</p>	

● 応力評価

応力評価式に基づき、ガーダやレール等の各部材の応力を評価。



4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(15/28)

(2) 使用済燃料貯蔵施設の耐震設計

⑧ 受入施設の耐震設計 (3/4)

b. 搬送台車

●固有周期評価

➤ 水平方向

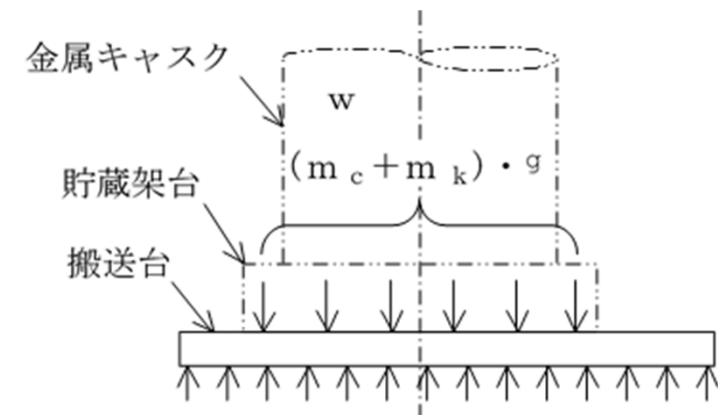
搬送台は床面より浮上していることから、搬送台には、水平方向の地震力は作用しない。そのため固有周期の算出は行わない。

➤ 垂直方向

浮上状態における固有周期の算出は行わず、保守的に鉛直方向弾性設計用地震動 S_d による床面の応答スペクトルに2分の1を乗じたものの最大値を設計用地震力とする。

●応力評価

応力評価式に基づき、金属キャスク及び貯蔵架台の荷重を浮上状態の搬送台にて受けた際の応力を評価する。



●安全検討

基準地震動 S_s に基づいて求められる地震力が作用しても、基本的安全機能を損なわない設計として、搬送台車が転倒しないことを確認する。

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(16/28)

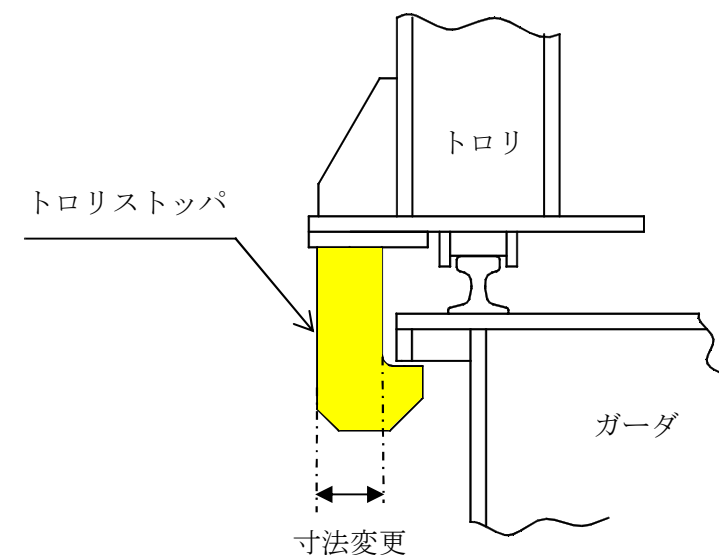
(2) 使用済燃料貯蔵施設の耐震設計

⑧ 受入施設の耐震設計 (4/4)

4) 受入れ区域天井クレーン耐震強化

基準地震動変更に伴い、クレーントロリ部の落下防止強化としてトロリストッパの材料及び寸法の変更

耐震補強部位	補強内容	変更前	変更後
トロリストッパ	材料	SS400	SM490A
	寸法		



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。

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(17/28)

(2) 使用済燃料貯蔵施設の耐震設計

⑨ 波及的影響のおそれのある設備

1) 基本方針

基本的安全機能を確保する上で必要な施設のうち耐震設計上の重要度分類のSクラスに属する施設である金属キャスク及びBクラスに属する施設のうち基本的安全機能の遮蔽機能及び除熱機能の一部を担っている使用済燃料貯蔵建屋は、下位クラス施設の波及的影響によって、その基本的安全機能を損なわないように設計する。

2) 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
金属キャスク	使用済燃料貯蔵建屋, 受入れ区域天井クレーン, 搬送台車, 検査架台, 防火シャッタ, 中性子線エリアモニタ
使用済燃料貯蔵建屋	—

3) 影響評価及び結果

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設	影響評価及び結果
使用済燃料貯蔵建屋 受入れ区域天井クレーン	金属キャスクの設計に適用する地震動に対して、主要構造部材に発生する応力が許容限界以下であることを確認した。そのため金属キャスクへの波及的影響はない。
搬送台車	金属キャスクの設計に適用する地震動に対して、転倒しないことを確認した。そのため金属キャスクへの波及的影響はない。
検査架台	金属キャスクの搬送中は、金属キャスク(貯蔵架台)と床面との固縛がされていないため、金属キャスクと検査架台の衝突が考えられる。このため金属キャスクの基本的安全機能に影響がないよう金属キャスクの衝突部位として外筒を選定し、破断しないことを確認した。そのため金属キャスクへの波及的影響はない。
防火シャッタ	金属キャスクの移動の際に上部に設置していることから、落下により、金属キャスクとの衝突が考えられる。このため金属キャスクの基本的安全機能に影響がないよう金属キャスクの衝突部位として胴(蓋フランジ部)を選定し、塑性変形しないことを確認した。そのため金属キャスクへの波及的影響はない。
中性子線エリアモニタ	金属キャスクの移動の際に上部に設置していることから、落下により、金属キャスクとの衝突が考えられる。このため金属キャスクの基本的安全機能に影響がないよう金属キャスクの衝突部位として二次蓋を選定し、二次蓋について、二次蓋端部(密封シール部)及び二次蓋締付けボルトは塑性変形しないこととし、二次蓋中央部は破断しないことを確認した。そのため金属キャスクへの波及的影響はない。

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(18/28)

(3) 津波による損傷の防止に関する設計

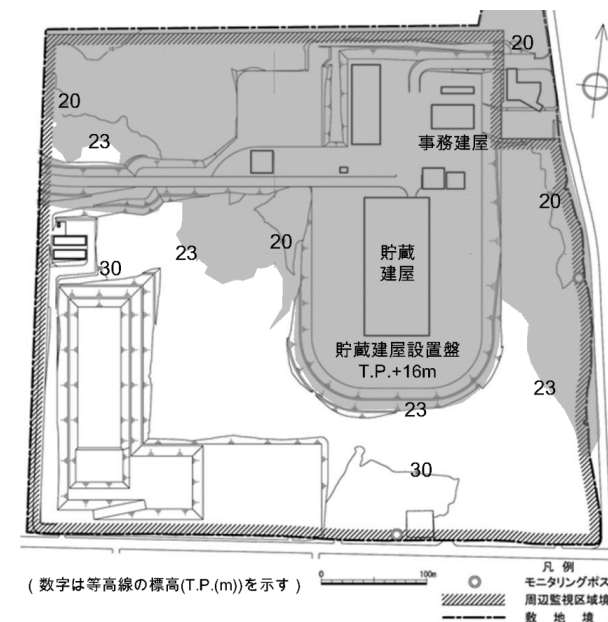
使用済燃料貯蔵施設は、既往の知見を大きく上回る仮想的大規模津波を想定*し、これを基準津波に相当する津波として、遡上波が貯蔵施設に到達する前提としている。

この仮想的な大規模津波に対して、貯蔵建屋の受入れ区域の損傷とそれに伴う天井クレーンや天井スラブ等の落下を仮定しても、金属キャスクは基本的な安全機能が損なわれるおそれがない設計としている。また、貯蔵建屋の貯蔵区域は波力及び津波漂流物の衝突に耐えるよう設計するとともに、貯蔵されている金属キャスクの基本的な安全機能が貯蔵区域の浸水により損なわれないよう設計している。

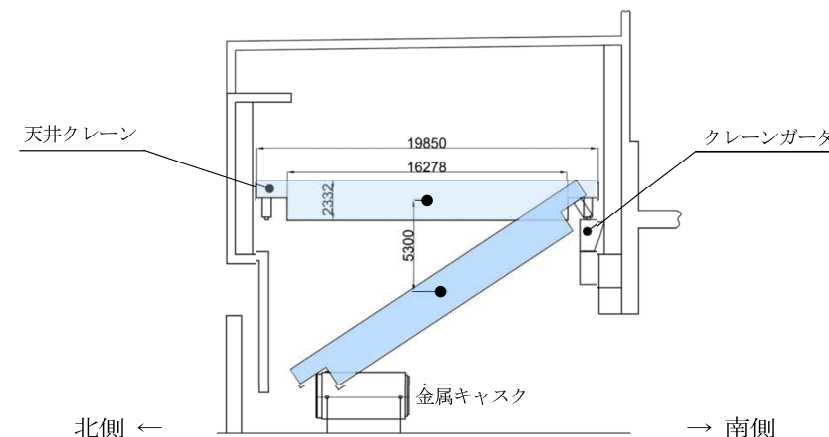
*：青森県による津波想定（青森県海岸津波対策検討会，平成25年1月29日）の敷地前面及び敷地周辺の最大津波高さであるT.P. +11.5mに、更なる保守性を持たせ2倍としたT.P. +23mの津波を仮想的な大規模津波として設定した。

本申請書では、技術基準規則に適合することを確認するため津波防護基本方針の対象となる設備**である使用済燃料貯蔵設備本体（金属キャスク及び貯蔵架台）並びに貯蔵建屋（貯蔵区域）について基本的な安全機能が損なわれるおそれがないことを確認している。

**：受入設備については、対象とする設備としないが、津波防護基本方針の対象となる設備に対して影響を及ぼさないよう、仮想的な大規模津波により漂流しない設計としている。



仮想的な大規模津波による浸水範囲



天井クレーンと金属キャスクの衝突

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(19/28)

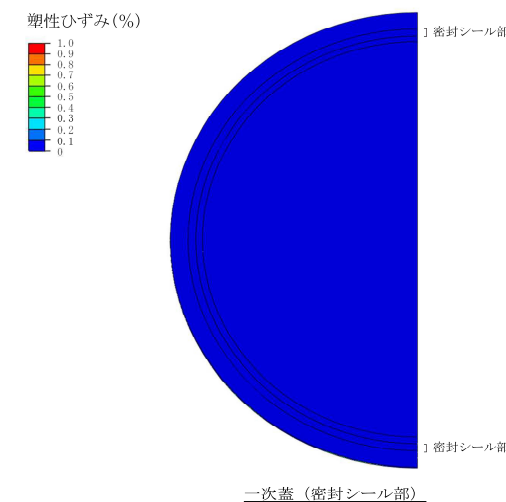
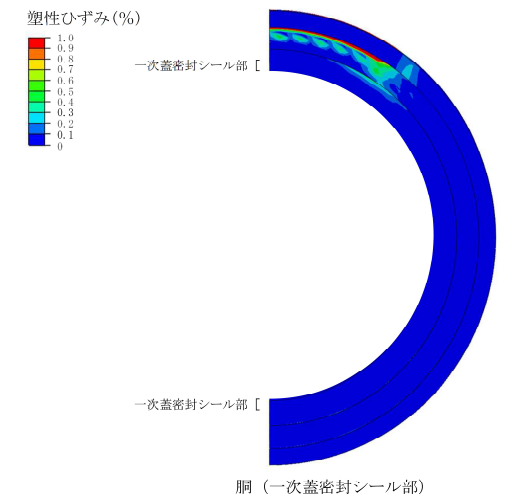
(3) 津波による損傷の防止に関する設計

① 金属キャスクの評価内容

- 金属キャスクについては、損傷を仮定する受入れ区域には貯蔵しないが、金属キャスクが仮置架台やたて起こし架台等に置かれた状態で津波の襲来を受けた場合を仮定した。
- 受入れ区域の損傷に伴う落下物として天井クレーン及び天井スラブを想定し、金属キャスクの基本的安全機能が損なわれていないことを確認した。

② 貯蔵架台の評価内容

- 貯蔵架台については、損傷した受入れ区域が障壁となることから、貯蔵区域に設置している貯蔵架台に直接波力が作用することはない。
- 評価条件として貯蔵架台に固定している金属キャスク及び貯蔵架台に対して、仮想的な大規模津波による水流が水平方向に作用することを仮定し、金属キャスク、貯蔵架台及び床面の固定状態が維持されることを確認した。



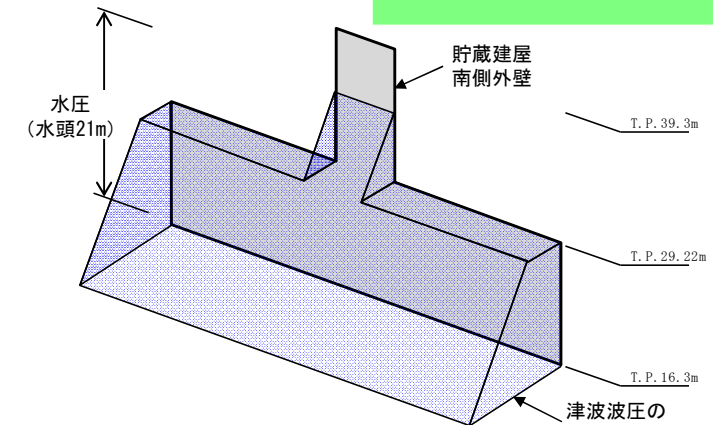
一次蓋密封シール部の塑性ひずみ分布
(天井クレーン落下)

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(20/28)

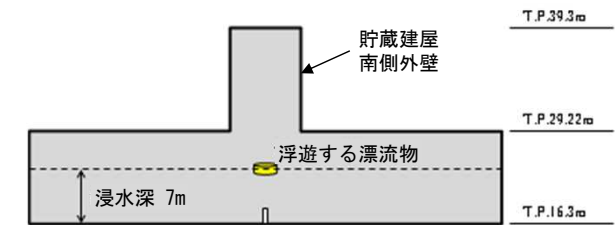
(3) 津波による損傷の防止に関する設計

③ 貯蔵建屋の評価内容

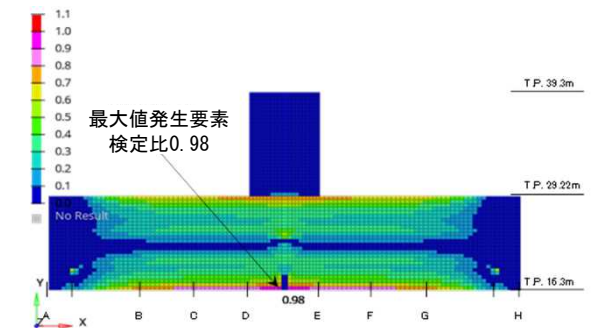
- 貯蔵建屋のうち評価対象として貯蔵区域のみを選定し，受入れ区域については津波により損傷するものとする。
- 貯蔵区域の外壁及び受入れ区域との境界壁について，貯蔵区域の南側の外壁は東側及び西側の外壁より薄く，付随する柱形がないことから，外壁の評価部位として貯蔵区域の南側外壁を選定する。
- 貯蔵区域の遮蔽扉（機器搬出入口扉1ヶ所，人員用扉2ヶ所）のうち，機器搬出入口の遮蔽扉については開放されていると想定していること，南側人員用扉については北側の人員用扉に比べ扉厚さが薄いことから，評価部位として南側人員用扉を選定する。
- 評価に用いる荷重は，津波波力による荷重及び津波漂流物（浮遊する漂流物：キャスク緩衝体，滑動する漂流物：キャスク輸送車両）による衝突荷重を用い荷重の組合せを考慮する。
- 津波に対する建屋全体の評価については，建屋に作用する層せん断力が，保有水平耐力を超えないことを確認した。
- 津波に対する外壁の評価については，有限要素法を用いた静的弾塑性解析により，コンクリートの圧縮ひずみ，鉄筋の引張ひずみ及び面外せん断力が許容限界を超えないことを確認した。
- 津波に対する遮蔽扉の評価については，津波による荷重により発生する応力が許容限界を超えないことを確認した。



津波波力による荷重



浮遊する漂流物による衝突荷重
作用位置（キャスク緩衝体）



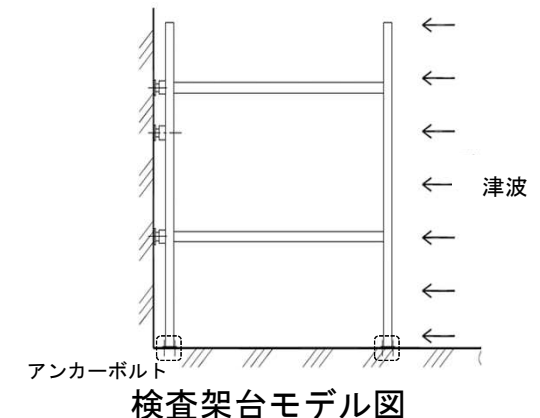
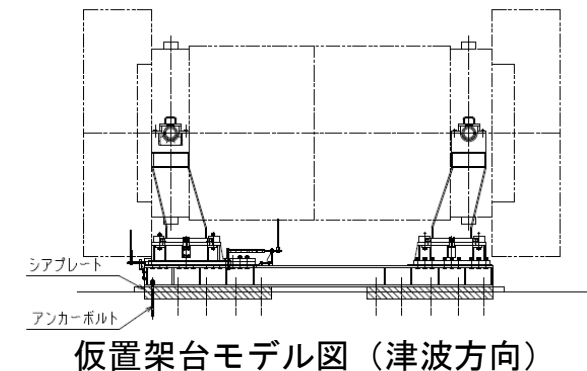
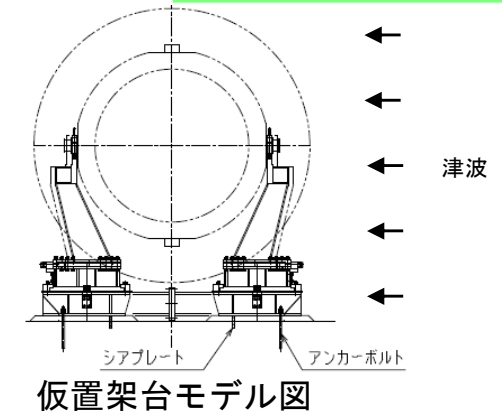
面外せん断力に対する検定比の分布
(津波波力による荷重＋漂流物による衝突荷重 (キャスク緩衝体))

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(21/28)

(3) 津波による損傷の防止に関する設計

④ 受入設備の評価内容

- 貯蔵建屋の受入れ区域については津波により損傷するため、受入設備のうち仮置架台、たて起こし架台及び検査架台について津波により漂流しない設計とし、津波による水流が作用しても床面への固定状態が維持されることを評価した。
なお、仮置架台及びたて起こし架台については金属キャスク取扱い中の状態での評価とした。
- 既設工認の設計では津波により発生する応力に対して固定状態が維持されないことを確認した。そのため、漂流防止対策として、以下の設計変更を行う。
 - 仮置架台及びたて起こし架台
 - アンカーボルトの変更及び追加
 - シアプレートの取付
 - 検査架台
 - アンカーボルトの変更
- 上記の漂流防止対策により、各架台の床面への固定部（アンカーボルト等）に対して、津波により発生する応力が許容応力以下となり、各架台の固定状態が維持されることを確認した。

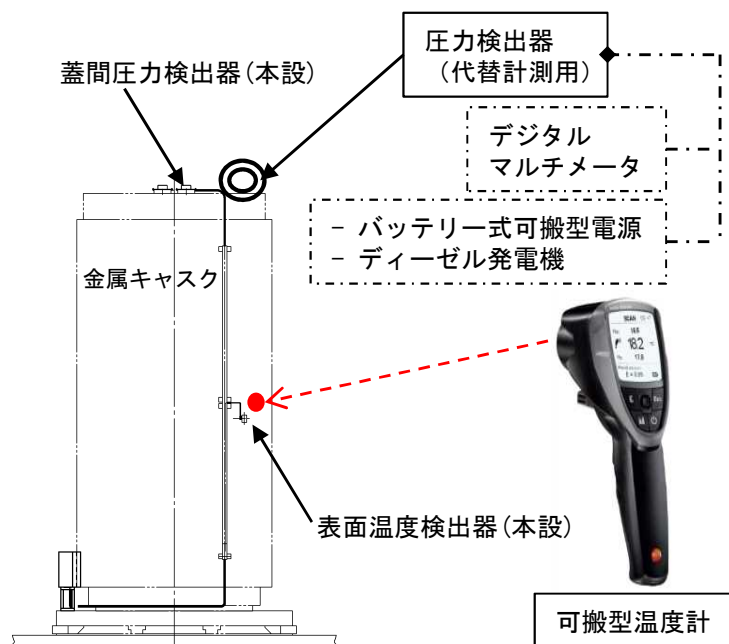


4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(22/28)

(3) 津波による損傷の防止に関する設計

⑤ 津波襲来時の代替計測

- 津波の想定高さはT.P. +23mであり、各計測器の信号を集約するPIO装置や計測した信号を記録するキャスク監視盤が水没する。また、金属キャスクの二次蓋部に設置されている蓋間圧力検出器も水没することから、全ての計測器が使用できなくなる。
- 金属キャスクの表面温度、給排気温度、エリア放射線モニタ及びモニタリングポストは、可搬型計測器を用いて代替計測を行う。
- 金属キャスクの蓋間圧力は、新しい圧力検出器を二次蓋部に取り付け、可搬式の電源や表示装置を接続して代替計測を行う。(蓋間圧力検出器はキャスク上部に設置されており、新しい検出器の設置には時間を要する。準備が整い次第、計測を開始する。)
- 津波以外で基本的安全機能が確保されていることを監視できなくなった場合には、状況に応じた方法を用いて代替計測を行う。



表面温度及び蓋間圧力の代替計測用計測器



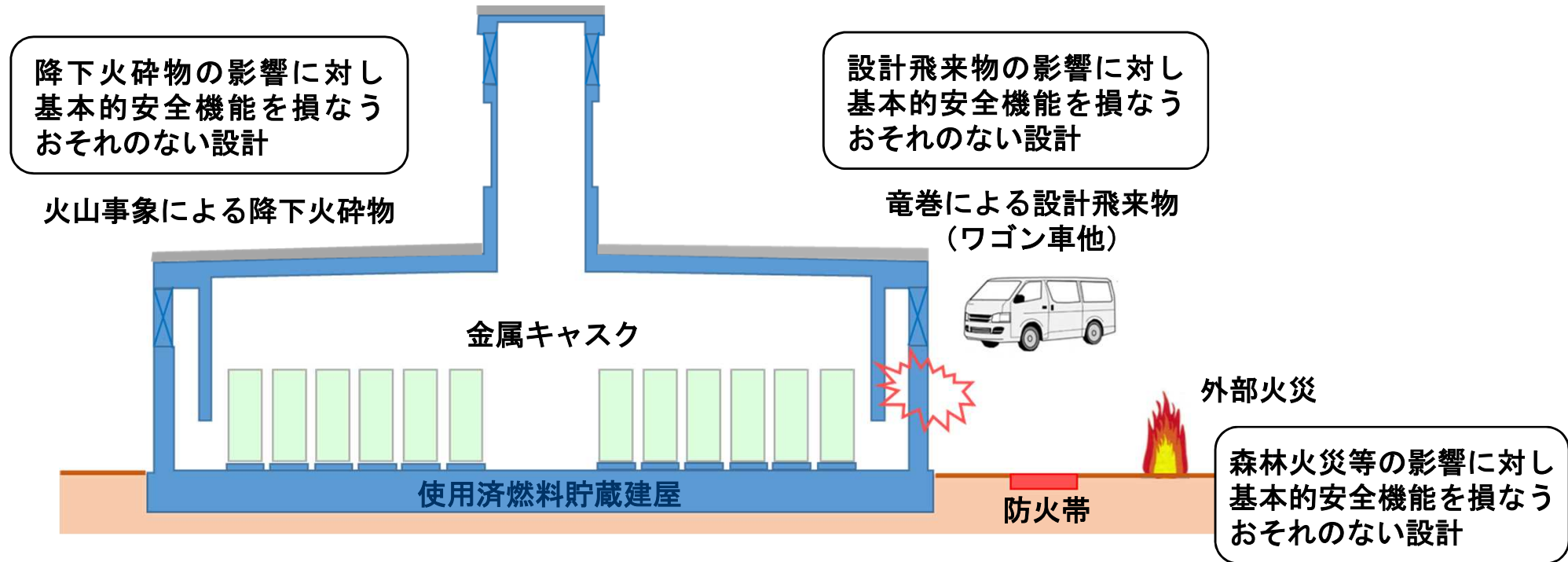
給排気温度の代替計測用計測器



エリア放射線モニタ及びモニタリングポストの代替計測用計測器

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計 (23 / 28)

(4) 自然現象等による損傷の防止に関する設計



竜巻	設計竜巻の最大風速100m/sが発生した場合においても、竜巻の風圧力による荷重、気圧差による荷重及び飛来物の衝突による衝撃荷重を組み合わせた荷重等に対して、基本的安全機能を損なうおそれのないことを確認。
火山	降下火砕物（層厚30cm、密度1.5g/cm ³ （湿潤状態））の影響に対して、基本的安全機能を損なわないことを確認。
外部火災	森林火災をはじめとする外部火災による熱影響に対して、基本的安全機能を損なわないことを確認。

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(24/28)

(5) 火災等による損傷の防止に関する設計

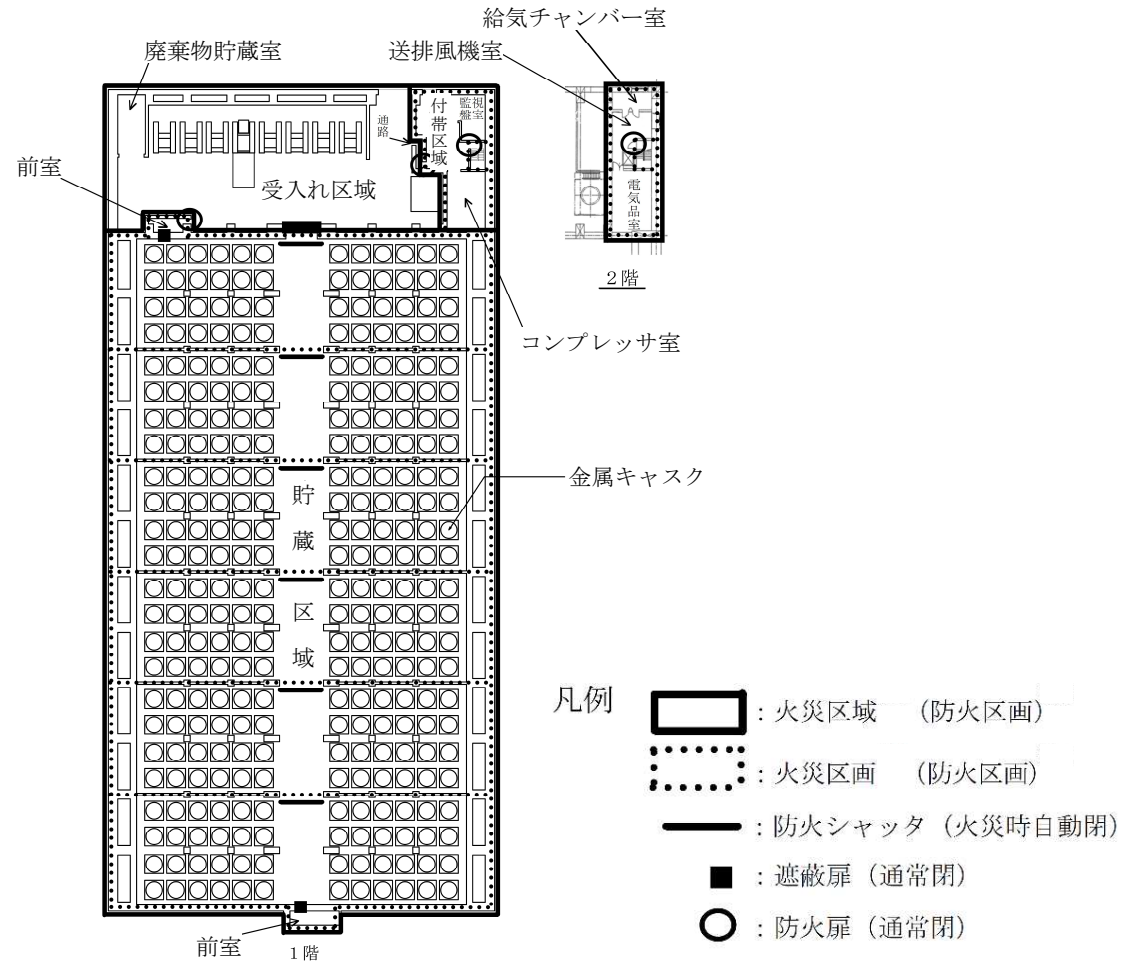
使用済燃料貯蔵施設は、技術基準規則第12条への適合として、火災の発生防止、火災の感知及び消火、並びに火災の影響軽減について適切に組み合わせた火災防護対策を講ずる設計としている。

火災防護対策の内容

火災防護対策	内容
火災の発生防止	貯蔵施設で使用する材料は、実用上可能な限り不燃性、難燃性材料を使用
火災の感知及び消火	消防法に基づき火災感知設備及び消火設備を設置
火災の影響軽減	火災区域及び火災区画を設定し、コンクリート壁、防火扉及び防火シャッターにて分離

火災感知設備, 消火設備

火災感知設備	消火設備
光電式分離型感知器	動力消防ポンプ
光電式スポット型感知器	防火水槽
差動式スポット型感知器	粉末(ABC)消火器
火災受信機	大型粉末消火器
表示機	化学泡消火器



使用済燃料貯蔵建屋の火災区域区画図

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(25/28)

(6) 主要な容器の強度及び耐食性の設計

- 使用済燃料貯蔵設備本体については、下の表に示す日本機械学会「使用済燃料貯蔵施設規格 金属キャスク構造規格(2007年版)JSME S FA1-2007(以下「構造規格」という。)及び同「発電用原子力設備規格(設計・建設規格 JSME S NC1-2005)(日本機械学会 2005年9月)(2007年追補版を含む。)」(以下「設計・建設規格」という。)に準じた評価を行い、技術基準規則第十四条を満たす設計とした。
- 規格を適用する設計事項
 - ・機械的強度及び化学的成分
 - ・非破壊試験
 - ・疲労破壊の防止
 - ・座屈による破壊の防止
 - ・破壊じん性
 - ・延性破断の防止
 - ・主要な耐圧部の溶接部

評価部位	技術基準規則第十四条に基づく分類	適用規格等	補足
胴, 一次蓋	密封容器	構造規格「密封容器」	—
二次蓋	—	構造規格「密封容器」	二次蓋は、金属キャスクの多重の閉じ込め構造を有する蓋であることから、一次蓋同様、密封容器の規定を準用する。
バスケット	—	構造規格「バスケット」	—
トラニオン	支持構造物	構造規格「トラニオン」	—
蓋部中性子遮蔽材カバー	—	設計・建設規格「クラス3容器」	—
底部中性子遮蔽材カバー	—	構造規格「密封容器」	金属キャスクの自重を受けることから、密封容器の一部として評価。
外筒	—	構造規格「中間胴」	自身が遮蔽体であると同時に内部の中性子遮蔽体を保持するため、中間胴を準用する。
貯蔵架台	支持構造物	設計・建設規格「クラス1支持構造物」	—

4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(26/28)

(7) 使用済燃料の受入施設に関する設計

金属キャスクの移送及び取扱いを行う受入施設の設計は下表のとおり。

主要設備	設 計
受入れ区域 天井クレーン	使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域上部に設置し、受入れ区域における金属キャスクの移送及び取扱いを行う。動力源である電気の供給が停止した場合に動作するブレーキを設ける。
搬送台車	受入れ区域と貯蔵区域の間との金属キャスクの移送及び取扱いを行い、電源喪失時や空気圧縮機の停止により動力源である圧縮空気の供給が停止した場合には、金属キャスクを着床させ衝突を防止する。
仮置架台	搬入した金属キャスクを検査するまでの間、搬出する金属キャスクをキャスク輸送車両へ移送及び取扱いをするまでの間及び金属キャスクの点検で一時的に金属キャスクを仮置きするための架台である。
たて起こし架台	水平状態の金属キャスクを、垂直状態にたて起こすための架台である。
検査架台	金属キャスクの受入検査、施設外へ搬出するために必要な検査、三次蓋の取外し・取付、計測器の取付・取外し及び金属キャスクの点検が行える。



受入れ区域天井クレーン



搬送台車

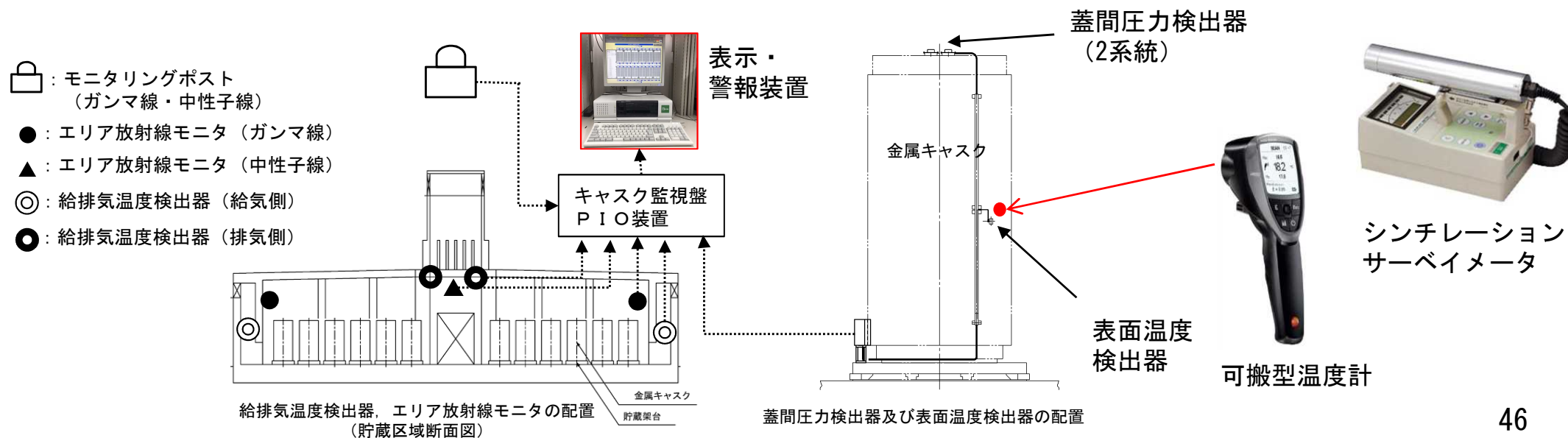
4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(27/28)

(8) 計測制御系統施設及び放射線管理施設に関する設計

➤ 使用済燃料貯蔵施設の安全機能（閉じ込め，除熱，遮蔽）が維持されていることを確認する。

設備分類	安全機能	名称	測定対象
計測設備	閉じ込め	蓋間圧力検出器	キャスクの一次蓋と二次蓋間の圧力
		表面温度検出器	キャスクの表面側部中央の温度
	除熱	給排気温度検出器	貯蔵建屋の給気口と排気口の温度
放射線監視設備	遮蔽	エリア放射線モニタ	貯蔵建屋内の放射線線量率

- モニタリングポストは周辺監視区域境界付近の放射線線量率の監視を行う。
- 測定値が警報設定値に達した場合は，表示・警報装置で警報を発報する。
- 津波や外部火災で計測できなくなった場合，可搬型の計測器等を用いて代替計測を行う。



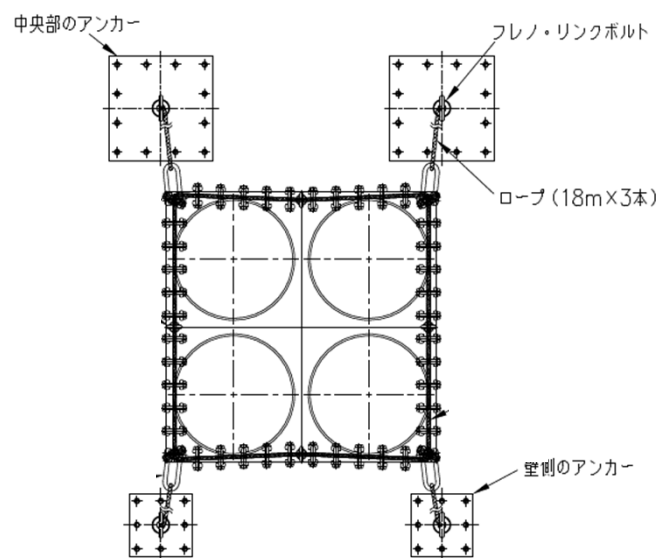
4. 使用済燃料貯蔵施設の設計(28/28)

(9) 放射性廃棄物の廃棄施設に関する設計

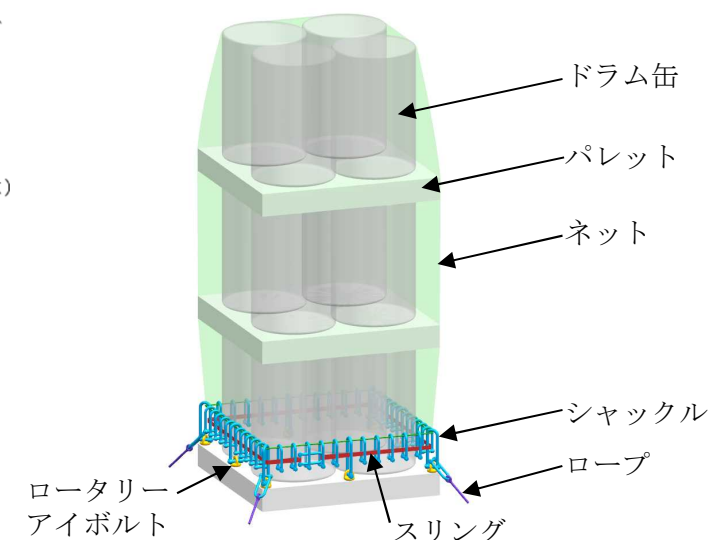
- 廃棄物貯蔵室の貯蔵容量は、200ℓドラム缶100本相当を保管廃棄する設計とする。
- 廃棄物貯蔵室は、廃棄物による汚染の拡大を防止するため、出入口にはせき（高さ10cm）を設ける構造とするとともに、床及び腰壁（高さ1600mm）は、万一、液体の放射性廃棄物が漏れいした場合でも浸透し難く、かつ、表面は汚染を除去しやすい材料で仕上げる。
- 仮想的な大規模津波により、保管廃棄しているドラム缶が廃棄物貯蔵室外へ漂流することを防止するため、水面に浮上するドラム缶を水面に浮上できる大きさのネットで覆う構造とする。



廃棄物貯蔵室



最下段パレット及びアンカー一部



漂流防止設備イメージ図

5. 工事工程

工事完了に向けた具体的なスケジュールは以下のとおり。

第1表 工事工程表（全体計画）

項目 \ 年度 期	2020年度		2021年度		2022年度		2023年度	
	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	
主要工程							工事完了 ◇	
			適合性工事					
		第1回申請 ▼	第1回申請 適合性工事					
			第2回申請 ▽	第2回申請 適合性工事				
			使用前事業者検査開始	使用前事業者検査完了				
			☆	使用前事業者検査 ^{※1}				☆

※1：工事又は検査の条件が整った段階で実施する。