

第 1.1-3 表 設定する衝突想定条件

落下物	落下物概要	金属キャスクの状態
天井 クレーン	質量 : 約 128 t 落下高さ : 約 5.3m 落下速度 : 約 10.2m/s 落下エネルギー : 約 $6.7 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{m}$	水平姿勢（たて起こし架台上に仮置きされた金属キャスク） 緩衝体なし
天井 スラブ	質量 : 約 30 t 落下高さ : 約 16.6m 落下速度 : 約 18.1m/s 落下エネルギー : 約 $4.9 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{m}$	縦姿勢（受入れ区域内の移送中及び検査架台上の金属キャスク） 緩衝体なし

第 1.1-4 表 敷地境界外における公衆の実効線量の評価結果

受入れ区域に存在する 金属キャスクからの実効線量（年間）	約 $7.6 \times 10^{-1} \text{mSv}$ （注）
貯蔵区域に存在する 金属キャスクからの実効線量（年間）	約 $1.9 \times 10^{-2} \text{mSv}$
実効線量合計（年間）	約 $7.8 \times 10^{-1} \text{mSv}$

（注）このうち金属キャスクの中性子遮蔽材損傷部からの実効線量（年間）は約 $1.4 \times 10^{-1} \text{mSv}$ である。

第 1.1-5 表 衝撃を受けた**金属キヤスク**の基本的安全機能に係る初期確認、保守・修理及び搬出に必要な試験・検査

	初期確認	保守・修理	搬出に必要な試験・検査
遮蔽	・外筒部の変形や損傷の有無を確認 ・金属キヤスクの線量当量率の測定として外観検査で異常がある箇所での線量当量率の測定を実施	・外筒、中性子遮蔽材（レジン）の損傷の場合、敷地境界外における公衆の実効線量の評価条件を満足するよう追加遮蔽を実施	・必要な追加遮蔽を行った上で、通常の輸送、一般の試験条件の線量当量率を満足することを線量当量率検査で確認 ・「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則」第 14 条に基づき輸送では、金属キヤスクの表面で線量当量率を満足するよう、追加遮蔽や接近防止を実施
閉じ込め（密封）	・該当する金属キヤスク周囲の線量上昇の有無を確認 ・蓋部の変形や損傷、架台からの落下の有無を確認 ・最外層の蓋の気密漏えい検査を実施（通常の検査が困難な場合は保守・修理に移行）	・落下物が衝突しても金属キヤスクの一次蓋の密封性は確保 ・最外層の蓋に異常がある場合は、漏えい箇所に漏れ止め材の充填や漏れ止め溶接等追加補修を実施	・必要な漏れ止めを行った上で、一般の試験条件の漏えい率を満足することを気密漏えい検査で確認 ・「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則」第 14 条に基づき輸送では、安全な運搬を確保するため放射線障害防止の措置（オーバーバック、離隔距離の確保）を実施
除熱	・外筒部の変形や損傷の有無を確認 ・金属キヤスクの表面温度の温度計による測定を実施	・仮に金属キヤスクの外筒が損傷し放熱面積が低下しても温度上昇はわずかと考えられるが、状況に応じて落下物、土砂及び津波漂流物の撤去により周囲に空間を設け自然対流を促進	・使用済燃料貯蔵施設外へ搬出するため、輸送中に人が容易に近づけることができる表面（近接防止枠を設ける場合には、当該近接防止枠の表面）が法令基準を満足するよう温度を測定
境界防止	・該当する金属キヤスク周囲の線量上昇の有無を確認 ・外筒部の変形や損傷、架台からの落下の有無を確認（落下物や瓦礫は記録した上で撤去し、衝突事象が既往の評価事象に包絡されることを確認）	・保守・修理は不要と考えられる（閉じ込め機能が維持され水が浸入しないこと、落下物によるバスケットや燃料への影響はないことから、境界の可能性は考えにくい）	・二重の水密性を試験で確認（冠水状態の未臨界を確保できる場合は一重で輸送する場合もある）

第 1.1-6 表 敷地内の浸水を想定して実施する項目の概要

項目	概要
金属キヤスク （貯蔵区域） の基本的安全機能の確認	・金属キヤスクの可視範囲及び周辺の状況を目視確認し、金属キヤスクの損傷等の状況を確認 ・可搬型計測機器により周辺監視区域境界付近及び貯蔵建屋内で代替計測を実施し、線量当量率の有意な上昇がないことを確認 ・線量当量率の有意な上昇がある場合は、測定及び目視確認により金属キヤスクを特定し、仮設遮蔽の設置、柵、縄張り、区画及び揭示物による措置を実施
	・金属キヤスクの可視範囲及び周辺の状況を目視確認 ・可搬型計測機器により線量当量率の有意な上昇がないことを確認し、準備が整い次第蓋開圧力の仮設計器による代替計測を実施
	・金属キヤスクの可視範囲及び周辺の状況を目視確認し、金属キヤスクの損傷等の状況を確認 ・可搬型計測機器による金属キヤスク表面温度測定及び仮設計器による貯蔵建屋給排気口近傍の温度の代替計測を実施し、温度の有意な上昇がないことを確認
	・津波襲来後の金属キヤスク監視、通信連絡及び緊急時対策本部の拠点を高台に設置
津波襲来後の活動に必要な対策	・予備緊急時対策所に必要な電気を電源車により供給 ・復旧作業、貯蔵建屋内の仮設照明及び代替計測に用いる仮設計器に必要な電気を可搬型ディーゼル発電機により供給
	・軽油貯蔵タンクで電源車及び可搬型ディーゼル発電機の補給用燃料を貯蔵
	・代替となるセンター内外の通信連絡設備を使用
	・復旧作業、貯蔵建屋内のモニタリング及び周辺監視区域付近のモニタリングにおける放射線管理のための放射線管理資機材を使用
	・可搬型計測機器や対応要員の食料や水を配備する資機材保管庫を設置
	・受入れ区域の損傷により落下した建屋構成材や津波漂流物を重機により撤去
	・津波の遡上波が到達しない高台に退避場所を設置

第 1.1-7 表 設計竜巻荷重を設定するための竜巻の特性値

最大風速 V (m/s)	移動速度 V_T (m/s)	最大接線 風速 V_{Rm} (m/s)	最大接線 風速半径 R_m (m)	最大気圧 低下量 ΔP_{max} (hPa)	最大気圧 低下率 $(dp/dt)_{max}$ (hPa/s)
100	15	85	30	89	45

第 1.1-8 表 貯蔵建屋に対する設計飛来物

飛来物の種類	鋼製材	ワゴン車
寸法 (m)	長さ×幅×奥行き 4.2×0.3×0.2	長さ×幅×高さ 5.4×1.9×2.3
質量 (kg)	135	1,970
最大水平速度 (m/s)	51	53
最大鉛直速度 (m/s)	34	27

設計飛来物の衝突を考慮する範囲は、貯蔵建屋低層部（排気塔遮蔽レーバ上端部（地上高さ約17m）以下の部分）とする。

第 1.1-9 表 外部火災にて想定する火災

火災種別	考慮すべき火災	評価内容	評価項目
森林火災	リサイクル燃料 備蓄センター敷 地外10km以内に 発火点を設定し た使用済燃料貯 蔵施設に迫る森 林火災	・森林火災シミュ レーション解析 コード(FARSI TE)を用いた 森林火災評価 ・森林火災評価に基 づく外部事象防護 施設の熱影響評価	・防火帯幅評価 ・熱影響評価 ・危険距離評価
近隣の産 業施設、 石油コン ビナート 及びリサ イクル燃 料備蓄セ ンター敷 地内の危 険物貯蔵 設備の火 災・爆発	リサイクル燃料 備蓄センター敷 地外10km以内の 近隣の産業施 設、石油コンピ ナートの火災・ 爆発	・リサイクル燃料備 蓄センター敷地外 の近隣の産業施 設、石油コンピ ナートについてリ サイクル燃料備蓄 センターとの距 離、地形、燃料種 類及び燃料貯蔵量 を考慮した外部事 象防護施設の影響 評価	・熱影響評価 ・危険限界距離 評価
	リサイクル燃料 備蓄センター敷 地内の危険物貯 蔵設備の火災	・リサイクル燃料備 蓄センター敷地内 の危険物貯蔵設備 の火災による外部 事象防護施設の熱 影響評価	・熱影響評価
航空機墜 落による 火災	リサイクル燃料 備蓄センター敷 地への航空機墜 落時の火災	・墜落を想定する航 空機に相当する火 災を想定した外部 事象防護施設の熱 影響評価	・熱影響評価

第 1.1-10 表 リサイクル燃料備蓄センター敷地内に設置する

危険物貯蔵設備

設備名	燃料種別	容量 (kl)	離隔距離 (m)
エンジン発電機	軽油 (注2)	1.031	27
電源車・据置型発電機 (注1)	軽油 (注2)	0.8375 (注3)	70
キャスク輸送車両	軽油 (注2)	1.08 (注4)	107
モニタリング ポスト用 発電機	敷地東側 軽油 (注2)	0.0696	138
	敷地南側 軽油 (注2)	0.0696	164
電源車	軽油 (注2)	0.2865	100 (注5)
軽油貯蔵タンク(地下 式)	軽油	12	－(注6)

(注1) 電源車については通常敷地南側の予備緊急時対策所付近に配備するが、
外部電源喪失時は据置型発電機の位置に移動し使用するため合わせて評
価した。

(注2) 保守的に軽油と潤滑油を合わせて全て軽油とみなした。

(注3) 設置場所が至近であるため一体とみなし、容量は電源車と据置型発電機
の合算値。

(注4) キャスク輸送用車両2両分の合算値。

(注5) 予備緊急時対策所を設置する高台のレイアウト上最も貯蔵建屋に近接す
る距離を保守的に設定した。

(注6) 軽油貯蔵タンク(地下式)は外部火災評価の対象外とする。

第 1.1-11 表 カテゴリ別の航空機墜落確率

カテゴリ			墜落確率 (回/施設・年)
民間航空機	計器飛行方式		9.20×10^{-10}
	有視界方式	大型固定翼機 (注 1)	1.09×10^{-9}
		その他機種 (注 1) (注 2)	1.11×10^{-8}
自衛隊機又は 米軍機	訓練空域内 (注 3) 及び訓練空域外の 墜落事故	高高度飛行 (注 4) を行う大型固定翼機	1.79×10^{-9}
		その他機種 (注 2)	1.52×10^{-8}
	基地－訓練空域往復時の墜落事故		2.13×10^{-8}

(注 1) 民間航空機のうち、有視界方式の大型固定翼機は自衛隊機又は米軍機の高高度飛行を行う大型固定翼機に、その他機種は自衛隊機又は米軍機のもので、それぞれ包絡される。

(注 2) その他機種とは小型固定翼機、大型回転翼機及び小型回転翼機を指す。

(注 3) リサイクル燃料備蓄センター敷地上空には、自衛隊機又は米軍機の訓練空域はない。

(注 4) 高度 5 万フィート以上の飛行。

第 1.1-12 表 評価対象航空機の離隔距離及び輻射強度

評価項目	民間航空機 (計器飛行方式)	自衛隊機又は 米軍機 (訓練空域外 高高度飛行)	自衛隊機又は 米軍機 (訓練空域外 その他の機種)	自衛隊機又は 米軍機 (基地－訓練空 域間往復時)
対象航空機	B747-400	KC-767 (注 1)	F-15 (注 2)	UH-60J (注 3)
離隔距離 (m)	469	319	73	53
輻射強度 (W/m ²)	98.7	143.4	302.6	517.5

(注 1) ボーイング 767 型機を母機とした空中給油・輸送機 (航空自衛隊に配備)。

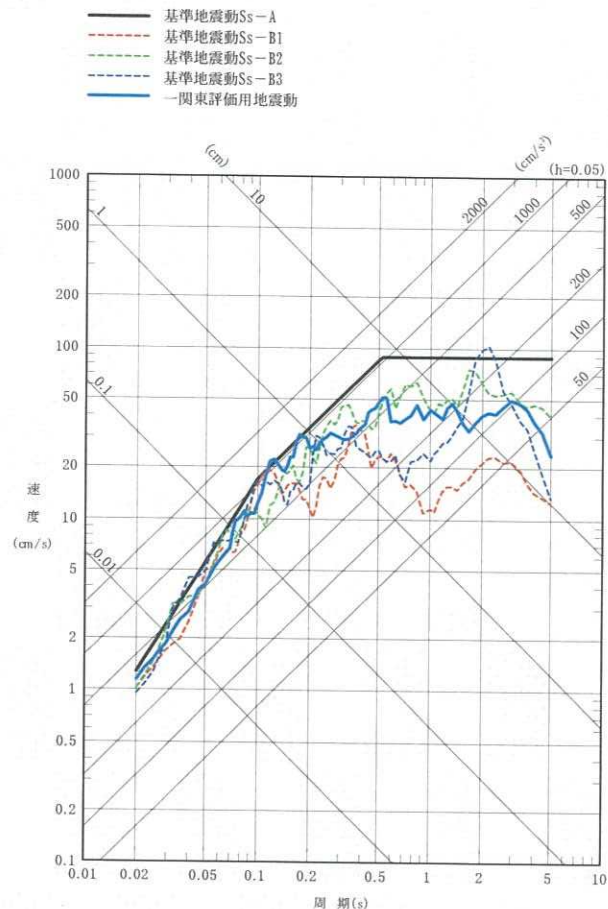
(注 2) 制空戦闘機 (米空軍、航空自衛隊に配備)。

(注 3) 海上自衛隊大湊飛行場に現状配備されている機種で最大の燃料搭載量となる救難ヘリコプター。

第 1.1-13 表 安全機能を有する施設

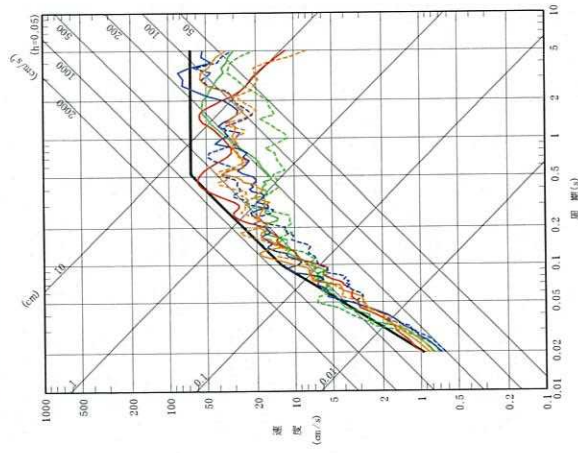
設備・機器名称		臨界防止	遮蔽	閉じ込め	除熱	火災	外部衝撃 (注 1)	耐震 (注 2)	その他 (注 3)
使用済燃料貯蔵設備本体	金属キャスク	○	○	○	○	○	○	S	○
	貯蔵架台	—	—	—	—	○	○	S	○
使用済燃料の受入施設	受入れ区域天井クレーン	—	—	—	—	○	○	B	○
	搬送台車	—	—	—	—	○	○	B	○
	圧縮空気供給設備	—	—	—	—	○	○	C	○
	仮置架台	—	—	—	—	○	○	C	○
	たてこし架台	—	—	—	—	○	○	C	○
計測制御系統施設	検査架台	—	—	—	—	○	○	C	○
	蓋開圧力監視装置	—	—	—	—	○	○	C	○
	表面温度監視装置	—	—	—	—	○	○	C	○
	給排気温度監視装置	—	—	—	—	○	○	C	○
放射性廃棄物の廃棄施設	液体廃棄物の廃棄施設	—	—	○	—	○	○	C	○
	固体廃棄物の廃棄施設	—	—	—	—	○	○	C	○
	放射線管理関係設備	—	—	—	—	○	○	C	○
放射線管理施設	屋内管理用設備	—	—	—	—	○	○	C	○
	放射線監視設備	—	—	—	—	○	○	C	○
	屋外管理用設備	—	—	—	—	○	○	C	○
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	—	—	—	—	○	○	B	○
	電気設備	—	—	—	—	○	○	C	○
	通信連絡設備	—	—	—	—	○	○	C	○
	消防用設備	—	—	—	—	○	○	C	○
人の不法な侵入等防止設備		—	—	—	—	○	○	C	○

○：対象設備，—：対象外
 (注 1) 金属キャスク及び使用済燃料貯蔵建屋で基本的な安全機能を確保する。
 (注 2) 耐震設計上の重要度分類
 (注 3) 各設備・機器において、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」の第 12 条以降に該当するもの



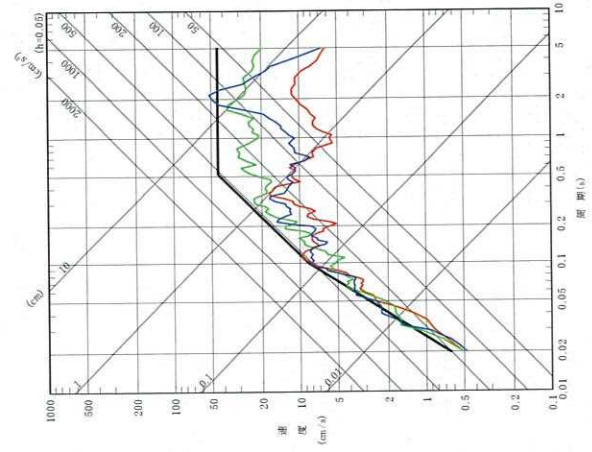
第 1.1-1 図 一関東評価用地震動（鉛直方向）の応答スペクトル

弾性設計用地震動Sd-AH
弾性設計用地震動Sd-BH1
弾性設計用地震動Sd-BH2
弾性設計用地震動Sd-BH3
弾性設計用地震動Sd-BH4
弾性設計用地震動Sd-BH5
弾性設計用地震動Sd-BH6



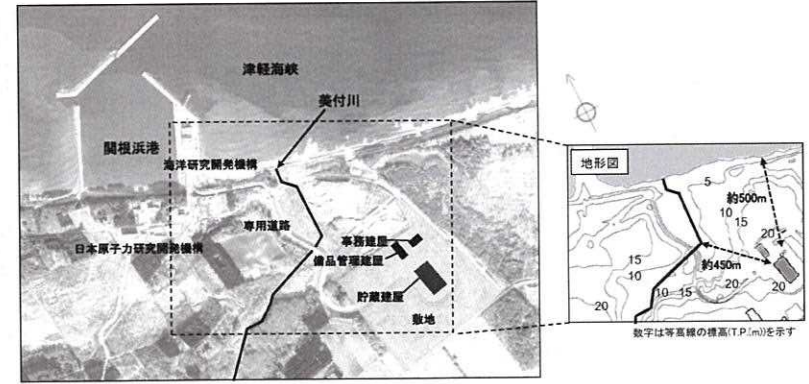
水平方向

弾性設計用地震動Sd-AV
弾性設計用地震動Sd-BV
弾性設計用地震動Sd-BV
弾性設計用地震動Sd-BV



鉛直方向

第 1.1-2 図 弾性設計用地震動の応答スペクトル



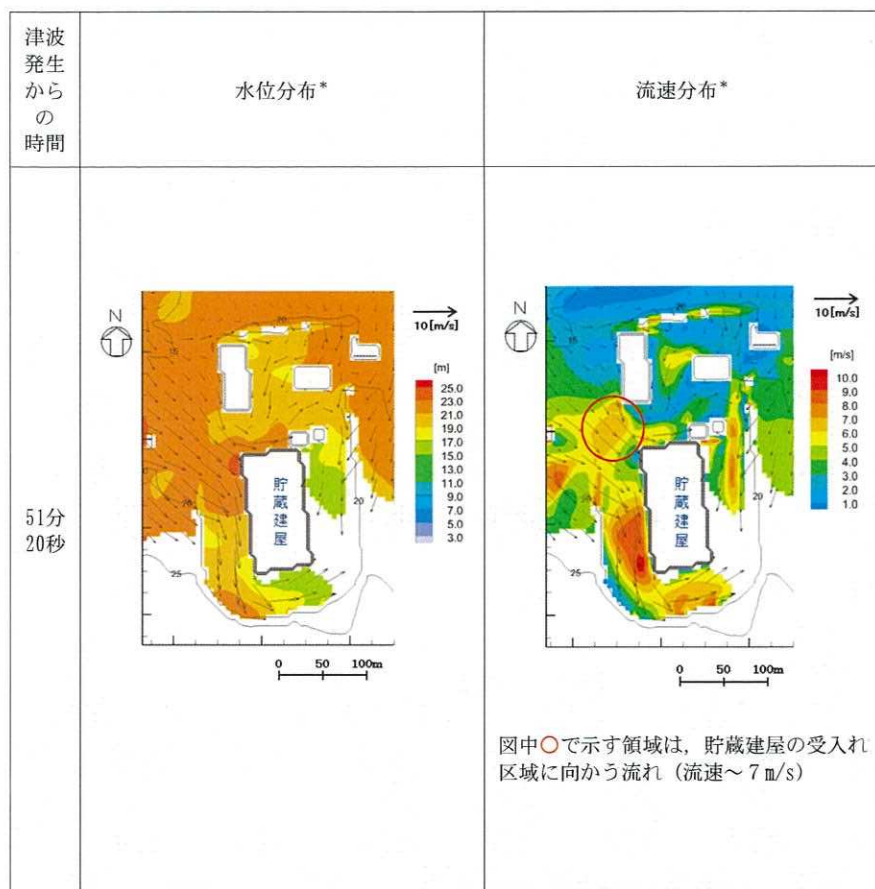
第 1.1-3 図 敷地及び敷地周辺の地形



第 1.1-4 図 敷地周辺における主な施設の配置

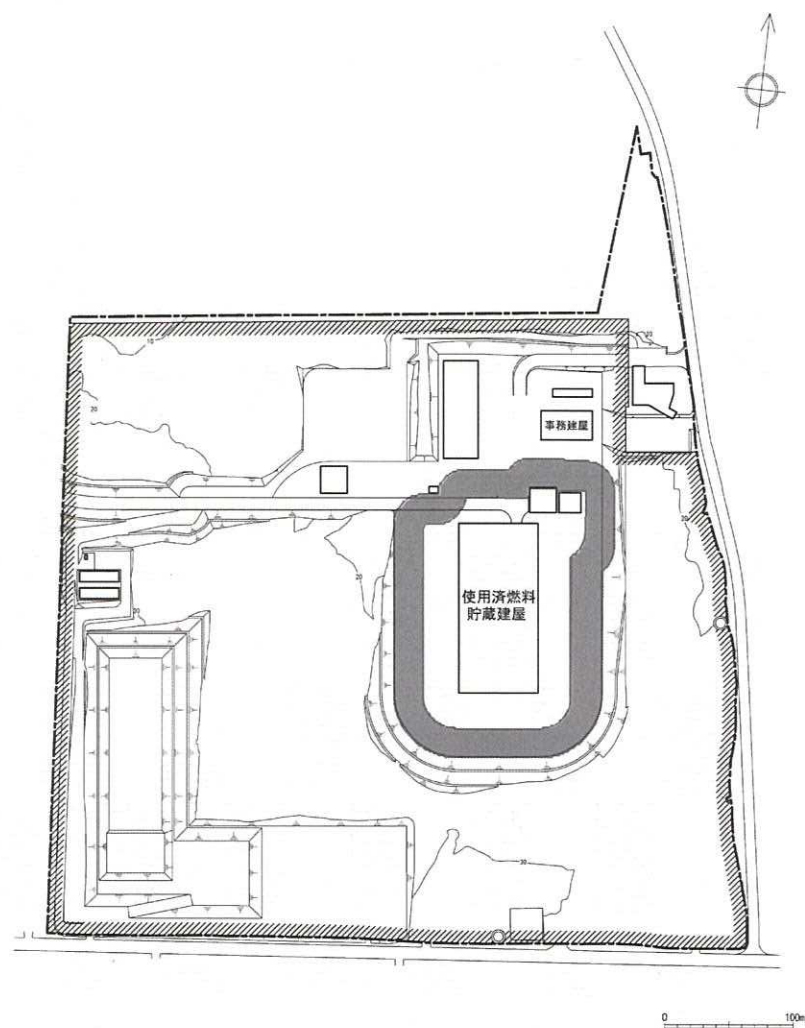


第 1.1-5 図 仮想的大規模津波による浸水範囲



*) 矢印は流向及び流速を示す

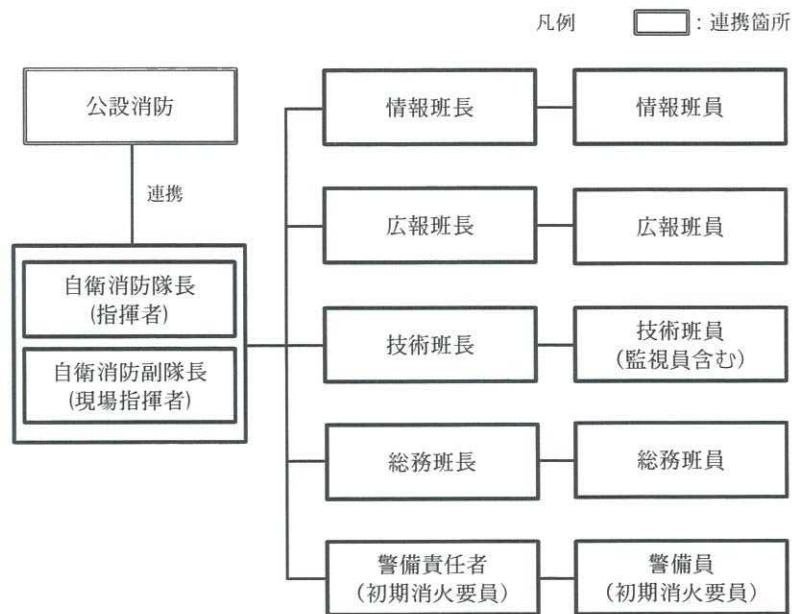
第 1.1-6 図 仮想的な大規模津波と等価なモデルにおける貯蔵建屋周りの水位及び流速の分布



■: 防火帯 (幅22m)

--- 周辺監視区域境界
--- 敷地境界

第 1.1-7 図 防火帯設置図

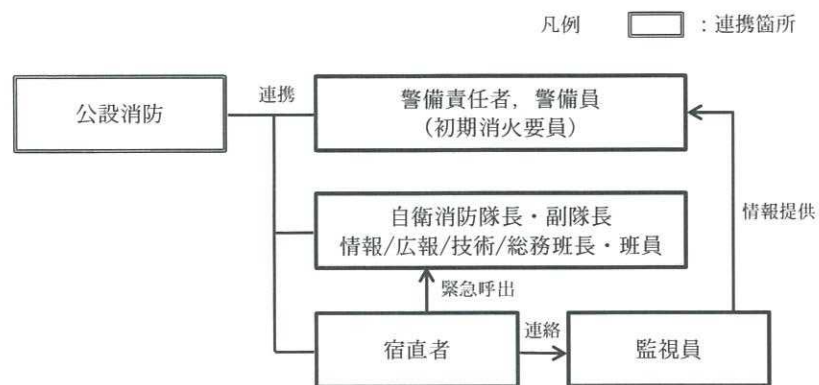


(a) 平日通常時間帯及び緊急呼出後の自衛消防隊体制

2. 使用済燃料貯蔵施設の配置

2.1 概要

使用済燃料貯蔵施設は、使用済燃料貯蔵建屋等の建物及び構築物並びに機器から構成され、これらは操作、保守の容易さ及び安全性の確保を十分考慮した配置とする。



(b) 平日夜間及び休祝祭日の自衛消防隊体制

第 1.1-8 図 自衛消防隊体制図

2.2 設計方針

使用済燃料貯蔵施設は、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても安全性の確保の観点から、以下を考慮した設計とする。

(1) 被ばく低減

使用済燃料貯蔵施設は、周辺監視区域外の公衆、放射線業務従事者等に対し、原子炉等規制法に基づき定められている線量限度を超える放射線被ばくを与えない設計とする。

さらに、設計に当たっては、リサイクル燃料備蓄センター周辺の公衆の線量が合理的に達成できる限り低く（実効線量で $50\mu\text{Sv/年}$ 以下）なるように努める。

また、事業所内の管理区域以外の人が立ち入る場所における線量を低減できるよう、適切な措置を講ずる。

(2) 人の不法な侵入等の防止

使用済燃料貯蔵施設は、核物質防護対策として、区域への人の不法な侵入の防止措置を考慮した設計とする。

(3) 工事施工等に対する考慮

使用済燃料貯蔵施設は、工事施工及び工事工程を考慮した設計とする。

(4) 自然現象に対する考慮

使用済燃料貯蔵建屋は、地震、津波、風（台風）、降水等の自然条件を考慮して、これらによって被害を生じない設計とする。

(5) 建物の基礎

使用済燃料貯蔵建屋の基礎は、十分な支持力を確保できる地盤に杭を介して支持する設計とする。

(6) 避難通路等

使用済燃料貯蔵建屋には、「消防法」及び所轄消防署協議に基づき、通常の照明用の電源が喪失した場合においても機能する避難用の照明として、通路誘導灯、避難口誘導灯及び保安灯を設ける設計とする。なお、照度を確保する保安灯を設置する設計とすることで、所轄消防署協議により一部の通路誘導灯の設置は免除されている。さらに、単純、明確及び永続性のある標識を設置することにより、安全避難通路を確保する。

2.3 全体配置

リサイクル燃料備蓄センターの全体配置は、第2.3-1図に示すとおりである。敷地は、標高16mに整地造成して、敷地の中央から東寄りに使用済燃料貯蔵建屋を設置する。ただし、本標高は東京湾平均海面（T.P.）を基準としたものである。

事務建屋は、使用済燃料貯蔵建屋の北側に設置する。

予想される高潮に対しては、敷地地盤高が標高16mであることから、異常潮位による被害を受けるおそれはない。

整地造成に伴う切取法面に対しては、十分な法面防護を実施する。

なお、使用済燃料貯蔵施設への人の不法な侵入を防止するための区域を設定し、核物質防護対策として、その区域を人の容易な侵入を防止できる柵、鉄筋コンクリート造りの壁等の障壁によって区画して、巡視、監視等を行うことにより、侵入防止及び出入管理を行う。また、探知施設を設け、警報、映像等を集中監視する設計とする。

2.4 主要な建物

リサイクル燃料備蓄センター敷地内の主な建物には、次のものがある。

- (1) 使用済燃料貯蔵建屋
- (2) 事務建屋

2.4.1 使用済燃料貯蔵建屋⁽¹⁾

使用済燃料貯蔵建屋は、地上1階で、平面が約131m（南北方向）×約62m（東西方向）の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）の建物である。標高16mの整地地盤からの高さは、約28mである。

使用済燃料貯蔵建屋は、貯蔵区域、受入れ区域、付帯区域で構成し、**使用済燃料貯蔵設備本体**、使用済燃料の受入施設、計測制御系統施設等を収容する。貯蔵区域、受入れ区域、付帯区域は、火災の影響を軽減できるように、コンクリート壁、防火扉及び防火シャッターにより区画するとともに、「建築基準法」に基づく防火区画を設ける。また、雷害防止として、使用済燃料貯蔵建屋に棟上導体を取り付け、接地網の布設による接地抵抗の低減の対策を講ずる。

金属キャスクは、受入れ区域にて外観検査、線量当量率検査等を行った後、搬送台車により貯蔵区域の所定の箇所まで移送し、貯蔵する。また、上記工程を逆に行うことにより、**金属キャスク**を搬出する。

金属キャスクは、事業開始以降、1回の受入れは最大8基とし、使用済燃料貯蔵建屋中央部の給気温度検出器が設置されている区画から設置し、最大288基（照射前金属ウラン量 約3,000 t）貯蔵する。

使用済燃料貯蔵建屋の事業開始時の機器配置図を第2.4-1図(1)、最大貯蔵時の機器配置図を第2.4-1図(2)、断面図を第2.4-2図に示す。

受入れ区域には、仮置架台、たて起こし架台及び検査架台を設置するとともに、上部には、**金属キャスク**を取扱うための受入れ区域天井クレーンを設置する。受入れ区域は、**金属キャスク**の搬出入作業のため、最大8基の**金属キャスク**を仮置きする。また、受入れ区域には、放射性廃棄物を保管廃棄するための廃棄物貯蔵室を設ける。

受入れ区域及び貯蔵区域には、**金属キャスク**表面から**金属キャスク**周囲

の空気に伝えられた使用済燃料集合体の崩壊熱を、その熱量に応じて生じる空気の通風力を利用して使用済燃料貯蔵建屋外へ放散するための給気口及び排気口を設ける。適切な通風力を得るため、貯蔵区域の排気口は地上高さ約23mに設け、受入れ区域の排気口は地上高さ約20mに設ける。また、貯蔵区域では、計測設備等の電気品の性能維持を考慮し、使用済燃料貯蔵建屋内の雰囲気温度が45℃以下、コンクリートの基本特性に大きな影響を及ぼすような自由水の逸散が生じない温度及び構造材としての健全性を維持するための温度を考慮し、使用済燃料貯蔵建屋のコンクリート温度が65℃以下に保たれるよう、片側の給気口から中央の排気口までの**金属キャスク**配置を1列あたり最大6基とする。さらに、給気口及び排気口には、それぞれ温度検出器を適切に配置して使用済燃料貯蔵建屋給排気温度を測定することにより、使用済燃料貯蔵建屋の除熱機能が維持されていることを監視する。

貯蔵区域において、貯蔵区域を耐火壁、防火扉及び防火シャッターにより6分割した区画のうち**金属キャスク**が設置されていない区画については、夏季に使用済燃料貯蔵建屋内で発生する結露対策として、給気口を閉止する運用とする。

付帯区域には、計測制御系統施設等の検出器からの信号を表示、記録する表示装置及び警報装置を収容するための監視盤室を設ける。

使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析フローを第2.4-3図に示す。使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析においては、使用済燃料貯蔵建屋及び**金属キャスク**を一次元又は三次元で適切にモデル化し、一次元熱計算により使用済燃料貯蔵建屋内の雰囲気温度を、三次元熱流動解析コードFLUENT6.2を用いて使用済燃料貯蔵建屋のコンクリート温度を評価する。

使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析条件を第2.4-1表に示す。使用済燃料

貯蔵建屋内の雰囲気温度の評価に当たっては、使用済燃料集合体の崩壊熱が全て金属キャスク周囲の空気に伝わるよう設定し、コンクリート温度の評価に当たっては、使用済燃料貯蔵建屋外壁を断熱とするなど十分な保守性を見込むこととする。

使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析評価の結果、第 2.4-2 表、第 2.4-3 表に示すように、貯蔵区域の片側の給気口から中央の排気口までの金属キャスク配置を 1 列あたり最大 6 基とした金属キャスクの合計発熱量を 72.6kW とすることで、使用済燃料貯蔵建屋内の雰囲気温度は 45℃以下、コンクリート温度は 65℃以下に保つことができる。

なお、本解析は、使用済燃料貯蔵建屋の除熱機能が基本的設計方針を満たすことを確認するために行ったものである。

2.4.2 事務建屋

事務建屋は、使用済燃料貯蔵建屋の北側に設置する。

金属キャスク蓋間圧力、金属キャスク表面温度、使用済燃料貯蔵建屋給排気温度及び外部放射線に係る線量当量率等の諸変数を監視盤室から事務建屋に伝送し、通常時は事務建屋にて監視を行う。

2.5 参考文献

- (1) 東電設計株式会社，使用済燃料中間貯蔵施設 貯蔵建屋・設備の安全設計及び施設安全評価について，TEPSCO-LR-001改2，平成21年8月

第2.4-1表 使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析条件

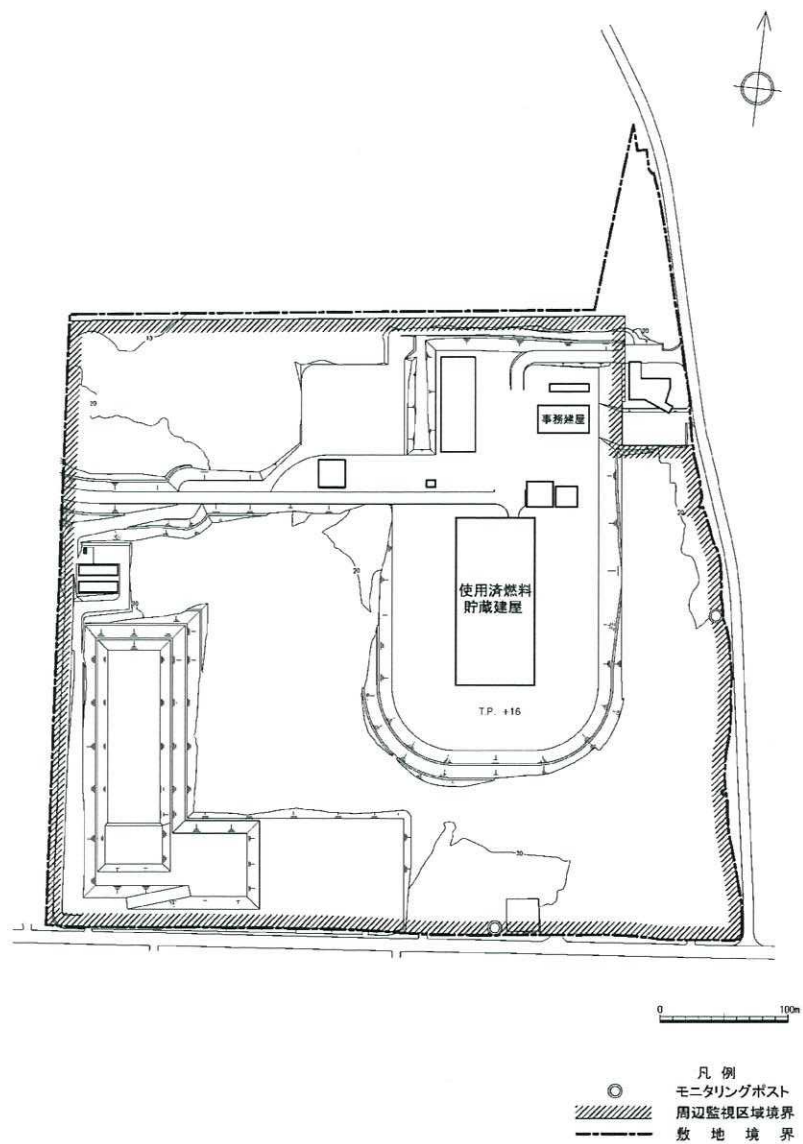
項目	一次元熱計算	三次元熱流動解析
基準温度	45℃（使用済燃料貯蔵建屋内の雰囲気温度）	65℃（使用済燃料貯蔵建屋のコンクリート温度）
評価領域	貯蔵区域における給気口から排気口まで（領域内には金属キャスク12基（1列当たり6基）を含む）	
伝熱形態	伝熱形態を区別せず，金属キャスク表面に伝えられた崩壊熱のすべてが周囲空気に移行するものと想定	金属キャスク表面に伝えられた崩壊熱が，伝導／対流／輻射により，使用済燃料貯蔵建屋コンクリートに伝えられるものと想定
設計給気温度	29.5℃（むつ特別地域気象観測所の2004年～2013年の夏季（6月～9月）毎正時温度データを用いて，高温側から1％の値（超過危険率1％））	
金属キャスク発熱量	評価領域において，145.2kW（1列あたり72.6kW）	1基当たり12.1kW
金属キャスク寸法	全長 約5.4m 外径 約2.5m	

第 2.4-2 表 使用済燃料貯蔵建屋内の雰囲気温度評価結果

項 目	評価結果	設計基準値
使用済燃料貯蔵建屋内の 雰囲気温度	40.0℃	45℃

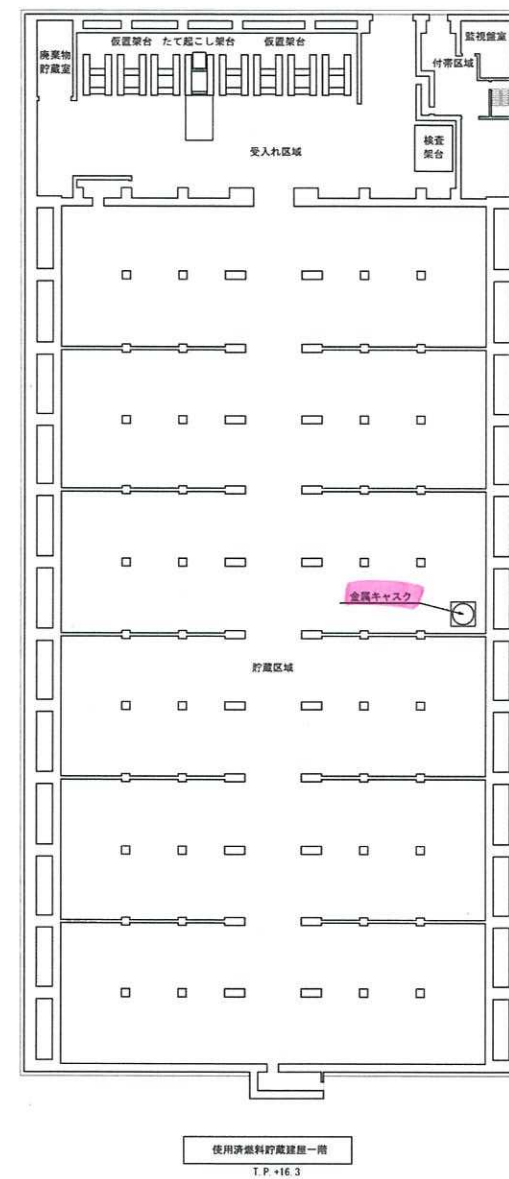
第 2.4-3 表 使用済燃料貯蔵建屋コンクリート温度の評価結果（最高値）

項 目	評価結果（最高値）	設計基準値
側壁	52.7℃	65℃
支柱	54.4℃	
床	56.9℃	
天井（梁除く）	54.5℃	
天井梁	55.6℃	



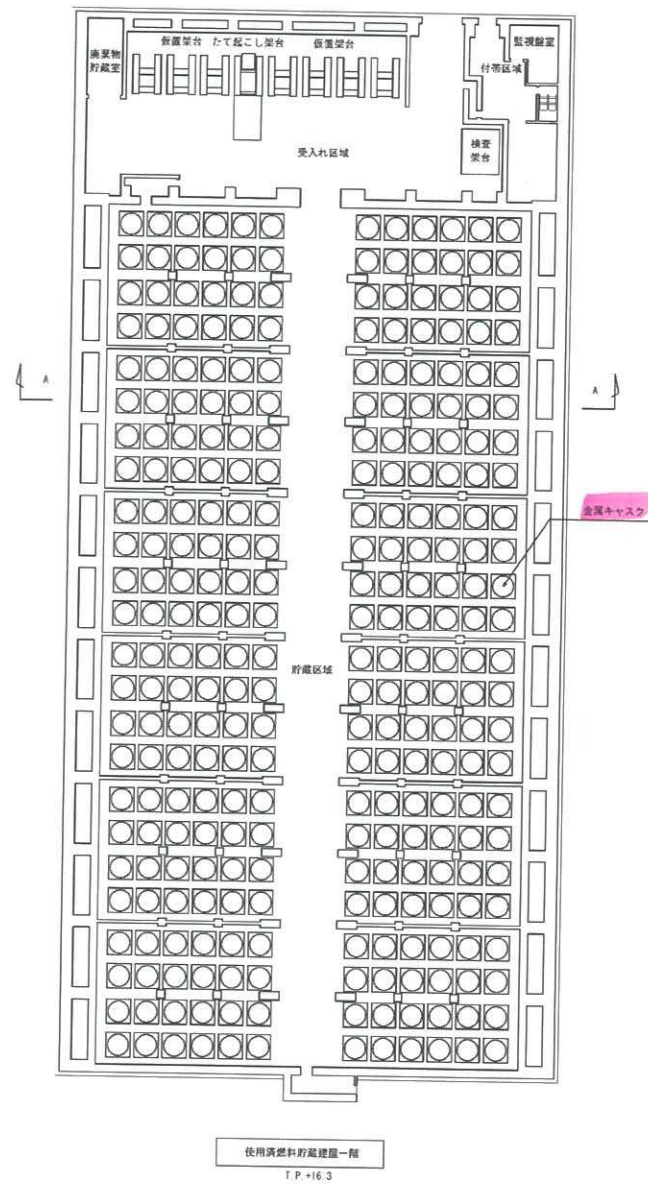
第 2.3-1 図 リサイクル燃料備蓄センター一般配置図

6-2-14



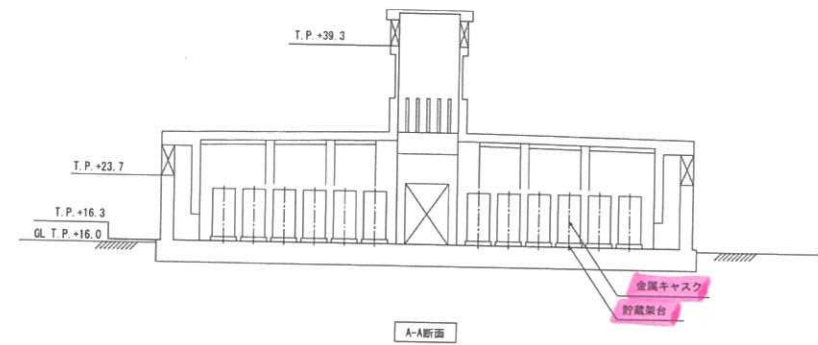
第 2.4-1 図(1) 機器配置図 (事業開始時)

6-2-15



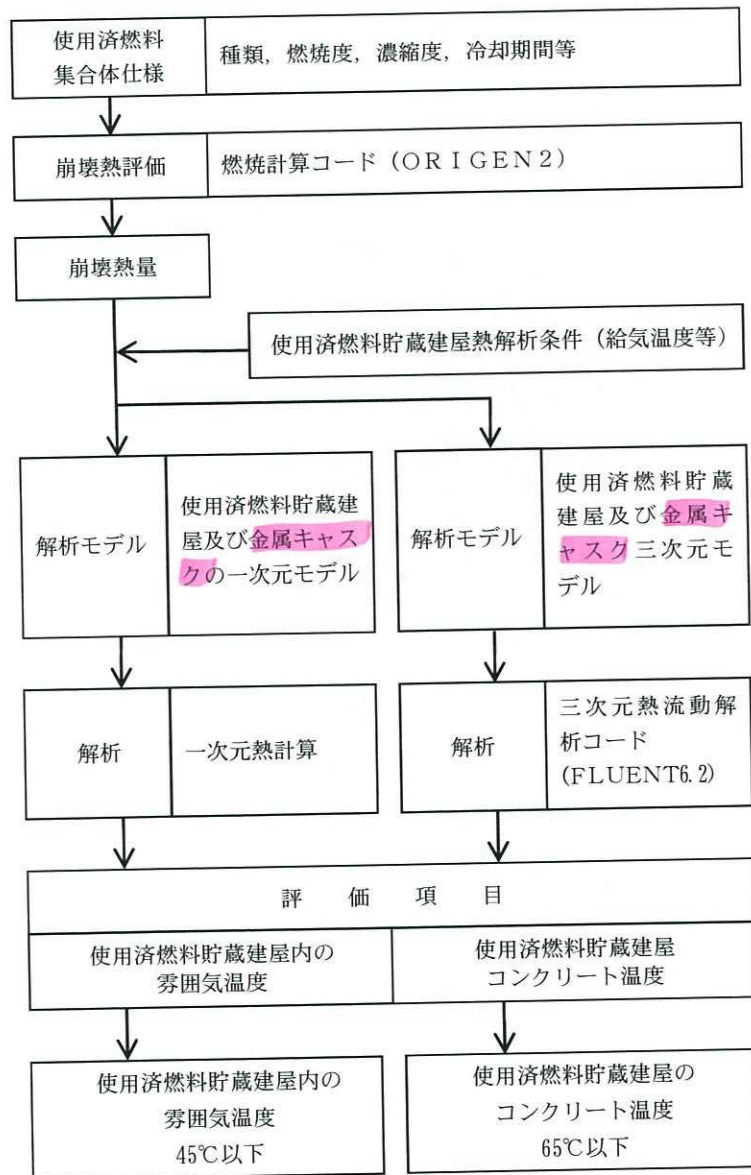
第 2.4-1 図 (2) 機器配置図 (最大貯蔵時)

6-2-16



第 2.4-2 図 断面図

6-2-17



第 2.4-3 図 使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析フロー

3. 使用済燃料貯蔵設備本体⁽¹⁾

3.1 概要

使用済燃料貯蔵設備本体は、金属キャスク及び金属キャスクを床面に固定するための貯蔵架台で構成する。使用済燃料貯蔵設備本体の概要図を第 3.1-1 図に示す。

金属キャスクは、使用済燃料集合体を貯蔵する機能を有するとともに、使用済燃料集合体の事業所外運搬に用いる輸送容器としての機能を併せもつ鋼製の乾式容器であるため、その設計においては、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 年間の経年変化を考慮する。金属キャスクを用いることにより、使用済燃料貯蔵施設に搬入された後も使用済燃料集合体を別の容器に詰め替えることなく貯蔵を行う。

3.2 設計方針

(1) 臨界防止機能

金属キャスクは、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、臨界を防止する設計とする。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以下となるよう設計する。

臨界防止機能の一部を構成するバスケットは、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。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年間を通じてバスケットの構造健全性を保つ設計とする。

(2) 遮蔽機能

金属キャスクは、使用済燃料集合体からの放射線をガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により十分に遮蔽する設計とする。

また、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、金属キャスク表面及び金属キャスク表面から1mの位置における線量当量率は、それぞれ2mSv/h以下、100μSv/h以下となるよう設計する。

(3) 閉じ込め機能

金属キャスクは、放射性物質を限定された区域に閉じ込めるため、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年間を通じて使用済燃料集合体を内封する空間を負圧に維持する設計とする。また、使用済燃料集合体及びバスケットの健全性を維持するため、金属キャスクの内部の空間を不活性雰囲気を保つ設計とする。

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空間部を正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する。また、蓋間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ができる設計とする。

万一の蓋部の閉じ込め機能の異常に対して、蓋を追加装着できる構造を有すること等、閉じ込め機能の修復性を考慮した設計とする。

(4) 除熱機能

金属キャスクは、使用済燃料集合体の健全性及び基本的安全機能を有する構成部材の健全性を維持する観点から、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する。

燃料被覆管の温度は、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年間を通じて使用済燃料集合体の健全性を維持する観点から、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ように制限する。

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ように制限する。

燃料被覆管の制限温度及び金属キャスク構成部材の制限温度は以下のとおりである。

- a. 発電用の軽水減速，軽水冷却，沸騰水型原子炉（以下「BWR」という。）使用済燃料集合体の燃料被覆管制限温度

新型 8×8 燃料 200℃⁽²⁾

新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料，高燃焼度 8×8 燃料 300℃⁽²⁾

- b. 金属キャスク構成部材の制限温度

胴，外筒及び蓋部 350℃⁽³⁾

中性子遮蔽材 150℃⁽⁴⁾

金属ガasket 130℃⁽⁵⁾

バスケット 300℃⁽⁶⁾

- (5) 使用済燃料集合体の収納条件

基本的安全機能及び使用済燃料集合体の健全性を維持する観点から，使用済燃料集合体の収納条件は以下のとおりとする。使用済燃料集合体の収納作業は，原子炉設置者が実施することから，原子炉設置者に対して，収納条件を満足した作業の実施，作業記録の作成，収納配置の確認を求め，収納条件を満足していることを確認する。

- a. 金属キャスクには，運転中のデータ，シッピング検査等により健全であることを確認した使用済燃料集合体を収納する。
- b. 金属キャスクは，使用済燃料集合体収納時にその内部を真空乾燥し，不活性ガスであるヘリウムガスを適切に封入する。その際，燃料被覆管の制限温度を上回らないよう金属キャスク内部の圧力，真空乾燥時

間を管理するとともに，真空乾燥時のクリプトンガスのモニタリングにより燃料被覆管から漏えいのないことを確認する。また，使用済燃料集合体の腐食等を防止するため，真空乾燥後の金属キャスク内部の水分は，内部ガスの質量に対して10％以下に管理する。

- c. 金属キャスクには，貯蔵する使用済燃料の種類を満足するように使用済燃料集合体を収納する。

- (6) 構造強度

金属キャスクは，自重，内圧，熱荷重等を考慮して設計するとともに，貯蔵期間中に操作員の単一の誤操作により発生すると予想される貯蔵架台への衝突により生じる荷重等を考慮しても，基本的安全機能を損なわない構造強度を有する設計とする。

- (7) 長期健全性

基本的安全機能を維持する上で重要な金属キャスクの構成部材は，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年間における温度，放射線等の環境及びその環境下での腐食等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し，その必要とされる強度，性能を維持し，必要な安全機能を失うことのないように設計する。

金属キャスクは，金属キャスク本体内部，バスケット及び使用済燃料集合体の腐食，クリープ，応力腐食割れ等を防止するために，使用済燃料集合体を不活性ガスであるヘリウムとともに封入して貯蔵する設計とする。また，金属キャスク表面の必要な箇所には，塗装による防錆措置を講ずる。

- (8) 安全機能の確認及び維持

金属キャスクは，設計貯蔵期間を通じて基本的安全機能を確認するた

めの検査及び試験並びに同機能を維持するために必要な保守及び修理ができる設計とする。

3.3 主要設備

使用済燃料貯蔵設備本体は、金属キャスク及び貯蔵架台で構成する。

金属キャスクは、本体胴、蓋部、バスケット等で構成する。

貯蔵架台は、金属キャスクを床面に固定するための支持構造物である。

金属キャスクは、緩衝体を取り付ける等の事業所外運搬に適合するための措置を施し、事業所外運搬用の輸送物として原子力発電所から使用済燃料貯蔵施設へ搬入する。使用済燃料貯蔵建屋内において、受入れ区域天井クレーンを用いて金属キャスクを貯蔵架台に固定し、搬送台車を用いて貯蔵区域の所定の箇所まで移送し、貯蔵架台を床面に固定する。

次に金属キャスクの基本的安全機能及び長期健全性について説明する。

なお、「(1) 臨界防止」、「(2) 遮蔽」、「(3) 閉じ込め」及び「(4) 除熱」において示す評価は、基本設計段階における金属キャスクの臨界防止機能、遮蔽機能、閉じ込め機能及び除熱機能が基本的設計方針を満たすことを確認するために行ったものであり、詳細設計段階における評価値は原子炉等規制法第 43 条の 8 の規定に基づく使用済燃料貯蔵施設に関する設計及び工事の方法の認可申請書による。

(1) 臨界防止

金属キャスクの内部には、格子状のバスケットを設け、格子の中に使用済燃料集合体を収納する。バスケットの材料には中性子を有効に吸収するボロンを偏在することなく添加したステンレス鋼を用い、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 年間を通じてバスケットの構造健全性を保つ設計とし、使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持することにより臨界を防止する。

金属キャスクの臨界解析フローを第 3.3-1 図に示す。金属キャスク

及び燃料集合体の実形状を三次元で適切にモデル化し、燃料棒単位セル計算を輸送計算コードXS DRNPM、中性子実効増倍率の計算をモンテカルロコードKENO-V. aで行うSCALEコードシステム(4.4 a)を用いる。断面積ライブラリにはSCALEコードシステムの内蔵ライブラリデータのひとつである238群ライブラリデータを使用して中性子実効増倍率を求め、その値が解析コードの精度、解析の裕度を考慮して、0.95以下となることを確認する。

臨界解析条件を第3.3-1表に示す。使用済燃料集合体は乾燥状態で貯蔵されるものの、原子力発電所においては、金属キャスクへ使用済燃料集合体を収納する際に冠水することも考慮して、乾燥状態及び冠水状態で評価する。

BWR燃料集合体には反応度抑制効果のある可燃性毒物が含まれているが、中性子減速材のない乾燥状態では可燃性毒物の反応度抑制効果が低下することから、乾燥状態の解析では保守的に可燃性毒物の反応度抑制効果を見逃した初期濃度の燃料集合体を金属キャスクに全数収納した状態を設定する。冠水状態の解析では、燃料集合体の燃焼に伴う反応度の低下は考慮せず、可燃性毒物による燃焼初期の反応度抑制効果を考慮して、炉心内装荷冷温状態での無限増倍率が1.3となる燃料集合体モデルを金属キャスクに全数収納した状態を設定する。

また、金属キャスクの周囲は、金属キャスク相互の中性子干渉を考慮して完全反射条件(無限配列)とし、バスケット格子内の使用済燃料集合体は、中性子実効増倍率が最大となるように金属キャスク中心側に偏向して配置するとともに、バスケットの板厚、内のりの寸法公差や中性子吸収材の製造公差を考慮するなど、十分な安全裕度を見込むこととする。なお、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年間経過後の中性子吸収に伴う中性子吸収材原子個数密度の減少は非常に小さいため、これを無視する。

上記条件に基づく解析結果によれば、統計誤差として標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は、第3.3-6表に示すように、0.95以下を満足している。

(2) 遮蔽

金属キャスクは、公衆及び放射線業務従事者等に対して、放射線被ばく上の影響を及ぼすことのないよう、使用済燃料集合体から放出される放射線を本体胴及び蓋部により遮蔽する。ガンマ線遮蔽材には、十分な厚みを有する鋼製の材料を用い、中性子遮蔽材には、レジンを用いる。

遮蔽解析フローを第3.3-2図に示す。遮蔽解析においては、金属キャスクの実形状を軸方向断面に二次元で適切にモデル化し、使用済燃料の種類、燃焼度、濃縮度、冷却期間等を条件に燃焼計算コードORIGEN2を用いて、線量当量率評価に用いる線源強度を求める。

使用済燃料集合体の線源強度計算条件を第3.3-2表に示す。

線源強度の計算には、使用済燃料集合体平均燃焼度に対する軸方向の比を包含する燃焼度分布(以下「ピーキングファクタ」という。)を考慮する。線源強度の計算結果を第3.3-3表に示す。

線源強度に基づき、二次元輸送計算コードDOT3.5により、金属キャスク表面及び表面から1mの位置における線量当量率を求め、それぞれ2mSv/h以下、100μSv/h以下となることを確認する。

線量当量率の評価は、第3.3-3表より、最も線源強度の大きい新型8×8ジルコニウムライナ燃料を対象として実施する。

線量当量率の評価に当たっては、第3.4-1図～第3.4-3図に示す使用済燃料集合体の燃焼度に応じた収納配置を考慮し、保守的に線源強度

を設定するなど、十分な保守性を有する条件とする。また、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 年間における金属キャスクの中性子遮蔽材の熱による遮蔽性能の低下を考慮する。

上記条件に基づく解析結果によれば、第 3.3-6 表に示すように、金属キャスク表面及び表面から 1 m の位置における線量当量率は、それぞれ 2 mSv/h 以下、100 μ Sv/h 以下を満足している。

なお、上記解析は、最も実績のある手法である二次元輸送計算コード DOT3.5 及び断面積ライブラリ DLC-23/CASK の組合せによる評価であるが、本断面積ライブラリは特定の条件では中性子線量当量率を過小評価することが知られていることから、特定の条件で中性子線量当量率の評価が向上するとされている断面積ライブラリ MATXS LIB-J33 による評価結果が示されている⁽⁷⁾。同評価では、金属キャスク表面における線量当量率は 1.811 mSv/h であり 2 mSv/h 以下となること、金属キャスク表面から 1 m の位置における線量当量率は 98.6 μ Sv/h であり 100 μ Sv/h 以下となることが、それぞれ確認されている。

(3) 閉じ込め

金属キャスクの閉じ込め構造を第 3.3-3 図に、金属キャスクのシール部詳細を第 3.3-4 図に示す。金属キャスクは、本体胴及び蓋部により使用済燃料集合体を内封する空間を外部から隔離し、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 年間を通じて負圧に維持する。金属キャスクは、蓋部を一次蓋、二次蓋の多重の閉じ込め構造とし、その蓋間をあらかじめ正圧とし圧力障壁を形成することにより、放射性物質を金属キャスク内部に閉じ込める。また、使用済燃料集合体を内封する空間に通じる貫通孔の

シール部は一次蓋に設ける。蓋及び蓋貫通孔のシール部には、長期にわたって閉じ込め機能を維持する観点から金属ガスケットを用いる。金属ガスケットの漏えい率は、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 年間を通じて、蓋間の空間に充填されているヘリウムガスが蓋間の圧力を一定とした条件下で使用済燃料集合体を内封する空間側に漏えいし、かつ、燃料被覆管からの核分裂生成ガスの放出を仮定しても、使用済燃料集合体を内封する空間を負圧に維持できるように設定し、その漏えい率を満足していることを気密漏えい検査により確認する。さらに、蓋間の圧力を測定することにより閉じ込め機能を監視する。蓋間の圧力に異常が生じた場合でも、あらかじめ金属キャスク内部を負圧に維持するとともに、蓋間の圧力を正圧としているので、内部の気体が外部に流出することはない。

蓋部の閉じ込め機能の異常に対して、二次蓋に漏えいが認められた場合には、金属キャスク内部を負圧に維持されていること及び一次蓋の健全性を確認の上、二次蓋の金属ガスケットを交換し、閉じ込め機能を修復して貯蔵を継続する。二次蓋に漏えいが認められず、一次蓋の閉じ込め機能が異常であると考えられる場合には、金属キャスクに蓋を追加装着し、搬出のために必要な記録とともに、契約先に引き渡す。なお、搬出までの間は金属キャスクを適切に保管する。

金属キャスクの閉じ込め評価フローを第 3.3-5 図に示す。閉じ込め性能評価では、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 年間にわたって金属キャスク内部の負圧を維持できる漏えい率を求める。漏えい率は、シールされる流体、シール部温度及び漏えいの上流側と下流側の圧力に依存する。したがって、金属キャスク内部圧力変化は、蓋間圧力と金属キャスク内部

圧力の圧力差のもとで、ある漏えい率をもつシール部を通して金属キャスク内部へ流入する気体の漏えい量を積分することによって求められる。

金属キャスクの閉じ込め評価の基準となる基準漏えい率は、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 年間にわたって金属キャスク内部の負圧が維持できるように設定され、使用する金属ガスケットが確保可能な閉じ込め性能及び発電所搬出前の気密漏えい検査の判定基準として確認する漏えい率（リークテスト判定基準）を上回るものでなければならない。

基準漏えい率を求めるに当たり設定した評価条件を第 3.3-4 表に示す。金属キャスク内部の圧力を保守的に評価するため、蓋間圧力は一定とし、蓋間空間のガスは金属キャスク内部側にのみ漏えいするものとして漏えい率の計算を行う。また、大気圧は、気象変化による圧力変動を考慮した値として $9.7 \times 10^4 \text{Pa}$ とする。金属キャスク内部空間の圧力の算定に当たっては、使用済燃料集合体の破損率として、米国の使用済燃料集合体の乾式貯蔵中における漏えい燃料発生率（約 0.01%）及び日本の軽水炉における漏えい燃料発生率（0.01%以下）を考慮し、保守的な値として 0.1% とする。

閉じ込め評価の結果、第 3.3-6 表に示すように、金属ガスケットの漏えい率は基準漏えい率以下を満足している。

(4) 除熱

金属キャスクは、使用済燃料集合体から発生する崩壊熱を伝導、対流、輻射により金属キャスクの外表面に伝え、周囲空気、使用済燃料貯蔵建屋に伝達し除去する。金属キャスク内部のバスケットは、バスケットプレート、伝熱プレートの設置により必要な伝熱性能を確保する。本体胴の中性子遮蔽材に熱伝導率の低いレジンを用いているため、伝熱フィン

を設けることにより必要な伝熱性能を確保する。

除熱解析フローを第 3.3-6 図に示す。除熱解析は、金属キャスクの実形状を軸方向断面、径方向断面にそれぞれ二次元で、燃料集合体の実形状を径方向断面に二次元で適切にモデル化し、有限要素法コード AB A Q U S を用いて行う。

除熱解析条件を第 3.3-5 表に示す。使用済燃料の種類、燃焼度、濃縮度、冷却期間等を条件に燃焼計算コード O R I G E N 2 を用いて求めた崩壊熱量及び第 3.4-1 図～第 3.4-3 図に示す使用済燃料集合体の燃焼度に応じた収納配置を入力条件として、燃料被覆管及び基本的安全機能を維持する上で重要な構成部材の温度を評価し、燃料被覆管は貯蔵する使用済燃料集合体の種類ごとに定める制限温度、構成部材はその健全性に影響を与えない温度以下となることを確認する。金属キャスクの蓋部及び底部の温度は、軸方向断面の二次元モデル、それ以外の構成部材の温度は径方向断面の二次元モデルで評価し、燃料被覆管の温度は、燃料集合体の径方向断面の二次元モデルで評価する。構成部材の温度評価に当たっては、使用済燃料集合体のピーキングファクタを考慮して、最大崩壊熱量を十分に上回る崩壊熱量を設定するとともに、金属キャスクの底部を断熱条件とし、また、燃料被覆管の温度評価に当たっては、軸方向を断熱条件とするなど十分な保守性を有する条件とする。燃料被覆管及び金属キャスク構成部材の温度評価に当たっては、保守的な評価結果となるように、境界条件として金属キャスクの周囲温度を 45℃、使用済燃料貯蔵建屋の壁面温度を 65℃ とする。

上記条件に基づく解析結果によれば、第 3.3-6 表に示すように燃料被覆管は制限温度以下を、構成部材の温度は、その健全性に影響を与えない温度以下を満足している。

(5) 長期健全性

使用済燃料集合体の貯蔵期間中に金属キャスクの構成部材が劣化する要因としては、腐食、熱及び放射線照射が考えられる。これらの要因に対して、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 年間における金属キャスクの構成部材の健全性評価を以下に示す。

a. キャスク本体（本体胴、外筒、一次蓋、二次蓋、一次蓋ボルト、二次蓋ボルト）の長期健全性

(a) 腐食による劣化影響

本体胴内面、一次蓋、二次蓋内面及び一次蓋ボルトは、本体胴内及び蓋間にヘリウムガスを封入し、不活性雰囲気が維持されるため、腐食の影響はない。さらに、中性子遮蔽材（エポキシ系レジン）に接する本体胴外面及び外筒内面は、レジンの熱分解で放出される生成物（主に水分）による腐食を考慮しても、わずかなものであり実用上の影響はない。

また、外筒外面、二次蓋外面及び二次蓋ボルトは、塗装又はメッキによる防錆処理を施す。防錆被膜の経年的な劣化については、定期的な点検による状態把握により劣化兆候が見られた場合は補修することで、防錆被膜を維持できる。

(b) 熱による劣化影響

キャスク本体（炭素鋼、合金鋼）の温度は 142℃以下である。クリープ変形を考慮すべき温度は、融点（絶対温度）の 1/3 以上⁽⁸⁾⁽⁹⁾に相当する約 290℃を超える場合であり、クリープを考慮する必要はない。

(c) 放射線照射による劣化影響

キャスク本体に使用する材質は炭素鋼であり、中性子照射量が 10^{16}n/cm^2 までは顕著な脆化はみられない⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。使用環境における中性子照射量はその範囲内であり、材料の機械的特性に影響はない。

b. 伝熱フィンの長期健全性

(a) 腐食による劣化影響

伝熱フィンは本体胴外面と外筒内面との間に取り付けられており、中性子遮蔽材（エポキシ系レジン）に接している。レジンの熱分解で放出される生成物（主に水分）による腐食を考慮してもわずかなものであり実用上の影響はない。

(b) 熱による劣化影響

伝熱フィン（炭素鋼（銅クラッド））の温度は128℃以下である。クリープ変形を考慮すべき温度は、融点（絶対温度）の1/3以上⁽⁸⁾⁽⁹⁾に相当する約290℃を超える場合であり、クリープを考慮する必要はない。

(c) 放射線照射による劣化影響

伝熱フィンに使用する材質は炭素鋼（銅クラッド）であり、中性子照射量が 10^{16}n/cm^2 までは顕著な脆化はみられない⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。使用環境における中性子照射量はその範囲内であり、材料の機械的特性に影響はない。

c. バスケットの長期健全性

(a) 腐食による劣化影響

本体胴内にヘリウムガスを封入し、不活性雰囲気が維持されるため、腐食の影響はない。

(b) 熱による劣化影響

バスケット（ボロン添加ステンレス鋼）の温度は248℃以下である。クリープ変形を考慮すべき温度は、融点（絶対温度）の1/3以上⁽⁸⁾⁽⁹⁾に相当する約290℃を超える場合であり、クリープを考慮する必要はない。

(c) 放射線照射による劣化影響

バスケット（ボロン添加ステンレス鋼）に含まれるボロン-10の60年間の減損割合は保守的に全中性子束を用いて評価しても 10^{-6} 程度であり、照射による未臨界機能の劣化はない。また、中性子照射量が 10^{18}n/cm^2 までは顕著な脆化はみられず⁽¹²⁾、使用環境における中性子照射量はその範囲内であり、材料の機械的特性に影響はない。

d. 中性子遮蔽材の長期健全性

(a) 腐食による劣化影響

中性子遮蔽材はレジンであり、腐食することはない。

(b) 熱による劣化影響

中性子遮蔽材であるレジンには、熱により化学的に劣化する（熱分解による生成物の放出・重量減損）が、遮蔽解析においてはレジン系中性子遮蔽材の経年変化評価試験結果⁽¹³⁾の知見を踏まえて、熱分解による60年間のレジンの重量減損分を遮蔽体として考慮せずに保守的に評価している。

(c) 放射線照射による劣化影響

使用するレジンの加熱と照射の影響評価⁽⁴⁾では、加熱に比べレジンの重量減損がわずかなため、放射線照射による重量減損の影響を考慮する必要はない。

e. 金属ガスケットの長期健全性

(a) 腐食による劣化影響

一次蓋の金属ガスケットは、ヘリウムガスによる不活性雰囲気維持されるため、腐食の影響はない。また、二次蓋の金属ガスケットは外側面が外気環境であるが、使用環境より厳しい塩水噴霧環境においても金属ガスケットの漏えい率に変化がない⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾ため、閉じ込め機能への影響はない。

(b) 熱による劣化影響

金属ガスケットは、コイルスプリング（ニッケル基合金）と二層の被覆材（内被：ニッケル基合金、外被：アルミニウム）で構成されている。外被材であるアルミニウムは常温よりやや高い温度以上でクリープが発生しやすい傾向にあるが、長期密封特性試験⁽¹⁶⁾や密封境界部の経年劣化影響評価試験⁽¹³⁾によって、塑性変形率と漏えい率の温度・時間の依存性についてラーソンミラーパラメータ（以下「LMP」という。）による整理が有効であることが確認されている。金属ガスケットの長期密封性評価に用いているLMPは、長期貯蔵中のクリープによる応力緩和が考慮されており、60年間の閉じ込め機能は維持できる。具体的な評価を以下に示す。

初期の閉じ込め機能（ $1 \times 10^{-10}\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 以下）を保持できる限界のLMPは、使用する金属ガスケットの場合、約 11×10^3 となる。**金属キャスク**の除熱評価における金属ガスケットの制限温度は130℃以下であり、初期温度を保守的に130℃として崩壊熱の減衰を無視して、LMPで 11×10^3 となる時間を求めると約2,000年となる。

(c) 放射線照射による劣化影響

金属ガスケットに使用する材質は、ニッケル基合金及びアルミニ

ウムであり、中性子照射量が 10^{21} n/cm²程度までは顕著な機械的特性の変化はみられない⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾。使用環境における中性子照射量はその範囲内であり、材料の機械的特性に影響はない。

3.4 主要仕様

使用済燃料貯蔵設備本体の主要仕様を第3.4-1表に示す。

3.5 試験検査

金属キャスクの搬入に当たっては、契約先である原子炉設置者が確認した使用済燃料集合体の収納等の状態が貯蔵上必要な条件を満足していることを記録により確認し、原子力発電所から使用済燃料貯蔵施設への事業所外運搬後の金属キャスク表面の外観検査等を行い、不測な外力がかかることによる異常のないことを確認するとともに、据付検査により金属キャスクの健全性を確認する。また、それらを確認した記録は、貯蔵期間中の測定データ等の記録とともに、貯蔵期間を通じて保存する。

使用済燃料貯蔵設備本体は、法定検査に加え、保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

金属キャスクの搬出に当たっては、必要な記録を契約先に引き渡す。

3.6 参考文献

- (1) 日立GEニュークリア・エナジー株式会社, 使用済燃料中間貯蔵施設における金属製乾式キャスクについて (HDP-69B型), HLR-110訂2, 平成26年1月
- (2) 社団法人 日本原子力学会, 日本原子力学会標準 使用済燃料中間貯蔵施設用金属キャスクの安全設計及び検査基準: 2010, AESJ-SC-F002:2010, 2010年
- (3) 社団法人 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, 2007年
- (4) N. Kumagai, M. Kamoshida, K. Fujimura, et al., Optimization of fabrication condition of metal cask neutron shielding part which applied simulation of curing behavior of epoxy resin, Proc. the 15th Int. Symp. on the Packaging and Transportation of Radioactive Materials (PATRAM2007), Miami, Florida, USA, Oct. 21-26, 2007
- (5) 財団法人 電力中央研究所, 平成20年度リサイクル燃料資源貯蔵技術調査等 (中間貯蔵設備等長期健全性等試験のうち貯蔵設備長期健全性等調査) 報告書, 平成21年3月
- (6) 社団法人 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, 事例規格 バスケット用ボロン添加ステンレス鋼板B-SUS304P-1に関する規定, JSME S FA-CC-004, 2009年
- (7) 日立GEニュークリア・エナジー株式会社, 補足説明資料1-2 HDP-69B (B) 型の遮蔽設計に関する説明資料, FRO-TA-0003/REV. 1, 平成30年4月25日

- (8) ステンレス協会編, ステンレス鋼便覧 (第3版), 日刊工業新聞社, 1995年
- (9) 木村一弘, 耐熱鋼のクリープ破断寿命予測, 日本金属学会誌, 第73巻 第5号, 2009年
- (10) K. Farrell et al., An evaluation of low temperature radiation embrittlement mechanisms in ferritic alloys, Journal of Nuclear Materials, Vol. 210, 1994
- (11) 長谷川正義, 三島良績 監修, 原子炉材料ハンドブック, 日刊工業新聞社, 昭和52年
- (12) 財団法人 電力中央研究所, 304ステンレス鋼のSCC特性に及ぼす中性子照射効果 (その2) - 熱鋭敏化材のSCC感受性に及ぼす照射影響 -, 平成9年6月
- (13) 独立行政法人 原子力安全基盤機構, 平成15年度 金属キャスク貯蔵技術確証試験 最終報告, 平成16年6月
- (14) 小崎明朗, 使用済燃料貯蔵中の耐久性に関する海外動向他, 株式会社 日本原子力情報センター主催セミナー「使用済燃料貯蔵技術の現状と課題」, 1998年1月13日
- (15) A. Kosaki, et al., Advanced R&D on Spent Fuel Storage -Spent Fuel Burn-up Fuel and Spent MOX (Mixed-Oxide:Pu and U) Fuel-, The 14th Annual Spent Fuel Management Seminar, Washington, D. C., Jan. 29-31, 1997
- (16) 財団法人 電力中央研究所, 使用済燃料貯蔵容器用ガasketの長期密封特性, 平成4年7月
- (17) M. J. Mills and B. Mastel, Deformation and Fracture Characteristics for Irradiate Inconel X-750, Nuclear Technology, American

Nuclear Society, Vol. 73, 1986

- (18) K. Farrell and A. E. Richt, Microstructure and Tensile Properties of Heavily Irradiated 1100-0 Aluminum, Effects of Radiation on Structural Materials, ASTM STP 683, 1979

第 3.3-1 表 臨界解析条件

項目	乾燥状態	冠水状態
金属キャスク内 雰囲気	真空	冠水（水密度1.0g/cm ³ ）
金属キャスク外 雰囲気	真空	
収納物	可燃性毒物の反応度抑制効果 を無視した初期濃縮度の 燃料集合体 BWR用大型キャスク （タイプ2）： 新型8×8ジルコニウ ムライナ燃料，濃縮度 約3.1wt% BWR用大型キャスク （タイプ2A）： 高燃焼度8×8燃料， 濃縮度 約3.7wt%	濃縮度の異なる2種類の燃 料棒を用いた炉心装荷冷温 状態での無限増倍率が1.3 となる燃料集合体モデル
収納体数	69体（金属キャスクの最大収納体数）	
金属キャスクの 配列	無限配列（金属キャスクに外接する 四角柱表面で完全反射）	
バスケット部材 中の中性子吸収 材含有量	ボロン添加ステンレス鋼のボロン含有率と密度を 仕様上の下限から設定したボロン原子個数密度	
バスケット寸法	格子板厚：最小 格子内のり：最小	
バスケット格子 内の燃料配置	中心偏向配置	
チャンネルボッ クス	なし	あり
燃料集合体の 上・下タイプ プレート及びプレ ナム部	上・下タイププレート及びプレ ナム部を真空中に置換	上・下タイププレート及びプレ ナム部を水（密度 1.0g/cm ³ ）に置換
金属キャスクの 中性子遮蔽材	中性子遮蔽材であるレジンを真空中に置換	

第 3.3-2 表 使用済燃料集合体の線源強度計算条件

使用済燃料の種類		新型8×8燃料		新型8×8 ジルコニウムラ イナ燃料	高燃焼度8×8燃料
平均燃焼度（MWd/t）		26,000	—	34,000	34,000
最高燃焼度（MWd/t）		28,500	34,000	40,000	40,000
比出力（MW/t）		25.3		同左	26.2
照射期間 （日）	平均燃焼度	1,028	—	1,344	1,298
	最高燃焼度	1,127	1,344	1,582	1,527
濃縮度（wt%）		2.88		同左	3.35
冷却期間（年）		24		18	18
ウラン重量（kg）		177		同左	174
ピーキングファクタ （注）		0.7（1,2ノード） 0.8（3ノード） 1.0（4,5ノード） 1.1（6～8ノード） 1.2（9～14ノード） 1.3（15～42ノード） 1.2（43,44ノード） 1.1（45ノード） 1.0（46ノード） 0.8（47,48ノード）		0.7（1,2ノード） 0.9（3,4ノード） 1.1（5,6ノード） 1.2（7～12ノード） 1.3（13～40ノード） 1.2（41,42ノード） 1.1（43,44ノード） 0.9（45,46ノード） 0.7（47,48ノード）	

（注）ノードは燃料有効部を軸方向に48分割したものである。

第 3.3-3 表 線源強度計算結果（注 1）（注 2）

使用済燃料の種類		新型 8 × 8 ジルコニウム ライナ燃料	高燃焼度 8 × 8 燃料	新型 8 × 8 ジルコニウム ライナ燃料と新型 8 × 8 燃料	新型 8 × 8 燃料
収納配置		第 3.4-1 図	第 3.4-1 図	第 3.4-2 図	第 3.4-3 図
最高燃焼度 となる使用 済燃料集合 体 1 体当た り	燃料有効部 のガンマ線 の線源強度 (photons/s)	1.4×10^{15}	1.4×10^{15}	1.0×10^{15}	8.8×10^{14}
	構造材放射 化ガンマ線 の線源強度 (^{60}Co : Bq)	2.0×10^{12}	1.9×10^{12}	7.9×10^{11}	6.9×10^{11}
	全中性子源 強度 (n/s)	2.7×10^8	2.0×10^8	1.1×10^8	5.0×10^7
平均燃焼度 となる使用 済燃料集合 体 1 体当た り	燃料有効部 のガンマ線 の線源強度 (photons/s)	1.2×10^{15}	1.2×10^{15}	1.0×10^{15}	8.1×10^{14}
	構造材放射 化ガンマ線 の線源強度 (^{60}Co : Bq)	1.8×10^{12}	1.7×10^{12}	7.9×10^{11}	6.4×10^{11}
	全中性子源 強度 (n/s)	1.3×10^8	9.5×10^7	1.1×10^8	3.3×10^7
金属キャス ク 1 基当た り	燃料有効部 のガンマ線 の線源強度 (photons/s)	8.9×10^{16}	8.9×10^{16}	7.1×10^{16}	5.8×10^{16}
	構造材放射 化ガンマ線 の線源強度 (^{60}Co : Bq)	1.3×10^{14}	1.3×10^{14}	5.5×10^{13}	4.6×10^{13}
	全中性子源 強度 (n/s)	1.4×10^{10}	1.0×10^{10}	7.5×10^9	2.9×10^9

（注 1） 収納配置の範囲内で、最大の燃焼度の燃料を収納した場合の値。

（注 2） BWR 用大型キャスク（タイプ 2）は、新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料のみを収納。

第 3.3-4 表 閉じ込め評価条件

項 目		評価条件
圧力	金属キャスク内部（初期）	$8.0 \times 10^4 \text{ Pa abs}$
	蓋間空間（初期）	$4.1 \times 10^5 \text{ Pa abs}$
	大 気 圧	$9.7 \times 10^4 \text{ Pa abs}$ （注 1）
空間 容積	金属キャスク内部（注 2）	約 m^3
	蓋間空間	約 m^3
温度	金属キャスク内部（注 3）	259 °C
	漏えい気体（注 4）	-22.4 °C
内部気体		ヘリウム
評価期間		60 年

（注 1） 封入された使用済燃料の破損（0.1%）によるガス放出に伴う圧力上昇分を別途考慮する。

（注 2） 金属キャスク内部の全空間容積から燃料集合体及びバスケットの体積を除いた空間容積を示す。

（注 3） 燃料集合体最高温度を保守的に設定した値を示す。

（注 4） 金属キャスク周囲最低温度を示す。

第 3.3-5 表 除熱解析条件

項 目		解析条件
燃料集合体の ピーキングファクタ		第3.3-2表に示す ピーキングファクタを考慮
燃料集合体の収納配置		第3.4-1図～第3.4-3図に示す 収納配置ごとの崩壊熱量を設定
境界 条件	周囲温度	45℃
	使用済燃料貯蔵建屋壁面温度	65℃
	使用済燃料貯蔵建屋壁面 輻射率	0.8
	金属キャスク表面輻射率	0.8
	金属キャスク表面から使用済 燃料貯蔵建屋壁面への形態係数	0.232 (注)

(注) 金属キャスク配列ピッチ寸法3.5mから算出される値を示す。

第 3.3-6 表 金属キャスクの基本的安全機能に係る評価結果

項目		評価結果		設計基準値
		BWR用大型キ ャスク (タイプ 2)	BWR用大型キ ャスク (タイプ 2A)	
臨界 防止	中性子実効増 倍率 (標準偏 差の3倍を考 慮)	乾燥状態 0.374 冠水状態 0.878	乾燥状態 0.410 冠水状態 0.882	0.95以下
遮蔽	金属キャスク 表面線量当量 率	1.1mSv/h	1.1mSv/h	2mSv/h以下
	金属キャスク 表面から1m の位置におけ る線量当量率	81μSv/h	81μSv/h	100μSv/h以下
閉じ 込め	金属ガスケッ トの漏えい率	1.6×10^{-6} Pa・m ³ /s (注1)	1.6×10^{-6} Pa・m ³ /s (注1)	2.4×10^{-6} Pa・m ³ /s (注2)
除熱	燃料被覆管最 高温度	259℃ (注4)	189℃ (注3) 259℃ (注4)	200℃以下 (注3) 300℃以下 (注4)
	胴, 一次 蓋, 二次 蓋	142℃ (胴) 96℃ (一次蓋) 85℃ (二次蓋)	142℃ (胴) 96℃ (一次蓋) 85℃ (二次蓋)	350℃以下
	中性子遮 蔽材	128℃	128℃	150℃以下
	金属ガス ケット	89℃	89℃	130℃以下
	バスケッ ト	248℃	248℃	300℃以下

(注1) 発電所搬出前の気密漏えい検査で確認する漏えい率 (リークテスト判定基準)

(注2) 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年間にわたって金属キャスク内部の負圧を維持できる漏えい率 (基準漏えい率)

(注3) 新型8×8燃料

(注4) 新型8×8ジルコニウムライナ燃料, 高燃焼度8×8燃料

第3.4-1表 使用済燃料貯蔵設備本体の主要仕様

(1) 種類

金属キャスク

BWR用大型キャスク

(タイプ2)

BWR用大型キャスク

(タイプ2A)

貯蔵架台

金属キャスクたて置き

(2) 主要材質

金属キャスク

本体胴

炭素鋼

外筒

炭素鋼

一次蓋

炭素鋼

二次蓋

炭素鋼

蓋ボルト

合金鋼

伝熱フィン

炭素鋼（銅クラッド）

バスケット

ボロン添加ステンレス鋼

中性子遮蔽材

レジン

貯蔵架台

炭素鋼

(3) 主要寸法等

a. BWR用大型キャスク（タイプ2）

寸法

全長 約5.4m

外径 約2.5m

全質量（使用済燃料集合体含む） 約119 t

最大収納体数 69体

内部充填ガス ヘリウムガス

密封シール 金属ガスケット

貯蔵する使用済燃料の種類

新型8×8ジルコニウムライナ燃料

収納する使用済燃料集合体

の最高燃焼度 40,000MWd/t

収納する使用済燃料集合体

の平均燃焼度 34,000MWd/t

原子炉から取り出して金属

キャスクに収納するまでの

期間 18年以上

最大崩壊熱量 12.1kW

（金属キャスク1基当たり）

収納配置

第3.4-1図のとおり

b. BWR用大型キャスク（タイプ2A）

寸法 全長 約5.4m

外径 約2.5m

全質量（使用済燃料集合体含む） 約119 t

最大収納体数 69体

内部充填ガス ヘリウムガス

密封シール 金属ガスケット

貯蔵する使用済燃料の種類

新型8×8ジルコニウムライナ燃料、高燃焼度8×8燃料（新型8×8ジルコニウムライナ燃料のみを収納する場合、高燃焼度8×8燃料のみを収納する場合、又は新型8×8ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度8×8燃料を収納する場合）

収納する使用済燃料集合体

の最高燃焼度 40,000MWd/t

収納する使用済燃料集合体

の平均燃焼度 34,000MWd/t

原子炉から取り出して金属

キャスクに収納するまでの

期間 18年以上

最大崩壊熱量 12.1kW

（金属キャスク1基当たり）

収納配置 第3.4-1図のとおり

新型8×8燃料、新型8×8ジルコニウムライナ燃料（新型8×8燃料及び新型8×8ジルコニウムライナ燃料を収納する場合）

収納する使用済燃料集合体

の最高燃焼度 34,000MWd/t

原子炉から取り出して金属

キャスクに収納するまでの

期間 24年以上

最大崩壊熱量 10.9kW

（金属キャスク1基当たり）

収納配置

第3.4-2図のとおり

新型8×8燃料（新型8×8燃料のみを収納する場合）

収納する使用済燃料集合体

の最高燃焼度 28,500MWd/t

収納する使用済燃料集合体

の平均燃焼度 26,000MWd/t

原子炉から取り出して金属

キャスクに収納するまでの

期間 24年以上

最大崩壊熱量 8.0kW

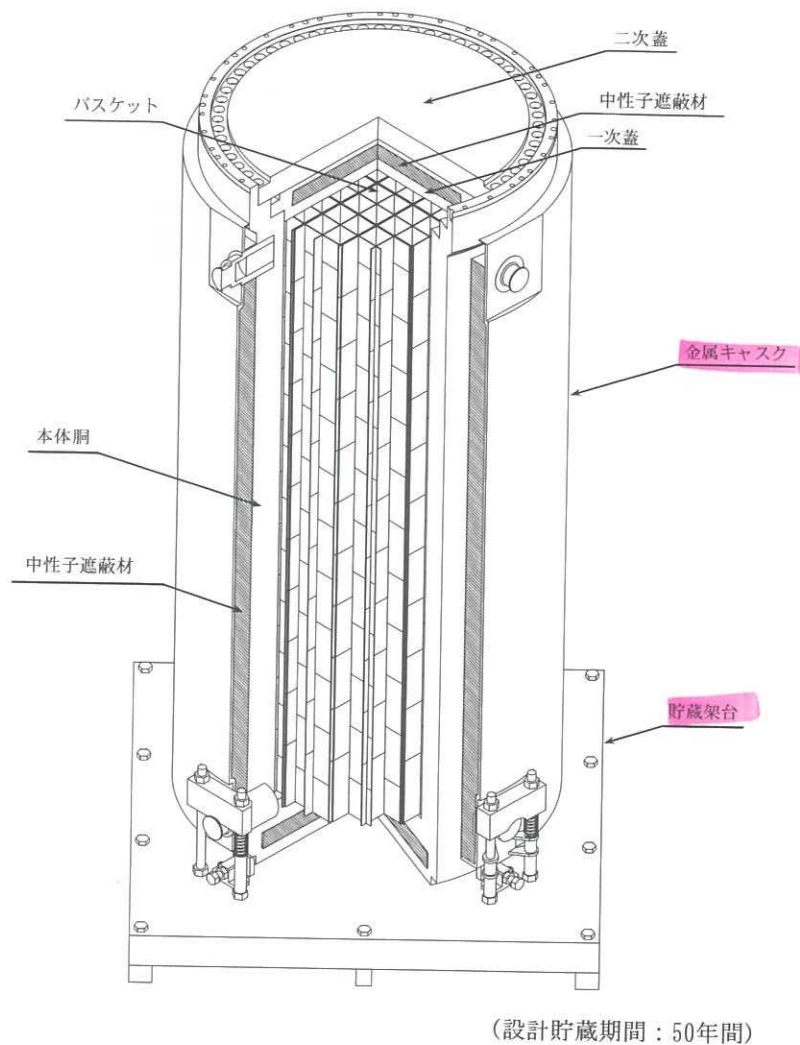
（金属キャスク1基当たり）

収納配置

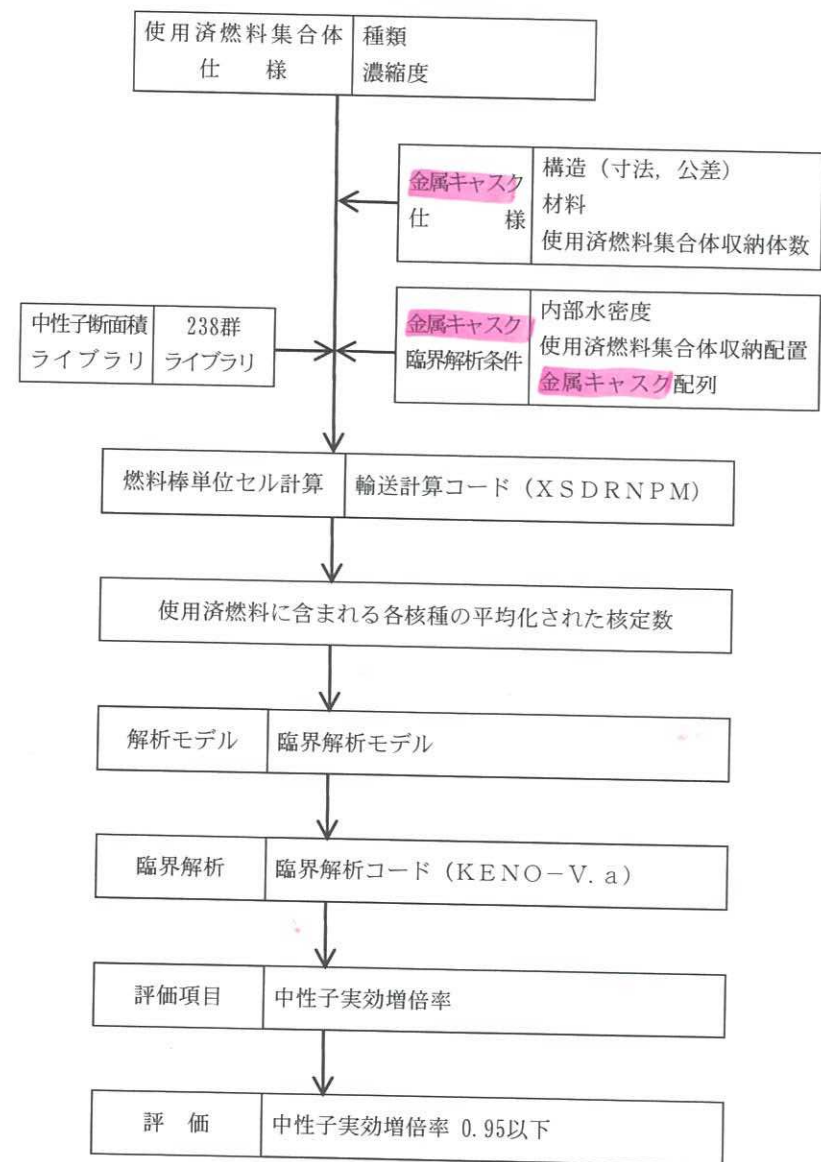
第3.4-3図のとおり

c. 貯蔵架台

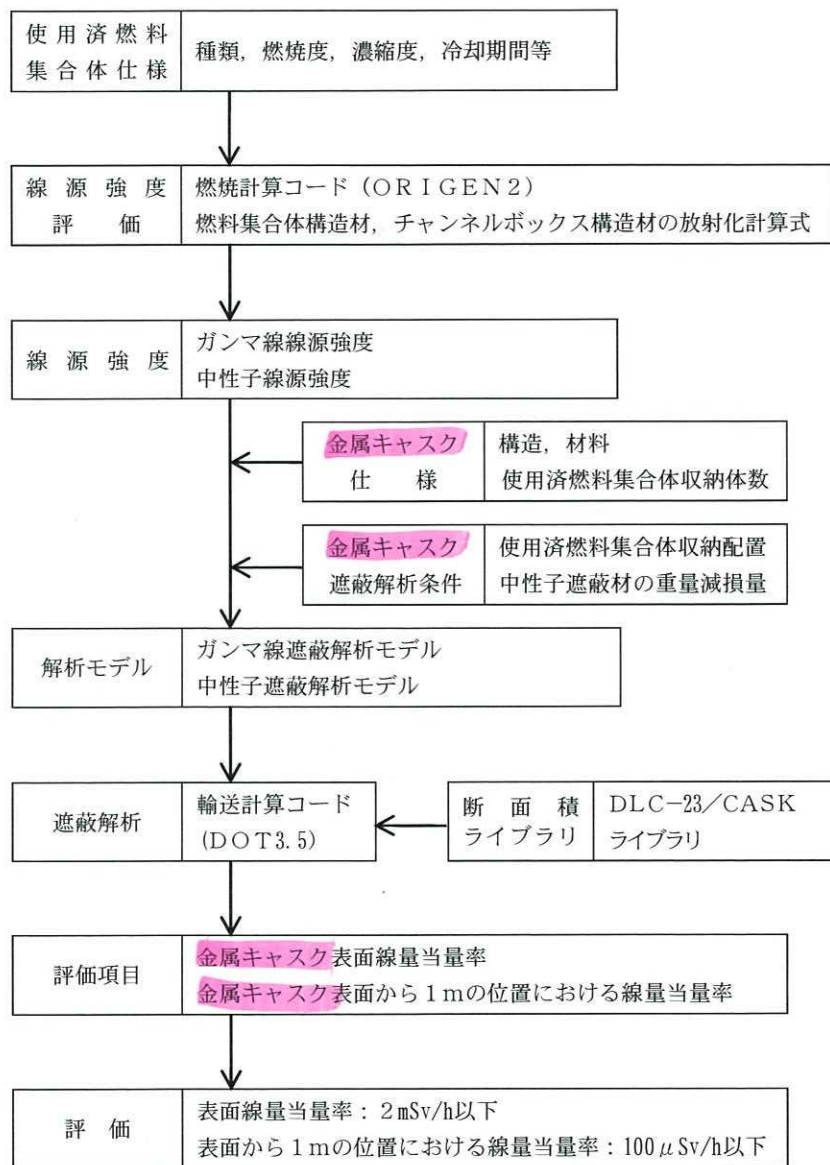
約3.0m×約3.0m



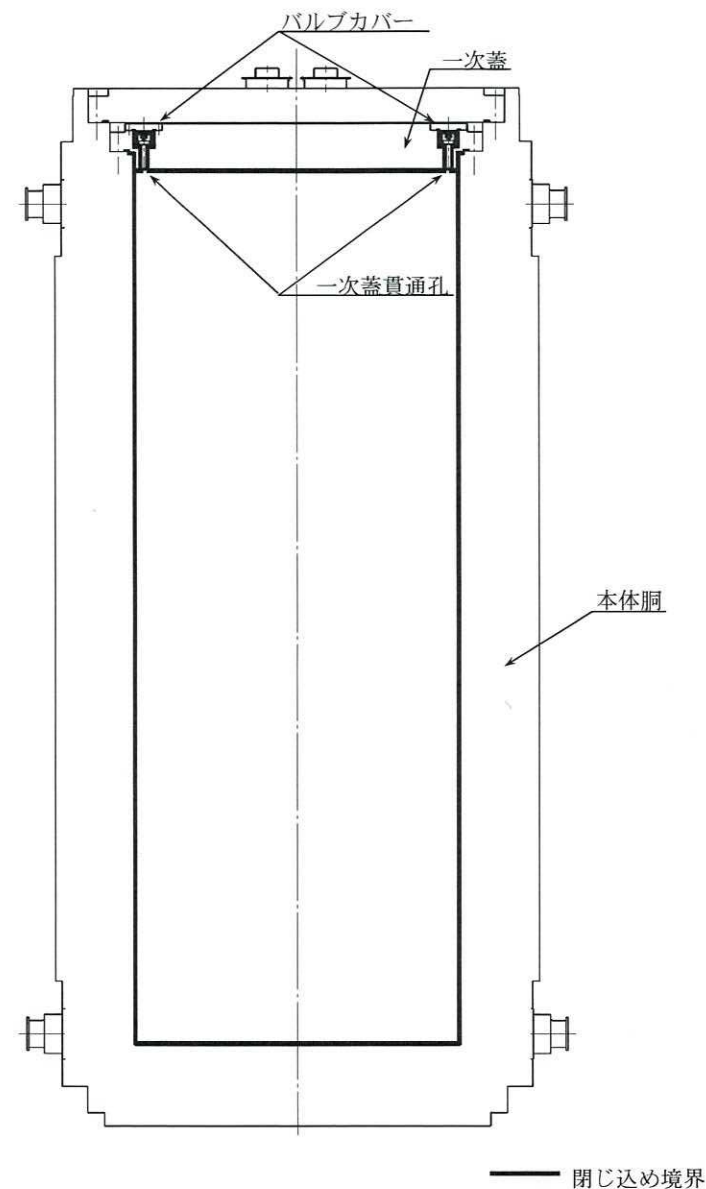
第 3.1-1 図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図
 (BWR用大型キャスク (タイプ2))
 (BWR用大型キャスク (タイプ2A))



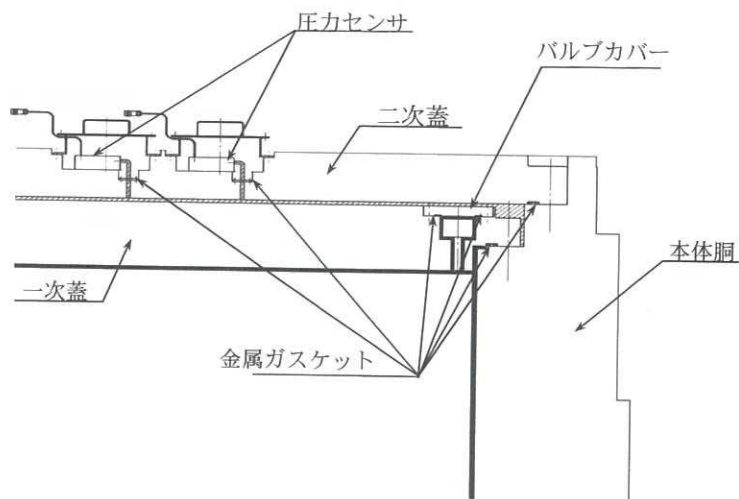
第 3.3-1 図 金属キャスクの臨界解析フロー



第 3.3-2 図 金属キャスクの遮蔽解析フロー

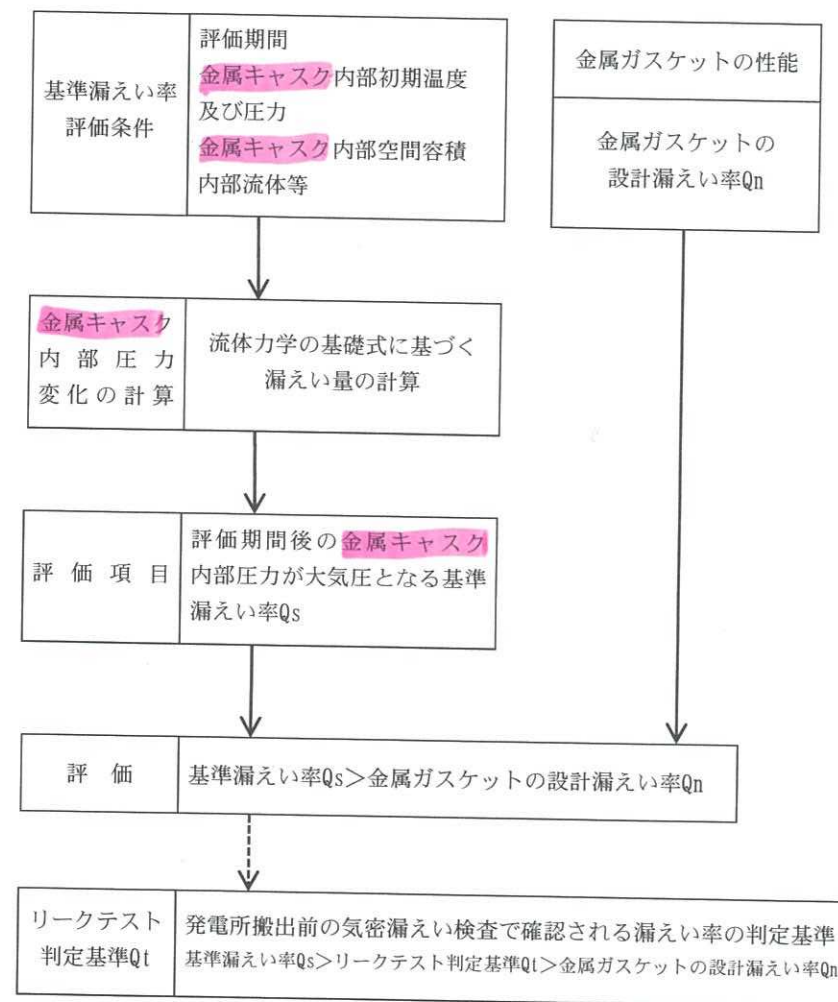


第 3.3-3 図 金属キャスクの閉じ込め構造

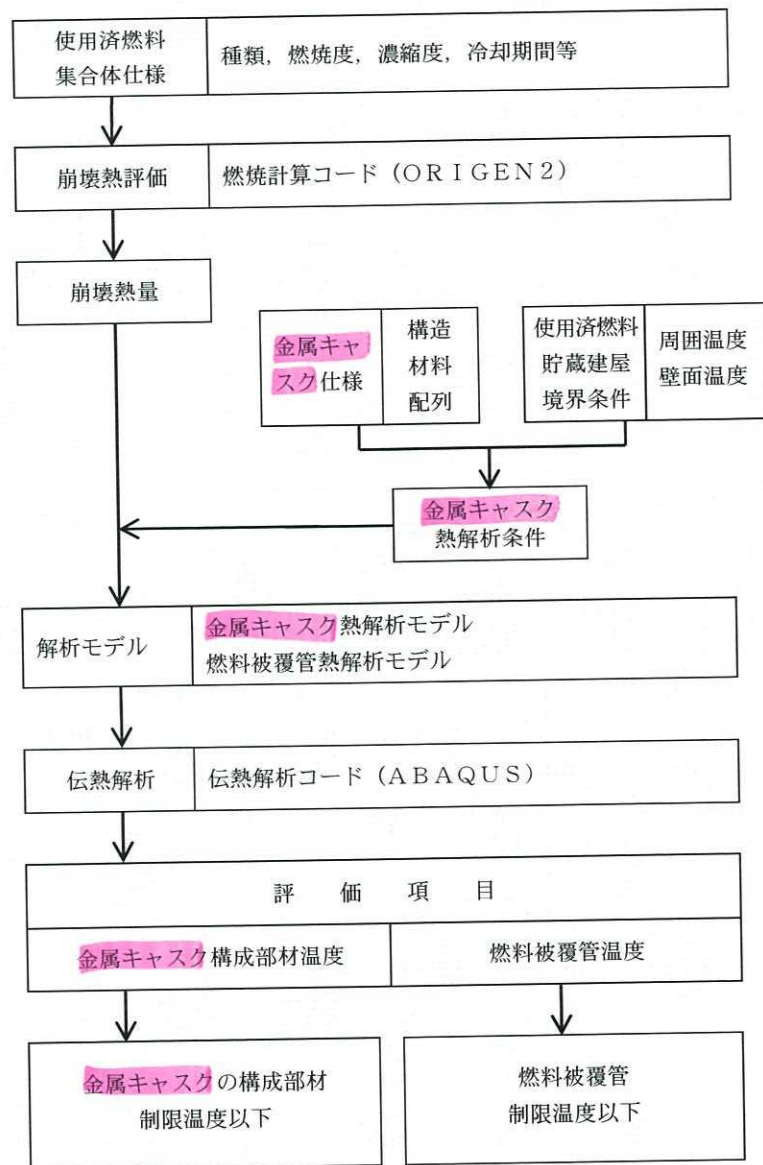


— 閉じ込め境界 (負圧 : 0.08MPa (初期圧))
 // 閉じ込め監視圧力境界 (正圧 : 0.41MPa (初期圧))

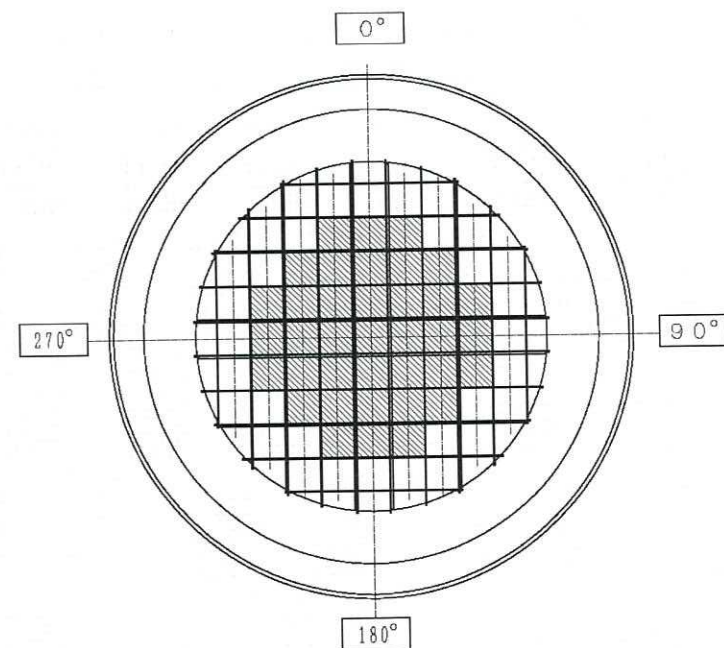
第 3.3-4 図 金属キャスクのシール部詳細



第 3.3-5 図 金属キャスクの閉じ込め評価フロー

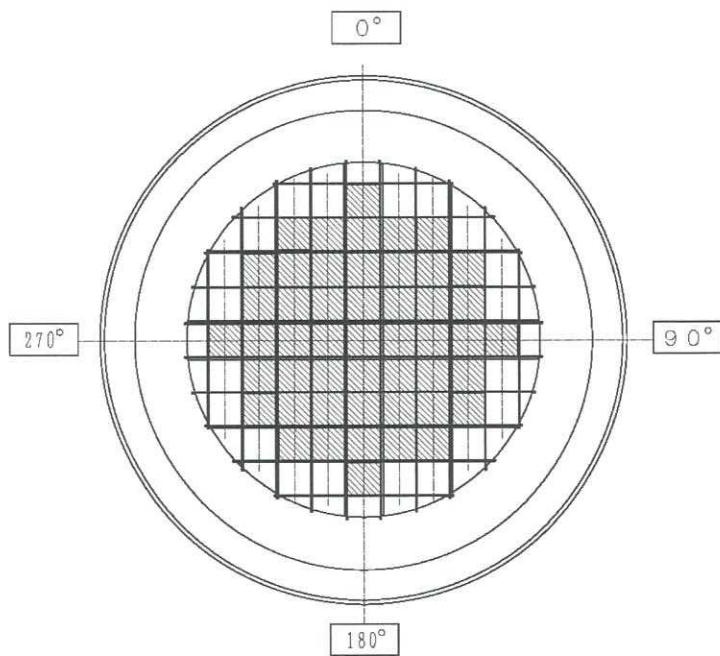


第 3.3-6 図 金属キャスクの除熱解析フロー



■ : 平均燃焼度を超える使用済燃料集合体の収納範囲

第3.4-1図 使用済燃料集合体の収納配置 (新型8×8ジルコニウムライナ燃料のみを収納する場合, 高燃焼度8×8燃料のみを収納する場合, 又は新型8×8ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度8×8燃料を収納する場合)

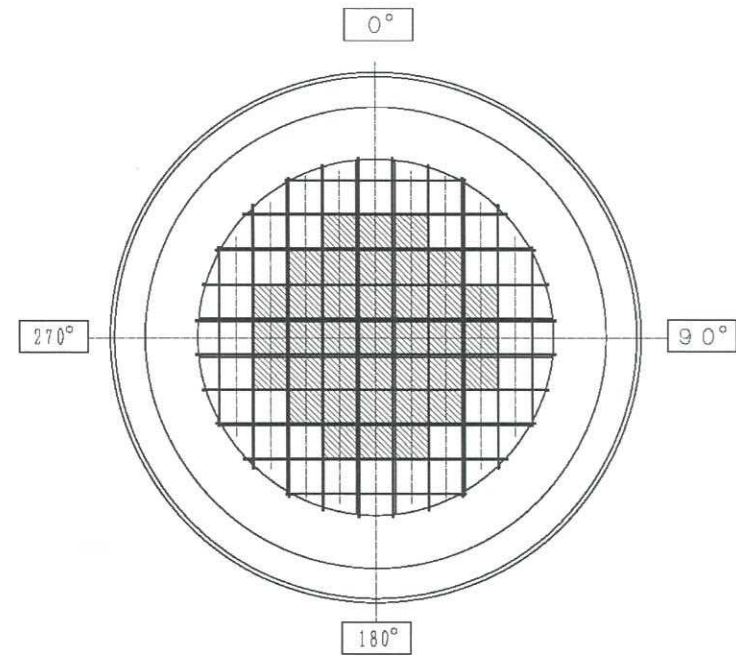


□ : 新型 8 × 8 燃料を収納しない範囲

第 3.4-2 図 使用済燃料集合体の収納配置

(新型 8 × 8 燃料及び新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料を収納する場合)

6-3-42



□ : 平均燃焼度を超える使用済燃料集合体の収納範囲

第 3.4-3 図 使用済燃料集合体の収納配置

(新型 8 × 8 燃料のみを収納する場合)

6-3-43

4. 使用済燃料の受入施設

4.1 概要

使用済燃料の受入施設は、**金属キャスク**の搬入後及び搬出前の仮置き、**金属キャスク**の移送及び取扱い並びに検査を行う受入れ区域天井クレーン、搬送台車等の受入設備で構成する。

4.2 受入設備

4.2.1 概要

受入設備は、受入れ区域天井クレーン、搬送台車、圧縮空気供給設備、仮置架台、たて起こし架台、検査架台で構成する。

キャスク輸送車両により使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域に搬入された**金属キャスク**は、事業所外運搬に必要な緩衝体を取り付けた状態で受入れ区域天井クレーンを用いて仮置架台又はたて起こし架台に設置する。仮置架台に設置された**金属キャスク**は、たて起こしの都度、たて起こし架台へ移送及び取扱いを行う。

金属キャスクは、たて起こし架台で緩衝体を取り外し、受入れ区域天井クレーンを用いてたて起こし、**金属キャスク**を**貯蔵架台**へ設置、固定した後、搬送台車により検査架台へ移送及び取扱いを行う。

金属キャスク表面の外観検査、線量当量率検査等を行った後、**金属キャスク**は、搬送台車を用いて貯蔵区域の所定の箇所まで移送及び取扱いを行い、**貯蔵架台**を床面に固定して貯蔵する。

また、上記の工程を逆に行うことにより、**金属キャスク**を搬出する。

4.2.2 設計方針

使用済燃料貯蔵施設には、**金属キャスク**の搬入、貯蔵、検査及び搬出に係る**金属キャスク**の移送及び取扱いに対して、基本的安全機能を確保できる使用済燃料の受入施設を設ける。

金属キャスクの移送及び取扱いに対して手順を定め、**金属キャスク**の落下防止対策、**金属キャスク**単独及び**金属キャスク**相互の衝突防止対策並びに転倒防止対策を講ずる設計とする。また、緩衝体等の移送及び取扱いに対して手順を定め、落下防止対策を講ずる設計とする。

(1) **金属キャスク**の移送及び取扱い

a. 落下防止対策

(a) 受入れ区域天井クレーンによる移送及び取扱い

i 受入れ区域天井クレーンは、**金属キャスク**の総重量を十分上回る重量に耐えることのできる強度に設計する。

ii 受入れ区域天井クレーンのワイヤロープ、ブレーキ及びリミットスイッチは、故障を考慮して二重化する。

iii 受入れ区域天井クレーンは、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。

iv つり具は、圧縮空気が喪失した場合、**金属キャスク**が外れないフェイル・セーフ設計とする。

v つり具の取付不良を考慮して、**金属キャスク**を4点つりとする（水平吊具はアーム1本の保持不良があった場合でも落下せず、垂直吊具は主アーム2本及び補アーム2本で二重化しており、主アームの保持不良があった場合でも補アームにより落下しない）。

vi つり具の取付不良を考慮して、受入れ区域天井クレーンフックによるつり具保持の他に安全板によりつり具を保持する設計とす

る。

b. 転倒防止対策

(a) 受入れ区域天井クレーンによるたて起こし時

i 受入れ区域天井クレーンは、**金属キャスク**の総重量を十分上回る重量に耐えることのできる強度に設計する。

ii 受入れ区域天井クレーンのワイヤロープ、ブレーキ及びリミットスイッチは、故障を考慮して二重化する。

iii つり具は、圧縮空気が喪失した場合、**金属キャスク**が外れないフェイル・セーフ設計とする。

iv 事業所外運搬に必要な緩衝体を取り外した状態で**金属キャスク**をつり上げる場合には、衝撃吸収材を敷設する。

(b) 搬送台車による移送及び取扱い

i 搬送台車は、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。

ii 搬送台車は障害物との接触を検知する装置を設け、衝突を防止する。また、操作員及び補助員による緊急停止機構を設ける。

iii 搬送台車による移送及び取扱いにおいて、急発進及び急停止による加速度又は基準地震動 S_s による加速度が作用しても、**金属キャスク**が転倒することのないように、速度及び浮上高さを適切に設定する。**貯蔵架台**は転倒しない寸法に設計する。

c. **金属キャスク**単独及び**金属キャスク**相互の衝突防止対策

(a) 受入れ区域天井クレーンによる移送及び取扱い（走行、横行）

i 受入れ区域天井クレーンのワイヤロープ、ブレーキ及びリミットスイッチは、故障を考慮して二重化する。

- ii 受入れ区域天井クレーンは、金属キャスクをつった状態で仮置き中の金属キャスク上を通過できないように可動範囲を制限するインターロックを設け、金属キャスク相互の衝突を防止する。
- (b) 受入れ区域天井クレーンによる移送及び取扱い（つり下げ）
 - i 受入れ区域天井クレーンのワイヤロープ及びブレーキは、故障を考慮して二重化する。
 - ii 金属キャスクは、貯蔵期間中に操作員の単一の誤操作により発生すると予想される貯蔵架台への衝突、金属キャスク取扱時の仮置架台、たて起こし架台との衝突事象に対し、基本的安全機能を損なわない構造強度を有する設計とする。
- (c) 搬送台車による移送及び取扱い
 - i 搬送台車は、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。
 - ii 搬送台車には障害物との接触を検知する装置を設け、衝突を防止する。また、操作員及び補助員による緊急停止機構を設ける。
 - iii 搬送台車は、移送速度及び浮上高さを適切に設定する運用とする。
 - iv 金属キャスクは、貯蔵期間中に操作員の単一の誤操作により発生すると予想される貯蔵架台への衝突、金属キャスク取扱い時の他の構造物及び機器との衝突事象に対し、基本的安全機能を損なわない構造強度を有する設計とする。
- (2) 重量物の移送及び取扱い
 - a. 緩衝体等の落下防止対策
 - (a) 受入れ区域天井クレーンは、地震荷重、自重及びつり荷荷重の適

- 切な組合せを考慮しても強度上耐え得る設計とする。
- (b) 受入れ区域天井クレーンは、可動範囲を制限するインターロックを設ける。
- (c) 金属キャスクへの落下を防止するため三次蓋、二次蓋及び貯蔵架台は、仮置架台に仮置き中の金属キャスク上を移送及び取扱いをしない運用とする（受入れ区域天井クレーンの荷重制限（主巻（90 t）及び補巻（4.5 t））未満では、可動範囲及びつり上げ高さのインターロックが動作しない）。
- (d) 受入れ区域天井クレーンで緩衝体の移送及び取扱いをする時は、可動範囲が制限されている。進入の際には許可するスイッチを操作して、金属キャスクを仮置きしていないエリアに移送及び取扱いをする運用とする。
- b. 三次蓋及び二次蓋の落下防止対策
 - (a) 受入れ区域天井クレーンは、地震荷重、自重及びつり荷荷重の適切な組合せを考慮しても強度上耐え得る設計とする。
 - (b) 事業所外運搬に供する三次蓋の取り付け又は取り外しの作業、及び二次蓋金属ガasketの交換作業を行う場合には、金属キャスク上での三次蓋及び二次蓋のつり上げ高さを適切に制限する。
- (3) 誤操作及び不動作の考慮
 - 金属キャスクの基本的安全機能を維持する観点から、作業要領を十分整備し、監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱い作業を行う管理体制をとる。監督者は、金属キャスクの移送及び取扱いに関して知識を有し、教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。
- (4) 試験検査
 - 受入設備は、安全機能を確認するための検査又は試験及び当該安全機

能を健全に維持するための保守又は修理ができる設計とする。

4.2.3 主要設備

(I) 受入れ区域天井クレーン

受入れ区域天井クレーンは、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。衝撃吸収材は、たて起こし架台上での転倒を考慮して敷設する。

- a. 受入れ区域天井クレーンは、金属キャスクの総重量を十分上回る重量に耐えることのできる強度に設計する。
- b. 受入れ区域天井クレーンのワイヤロープ、ブレーキ及びリミットスイッチは、故障を考慮して二重化する。
- c. 受入れ区域天井クレーンは、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。
- d. 受入れ区域天井クレーンは、地震荷重、自重及びつり荷荷重の適切な組合せを考慮しても強度上耐え得る設計とする。
- e. 受入れ区域天井クレーンは、金属キャスクをつった状態で仮置き中の金属キャスク上を通過できないように可動範囲を制限するインターロックを設け、金属キャスク相互の衝突を防止する。
- f. つり具は、圧縮空気が喪失した場合、金属キャスクが外れないフェイル・セーフ設計とする。
- g. つり具の取付不良を考慮して、金属キャスクを4点つりとする（水平吊具はアーム1本の保持不良があった場合でも落下せず、垂直吊具は主アーム2本及び補アーム2本で二重化しており、主アームの保持不良があった場合でも補アームにより落下しない）。
- h. つり具の取付不良を考慮して、受入れ区域天井クレーンフックによるつり具保持の他に安全板によりつり具を保持する設計とする。
- i. 事業所外運搬に必要な緩衝体を取り外した状態で金属キャスクをつ

り上げる場合には、衝撃吸収材を敷設する。

(2) 搬送台車

搬送台車は、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う。

搬送台車は、圧縮空気供給設備から供給される圧縮空気により、金属キャスク及び貯蔵架台を揚重し、移送及び取扱いを行う設備である。

搬送台車は、エアキャスタに圧縮空気を供給し、床面とエアキャスタの間に薄い空気膜（約0.1mm）を形成させることで摩擦力を大幅に低減させ、小さな駆動力で重量物の移送及び取扱いを可能にするものである。

なお、金属キャスクの支持構造物である貯蔵架台は、金属キャスクの移送及び取扱いをするためのパレットとしての機能を有しており、搬送台車のフォーク部を貯蔵架台に挿入し金属キャスクの移送及び取扱いを行う。

搬送台車は、金属キャスクの移送及び取扱いを安全かつ確実に行うため、障害物との接触を検知する装置を設け、衝突を防止する。また、操作員及び補助員による緊急停止機構を設ける。搬送台車で移送及び取扱いの際には、移送速度及び浮上高さを適切に設定し、貯蔵架台は転倒しない寸法に設計する。

搬送台車は、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。

(3) 圧縮空気供給設備

圧縮空気供給設備は、空気圧縮機及び空気貯槽から構成され搬送台車等へ圧縮空気を供給する。空気貯槽に安全弁を設置し、過圧防止対策を講ずる設計とする。

(4) 仮置架台

仮置架台は、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。

金属キャスクの取扱いにおいて、基本的安全機能を維持するための具体的な設計は、以下のとおり行う。

- a. 仮置架台は、地震荷重及び金属キャスク質量の適切な組合せを考慮しても強度上耐えるように設計する。
- b. 仮置架台に設置された金属キャスクは、輸送用の緩衝体が付付けられた状態とすることを手順書に定め運用管理する。

(5) たて起こし架台

たて起こし架台は、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（金属キャスクの点検、搬出の場合も同様とする）。

金属キャスクの取扱いにおいて、基本的安全機能を維持するための具体的な設計は、以下のとおり行う。

- a. たて起こし架台は、地震荷重及び金属キャスク質量の適切な組合せを考慮しても強度上耐えるように設計する。
- b. 万一、たて起こし時に金属キャスクが転倒しても、金属キャスクの閉じ込め機能に著しい損傷を与えないように衝撃吸収材をたて起こし架台及びその周辺に敷設する。

(6) 検査架台

検査架台は、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設計とする。また、検査架台は作業員の足場であり、

金属キャスクを直接取り扱う設備ではない。

4.2.4 主要仕様

受入設備の主要仕様を第 4.2-1 表に示す。

4.2.5 試験検査

受入れ区域天井クレーン，搬送台車，圧縮空気供給設備，仮置架台，検査架台，たて起こし架台及びその周辺に敷設する衝撃吸収材は，法定検査に加え，保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

第4.2-1表 受入設備の主要仕様

- | | |
|-----------------|-------------------------|
| (1) 受入れ区域天井クレーン | |
| 種 類 | 天井走行形 |
| 台 数 | 1 |
| (2) 搬送台車 | |
| 種 類 | 自走台車式 |
| 台 数 | 1 |
| (3) 圧縮空気供給設備 | |
| a. 空気圧縮機 | |
| 台 数 | 1 |
| 容 量 | 約40Nm ³ /min |
| b. 空気貯槽 | |
| 基 数 | 1 |
| 容 量 | 約8m ³ |
| (4) 仮置架台 | |
| 種 類 | 金属キャスク横置式 |
| 基 数 | 7 |
| (5) たて起こし架台 | |
| 種 類 | 金属キャスク横置式 |
| 基 数 | 1 |
| (6) 検査架台 | |
| 種 類 | 金属キャスクたて置式 |
| 基 数 | 1 |

5. 計測制御系統施設

5.1 概要

計測制御系統施設は、使用済燃料貯蔵施設の監視のため、温度及び圧力の測定を行う計測設備で構成する。

また、計測設備の主要な表示装置及び記録装置を設置するための監視盤室を設ける。

5.2 計測設備

5.2.1 概要

計測設備は、使用済燃料貯蔵施設の監視のために必要な諸変数を測定し、表示、記録及び警報を行う設備であり、金属キャスク蓋間圧力、金属キャスク表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度の測定装置で構成する。

5.2.2 設計方針

計測設備は、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても、安全性の確保の観点から以下を考慮した設計とする。

また、使用済燃料貯蔵施設の監視ができなくなった場合に備え、代わりに監視を行うための計測器を保有し、準備が整い次第、監視を再開する。

(1) 監視機能

計測設備は、使用済燃料貯蔵施設の監視のために必要な金属キャスク蓋間圧力、金属キャスク表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度を測定できる設計とする。また、測定データを記録及び表示する機能を有した表示装置を設けるとともに、測定値が異常な値を示した場合には警報を発報する設計とする。

5.2.3 主要設備

(1) 金属キャスク蓋間圧力監視装置

金属キャスク蓋間圧力監視装置は、閉じ込め機能の監視のため、金属キャスクの蓋間圧力を測定するとともに、監視盤室に表示及び記録する。蓋間圧力が基準設定値以下に低下したときは、監視盤室及び事務建屋に警報を発報する。

金属キャスク蓋間圧力監視装置は、点検中及び不具合時においても金属キャスク蓋間圧力を測定できるよう二系統設ける。

(2) 金属キャスク表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度監視装置

金属キャスク表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度監視装置は、除熱機能の監視のため、金属キャスク表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度を測定するとともに、監視盤室に表示及び記録する。金属キャスク表面温度又は使用済燃料貯蔵建屋給排気温度差が基準設定値に達したときは、監視盤室及び事務建屋に警報を発報する。

5.2.4 主要仕様

計測設備の主要仕様を第 5.2-1 表に示す。

5.2.5 試験検査

金属キャスク蓋間圧力監視装置、金属キャスク表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度監視装置は、法定検査に加え、保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

5.3 監視盤室

5.3.1 概要

計測設備の主要な表示装置及び記録装置は、監視盤室に設置する。

5.3.2 設計方針

監視盤室は、事業開始以降、金属キヤスクを順次搬入してから全ての金属キヤスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても、安全性の確保の観点から以下を考慮した設計とする。

- (1) 監視盤室は、計測設備の表示装置及び記録装置を設けており、諸変数の監視ができる設計とする。また、計測設備及び放射線監視設備からの測定データを事務建屋に伝送し、事務建屋でも監視が行える設計とする。
- (2) 外部電源喪失時にも、無停電電源装置及び電源車により監視を継続できる設計とする。

5.3.3 主要設備

- (1) 監視盤室に設ける計測設備の主要な表示装置（記録装置及び警報装置を含む。）は以下のとおりである。
 - a. 金属キャスク 蓋間圧力監視のための表示装置
 - b. 金属キャスク 表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度監視のための表示装置
- (2) 監視盤室には、放射線管理設備の表示装置（記録装置及び警報装置を含む。）を設ける。
- (3) 計測設備、放射線管理設備は、外部電源喪失時にも無停電電源装置及び電源車により電力の供給を受け、監視を継続する。
- (4) 金属キャスク 蓋間圧力、金属キャスク 表面温度、使用済燃料貯蔵建屋給排気温度及び外部放射線に係る線量当量率等の諸変数を事務建屋に伝送し、通常時は事務建屋で監視を行う。

5.3.4 主要仕様

表示装置 1 式

第 5.2-1 表 計測設備の主要仕様

測 定 装 置	検 出 器	
	種 類	検出場所
金属キャスク蓋間圧力 監視装置	圧力検出器	金属キャスク蓋部
金属キャスク表面温度 及び使用済燃料貯蔵建 屋給排気温度監視装置	温度検出器	金属キャスク側部表面，使用済 燃料貯蔵建屋給気口及び排気口

6. 放射性廃棄物の廃棄施設

6.1 概要

廃棄物貯蔵室を設け，管理区域内で発生する液体廃棄物及び固体廃棄物をドラム缶，ステンレス製の密封容器に入れて保管廃棄する。

6.2 設計方針

廃棄物貯蔵室は、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても、安全性の確保の観点から以下を考慮した設計とする。

使用済燃料貯蔵施設は、平常時に発生する放射性廃棄物はないことから、放射性廃棄物処理する能力を有する廃棄施設はない。

なお、搬入した金属キャスク等の表面に法令に定める管理区域に係る値を超える放射性物質が検出された場合は、除染に使用した水及び除染液の液体廃棄物並びにウエス等の固体廃棄物はドラム缶、ステンレス製の密封容器に入れた後、廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

(1) 汚染の拡大防止

放射性廃棄物を保管廃棄する施設として廃棄物貯蔵室を設置し、廃棄物による汚染の拡大を防止するため、使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域の独立した区画内に設け、出入口にはせきを設ける構造とする。

また、廃棄物貯蔵室内に保管廃棄するドラム缶、ステンレス製の密封容器は漏えい防止を考慮した設計とする。

なお、仮想的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廃棄しているドラム缶、ステンレス製の密封容器が廃棄物貯蔵室外、敷地内及び敷地外への漂流を防止するためドラム缶、ステンレス製の密封容器を固縛する漂流防止対策を講ずる。漂流防止対策として、水面に浮上するドラム缶は水面に浮上できる大きさのネットで覆い、また、浮上しないステンレス製の密封容器は深水圧に耐える構造とする。

(2) 漏えいの発見

廃棄物貯蔵室では、著しい漏えいの発生はないが、巡視点検にて漏え

いを発見できる構造とする。

(3) 保管廃棄の安全性

液体廃棄物及び固体廃棄物は、識別されたドラム缶、ステンレス製の密封容器にそれぞれ分けて入れるとともに、廃棄物貯蔵室に区画を設けて液体廃棄物は入口近傍に保管廃棄することにより、お互いに影響を与えないことから安全性は損なわない。

(4) 貯蔵容量

廃棄物貯蔵室は、200ℓドラム缶約100本相当を保管廃棄する能力を有する設計とする。

廃棄物貯蔵室は、平常時に発生する放射性廃棄物はないが、万一、受入れた金属キャスクに汚染があった場合、必要な汚染防止対策を講ずるためそれ以降の廃棄物の発生量の低減を図る。これにより廃棄物貯蔵室の保管廃棄する能力、貯蔵容量は200ℓドラム缶100本相当で十分である。

6.3 主要設備

(1) 液体廃棄物の保管

放射性の液体廃棄物が発生した場合、液体廃棄物をドラム缶、ステンレス製の密封容器に収集し、その容器を廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

液体廃棄物を入れるドラム缶、ステンレス製の密封容器は、漏えい防止を考慮して密封構造を採用する。

(2) 固体廃棄物の保管

放射性の固体廃棄物が発生した場合、固体廃棄物をドラム缶、ステンレス製の密封容器に収集し、その容器を廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

固体廃棄物を入れるドラム缶、ステンレス製の密封容器は、汚染拡大の防止を考慮して密封構造を採用する。

(3) 廃棄物貯蔵室

放射性廃棄物を入れたドラム缶、ステンレス製の密封容器は、廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

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、使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域の独立した区画に設ける。

廃棄物貯蔵室の出入口にはせきを設ける構造とするとともに、床及び腰壁は、廃水が浸透し難い材料で仕上げる。

放射性液体廃棄物の発生はないが、万一発生しても著しい漏えいの発生はないため漏えい検知装置は不要であるが、事業者自主として漏えい検知装置を設置し、漏えいを検知した時点で監視盤室及び事務建屋に警報を発報する。

また、放射線サーベイ機器等で汚染レベルを監視できる設計とする。

液体廃棄物及び固体廃棄物は、識別されたドラム缶、ステンレス製の密封容器にそれぞれ分けて入れるとともに、廃棄物貯蔵室に区画を設

けて液体廃棄物は入口近傍に保管廃棄することにより、お互いに影響を与えないことから安全性は損なわない。

(4) 保管廃棄方法

廃棄物貯蔵室では、200ℓドラム缶約100本相当を3段積みとして、転倒防止対策を実施する。

液体廃棄物ドラム缶、ステンレス製の密封容器の貯蔵については、転倒による漏えいを防止する観点から床に近い最下段に配置することとし、液体廃棄物を貯蔵するドラム缶、ステンレス製の密封容器は腐食を考慮した仕様とする。

ドラム缶、ステンレス製の密封容器の管理については、巡視点検にてドラム缶、ステンレス製の密封容器の目視点検を実施するとともに漏えいのないことを確認する。

なお、仮想的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廃棄しているドラム缶、ステンレス製の密封容器が廃棄物貯蔵室外、敷地内及び敷地外への漂流を防止するためドラム缶、ステンレス製の密封容器を固縛する漂流防止対策を講ずる。漂流防止対策として、水面に浮上するドラム缶は水面に浮上できる大きさのネットで覆い、また、浮上しないステンレス製の密封容器は深水压に耐える構造とする。

6.4 主要仕様

放射性廃棄物の廃棄施設の主要仕様を第6.4-1表に示す。

6.5 試験検査

放射性廃棄物の廃棄施設は、法定検査に加え、保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

第 6.4-1 表 放射性廃棄物の廃棄施設の主要仕様

位 置	使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域内
貯蔵能力	液体廃棄物及び固体廃棄物約100本相当（200ℓドラム缶）
面 積	約30m ²

7. 放射線防護設備及び放射線管理設備

放射線防護設備及び放射線管理設備は、リサイクル燃料備蓄センター周辺の公衆並びに放射線業務従事者及び一時立入者の線量の低減を図るとともに放射線被ばくを管理するためのもので、放射線防護設備は遮蔽設備、機器の配置及び放射線防護具類で構成し、放射線管理設備は出入管理設備、個人管理用測定設備及び放射線監視設備で構成する。

7.1 放射線防護設備⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾

7.1.1 概要

放射線防護設備は、リサイクル燃料備蓄センター周辺の公衆及び放射線業務従事者等の線量を低減するもので、遮蔽設備、機器の配置及び放射線防護具類で構成する。

遮蔽設備は、使用済燃料貯蔵建屋の遮蔽壁、遮蔽ルーバ、迷路及び遮蔽扉で構成する。

7.1.2 設計方針

(1) 放射線業務従事者等の放射線防護

放射線防護設備は、放射線業務従事者が受ける線量が「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」に定められた限度を超えないようにすることはもちろん、放射線業務従事者等の立入場所における線量を合理的に達成できる限り低減できるように、放射線業務従事者等の作業性及び作業時間を考慮して、遮蔽、機器の配置及び入域時間の制限といった所要の放射線防護上の措置を講ずる設計とする。

(2) 遮蔽基準

使用済燃料貯蔵建屋内の遮蔽は、放射線業務従事者等の関係各場所への立入頻度、滞在時間及び金属キャスクの配置を考慮した上で、次表の外部放射線に係る基準を満足する設計とする。

区 分		外部放射線に係る 設 計 基 準	区 域
管理区域外	A	0.0026mSv/h以下	付帯区域
管理区域内	B	0.01mSv/h未満	受入れ区域
	C	0.01mSv/h以上	貯蔵区域

受入れ区域は、金属キャスクが仮置きされていない場合はB区分となるように設計する。

遮蔽設計区分概略図を第7.1-1図に示す。

(3) 周辺の放射線防護

リサイクル燃料備蓄センターからの直接線及びスカイシャイン線によ

る公衆の線量が合理的に達成できる限り低く（実効線量で $50\mu\text{Sv/年}$ 以下）なるように遮蔽設備を設ける。

(4) 放射線の漏えい低減対策

遮蔽設備に開口部又は配管その他貫通部がある場合には、必要に応じて、放射線漏えいの低減措置を講ずる。

(5) 遮蔽設計に用いる線源強度

遮蔽設計における線源は、使用済燃料集合体を収納した金属キャスクとし、その基数は、事業開始以降、金属キャスクの基数及び配置がいずれの状態においても最も厳しい条件となるよう、使用済燃料貯蔵建屋貯蔵区域では最大288基、受入れ区域では最大9基（たて起こし架台1基、仮置架台7基、検査架台1基）を適切に配置する。使用済燃料貯蔵建屋の最大貯蔵時の機器配置図を第2.4-1図(2)、断面図を第2.4-2図に示す。

金属キャスクの線源強度は、敷地境界外の線量が保守的な評価結果となるように、コンクリートの透過率を考慮してエネルギースペクトルを設定するとともに、金属キャスク表面から1mの位置における平均の線量当量率が $100\mu\text{Sv/h}$ となるように規格化する。また、金属キャスクからの放射線の線質を全て中性子又は全てガンマ線とした条件においてそれぞれ評価し、保守的な評価結果を採用する。

遮蔽設計においては、遮蔽体の形状、材質等を考慮し、十分な安全裕度を見込むこととする。

(6) 遮蔽材

遮蔽材としては、主としてコンクリートを用いるが、その他必要に応じて鉄等を用いる設計とする。

7.1.3 主要設備

(1) 遮蔽設備

a. 遮蔽壁

遮蔽壁は、使用済燃料貯蔵建屋側壁、天井、貯蔵区域区画壁及び貯蔵区域仕切壁のコンクリート壁で、構造材を兼用する。その厚さは、貯蔵区域の建屋側壁（東側及び西側）で約1.50m、貯蔵区域の建屋側壁（南側）及び天井で約1.00m、受入れ区域の建屋側壁（東側及び西側）で約1.50m、受入れ区域の建屋側壁（北側）で約0.80m、受入れ区域の天井で約0.50m、貯蔵区域区画壁で約0.40m、貯蔵区域仕切壁で約1.00mである。

b. 遮蔽ルーバ

遮蔽ルーバは、排気口までの経路に設けられたコンクリート製の平板で、排気口からの放射線の漏えいを低減する。

(2) 機器の配置

金属キャスクは貯蔵区域に配置し、その入口には迷路又は遮蔽扉を設ける。

(3) 放射線防護具類

非常時の放射線防護に必要な防護衣、呼吸器、防護マスクの防護具類は、管理区域入口付近及び予備緊急時対策所に備える。

7.1.4 主要仕様

遮蔽設備の主要仕様を第7.1-1表に示す。

7.1.5 計算方法及び計算結果

計算方法については、金属キャスクからの直接線及びスカイシャイン線は、金属キャスクを円柱状にモデル化し、金属キャスク配置、使用済燃料貯蔵建屋構造を考慮して、三次元連続エネルギーモンテカルロ法コードMCNP-4Cを用いて計算地点における中性子束又はガンマ線束を算出する。

金属キャスクからの直接線及びスカイシャイン線の計算に当たっては、遮蔽体の形状、材質等、十分な安全裕度を見込むこととする。

計算地点における中性子束又はガンマ線束からの実効線量の算出には、国際放射線防護委員会（ICRP）のPublication74の換算係数を用いて計算地点における線量を計算する。

貯蔵区域に金属キャスクを288基貯蔵した場合、使用済燃料貯蔵建屋の外壁外側で最大となる線量は約 1.2×10^{-3} mSv/h（金属キャスクからの放射線の線質は全て中性子とした場合）となる。また、同じ条件でB区分（受入れ区域）で最大となる線量は約 3.3×10^{-4} mSv/h（金属キャスクからの放射線の線質は全て中性子とした場合）となる。なお、貯蔵区域に配置した金属キャスク288基に加え、受入れ区域に金属キャスク9基配置した場合のA区分で最大となる線量は約 1.5×10^{-3} mSv/h（金属キャスクからの放射線の線質は全て中性子とした場合）となる。これらの値は基本設計段階の値であるが、設計基準を満足している。

放射線業務従事者の線量が法令で定められている線量限度を超えないよう、添付書類七「2.2.5 作業管理」を行う。また事業所内の管理区域以外の人の立ち入る場所に滞在する者の線量については、添付書類七「2.3 周辺監視区域内の管理」を行う。

7.1.6 試験検査

遮蔽設備は、法定検査に加え、保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

7.1.7 参考文献

- (1) 財団法人原子力安全研究協会，使用済燃料中間貯蔵施設の直接線・スカイシャイン線量の評価手法について〔金属キャスク方式〕，平成12年3月
- (2) 東電設計株式会社，使用済燃料中間貯蔵施設 貯蔵建屋・設備の安全設計及び施設安全評価について，TEPSCO-LR-001改2，平成21年8月
- (3) 小佐古 敏荘 他，MCNPコードの金属キャスク貯蔵方式中間貯蔵施設線量評価への適用，日本原子力学会和文論文誌，Vol. 6, No. 2, 2007年
- (4) Smith H. ed. Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection Against External Radiation. The International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 74, 1995

7.2 放射線管理設備

7.2.1 概要

放射線管理設備は、リサイクル燃料備蓄センター周辺の公衆及び放射線業務従事者等の放射線被ばくを管理するためのもので、出入管理設備、個人管理用測定設備及び放射線監視設備で構成する。

7.2.2 設計方針

放射線被ばくは、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても、合理的に達成できる限り低くすることとし、次の設計方針に基づき、放射線管理設備を設ける。

なお、管理区域における線量当量率を放射線業務従事者等が安全に認識できるよう、チェックポイント及び事務建屋に表示する運用とする。

(1) 出入管理、個人被ばく管理

放射線業務従事者等の出入管理及び各個人の被ばく管理ができる設計とする。

(2) 放射線監視

使用済燃料貯蔵施設は、管理区域及び周辺監視区域境界付近を適切にモニタリングできるとともに、必要な情報を監視盤室及び事務建屋に表示できる設計とする。

(3) 放射線計測器

平常時及び放射線レベルが上昇するような事故時に備えて、必要な放射線計測器を備える。

7.2.3 主要設備

(1) 出入管理設備

使用済燃料貯蔵建屋の管理区域への立入りは、チェックポイントを通る設計としており、ここで放射線業務従事者等の出入管理を行う。

なお、**金属キャスク**の搬出入に際しては、必要に応じて使用済燃料貯蔵建屋の機器搬出入口で放射線業務従事者等の出入管理を行う。

(2) 個人管理用測定設備

放射線業務従事者等の線量管理のため、外部放射線による線量当量を測定する個人線量計を備える。

(3) 放射線監視設備

放射線監視設備は、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及び放射線サーベイ機器で構成する。

a. エリアモニタリング設備

使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域内及び受入れ区域内にガンマ線エリアモニタと中性子線エリアモニタを設置し、また、廃棄物貯蔵室内にガンマ線エリアモニタを設置して、外部放射線に係る線量当量率の監視を行う。

エリアモニタによる外部放射線に係る線量当量率は、監視盤室に表示及び記録する設計とするとともに、事務建屋にも表示する設計とする。また、放射線レベル基準設定値に達したときは監視盤室及び事務建屋に警報を発報する。

b. 周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備

リサイクル燃料備蓄センターの周辺監視区域境界付近にモニタリングポスト2基を設置して、連続的に空間放射線量率を測定し、監視盤室に表示及び記録する設計とするとともに、事務建屋にも表示する設

計とする。また、放射線レベル基準設定値に達したときは監視盤室及び事務建屋に警報を発報する。

また、空間放射線量測定のため適切な間隔でモニタリングポイントを設定し、蛍光ガラス線量計を配置する。

c. 放射線サーベイ機器

外部放射線に係る線量当量率、必要に応じて空気中の放射性物質濃度及び表面汚染密度を測定監視するために、放射線サーベイ機器を設ける。

測定は、外部放射線に係る線量当量率については、携帯用の各種サーベイメータにより、空気中の放射性物質濃度については、サンプリング法により、また、表面汚染密度については、サーベイメータ又はスミヤ法による放射能測定によって行う。

放射線サーベイ関係主要測定器及び器具は、以下の通りである。

GM管サーベイメータ

電離箱サーベイメータ

シンチレーションサーベイメータ

中性子線用サーベイメータ

ダストサンプラ

ガスモニタ

7.2.4 主要仕様

放射線管理設備の主要仕様を以下に示す。

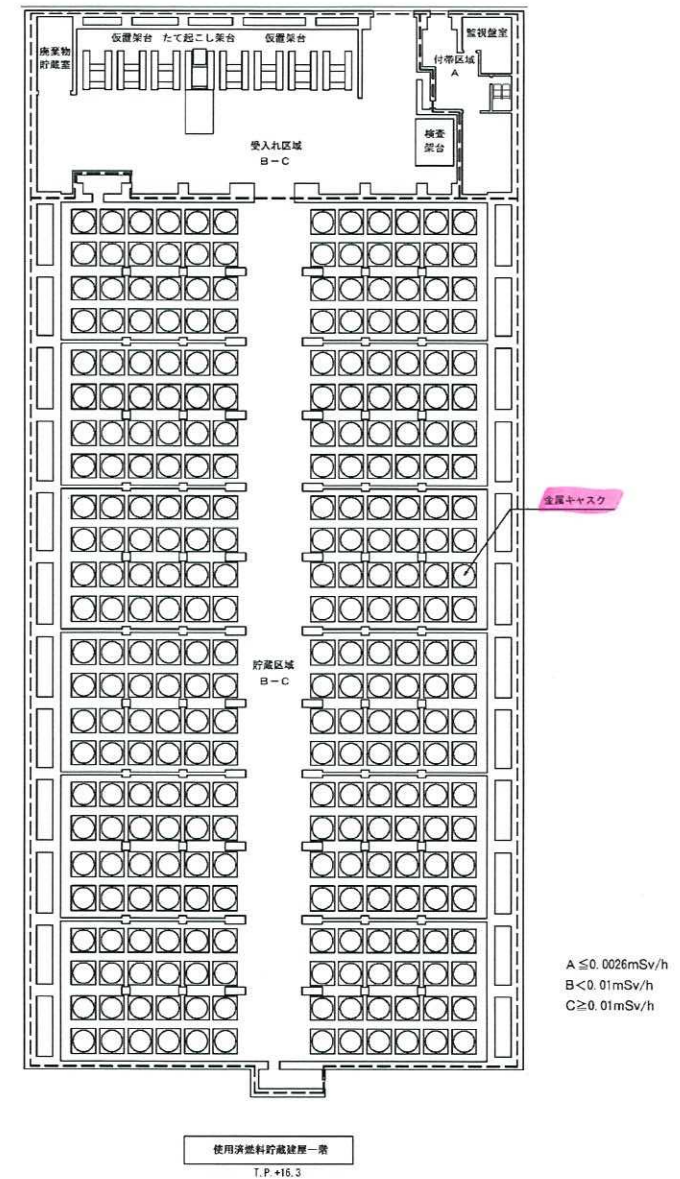
出入管理設備	1 式
個人管理用測定設備	1 式
放射線監視設備	1 式

7.2.5 試験検査

放射線監視設備及び個人管理用測定設備は、法定検査に加え、保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

第 7.1-1 表 遮蔽設備の主要仕様

遮蔽壁	厚さ 約1.50m (貯蔵区域側壁 (東側及び西側))
	厚さ 約1.00m (貯蔵区域側壁 (南側) 及び天井)
	厚さ 約1.50m (受入れ区域側壁 (東側及び西側))
	厚さ 約0.80m (受入れ区域側壁 (北側))
	厚さ 約0.50m (受入れ区域天井)
	厚さ 約0.40m (貯蔵区域区画壁)
	厚さ 約1.00m (貯蔵区域仕切壁)
遮蔽ルーバ	材料 コンクリート
	厚さ 約0.32m
	長さ 約4.00m
	枚数 5枚
	材料 コンクリート



第 7.1-1 図 遮蔽設計区分概略図

8. その他使用済燃料貯蔵設備の附属施設

8.1 概要

使用済燃料貯蔵施設の附属施設は、消防用設備、電気設備、通信連絡設備及び人の不法な侵入等防止設備で構成する。

なお、消防用設備の機能向上の面から、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用するとともに、着火源の排除及び発火性又は引火性物質に対して漏えい防止対策を講ずる。

8.2 消防用設備

8.2.1 概要

使用済燃料貯蔵施設は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する等、火災の発生を防止するための予防措置を講ずることから、火災の可能性は少ないが、万一の場合を考え、火災感知設備及び消火設備（消火器、動力消防ポンプ及び防火水槽）を「消防法」に基づき適切に設置する。

8.2.2 設計方針

消防用設備は、事業開始以降、**金属キャスク**を順次搬入してから全ての**金属キャスク**を貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても安全性の確保の観点から、以下を考慮した設計とする。

- (1) 火災感知設備及び消火設備（消火器、動力消防ポンプ及び防火水槽）を「消防法」に基づいて適切に設置し、火災の早期発見、消火活動の円滑化を図り、火災による人的、物的被害を軽減し、施設の安全性が損なわれないようにする。
- (2) 火災感知設備は、「消防法」に基づいた設計とする。
- (3) 消火設備（消火器、動力消防ポンプ及び防火水槽）は、「消防法」に基づいた設計とする。

8.2.3 主要設備

火災感知設備は、使用済燃料貯蔵建屋内に適切に設けられた感知器で火災を自動的に感知し、出入管理建屋及び監視盤室において火災警報を表示、吹鳴する。なお、事務建屋においても火災警報を表示、吹鳴する。

消火設備（消火器、動力消防ポンプ及び防火水槽）は、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域及び受入れ区域で想定される火災に対して、消火活動を早期に行うことを目的に、「消防法」に基づき適切に設置する。

8.2.4 主要仕様

消防用設備の主要仕様を第8.2-1表に示す。

8.2.5 試験検査

消防用設備は、法定検査に加え、保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

8.3 電気設備

8.3.1 概要

リサイクル燃料備蓄センターの電力は、東北電力ネットワーク株式会社の6.6kV回線から受電し、変圧器により420Vに降圧した後、使用済燃料貯蔵施設内の各負荷へ給電する。外部電源喪失時には、無停電電源装置から計測設備等へ給電する。

無停電電源装置の給電可能時間を超える外部電源喪失が発生した場合は、電源車から無停電電源装置に電気を供給する。

8.3.2 設計方針

電気設備は、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても安全性の確保の観点から、以下を考慮した設計とする。

- (1) 電気設備は、使用済燃料貯蔵施設の操作、監視等に必要な電源として、外部電源系統に加え、十分な容量及び信頼性のある無停電電源装置と電源車を有する設計とする。
- (2) 無停電電源装置は、外部電源喪失時にも金属キャスクの閉じ込め機能と除熱機能を監視する設備及び放射線監視設備が作動し得るのに十分な容量を有する設計とする。
- (3) 無停電電源装置は、万一の火災等の非常時においても通信連絡設備を作動し得るのに十分な容量を有する設計とする。
- (4) 電源車は、無停電電源装置の給電可能時間を超える外部電源喪失が発生した際に、無停電電源装置に電気を供給する設計とする。これにより、外部電源喪失後、約72時間の給電を可能とする。
- (5) 電源車に燃料を補給するために、敷地南側高台に地下式の軽油貯蔵タンクを設ける設計とする。
- (6) 使用済燃料貯蔵施設内のケーブル、電源盤等の材料は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計とする。
- (7) 通路誘導灯と避難口誘導灯は、外部電源が喪失しても有効な蓄電池（20分以上作動）を有する設計とする。また、所轄消防署との協議に基づき受変電施設に設置している無停電電源装置より給電される保安灯を設置していることから、一部の通路誘導灯の設置は免除されている。

8.3.3 主要設備

電気設備は、第8.3-1図に示すように変圧器、遮断器、母線、無停電電源装置及び電源車で構成する。

リサイクル燃料備蓄センターの単線結線図を第8.3-1図に、無停電電源装置の単線結線図を第8.3-2図に示す。

リサイクル燃料備蓄センターの電力は、東北電力ネットワーク株式会社の6.6kV回線から受電し、6.6kV常用母線に接続され空気圧縮機に給電する。また、変圧器により420Vに降圧した後、420V常用母線、210V常用母線及び105V常用母線から使用済燃料貯蔵施設内の各負荷へ給電する。無停電電源装置は、外部電源が喪失した場合に使用済燃料貯蔵施設の監視機能を有する計測設備、放射線監視設備、通信連絡設備等へ給電する。

無停電電源装置の給電可能時間を超える外部電源喪失が発生した場合のために電源車を有し、監視と通信連絡を継続するために無停電電源装置に電気を供給する。

ケーブル、ケーブルトレイ及び電線管材料には実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する。ケーブルトレイ及び電線管が区域及び区画の床若しくは壁を貫通する場合には、火災発生時の影響が他の区域や区画に波及しないよう対策を施す。

8.3.4 主要仕様

電気設備の主要仕様を第8.3-1表に示す。

8.3.5 試験検査

電気設備のうち無停電電源装置及び電源車は，法定検査に加え，保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

8.4 通信連絡設備

8.4.1 概要

必要箇所との連絡を行うため，通信連絡設備を設ける。

8.4.2 設計方針

通信連絡設備は、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても安全性の確保の観点から、以下を考慮した設計とする。

- (1) 通信連絡設備は、事務建屋及び使用済燃料貯蔵建屋等からリサイクル燃料備蓄センター内各所に指示・連絡できる設計とする。また、事務建屋及び使用済燃料貯蔵建屋から各所に警報を発報することができる設計とする。
- (2) 通信連絡設備は、事務建屋、使用済燃料貯蔵建屋及び予備緊急時対策所からリサイクル燃料備蓄センター外必要箇所に連絡できる設計とする。
- (3) 通信連絡設備は、それぞれ異なる手段により通信連絡できる設計とする。

8.4.3 主要設備

通信連絡設備は、事務建屋及び使用済燃料貯蔵建屋等に、異なる機器で構成された送受話器及び社内電話設備を設置し、事故時に迅速な連絡を可能にするとともに、事務建屋及び使用済燃料貯蔵建屋から各所に指示及び警報を発報することができるようにする。また、リサイクル燃料備蓄センター外必要箇所との通信連絡ができるようにリサイクル燃料備蓄センター内には、加入電話設備（災害時優先電話及び電話交換機経由電話）及び衛星携帯電話を設ける。なお、それぞれの設備にFAX機器を接続することによりFAX送信できる構成とする。

8.4.4 試験検査

通信連絡設備は、法定検査に加え、保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

8.5 人の不法な侵入等防止設備

8.5.1 概要

人の不法な侵入等を防止するため、核物質防護対策として、人の容易な侵入を防止できる柵、鉄筋コンクリート造りの壁等の障壁、探知設備を設ける。

8.5.2 試験検査

人の不法な侵入等防止設備は、法定検査に加え核物質防護規定に基づく点検が実施可能な設計とする。

第 8.2-1 表 消防用設備の主要仕様

(1) 動力消防ポンプ		
台	数	1
規格放水圧力	0.7MPa	
規格放水量	1.0m ³ /min 以上	
燃料容量	規格放水圧力，規格放水量で 1 時間以上連続運転可能な量	
(2) 防火水槽		
基	数	2
容	量	40m ³

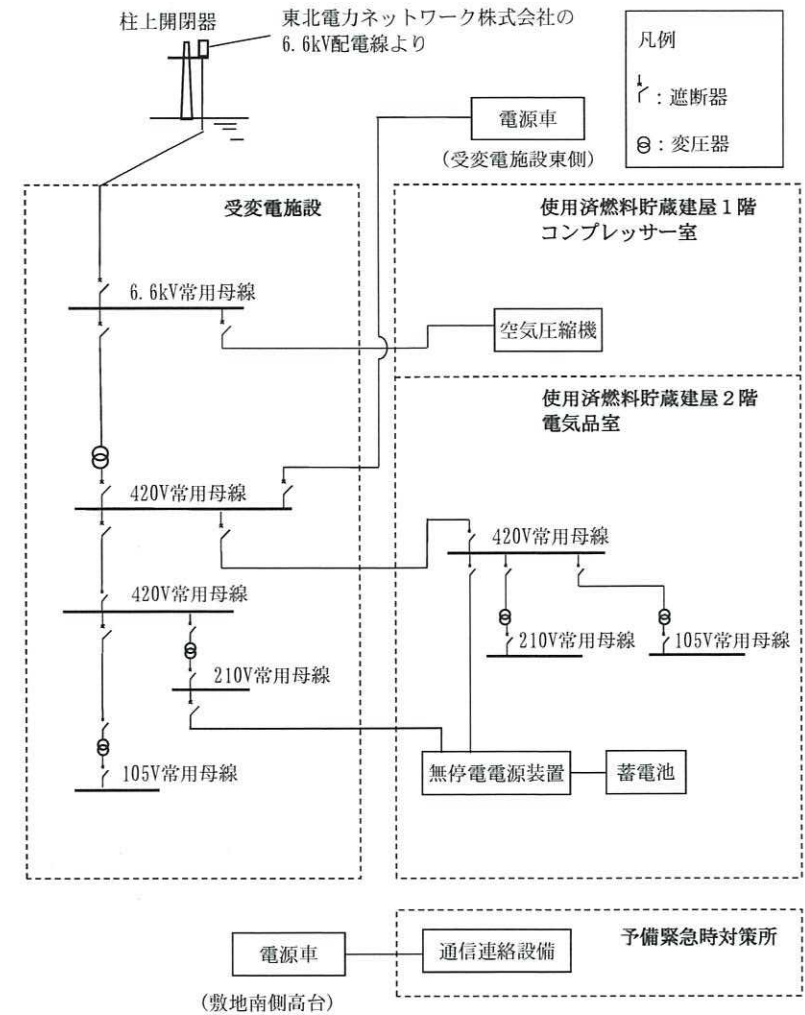
第 8.3-1 表 電気設備の主要仕様

(1) 無停電電源装置

台 数	1
容 量	約30kVA
給電時間	8 時間

(2) 電源車

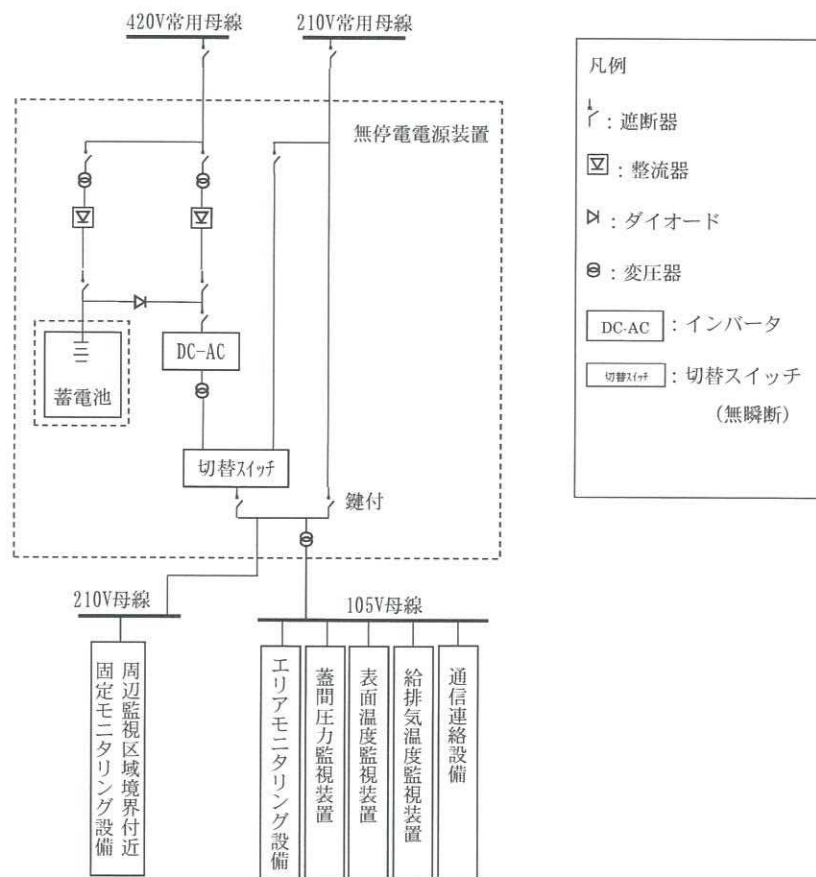
台 数	1
容 量	約250kVA
燃 料	軽油



通常時、電源車は敷地南側高台に設置

外部電源喪失時には受変電施設東側に移動して給電

第 8.3-1 図 リサイクル燃料備蓄センターの単線結線図



第 8.3-2 図 無停電電源装置の単線結線図

添 付 書 類 七

使用済燃料等による放射線の被ばく管理
及び放射性廃棄物の廃棄に関する説明書

目 次

1. 放射線防護に関する基本方針	7-1-1
1.1 基本的考え方	7-1-1
1.2 具体的方法	7-1-2
2. リサイクル燃料備蓄センターの放射線管理	7-2-1
2.1 管理区域及び周辺監視区域の設定	7-2-1
2.1.1 管理区域	7-2-1
2.1.2 周辺監視区域	7-2-2
2.2 管理区域内の管理	7-2-3
2.2.1 遮蔽	7-2-4
2.2.2 線量当量率の測定	7-2-5
2.2.3 人の出入管理	7-2-6
2.2.4 管理区域内の区分	7-2-7
2.2.5 作業管理	7-2-8
2.3 周辺監視区域内の管理	7-2-9
2.4 個人被ばく管理	7-2-10
3. 周辺監視区域境界の放射線監視	7-3-1
4. 放射性廃棄物処理	7-4-1
4.1 放射性廃棄物処理の基本的考え方	7-4-1
4.2 液体廃棄物処理	7-4-2
4.2.1 液体廃棄物の種類とその発生量	7-4-2

4.2.2	液体廃棄物の保管管理	7-4-3
4.3	固体廃棄物処理	7-4-4
4.3.1	固体廃棄物の種類とその発生量	7-4-4
4.3.2	固体廃棄物の保管管理	7-4-5
5.	平常時における公衆の線量評価	7-5-1
5.1	施設からの放射線による公衆の線量	7-5-2
5.1.1	計算方法の概要	7-5-2
5.1.2	計算のための前提条件	7-5-3
5.1.3	線量の計算方法	7-5-4
5.1.4	計算結果	7-5-5
5.2	線量評価結果	7-5-6
5.3	参考文献	7-5-7

図

第 2.1-1 図	管理区域及び周辺監視区域図	7-2-12
第 5.1-1 図	線量計算地点図	7-5-8

1. 放射線防護に関する基本方針

1.1 基本的考え方

放射線の被ばく管理及び放射性廃棄物の廃棄に当たっては、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（以下「原子炉等規制法」という。）及び「労働安全衛生法」を遵守し、リサイクル燃料備蓄センターに起因する放射線被ばくから周辺監視区域外の公衆、放射線業務従事者及び一時立入者（以下「放射線業務従事者等」という。）並びに事業所内の管理区域以外の人が立ち入る場所に滞在する者を防護するため十分な放射線防護対策を講ずる。

さらに、リサイクル燃料備蓄センター周辺の公衆に対する線量については、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」に基づき、合理的に達成できる限り低く（実効線量で $50\mu\text{Sv/年}$ 以下）することとする。

なお、放射線の被ばく管理及び放射性廃棄物管理の運用については、今後、使用済燃料貯蔵施設の最終的な詳細設計に合わせて更に十分検討の上、原子炉等規制法に基づく保安規定に定める。

1.2 具体的方法

- (1) リサイクル燃料備蓄センターに係る放射線被ばくを合理的に達成できる限り低くする方針で、遮蔽設備、放射線管理設備及び放射性廃棄物の廃棄施設を設計し、運用する。
- (2) 放射線被ばくを合理的に達成できる限り低くするために、管理区域を設定して、立入りの制限を行い、外部放射線に係る線量当量を監視して、その結果を管理区域内の諸管理に反映するとともに必要な情報を管理区域の入口付近及び事務本館に表示し、作業環境の整備に努める。
- (3) 放射線業務従事者に対しては、被ばく歴を把握し、常に線量を測定評価し、線量の低減に努める。
さらに、各個人については定期的に健康診断を行って常に身体的状態を把握する。
- (4) 管理区域の外側には、周辺監視区域を設定して、この区域内では人の居住を禁止し、境界に柵、門扉、扉及び標識を設けることによって、人の立入りを制限する。
- (5) リサイクル燃料備蓄センターからの平常時の直接線及びスカイシャイン線に起因する敷地境界外での線量については、合理的に達成できる限り低くなるように使用済燃料貯蔵建屋のコンクリート壁等によって遮蔽する。

2. リサイクル燃料備蓄センターの放射線管理

2.1 管理区域及び周辺監視区域の設定

2.1.1 管理区域

使用済燃料貯蔵建屋内でその場所における外部放射線に係る線量が「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」（第1条）に定められた値を超えるか、又はそのおそれのある区域は全て管理区域とする。実際には部屋、建物その他の施設の配置及び管理上の便宜をも考慮して、第2.1-1図に示すように使用済燃料貯蔵建屋内の貯蔵区域及び受入れ区域を管理区域とする。

また、使用済燃料集合体を収納した金属キャスクの搬出入時等において一時的に上記管理区域に係る値を超えるか、又は超えるおそれのある区域が生じた場合は、一時的に管理区域とする。

2.1.2 周辺監視区域

外部放射線に係る線量が、「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」（第2条）に定められた値を超えるおそれのある区域を周辺監視区域とする。周辺監視区域の境界は、実際には管理上の便宜も考慮して第2.1-1図に示すように設定する。

2.2 管理区域内の管理

管理区域については、「使用済燃料の貯蔵の事業に関する規則」（以下「貯蔵規則」という。）（第29条）に従って、次の措置を講ずる。

- (1) 壁及び扉によって区画するほか、標識を設けることによって明らかに他の場所と区別する。
- (2) 管理区域内は、外部放射線に係る線量率、放射線業務従事者の立入頻度及び立入時間に差異があるので、これらのことを考慮して適切な諸管理を行う。

2.2.1 遮蔽

放射線業務従事者等を外部被ばくから防護するため、添付書類六の

「7.1 放射線防護設備」に示す遮蔽設計に基づき管理区域を区分する。

2.2.2 線量当量率の測定

放射線業務従事者等の線量の管理が、容易かつ確実に行えるようにするため、放射線監視設備により、管理区域の放射線レベルの状況を把握する。

(1) エリアモニタによる測定

管理区域内の外部放射線に係る線量を把握するため、管理区域内の主要場所について外部放射線に係る線量当量率を測定し、放射線レベルがあらかじめ設定された値以上になると、監視盤室及び事務建屋において警報を発報する。エリアモニタの警報設定点は、平常時の値及び管理区域内の区分基準の線量率を基にして定める。

エリアモニタの主な設置場所は、添付書類六「7.2 放射線管理設備」に示す。

(2) サーベイメータによる測定

放射線業務従事者等の立入頻度及び被ばくの可能性を考慮し、必要な箇所については、定期的及び必要の都度サーベイメータによる外部放射線に係る線量当量率を測定する。

サーベイメータとしては、次のものを使用する。

$\beta \cdot \gamma$ 線用サーベイメータ

中性子線用サーベイメータ

2.2.3 人の出入管理

(1) 管理区域への立入制限

管理区域への立入りは、あらかじめ指定された者で、かつ、必要な場合に限るものとする。

なお、管理区域への立入制限は、チェックポイントにおいて行う。

(2) 出入管理の原則

a. 管理区域の人の出入りについては、チェックポイントにおいて確認し記録する。

b. 管理区域に立ち入る者には、個人線量計を着用させる。

c. 一時的に立ち入る者が管理区域に立ち入る場合には、放射線業務従事者を同行させ、その指示に従わせる。

(3) 管理区域での遵守事項

異常事態の発生又はそのおそれがある事象を発見した場合は、直ちに必要箇所へ連絡させ、その指示に従わせる。

2.2.4 管理区域内の区分

管理区域は、放射性物質によって汚染された物の表面の放射性物質の密度及び空気中の放射性物質濃度が法令に定める管理区域に係る値を超えるおそれのない区域である放射線管理区域とする。また、外部放射線に係る線量当量率の高低により細区分し、段階的な出入管理を行うことによって管理区域へ立ち入る者の被ばく管理及び作業計画の立案が、容易かつ確実に行えるようにする。

金属キャスクの搬入時は、金属キャスク、事業所外運搬に必要な緩衝体の表面密度検査を行い、表面の放射性物質の密度が、法令に定める表面密度限度の十分の一以下であることを確認する。

搬入した金属キャスク、輸送機材及び緩衝体の表面の放射性物質の密度が、法令に定める管理区域に係る値を超える場合、又は金属キャスク蓋部から放射性物質が漏れ出した場合には、エリアを区画してフィルタ付局所排風機を設置するとともに除染や養生の適切な処置を講ずる。また、管理区域内の空気中の放射性物質の濃度並びに床、壁及び物品の表面の放射性物質の密度を測定するとともに、区画したエリアから人が退去し、又は物品を持ち出そうとする場合には、表面汚染検査を行い、その者の身体及び衣服、履物等身体に着用している物並びにその持ち出そうとする物品（その物品を容器に入れ又は包装した場合には、その容器又は包装）の表面の放射性物質の密度が、法令に定める表面密度限度の十分の一を超えないようにする。

2.2.5 作業管理

管理区域での作業は、放射線業務従事者の線量を合理的に達成できる限り低減することを旨として原則として次のように行う。

- (1) 事前に作業環境に応じて放射線防護具類の着用、時間制限、一時的遮蔽の実施といった必要な条件を定め、放射線業務従事者の個人被ばく歴を考慮して合理的な作業計画を立てる。

また、必要に応じて事前に作業訓練を行う。

- (2) 作業中には、必要に応じ、外部放射線に係る線量当量率を測定し、必要な場合には、一時的遮蔽を使用や作業エリアの見直しを行い、作業環境の保全に努める。
- (3) 請負業者の作業管理については、当社放射線業務従事者に準じて行うほか、立会や放射線管理計画書の確認・指導により指導監督を行う。

2.3 周辺監視区域内の管理

貯蔵規則（第29条）の規定に基づき、周辺監視区域は、人の居住を禁止し、境界に柵、門扉、扉及び標識を設けることによって周辺監視区域に業務上立ち入る者以外の者の立入りを制限する。

周辺監視区域の外部放射線に係る線量は、「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」（第1条）に定める値以下に保つ。

具体的には、管理区域境界で $2.6\mu\text{Sv/h}$ 以下になるように遮蔽設計を行い、管理区域の外側において3月間について 1.3mSv を超えないよう管理する。

また、事業所内の管理区域以外の人が立ち入る場所に滞在する者の線量は、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（第4条）に従って公衆の線量限度以下になるよう管理する。

これら基準を満足していることを確認するために、周辺監視区域内において定期的に外部放射線に係る線量当量の測定を行い、必要に応じて放射線サーベイを行い、区画の実施、立入時間の制限、被ばくに対する注意喚起といった適切な措置を講ずる。

なお、周辺監視区域境界外においては、「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」（第2条）に定める線量限度以下に管理する。その監視については、「3. 周辺監視区域境界の放射線監視」で述べる。

2.4 個人被ばく管理

管理区域に立ち入る者の個人被ばく管理は、線量を常に測定評価するとともに定期的及び必要に応じて健康診断を実施し、身体的状態を把握することによって行う。

なお、請負業者の放射線業務従事者の個人被ばく管理については、貯蔵規則に定められるものについて、当社の放射線業務従事者に準じて扱う。

(1) 管理区域立入前の措置

放射線業務従事者に対しては、あらかじめ次のような措置を講ずる。

- a. 放射線防護に関する教育及び訓練を行う。
- b. 被ばく歴及び健康診断結果を調査する。

(2) 放射線業務従事者の線量限度

放射線業務従事者の線量は、「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」（第5条）に定める線量限度を超えないようにする。

(3) 線量の管理

放射線業務従事者の線量が線量限度を超えないよう被ばく管理上必要な措置を講ずる。

a. 外部被ばくによる線量の評価

放射線業務従事者の外部被ばくによる線量の評価は、管理区域内において個人線量計を着用させ、外部被ばくによる線量当量の積算値を日ごと及び定期的に測定することにより行う。

なお、一時的に立ち入る者には、個人線量計により、その都度外部被ばくによる線量当量の測定を行う。

b. 線量評価結果の通知及び記録

- (a) 個人の線量の評価結果は、定期的に記録するとともに以後の放射

線管理及び健康管理に反映させる。

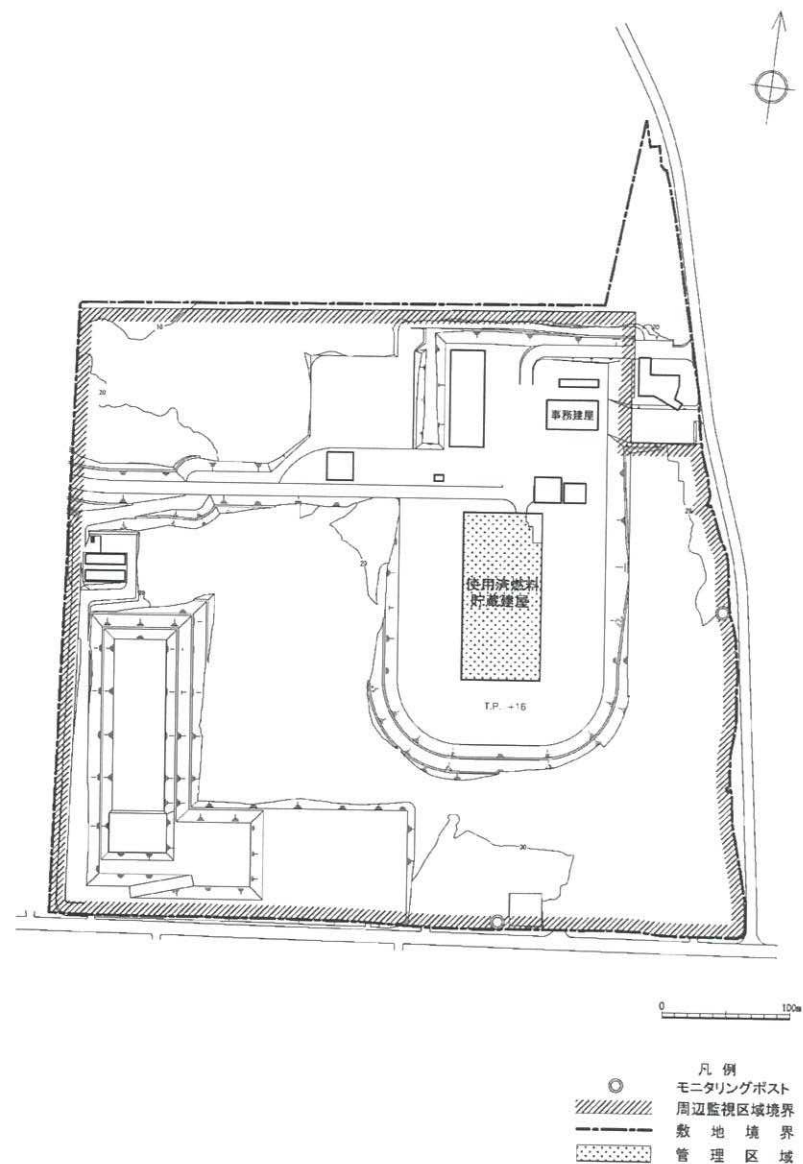
(b) 線量評価結果は、本人に通知する。

(4) 健康管理

a. 「労働安全衛生規則」(第44条及び第45条)による健康診断のほか
「電離放射線障害防止規則」(第56条)の規定に基づき放射線業務従
事者について健康診断を実施し、常にその健康状態を把握する。

b. 健康診断結果及び線量評価結果による医師の勧告及び指導を考慮し、
必要ある場合は、保健指導及び就業上の措置を講ずる。

c. リサイクル燃料備蓄センター内において放射線障害が発生した場合
又はそのおそれのある場合は、必要な応急措置をとる。



第2.1-1図 管理区域及び周辺監視区域図

3. 周辺監視区域境界の放射線監視

周辺監視区域境界に異常がないことを確認するため、空間放射線量及び空間放射線量率を測定することにより放射線監視を行う。

測定対象	測定頻度	測定点及び監視
空間放射線量	1回／3か月	周辺監視区域境界付近に積算線量計を設置
空間放射線量率	常時	周辺監視区域境界付近にモニタリングポストを設置 監視盤室及び必要な箇所 で常時監視

4. 放射性廃棄物処理

4.1 放射性廃棄物処理の基本的考え方

放射性廃棄物の廃棄施設の設計及び管理に際しては、貯蔵規則を遵守するとともに、次の考え方に基づくものとする。

- (1) 液体廃棄物は、ドラム缶、ステンレス製の密封容器に入れた後、廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。
- (2) 固体廃棄物は、ドラム缶、ステンレス製の密封容器に入れた後、廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

4.2 液体廃棄物処理

4.2.1 液体廃棄物の種類とその発生量

使用済燃料貯蔵施設の管理区域では、平常時に発生する液体廃棄物は無い。

液体廃棄物の年間推定発生量：0 m³

4.2.2 液体廃棄物の保管管理

搬入した金属キャスク等の表面に法令に定める管理区域に係る値を超える放射性物質が検出された場合は、除染に使用した水及び除染液の液体廃棄物をドラム缶、ステンレス製の密封容器に入れた後、放射性廃棄物の廃棄施設の廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

4.3 固体廃棄物処理

4.3.1 固体廃棄物の種類とその発生量

使用済燃料貯蔵施設の管理区域では、平常時に発生する固体廃棄物は少ない。

固体廃棄物の年間推定発生量：0 m³

4.3.2 固体廃棄物の保管管理

搬入した金属キャスク等の表面に法令に定める管理区域に係る値を超える放射性物質が検出された場合は、除染に使用したウエス、ゴム手袋等の固体廃棄物をドラム缶、ステンレス製の密封容器に入れた後、放射性廃棄物の廃棄施設の廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

5. 平常時における公衆の線量評価

リサイクル燃料備蓄センターに起因する平常時における公衆の線量が、原子炉等規制法に基づき定められている線量限度を超えないことはもとより、合理的に達成できる限り低いことを評価する。

使用済燃料貯蔵施設には、表面の放射性物質の密度が法令に定める表面密度限度以下であることを確認した金属キャスクを搬入する。また、使用済燃料集合体は、別の容器に詰め替えることなく貯蔵するため、使用済燃料貯蔵施設において放射性物質が検出される可能性は極めて低い。万一、金属キャスクの表面に法令に定める表面密度限度の放射性物質が付着して使用済燃料貯蔵施設に搬入されたとしても、それに起因する公衆の線量は無視し得る程度である。

以上のことから、平常時における公衆の線量は、リサイクル燃料備蓄センターからの放射線による外部被ばくについて評価することとする。

5.1 施設からの放射線による公衆の線量⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾

5.1.1 計算方法の概要

リサイクル燃料備蓄センターからの放射線による公衆の線量は、使用済燃料貯蔵建屋に収容されている線源が放出する放射線が直接的又は空气中で散乱されて施設周辺に到達してくる直接線及びスカイシャイン線について評価する。計算地点は、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域からの距離、貯蔵区域における給気口及び排気口の開口の向き、側壁等による遮蔽効果及び金属キャスクの配置を考慮して、東側及び南側の敷地境界外とし、使用済燃料貯蔵建屋からの直接線及びスカイシャイン線による線量を足しあわせた実効線量を評価する。

5.1.2 計算のための前提条件

(1) 線源

線源としては、使用済燃料集合体を収納した金属キャスクとし、その基数は、事業開始以降、金属キャスクの基数及び配置がいずれの状態においても最も厳しい条件となるように、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域に配置した288基とする。使用済燃料貯蔵建屋の最大貯蔵時の機器配置図を添付書類六 第2.4-1図(2)に、断面図を添付書類六 第2.4-2図に示す。

金属キャスクの線源強度は、敷地境界外の線量が保守的な評価結果となるように、コンクリートの透過率を考慮してエネルギースペクトルを設定するとともに、金属キャスク表面から1mの位置における平均の線量当量率が $100\mu\text{Sv/h}$ となるように規格化する。また、金属キャスクからの放射線の線質を全て中性子又は全てガンマ線とした条件においてそれぞれ敷地境界外における実効線量を求め、保守的な値を公衆の被ばく線量とする。

(2) 計算地点

線量の計算は、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域からの距離、貯蔵区域における給気口及び排気口の開口の向き、側壁等による遮蔽効果及び金属キャスクの配置を考慮して、東側及び南側の敷地境界外について行う。

線量の計算地点を第5.1-1図に示す。

5.1.3 線量の計算方法

金属キャスクからの直接線及びスカイシャイン線は、金属キャスクを円柱状にモデル化し、金属キャスク配置、使用済燃料貯蔵建屋構造を考慮して、三次元連続エネルギーモンテカルロ法コードMCNP-4Cを用いて計算地点における中性子束又はガンマ線束を算出する。

金属キャスクからの直接線及びスカイシャイン線の計算に当たっては、遮蔽体の形状、材質等、十分な安全裕度を見込むこととする。

計算地点における中性子束又はガンマ線束からの実効線量の算出には、国際放射線防護委員会(ICRP)のPublication74の換算係数を用いて計算地点における線量を計算する。

5.1.4 計算結果

リサイクル燃料備蓄センターからの直接線及びスカイシャイン線による敷地境界外の線量の計算を行った結果、評価線質が中性子の場合、東側の敷地境界外において最大となり、その実効線量は年間約 $2.8 \times 10^{-2} \text{mSv}$ である。また、評価線質がガンマ線の場合、南側の敷地境界外において最大となり、その実効線量は年間約 $6.6 \times 10^{-3} \text{mSv}$ である。

5.2 線量評価結果

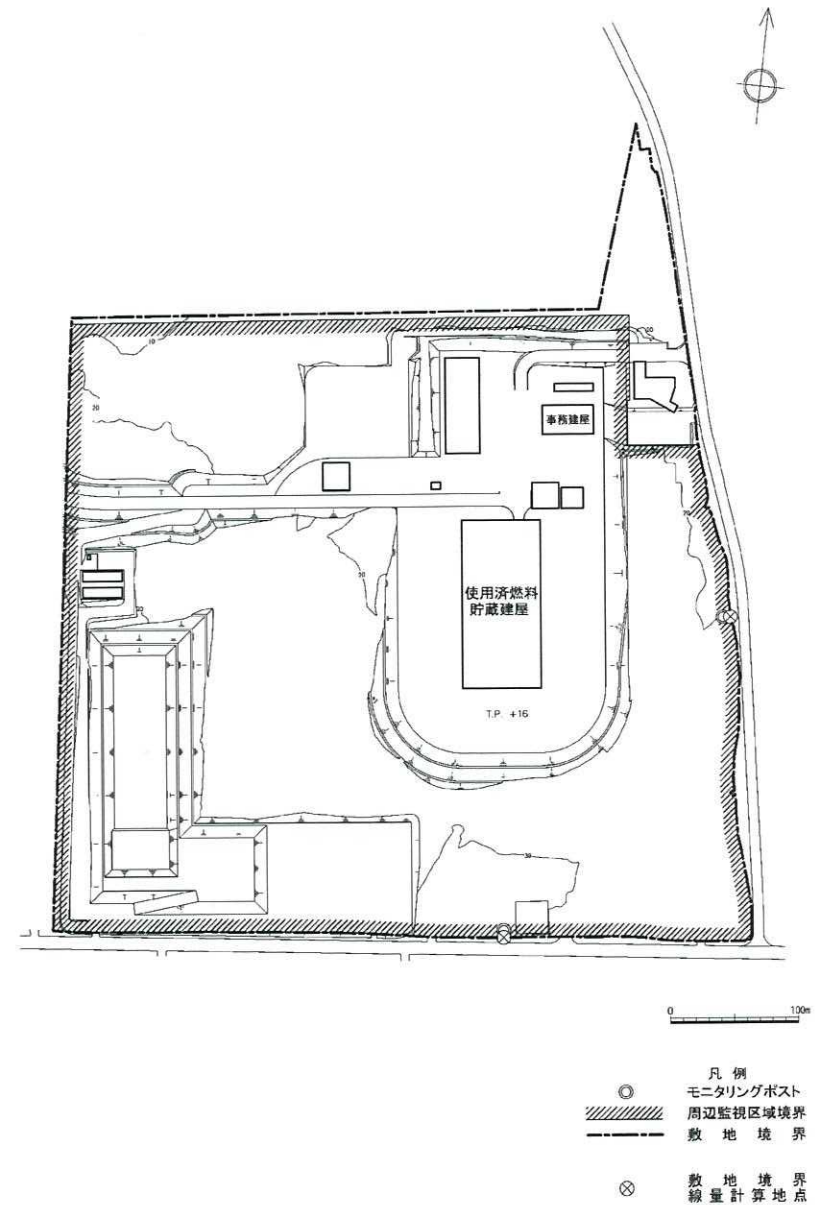
リサイクル燃料備蓄センターからの直接線及びスカイシャイン線による敷地境界外の実効線量の計算を行った結果、その値は、年間約 $2.8 \times 10^{-2} \text{mSv}$ である。

したがって、平常時における公衆の実効線量は、「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」（第2条）に示されている周辺監視区域外における線量限度（年間 1mSv ）を十分に下回る。

以上のように、リサイクル燃料備蓄センターに起因する平常時における公衆の線量は、合理的に達成できる限り十分に低い。

5.3 参考文献

- (1) 財団法人原子力安全研究協会, 使用済燃料中間貯蔵施設の直接線・スカイシャイン線量の評価手法について〔金属キャスク方式〕, 平成12年3月
- (2) 東電設計株式会社, 使用済燃料中間貯蔵施設 貯蔵建屋・設備の安全設計及び施設安全評価について, TEPSCO-LR-001改2, 平成21年8月
- (3) 小佐古 敏荘 他, MCNPコードの金属キャスク貯蔵方式中間貯蔵施設線量評価への適用, 日本原子力学会和文論文誌, Vol. 6, No. 2, 2007年
- (4) Smith H. ed. Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection Against External Radiation. The International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 74, 1995



第5.1-1図 線量計算地点図

添 付 書 類 八

使用済燃料貯蔵施設の操作上の過失，機械又は装置の故障，浸水，
地震，火災，爆発等があった場合に発生すると想定される
使用済燃料貯蔵施設の事故の種類，程度，影響等に関する説明書

1. 安全評価に関する基本方針

使用済燃料貯蔵施設は，使用済燃料集合体を金属キャスクに収納した状態で搬入し，別の容器に詰め替えることなく貯蔵する施設であり，添付書類六で述べたように十分な安全設計，安全対策を講ずるため，操作上の過失，機械又は装置の故障，浸水，地震，津波，火災，爆発等による事故の発生の可能性は極めて小さい。しかし，ここでは，金属キャスク及び使用済燃料貯蔵建屋の基本的安全機能を著しく損なうおそれのある事故の発生の可能性を金属キャスクの構成部材の経年変化も踏まえ，技術的観点から十分に検討し，最悪の場合，技術的に発生が想定される事故であって，公衆の放射線被ばくの観点からみて重要と考えられる事故を選定し評価することとする。

2. 事故選定及び評価⁽¹⁾⁽²⁾

2.1 事故選定

使用済燃料貯蔵施設における金属キャスクの取扱工程から、金属キャスクの基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある事象、並びに使用済燃料貯蔵施設における貯蔵期間中に基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある事象を抽出する。

ただし、使用済燃料貯蔵施設においては、金属キャスクの内部構造物及び収納物を直接確認することはしないことから、原子力発電所における金属キャスクの取扱工程において誤操作等が生じ、それに起因して貯蔵期間中に基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある事象についても抽出の対象に含めることとする。

抽出した事象について、設計及び運用による対応の有効性を考慮して、金属キャスクの基本的安全機能への影響を確認し、万一発生した場合、公衆に対し放射線被ばくのリスクを及ぼす可能性がある事象を選定する。

事象の選定に際し、事象選定をする必要のないものを判定する判断基準としては、物理的な対策、検査の実施等により事故となる可能性が排除できること、事故による影響が設計上考慮されている又は影響が小さいこと、事故の発生確率が定量的に評価され明らかに低いこと及び事象を発生させる設備、環境等が存在しないことが明らかであることのいずれかを満たすことを基本とする。

さらに、選定した事象の中から、公衆の放射線被ばくの観点からみて重要と考えられる事象を事故事象として選定する。

なお、金属キャスクは、その内部が乾燥された状態であり、かつ、水が侵入することはないことから、臨界となることはない。さらに、金属キャスクは、乾燥又は水が存在している状態で、技術的に想定されるいかなる

場合においても臨界となることはない。したがって、臨界については事故選定及び評価の対象としない。また、貯蔵期間中は、金属キャスクを静的に貯蔵している状態であり、かつ、金属キャスクの蓋間圧力、表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度を連続して監視しており、測定値の異常な変動に対し、適切に処置を施すことができることから、閉じ込め機能及び除熱機能が瞬時に機能喪失に至ることはない。したがって、そのような仮想的な事象については、事故選定及び評価の対象としない。

原子力発電所及び使用済燃料貯蔵施設における金属キャスクの取扱工程を以下に示す。

(1) 原子力発電所における金属キャスクの取扱工程

使用済燃料集合体は貯蔵する燃料仕様に適合するように選定し、使用済燃料集合体の種類、燃焼度に応じ、金属キャスク内の所定の位置に収納する。使用済燃料集合体を収納した金属キャスクは、一次蓋を取付け、その内部を乾燥した後、内部を不活性雰囲気とするためヘリウムガスを封入する。さらに、二次蓋を取付け、蓋間にヘリウムガスを充填する。

金属キャスクを原子力発電所から搬出する前に、貯蔵のために必要な気密漏えい検査、線量当量率検査、温度測定検査等を行う。

(2) 使用済燃料貯蔵施設における金属キャスクの取扱工程

キャスク輸送車両により使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域に搬入された金属キャスクは、事業所外運搬に必要な緩衝体を取り付けた状態で、受入れ区域天井クレーンを用いて仮置架台又はたて起こし架台に設置する。仮置架台に設置された金属キャスクは、たて起こしの都度、たて起こし架台へ移送する。

金属キャスクは、たて起こし架台で緩衝体を取り外し、受入れ区域天井クレーンを用いてたて起こし、金属キャスクを貯蔵架台へ設置、固定

した後、搬送台車により検査架台へ移送する。

金属キャスク表面の外観検査、線量当量率検査等を行った後、金属キャスクは、搬送台車を用いて貯蔵区域の所定の箇所まで移送し、貯蔵架台を床面に固定して貯蔵する。

また、上記の工程を逆に行うことにより、金属キャスクを搬出する。

2.1.1 原子力発電所における金属キャスクの取り扱いに起因する事象

原子力発電所における金属キャスクの取扱工程から、使用済燃料貯蔵施設での貯蔵期間中において、金属キャスクの基本的安全機能に影響を及ぼす可能性が想定される事象としては、使用済燃料集合体の誤収納、金属キャスク内部の真空乾燥不足、金属キャスク内部への不活性ガス誤充填、金属キャスク蓋部の取付不良が考えられる。

(1) 使用済燃料集合体の誤収納

金属キャスクに収納する使用済燃料集合体の誤収納を防止するため、以下のような作業管理上の対策を講ずる。

- a. 使用済燃料集合体の収納作業にあたり、適切な作業要領が整備されていることを確認する。
- b. 使用済燃料集合体が金属キャスク内の所定の位置に収納されていること、作業要領に従って適切に作業が行われたことを作業記録により確認する。

なお、これらの対策の他、原子炉設置者により、金属キャスクに収納した使用済燃料集合体の燃料番号及び収納配置の水中テレビカメラによる直接確認、金属キャスクを原子力発電所から搬出する前に収納物検査が行われる。

使用済燃料集合体の誤収納が発生したとしても、金属キャスクの基本的安全機能に直ちに著しい劣化を及ぼすような誤収納は、原子力発電所から搬出する前に行われる線量当量率、温度測定等の確認により異常として検知できる。

さらに、上記以外の使用済燃料集合体の誤収納の発生を想定しても、原子炉設置者は、定期的に原子炉施設内の燃料集合体の在庫確認を実施しており、誤収納は明らかとなるため、使用済燃料貯蔵施設において、

誤収納が発生した金属キャスクの貯蔵が、長期間にわたり継続されることはない。また、貯蔵期間中は蓋間圧力の監視により閉じ込め機能が損なわれる前に異常を検知でき、適切に処置を施すことができる。

なお、金属キャスクの設計においては、最大崩壊熱量に対して余裕を考慮した保守的な崩壊熱量を用いる等、十分な保守性を有する条件としていることから、使用済燃料集合体の誤収納が発生してから判明するまでの間に、金属キャスクの基本的安全機能に影響を及ぼすことは考えられない。

以上のことから、使用済燃料集合体の誤収納は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(2) 金属キャスク内部の真空乾燥不足

金属キャスク内部の真空乾燥不足を防止するため、以下のような作業管理上の対策を講ずる。

- a. 金属キャスクの真空乾燥作業にあたり、適切な作業要領が定められていることを確認する。
- b. 真空乾燥作業が作業要領に従って適切に行われたことを作業記録により確認する。

なお、これらの対策の他、原子炉設置者により、作業中の真空乾燥時間及び金属キャスク内部の圧力の監視、作業終了時における金属キャスク内部の残留水分の確認、クリプトンモニタによる燃料被覆管健全性の確認が行われる。

真空乾燥不足が発生し、金属キャスク内部に規定量以上の水分が残留して、使用済燃料集合体及び内部構造物へ影響が生じた場合、除熱機能への影響及びそれに伴う閉じ込め機能への影響が想定されるものの、長期的な影響が生じていたとしても、貯蔵期間中は蓋間圧力を監視してい

るため、閉じ込め機能が損なわれる前に異常を検知でき、適切に処置を施すことができる。

以上のことから、金属キャスクの真空乾燥不足は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(3) 金属キャスク内部への不活性ガス誤充填

金属キャスク内部への不活性ガス誤充填を防止するため、以下のような作業管理上の対策を講ずる。

- a. 金属キャスク内部へのヘリウムガス充填作業にあたり、適切な作業要領が定められていることを確認する。
- b. ヘリウムガス充填作業が作業要領に従って適切に行われたことを作業記録により確認する。

なお、これらの対策の他、原子炉設置者により、金属キャスク内部へ充填するガスのヘリウムガスであることの確認、充填装置とヘリウムガスボンベとの接続を専用の継ぎ手とし、ヘリウムガス以外のガスボンベが物理的に接続できない構造とする対策が講じられる。

これらの対策により、金属キャスク内部への不活性ガス誤充填の発生の可能性は極めて低い。

以上のことから、金属キャスク内部への不活性ガス誤充填は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(4) 金属キャスク蓋部の取付不良

金属キャスク蓋部の取付不良を防止するため、以下のような作業管理上の対策を講ずる。

- a. 金属キャスク蓋部の取付作業にあたり、適切な作業要領が定められていることを確認する。
- b. 金属キャスクの一次蓋及び二次蓋の漏えい率が所定の漏えい率以下

であること、蓋部の取付作業が作業要領に従って適切に行われたことを作業記録により確認する。

なお、これらの対策の他、原子炉設置者により、シール面に異物がな
いことの確認、蓋ボルト締付け時におけるトルク管理、金属キャスクを
発電所から搬出する前における気密漏えい検査が行われる。

これらの対策により、金属キャスク蓋部の取付不良の発生の可能性は
極めて低い。

さらに、貯蔵期間中は、金属キャスクの蓋間圧力を監視することから、
長期的な影響が生じたとしても、閉じ込め機能が損なわれる前に検知で
き、適切に処置を施すことができる。

以上のことから、金属キャスク蓋部の取付不良は、基本的安全機能へ
の影響を確認する事象として選定する必要はない。

2.1.2 使用済燃料貯蔵施設における金属キャスクの取り扱いに起因する事象

使用済燃料貯蔵施設における金属キャスクの取扱工程から、金属キャ
スクの基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある事象としては、金属キャ
スクの落下・転倒、金属キャスクの衝突及び金属キャスクへの重量物の落
下が考えられる。

(1) 金属キャスクの落下

受入れ区域天井クレーンによる取扱時の金属キャスクの落下を防止す
るため、以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

- a. 受入れ区域天井クレーン及びつり具は、金属キャスクの総重量を十
分上回る重量に耐えることのできる強度に設計する。
- b. 受入れ区域天井クレーンのワイヤロープ、ブレーキ及びリミットス
イッチは、故障を考慮して二重化する。
- c. つり具は、圧縮空気が喪失した場合、金属キャスクが外れないフェ
イル・セーフ設計とする。
- d. つり具の取付不良を考慮して、金属キャスクを4点つりとする。
- e. つり具の取付不良を考慮して、受入れ区域天井クレーンフックによ
るつり具保持の他に安全板によりつり具を保持する設計とする。
- f. 作業要領を十分整備し、監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱
作業を行う管理体制をとる。監督者は、金属キャスクの移送及び取扱
いに関して知識を有し、教育・訓練経験を有する実務経験のあるもの
が従事する。

d. の金属キャスクの4点つりについては、水平吊具はアーム1本の
保持不良があった場合でも落下せず、垂直吊具は主アーム2本及び補
アーム2本で二重化しており、主アームの保持不良があった場合でも補

アームにより落下しないことから、金属キャスクの落下の発生の可能性は極めて低い。

以上のことから、金属キャスクの落下は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(2) 金属キャスクの転倒（受入れ区域天井クレーンによるたて起こし時）

受入れ区域天井クレーンによるたて起こし時の金属キャスクの転倒を防止するため、以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

- a. 受入れ区域天井クレーン及びつり具は、金属キャスクの総重量を十分上回る重量に耐えることのできる強度に設計する。
- b. 受入れ区域天井クレーンのワイヤロープ、ブレーキ及びリミットスイッチは、故障を考慮して二重化する。
- c. つり具は、圧縮空気が喪失した場合、金属キャスクが外れないフェイル・セーフ設計とする。
- d. 作業要領を十分整備し、監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は、金属キャスクの移送及び取扱いに関して知識を有し、教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。

これらの対策により、金属キャスクの転倒の発生の可能性は低いものの、たて起こし時には金属キャスクを2点つりとすることから、つり具の保持不良により発生した金属キャスクの転倒（受入れ区域天井クレーンによるたて起こし時）を、金属キャスクの基本的安全機能への影響を確認する事象として選定し、評価する。

なお、使用済燃料貯蔵施設は、受入れ区域天井クレーンによる金属キャスク移送中のたて起こし架台上での転倒が発生したとしても、以下の拡大防止対策を講ずることにより、金属キャスクの閉じ込め機能に影響

を与えない設計とする。

- e. 事業所外運搬に必要な緩衝体を取り外した状態で金属キャスクをつり上げる場合には、床面に圧潰応力3MPaの衝撃吸収材を敷設する。

評価の結果、金属キャスクの閉じ込め機能を構成する部材に発生する応力は弾性範囲内となり、放射性物質は放出されない。

以上のことから、受入れ区域天井クレーンによるたて起こし時の金属キャスクの転倒により公衆に放射線被ばくのリスクを及ぼすことはない。

(3) 金属キャスクの転倒（搬送台車による移送時）

搬送台車による移送時の金属キャスクの転倒を防止するため、以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

- a. 搬送台車は障害物との接触を検知する装置を設け、衝突を防止する。また、操作員及び補助員による緊急停止機構を設ける。
- b. 搬送台車による移送において、急発進及び急停止による加速度又は基準地震動Ssによる加速度が作用しても、金属キャスクが転倒することのないように、移送速度を定格速度（10m/分）以下、浮上高さを約5cmで移送する。貯蔵架台は転倒しない寸法に設計する。
- c. 作業要領を十分整備し、監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は、金属キャスクの移送及び取扱いに関して知識を有し、教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。

これらの対策により、搬送台車による移送時の金属キャスクの転倒の発生の可能性は極めて低い。

以上のことから、搬送台車による移送時の金属キャスクの転倒は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(4) 金属キャスクの衝突（受入れ区域天井クレーンによる移送（走行，横行）時）

受入れ区域天井クレーンによる移送（走行，横行）時の仮置架台，たて起こし架台及び受入れ区域壁への金属キャスクの衝突を防止するため，以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

- a. 受入れ区域天井クレーンのワイヤロープ，ブレーキ及びリミットスイッチは，故障を考慮して二重化する。
- b. 受入れ区域天井クレーンは，可動範囲を制限するインターロックを設ける。
- c. 作業要領を十分整備し，監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は，金属キャスクの移送及び取扱いに関して知識を有し，教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。

これらの対策により，受入れ区域天井クレーンによる移送（走行，横行）時の仮置架台，たて起こし架台及び受入れ区域壁への金属キャスクの衝突の発生の可能性は極めて低い。

また，金属キャスクの受入れ区域天井クレーンによる移送時には蓋部が直接的に仮置架台，たて起こし架台及び受入れ区域壁に衝突することはないため，万一金属キャスクが仮置架台，たて起こし架台及び受入れ区域壁に衝突したとしても，基本的安全機能への影響は小さい。

以上のことから，受入れ区域天井クレーンによる移送（走行，横行）時の仮置架台，たて起こし架台及び受入れ区域壁への金属キャスクの衝突は，基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(5) 金属キャスクの衝突（受入れ区域天井クレーンによるつり下げ時）

受入れ区域天井クレーンによるつり下げ時の仮置架台，たて起こし架台，貯蔵架台への金属キャスクの衝突を防止するため，以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

- a. 受入れ区域天井クレーンのワイヤロープ及びブレーキは，故障を考慮して二重化する。
- b. 金属キャスクは，貯蔵期間中に操作員の単一の誤操作により発生すると予想される貯蔵架台への衝突，金属キャスク取扱時の仮置架台，たて起こし架台との衝突事象に対し，基本的安全機能を損なわない構造強度を有する設計とする。
- c. 作業要領を十分整備し，監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は，金属キャスクの移送及び取扱いに関して知識を有し，教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。

これらの対策により，受入れ区域天井クレーンによるつり下げ時の仮置架台，たて起こし架台及び貯蔵架台への金属キャスクの衝突の発生の可能性は極めて低く，万一発生したとしても，金属キャスクの基本的安全機能は維持される。

以上のことから，受入れ区域天井クレーンによるつり下げ時の仮置架台，たて起こし架台及び貯蔵架台への金属キャスクの衝突は，基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(6) 金属キャスクの衝突（搬送台車による移送時）

搬送台車による移送時の他の構造物及び機器への金属キャスクの衝突を防止するため，以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

- a. 搬送台車には障害物との接触を検知する装置を設け，衝突を防止す

る。また、操作員及び補助員による緊急停止機構を設ける。

b. 搬送台車は、移送速度を定格速度（10m／分）以下、浮上高さを約5cmで移送する。

c. 金属カスクは、貯蔵期間中に操作員の単一の誤操作により発生すると予想される貯蔵架台への衝突、金属カスク取扱時の他の構造物及び機器との衝突事象に対し、基本的安全機能を損なわない構造強度を有する設計とする。

d. 作業要領を十分整備し、監督者の直接指揮下で金属カスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は、金属カスクの移送及び取扱いに関して知識を有し、教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。

これらの対策により、搬送台車による移送時の他の構造物及び機器への衝突の発生の可能性は極めて低く、万一発生したとしても、金属カスクの基本的安全機能は維持される。

以上のことから、搬送台車による移送時の他の構造物及び機器への金属カスクの衝突は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(7) 金属カスクへの重量物の落下（緩衝体）

金属カスクへの緩衝体の落下を防止するため、以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

a. 受入れ区域天井クレーンは、自重、地震荷重及び吊荷荷重の適切な組合せを考慮しても強度上耐え得る設計とする。

b. 受入れ区域天井クレーンは、可動範囲を制限するインターロックを設ける。

c. 作業要領を十分整備し、監督者の直接指揮下で金属カスクの取扱

作業を行う管理体制をとる。監督者は、金属カスクの移送及び取扱いに関して知識を有し、教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。

これらの対策により、金属カスクへの緩衝体の落下の発生の可能性は極めて低い。

以上のことから、金属カスクへの緩衝体の落下は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(8) 金属カスクへの重量物の落下（三次蓋、二次蓋）

金属カスクへの三次蓋及び二次蓋の落下を防止するため、以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

a. 受入れ区域天井クレーンは、自重、地震荷重及び吊荷荷重の適切な組合せを考慮しても強度上耐え得る設計とする。

b. 作業要領を十分整備し、監督者の直接指揮下で金属カスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は、金属カスクの移送及び取扱いに関して知識を有し、教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。

これらの対策により、金属カスクへの三次蓋及び二次蓋の落下の発生の可能性は低いが、三次蓋及び二次蓋は取り付け又は取り外しの作業を行う際に、つり具の保持不良により落下の発生の可能性があるため、発生した場合における金属カスクの基本的安全機能への影響を確認する事象として選定し、評価する。

評価においては、事業所外運搬に供する三次蓋の取り付け又は取り外し作業時に三次蓋が二次蓋に落下する事象、及び二次蓋金属ガasketの交換作業時に二次蓋が一次蓋に落下する事象の発生を想定して、下記の拡大防止対策を講じ、金属カスクの閉じ込め機能に影響を与えない

ことを確認する。

c. 事業所外運搬に供する三次蓋の取り付け又は取り外しの作業、及び二次蓋金属ガasketの交換作業を行う場合には、金属キャスク上で三次蓋及び二次蓋のつり上げ高さを10cm以下に制限する。

評価の結果、金属キャスクへの三次蓋及び二次蓋の落下が発生しても金属キャスクの閉じ込め機能を構成する部材に発生する応力は弾性範囲内となり、放射性物質は放出されない。

以上のことから、金属キャスクへの三次蓋及び二次蓋の落下により公衆に放射線被ばくのリスクを及ぼすことはない。

2.1.3 貯蔵期間中に基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある事象

使用済燃料貯蔵施設における貯蔵期間中に金属キャスクの基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある事象として、使用済燃料貯蔵建屋給排気口の閉塞、火災・爆発、経年変化、発生することが想定される自然災害等が考えられる。

(1) 使用済燃料貯蔵建屋給排気口の閉塞

使用済燃料貯蔵建屋には、金属キャスク表面から金属キャスク周囲の空気に伝えられた使用済燃料集合体の崩壊熱を、その熱量に応じて生じる空気の通風力を利用して使用済燃料貯蔵建屋外へ放散するため、給気口及び排気口を設ける。金属キャスクを貯蔵する貯蔵区域の給気口フード下端の位置は地上高さ約6m、排気口の位置は地上高さ約23mであり、むつ特別地域気象観測所の観測記録（1935年～2012年）によれば、最大積雪量は170cm（1977年2月15日）であることから、給排気口が積雪により閉塞されることはない。また、考慮すべき降下火砕物の最大堆積層厚は約30cm（恐山の火山灰）であり、給排気口が降下火砕物により閉塞されることはない。

給気口の開口寸法は、幅約4m、高さ約3.5mであり、排気口の開口寸法は、幅約8m、高さ約3mである。また、風雨、ばい煙の影響を考慮し、給気口にはフード、排気口には遮風板を設置するため、外部から異物が飛来してきたとしても、給排気口が閉塞される可能性は極めて低い。また、植物や小動物による給排気口の閉塞については、事象の進展が緩慢であり、定期的な巡視により検知・除去することができることから、給排気口が閉塞される可能性は極めて低い。

以上のことから、使用済燃料貯蔵建屋給排気口の閉塞は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(2) 火災・爆発

使用済燃料貯蔵施設は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計とする。

使用済燃料貯蔵建屋内の貯蔵区域、受入れ区域、付帯区域はコンクリート壁により区画するとともに、「建築基準法」に基づく防火区画を設ける。また、火災感知設備、消火器、動力消防ポンプ、防火水槽を「消防法」に基づいて適切に設置する。さらに、使用済燃料貯蔵建屋内で火気を使用する場合には、火気エリアへの可燃性物質の持ち込みを制限するとともに、不燃シート等でエリアを養生する。

これらの対策により、火災・爆発の発生の可能性は低いが、万一発生した場合における金属キャスクの基本的安全機能への影響を確認する事象として選定し、評価する。評価の結果、可燃性物質の持ち込み制限により、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域には可燃物を仮置きしない運用としており、使用済燃料貯蔵建屋内で火災が発生したとしても、可燃性物質の数量及び発熱量からみて、金属キャスクの基本的安全機能を損なうことはない。

以上のことから、火災・爆発により公衆に放射線被ばくのリスクを及ぼすことはない。

(3) 経年変化

基本的安全機能を維持する上で重要な金属キャスクの構成部材は、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境、並びにその環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し、その必要とされる強度、性能を維持し、必要な安全機能を失うことのない設計とするため、経年変化による基本的安全機能を損なうような著しい劣化はない。

万一、異常が発生した場合でも、金属キャスク蓋間圧力、使用済燃料貯蔵建屋給排気温度及び貯蔵区域の放射線レベルを常に監視していることから基本的安全機能の劣化を検知でき、適切に処置を施すことができる。

以上のことから、経年変化は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(4) その他自然災害等

a. 自然災害

地震、津波、風（台風）、降水等の自然現象に対しては、敷地周辺の過去の記録に基づいて敷地で考えられる最も過酷な場合を想定する等、十分な安全設計を講ずる。

したがって、これらの自然現象が使用済燃料貯蔵施設の安全評価で想定する異常な状態の誘因になること、また、異常な状態を拡大することは考えられない。

(a) 地震

耐震設計に当たっては、使用済燃料貯蔵建屋は十分な支持性能をもつ地盤に設置する設計とする。また、使用済燃料貯蔵施設は、地震により発生するおそれがある施設の安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、耐震設計上の重要度分類ごとに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する。また、基本的安全機能を確保する上で必要な施設は、その他の安全機能を有する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設計とする。

(b) 津波

津波については、既往の知見を大きく上回る高さT.P. +23mの仮

想の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敷地に到達し、浸水深が7mとなり、使用済燃料貯蔵建屋の受入れ区域に金属キャスクが仮置きされている状態で仮想的な大規模津波による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るおそれはない。

(c) 地震及び津波以外の想定される自然現象

風（台風）、低温・凍結、降水、積雪については、敷地周辺の過去の記録に基づいて敷地で考えられる最も過酷な場合を想定した設計を行う。

洪水については、敷地の地形及び表流水の状況から判断して、敷地が被害を受けることは考えられない。

地滑りについては、敷地付近の地形及び地質の状況から判断して、地滑りに対する特別な考慮は不要である。

生物学的事象については、植物や小動物による使用済燃料貯蔵建屋給排気口の閉塞は事象の進展が緩慢であり、使用済燃料貯蔵建屋給排気口への自主的なバードスクリーン及び排気ルーパの設置や定期的な巡視により、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なうおそれはない。

竜巻については、過去の実績値を考慮した最大風速等から設定した設計荷重に対して、構造健全性を維持することにより基本的安全機能を損なわない設計とする。

落雷については、「建築基準法」に基づく避雷設備を使用済燃料貯蔵建屋に設けることから、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なうおそれはない。

敷地周辺の火山については、その活動性及敷地との位置関係から

判断して、設計対応不可能な火山事象が使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。

森林火災については、使用済燃料貯蔵施設と森林との間に防火帯を設置し、防火帯外縁から適切な離隔距離を保つことにより、敷地外の森林から出火し敷地内の植生へ延焼した場合であっても、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。

b. 使用済燃料貯蔵施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）

(a) ダムの崩壊

リサイクル燃料備蓄センター周辺には、ダムの崩壊により影響を及ぼすような河川はないことから、ダムの崩壊を考慮する必要はない。

(b) 有毒ガス

リサイクル燃料備蓄センター周辺には、石油コンビナート等の有毒物質を貯蔵する固定施設はなく、陸上輸送用の可動施設についても、幹線道路から使用済燃料貯蔵施設は離れている。また、金属キャスク貯蔵期間中は金属キャスク及び各設備の点検、保守及び巡視の実施時以外に使用済燃料貯蔵建屋に人が常駐することはなく、外部火災に伴う有毒ガスの流入時には使用済燃料貯蔵建屋内の人員は迅速に避難することから、有毒ガスに対する使用済燃料貯蔵建屋の居住性を考慮する必要はない。

(c) 船舶の衝突

リサイクル燃料備蓄センターの敷地は、標高約20m～約30mのなだらかな台地に位置し、造成高は標高16mである。また、敷地前面の海岸からの離隔は約500mの位置にあり、十分な離隔を確保して

いることから、船舶の衝突を考慮する必要はない。

(d) 電磁的障害

使用済燃料貯蔵施設は、使用済燃料集合体を金属キャスクに収納した状態で静的に貯蔵する施設であり、電磁干渉や無線電波干渉によって基本的安全機能を損なうことはないことから、電磁的障害を考慮する必要はない。

(e) 飛来物（航空機落下）

リサイクル燃料備蓄センター周辺には、飛来物の発生の要因となり得る工場はない。また、使用済燃料貯蔵建屋への航空機の落下確率は、 10^{-7} 回/施設・年以下であり、航空機落下を考慮する必要はない。

(f) 爆発

リサイクル燃料備蓄センターから最も近い石油コンビナートは40km以上離れており、爆発を考慮する必要はない。また、リサイクル燃料備蓄センター周辺の高圧ガス類貯蔵施設の爆発については、使用済燃料貯蔵建屋から高圧ガス類貯蔵施設までの離隔距離を、貯蔵される高圧ガスの種類及び貯蔵量から算出した危険限界距離以上確保することにより、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。

(g) 近隣工場等の火災

リサイクル燃料備蓄センター周辺における近隣の産業施設の危険物貯蔵施設の火災及びリサイクル燃料備蓄センター敷地内の危険物貯蔵設備の火災については、算出される輻射強度に基づき、使用済燃料貯蔵建屋外壁の表面温度をコンクリート許容温度以下とすることにより、使用済燃料貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計

とする。

航空機墜落による火災については、使用済燃料貯蔵建屋を中心として墜落確率が 10^{-7} 回/施設・年に相当する標的面積をもとにした離隔距離を算出して墜落地点とし、使用済燃料貯蔵建屋外壁の表面温度をコンクリート許容温度以下とすることにより、使用済燃料貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計とする。

また、火災の影響により使用済燃料貯蔵建屋内の雰囲気温度や空気の流れの状態が変化することを考慮しても、金属キャスクの基本的安全機能を損なうことはない。

以上のことから、その他自然災害等は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

2.2 事故評価

「2.1 事故選定」の評価結果から、使用済燃料貯蔵施設では、公衆に放射線被ばくのリスクを及ぼす事象の発生は想定されず、評価すべき設計最大評価事故はない。

3. 参考文献

- (1) 日立GEニュークリア・エナジー株式会社，使用済燃料中間貯蔵施設における金属製乾式キャスクについて（HDP-69B型），HLR-110訂2，平成26年1月
- (2) 日立GEニュークリア・エナジー株式会社，使用済燃料中間貯蔵施設における金属キャスク取扱設備等の安全設計及び安全評価について，HLR-114，平成21年5月

(2) 使用済燃料の受入施設

第 1.2-1 表 主要設備リスト

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
1	使用済燃料受入施設 (搬送設備及び受入設備)	受入れ区域天井クレーン イ✓	②-1	B (S _s)	—	○
2		搬送台車 ウ✓	②-1	B (S _s)	—	○
3		仮置架台 オ✓	②-2	C	津波	○
4		たて起こし架台 カ✓	②-2	C	津波	○
5		検査架台 キ✓	②-2	C	津波	○
6	使用済燃料受入施設 (圧縮空気供給設備) エ✓	空気圧縮機 エー1 ✓	②-2	C	—	○
7		空気貯槽 エー2 ✓	②-2	C	—	○
8		安全弁	②-2	C	—	○
9		除湿装置前置フィルタ	②-2	C	—	○
10		除湿装置後置フィルタ	②-2	C	—	○
11		空気除湿装置	②-2	C	—	○
12		配管	②-2	C	—	○
13		機器ドレン配管 (対象外)	—	—	—	○

(3) 計装設備

第 1.3-1 表 主要設備リスト

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
1	計測制御系統施設 (給排気温度監視装置)	給排気温度監視装置 (温度検出器: 給気側 2 台, 排気側 24 台)	②-2	C	—	○
2		給排気温度監視装置 (表示・警報装置) (記録含む) (CL-1: 監視盤室) 【表示・警報装置 (記録含む) は、各監視装置と共有しており、給排気温度監視装置で代表する。】	②-2	C	—	○
3		給排気温度監視装置 (表示・警報装置) (記録含む) (CL-4: 事務建屋) 【No. 2 の記載と同じ】	②-2	C	—	○
4		信号入出力装置 (PIO-1~6) (系統図に記載) 【表示・警報装置 (記録含む) の一部として、各監視装置と共有しており、給排気温度監視装置で代表する】	③	C	—	○
5		信号入出力装置 (PIO-7) (系統図に記載) 【No. 4 の記載と同じ】	③	C	—	○
6		データサーバ (キャスク監視盤: MCP-11) (系統図に記載) 【No. 4 の記載と同じ】	③	C	—	○
7		給排気温度監視装置 (表示・警報装置) (記録含む) (CL-2: 事務建屋) 【No. 2 の記載と同じ】 (自主設備)	—	C	—	○
8		給排気温度監視装置 (表示・警報装置) (記録含む) (CL-3: 事務建屋) 【No. 2 の記載と同じ】 (自主設備)	—	C	—	○

3-29.93.98.100.105

3-29.30.93.94.98
100.102.103.1053-29.30.93.94.98
100.102.103.105

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
9	計測制御系統施設 (蓋間圧力監視装置)	蓋間圧力監視装置 (圧力検出器 (前置増幅器含む)) 【表示・警報装置 (記録含む) : CL-1~4, 信号入出力装置 : PIO-1~6・7, データサーバ (キヤスク監視盤) : MCP-11 は各監視装置と共有しており, 給排気温度監視装置で代表する。】	②-2	C	—	○
10	計測制御系統施設 (表面温度監視装置)	表面温度監視装置 (温度検出器) 【No. 9 の記載と同じ】	②-2	C	—	○
11	計測制御系統施設 (代替計測用計測器)	非接触式可搬型温度計 (表面温度の代替計測用)	③	C	津波	○
12		温度検出素器 (給排気温度の代替計測用)	③	C	津波	○
13		圧力検出器 (蓋間圧力の代替計測用)	③	C	津波	○
14	(冷却水系統) (空気圧縮機の冷却する 二次系のため対象外)	冷却ポンプ出口圧力 (PI-201)	—	C	—	○
15		冷却塔出口温度 (TE-201)	—	C	—	○
16		膨張タンク温度 (TE-202)	—	C	—	○
17		散水タンク温度 (TE-203)	—	C	—	○
18		散水タンク水位 (LS-202)	—	C	—	○
19		膨張タンク水位 (LS-201)	—	C	—	○
20	(雑用水系統) (安全機能ではないため 対象外)	廃棄物貯蔵室内漏えい検知装置 (LS-303) (自主設備)	—	C	—	○
21		ドレンサンプ A 水位 (LT-301)	—	C	—	○
22		ドレンサンプ B 水位 (LT-302)	—	C	—	○
23		市上水道圧力 (PI-301)	—	C	—	○

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
24	(雑用水系統)	市上水道流量計 (FQ-301)	—	C	—	○
25	(圧縮空気系統) (付属設備のため対象外)	空気貯槽圧力 (PT-101)	—	C	—	○
26		空気貯槽圧力 (PI-102)	—	C	—	○
27		除湿装置後置フィルタ出口圧力 (PI-105)	—	C	—	○
28		除湿装置前置フィルタ差圧計 (DPI-103)	—	C	—	○
29		除湿装置後置フィルタ差圧計 (DPI-104)	—	C	—	○
30	(空気圧縮機制御盤) (パッケージ品の付属機器のため対象外)	空気圧縮機用吸込圧力センサ (63A1)	—	C	—	○
31		空気圧縮機用中間圧力センサ (63A2)	—	C	—	○
32		空気圧縮機用吐出圧力センサ (63A3)	—	C	—	○
33		空気圧縮機用放風ライン圧力スイッチ (63A4)	—	C	—	○
34		空気圧縮機用給油圧力センサ (63Q1, 63Q2)	—	C	—	○
35		空気圧縮機用電動機負荷側軸受温度センサ (T/C M1)	—	C	—	○
36		空気圧縮機用電動機反負荷側軸受温度センサ (T/C M2)	—	C	—	○
37		空気圧縮機用冷却水入口温度センサ (T/C 1)	—	C	—	○
38		空気圧縮機用給油温度センサ (T/C 3)	—	C	—	○
39		空気圧縮機用 2 段吸込温度センサ (T/C 4)	—	C	—	○
40		空気圧縮機用 2 段吐出温度センサ (T/C 5)	—	C	—	○
41		空気圧縮機用 1 段吐出温度センサ (T/C 6)	—	C	—	○
42	(空気除湿装置)	空気除湿装置用リミットスイッチ (LS01A)	—	C	—	○

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
43	(空気除湿装置) (パッケージ品の付属機器のため対象外)	空気除湿装置用リミットスイッチ (LS01B)	—	C	—	○
44		除湿装置用流量計 (FG01)	—	C	—	○
45		除湿装置用露点センサ (ME)	—	C	—	○
46		除湿装置用圧力計 (PG01A)	—	C	—	○
47		除湿装置用圧力計 (PG01B)	—	C	—	○
48	(付帯区域換気空調設備) (安全機能ではないため対象外)	付帯区域空調設備給気処理装置差圧 (dpE1)	—	C	—	○
49		付帯区域空調設備監視盤室温度 (TE1)	—	C	—	○
50		付帯区域空調設備給気温度 (TED1)	—	C	—	○
51		付帯区域空調設備監視盤室温度 (HE1)	—	C	—	○
52		付帯区域空調設備給気処理装置差圧指示計 (dpI1)	—	C	—	○
53	(制御盤) (パッケージ品の付属機器のため対象外)	受変電施設動力制御盤 (MCP-2)	—	C	—	○
54		空調制御盤 (MCP-3)	—	C	—	○
55		空気除湿装置制御盤 (MCP-5)	—	C	—	○
56		空気圧縮機制御盤 (MCP-6)	—	C	—	○
57		検査架台動力制御盤 (MCP-9)	—	C	—	○
58		冷却塔動力制御盤 (MCP-10)	—	C	—	○

(4) 放射性廃棄物の廃棄施設

第 1.4-1 表 主要設備リスト

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
1	廃棄施設	廃棄物貯蔵室	②-2	C	—	○
2		漂流防止金具（基本設計方針，添付に記載）， ネット，パレット（基本設計方針，添付に記載）	③	—	津波	○
3		ドラム缶（廃棄体のため対象外），ステンレス製の密封容器（申請時対象）	—	—	—	○

(5) 放射線管理施設（エリアモニタリング設備）

第 1.5-1 表 主要設備リスト

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護	
1-1	1	エリアモニタリング設備 ガンマ線エリアモニタ (RE-601-1~14)	②-2	C	—	○	5-47, 99, 116
1-2	2	エリアモニタリング設備 中性子線エリアモニタ (RE-602-1~7)	②-2	C	—	○	5-47, 99, 116
1-3	3	エリアモニタリング設備 (表示・警報装置) (記録含む) (CL-1: 監視盤室) 【表示・警報装置 (記録含む) は、各監視装置と共有しており、給排気温度監視装置で代表する。】	②-2	C	—	○	5-47, 99, 102, 103, 116
1-4	4	エリアモニタリング設備 (表示・警報装置) (記録含む) (CL-4: 事務建屋) 【No. 3 の記載と同じ】	②-2	C	—	○	5-47, 99, 102, 116
	5	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 信号入出力装置 (PIO-7) (系統図に記載) 【表示・警報装置 (記録含む) の一部として、各監視装置と共有しており、給排気温度監視装置で代表する】	③	C	—	○	
	6	データサーバ (キャスク監視盤: MCP-11) (系統図に記載) 【No. 5 の記載と同じ】	③	C	—	○	
	7	エリアモニタ監視盤 (MCP-4) (系統図に記載)	③	C	—	○	
	8	エリアモニタリング設備 (表示・警報装置) (記録含む) (CL-2: 事務建屋) 【No. 3 の記載と同じ】 (自主設備)	—	C	—	○	
	9	エリアモニタリング設備 (表示・警報装置) (記録含む) (CL-3: 事務建屋) 【No. 3 の記載と同じ】 (自主設備)	—	C	—	○	

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
10	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	現場警報器（ガンマ線エリアモニタ）（RIA-601-1～14）（系統図に記載） （安全機能の直接要求がないことから，対象外）	—	C	—	○
11		現場警報器（中性子線エリアモニタ）（RIA-602-1～7）（系統図に記載） （安全機能の直接要求がないことから，対象外）	—	C	—	○
12		管理区域における積算線量計（貯蔵事業規則第 27 条（記録）の要求により設置する。管理区域の線量当量の計測と管理は，保安規定にて定める） （安全機能の直接要求がないことから，対象外）	—	—	—	○

(5) 放射線管理施設（固定モニタリング設備）

第 1.5-2 表 主要設備リスト

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護	
2-1	放射線管理施設 放射線監視設備 周辺監視区域境界付近 固定モニタリング設備	周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備 シンチレーション検出器 (RE- γ A01, RE- γ B01)	②-2	C	—	○	5-48.99.116
2-2		周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備 電離箱 (RE- γ A02, RE- γ B02)	②-2	C	—	○	5-48.99.116
2-3		周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備 ^3He 比例計数管 (RE-n A03)	②-2	C	—	○	5-48.99.116
2-4		周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備 表示・警報装置 (記録含む) (CL-1: 監視盤室) 【表示・警報装置 (記録含む) は、各監視装置と共有しており、給排気温度監視装置で代表する。】	②-2	C	—	○	5-48.99.102.103.116.
2-5		周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備 表示・警報装置 (記録含む) (CL-4: 事務建屋) 【No. 4 の記載と同じ】	②-2	C	—	○	5-48.99.102.116.
6		信号入出力装置 (PI0-7) (系統図に記載) 【表示・警報装置 (記録含む) の一部として、各監視装置と共有しており、給排気温度監視装置で代表する】	③	C	—	○	

2-13

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
7	放射線管理施設 放射線監視設備 周辺監視区域境界付近 固定モニタリング設備	データサーバ（キャスク監視盤：MCP-11）（系統図に記載） 【No. 6 の記載と同じ】	③	C	—	○
8		モニタリングポスト A モニタ制御盤（系統図に記載）	③	C	—	○
9		モニタリングポスト B モニタ制御盤（系統図に記載）	③	C	—	○
10		環境監視盤（MCP-13）（系統図に記載）	③	C	—	○
11		周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備 表示・警報装置（記録含む）（CL-3：事務建屋） 【No. 4 の記載と同じ】（自主設備）	—	C	—	○
12		周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備 表示・警報装置（記録含む）（CL-4：事務建屋） 【No. 4 の記載と同じ】（自主設備）	—	C	—	○
13		モニタリングポイント 1～12（積算線量計）	③	C	—	○
14		周辺監視区域境界付近（モニタリングポスト付近）における積算線量計（貯蔵事業規則第 27 条（記録）の要求により設置する。） （安全機能の直接要求がないことから、対象外）	—	—	—	○
15		気象観測装置（超音波風向風速計，温度計，湿度計，雨量計，日射計（中継箱含む），放射収支計（中継箱含む），積雪計（中継箱含む），感雨計） （安全機能の直接要求がないことから、対象外）	—	C	—	○
16		気象観測装置盤（安全機能の直接要求がないことから、対象外）	—	C	—	○

5-99

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
17	放射線管理施設 放射線監視設備 周辺監視区域境界付近 固定モニタリング設備	保安器（安全機能の直接要求がないことから、対象外）	—	C	—	○
18		モニタリングポストA 電話台 （安全機能の直接要求がないことから、対象外）	—	—	—	○
19		モニタリングポストA 無線通信装置 （安全機能の直接要求がないことから、対象外）	—	C	—	○
20		モニタリングポストB 電話台 （安全機能の直接要求がないことから、対象外）	—	—	—	○
21		モニタリングポストB 無線通信装置 （安全機能の直接要求がないことから、対象外）	—	C	—	○
22		貯蔵建屋 無線通信装置（安全機能の直接要求がないことから、対象外）	—	C	—	○
23		無線伝送装置収納盤（安全機能の直接要求がないことから、対象外）	—	C	—	○

(5) 放射線管理施設（放射線サーベイ機器）

第 1.5-3 表 主要設備リスト

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護	
3-1	放射線管理施設 放射線監視設備 放射線サーベイ機器	放射線サーベイ機器（GM管サーベイメータ）	②-2	C	—	○	5-47, 117, 132
3-2		放射線サーベイ機器（電離箱サーベイメータ）	②-2	C	—	○	5-47, 117, 132
3-3		放射線サーベイ機器（シンチレーションサーベイメータ）	②-2	C	—	○	5-47, 117, 132
3-4		放射線サーベイ機器（中性子線用サーベイメータ）	②-2	C	—	○	5-47, 117, 132
3-5		放射線サーベイ機器（ガスモニタ）	②-2	C	—	○	5-47, 117, 132
3-6		放射線サーベイ機器（電離箱サーベイメータ）（代替計測用）	③	C	津波	○	5-47, 48
3-7		放射線サーベイ機器（シンチレーションサーベイメータ）（代替計測用）	③	C	津波	○	5-47, 48
3-8		放射線サーベイ機器（中性子線用サーベイメータ）（代替計測用）	③	C	津波	○	5-47, 48

(5) 放射線管理施設（出入管理設備）

第 1.5－4 表 主要設備リスト

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
			③	C	—	○
4-1	1	放射線管理施設 出入管理設備	入退域管理装置			

5-47.11b. 118.

(5) 放射線管理施設（個人管理用測定設備）

第 1.5-5 表 主要設備リスト

番号	施設区分	設備名称	重要 度 分 類	耐 震 ク ラ ス	外部 衝 撃 か ら の 防 護	火 災 防 護
1	放射線管理施設 個人管理用測定設備	個人線量計	③	C	—	○

5-47、98、116
118、133、137.

(5) 放射線管理施設（放射線防護具類）

第 1.5-6 表 主要設備リスト

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
1	放射線管理施設 放射線防護設備 放射線防護具類	防護衣, 呼吸器, 防護マスク	—	C	—	○

6-1

5-109

(6) その他使用済燃料貯蔵設備の附帯施設 (使用済燃料貯蔵建屋)

第 1.6-1 表 主要設備リスト

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
1	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)	①	B (S _g)	津波 竜巻 火山 外部 火災	○

(6) その他使用済燃料貯蔵設備の附帯施設 (電気設備)

第 1.6-2 表 主要設備リスト

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
1	その他使用済燃料貯蔵施設の附属設備 電気設備 (予備電源)	無停電電源装置 (UPS-2)	②-2	C	—	○
2		共用無停電電源装置 (UPS-1)	②-2	C	—	○
3		電源車	②-2	C	津波 竜巻 外部 火災	○
4		軽油貯蔵タンク (地下式)	②-2	C	津波	○
5	その他使用済燃料貯蔵施設の附属設備 電気設備 (常用電源設備) (外部電源喪失時に、 必要な設備に給電する ための回路となる設備)	貯蔵建屋無停電分電盤 (DP-4)	③	C	—	○
6		キャスク監視設備無停電分電盤 (DP-5)	③	C	—	○
7		圧力変換器給電盤 (MCP-12-1~6)	③	C	—	○
8		モニタリングポスト A 分電盤	③	C	—	○
9		モニタリングポスト B 分電盤	③	C	—	○
10		モニタリングポスト A 電灯分電盤	③	C	—	○
11		モニタリングポスト B 電灯分電盤	③	C	—	○
12		無停電電源分岐盤	③	C	—	○
13		照明用電源盤 (LP-1-1, LP-1-2) (単線結線図に記載)	③	C	—	○
14		貯蔵建屋電灯分電盤 (L-1-1)	③	C	—	○

6-2-45.96~99.
101~104

6-2-98.

6-2-45.96~99
101~103

6-2-98

6-2-104

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
15	その他使用済燃料貯蔵 施設の付属設備 電気設備 (常用電源設備) (外部電源喪失時に、 必要な設備に給電する ための電路となる設 備)	貯蔵建屋電灯分電盤 (L-1-2)	③	C	—	○
16		貯蔵建屋電灯分電盤 (L-1-3)	③	C	—	○
17		貯蔵建屋電灯分電盤 (L-1-4)	③	C	—	○
18		貯蔵建屋電灯分電盤 (L-1-5)	③	C	—	○
19		貯蔵建屋電灯分電盤 (L-1-6)	③	C	—	○
20		貯蔵建屋電灯分電盤 (L-1-7)	③	C	—	○
21		移動電源車接続箱	③	C	—	○
22		受変電施設 420V 常用母線 1 (420V パワーセンタ P/C) (単線結線図に記載)	③	C	—	○
23		貯蔵建屋 420V 常用母線 (420V コントロールセンタ MCC-1) (単線結線図に記載)	③	C	—	○
24		受変電施設 420V 常用母線 2, 210V 常用母線, 105V 常用母線 (受変電施設 420V 電源盤 : DP-1-1, DP-1-2, DP-1-3) (単線結線図に記載)	③	C	—	○
25		貯蔵建屋 210V 常用母線 (DP-2) (単線結線図に記載)	③	C	—	○
26		貯蔵建屋 105V 常用母線 (DP-3) (単線結線図に記載)	③	C	—	○
27		直流電源装置 (DCU-1)	③	C	—	○
28		南側高台 420V 常用母線, 210V 常用母線, 105V 常用母線 (単線結線図に記載)	③	C	津波	○

6-2-103

6-2-103.104

6-2-103.104

6-2-103

6-2-103

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
29	その他使用済燃料貯蔵 施設の附属設備 電気設備 (常用電源設備) (基本的安全機能, 安全機能として直接要求がないため対象外)	据置発電機	—	C	外部火災	○
30		固縛装置 (電源車)	—	C	竜巻	○
31		共用無停電電源盤 (DP-6)	—	C	—	○
32		共用無停電分電盤モールド変圧器	—	C	—	○
33		6.6kV 常用母線 (6.6kV メタクラ) (単線結線図に記載)	—	C	—	○
34		電圧変動抑制装置	—	C	—	○
35		進相コンデンサ	—	C	—	○
36		高調波抑制装置	—	C	—	○
37		事務建屋 (キュービクル式受変電設備)	—	C	—	○
38		備品管理建屋低圧受電盤 (LM-A : M-1 動力配電盤)	—	C	—	○
39		出入管理建屋 MCCB 盤	—	C	—	○
40		受変電施設 L-S 電灯分電盤 (210V, 105V)	—	C	—	○
41		守衛室・ビジターハウス低圧動力・電灯盤	—	C	—	○
42		コア倉庫地震観測施設変圧器盤	—	C	—	○
43		備品管理建屋低圧受電盤 (LM-A : L-1 電灯配電盤)	—	C	—	○
44		天井クレーン電源操作箱 (MCP-8)	—	C	—	○
45		原子力施設用灯火管制器盤 (MCP-20)	—	C	—	○
46		貯蔵建屋動力分電盤 (P-1-1)	—	C	—	○

6-2-95

6-2-99, 103

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
47	(基本的安全機能, 安全機能として直接要求がないため対象外)	貯蔵建屋動力分電盤 (P-1-2)	—	C	—	○
48		現場警報盤 (MCP-1)	—	C	—	○
49		L-緊急分電盤	—	C	—	○
50		監視室分電盤	—	C	—	○

(6) その他使用済燃料貯蔵設備の附帯施設 (電気設備, 受入れ区域天井クレーン (電源盤・制御盤))

第 1.6-3 表 主要設備リスト

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
1	電気設備 受入れ区域天井クレーン (電源盤・制御盤) (付属の小機器のため対象外)	天井クレーン電源操作箱	—	C	—	○
2		天井クレーン分電盤 (MCP-7-1)	—	C	—	○
3		天井クレーン共用保護盤 (MCP-7-2)	—	C	—	○
4		天井クレーンコンバータ盤 (MCP-7-3)	—	C	—	○
5		天井クレーン主巻制御盤 (MCP-7-4)	—	C	—	○
6		天井クレーン補巻制御盤 (MCP-7-5)	—	C	—	○
7		天井クレーン横行制御盤 (MCP-7-6)	—	C	—	○
8		天井クレーン走行制御盤 (MCP-7-7)	—	C	—	○
9		通電表示灯×2	—	C	—	○
10		計器箱	—	C	—	○
11		変圧器	—	C	—	○
12		天井クレーン運転室操作箱	—	C	—	○
13		天井クレーン無線盤	—	C	—	○

(6) その他使用済燃料貯蔵設備の附属施設（通信連絡設備等）

第 1.6-4 表 主要設備リスト

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
1	通信連絡設備等 社内電話設備	電話交換機	③	C	—	○
		固定電話機	③	—	—	○
		PHS 端末	③	—	—	○
		PHS 基地局	③	—	—	○
2	通信連絡設備等 送受話器	パケット交換機	③	C	—	○
		ハンドセット	③	—	—	○
3	通信連絡設備等 放送設備	マイク	③	—	—	○
		スピーカ	③	—	—	○
		警報装置	③	—	—	○
		非常用スピーカ	③	—	—	○
		放送用アンプ	③	—	—	○
4	通信連絡設備等 加入電話設備	災害時優先電話	—	—	—	○
		FAX	—	—	—	○
5	通信連絡設備等 衛星携帯電話	衛星携帯電話	—	—	—	○
		FAX	—	—	—	○
6	通信連絡設備等 無線連絡設備	携帯型無線機	—	—	—	○
		中継局	—	—	—	○

番号	施設区分	設備名称	重要 度 分 類	耐 震 ク ラ ス	外 部 衝 撃 か ら の 防 護	火 災 防 護
7	通信連絡設備等 避難通路	安全避難用扉（安全避難通路の扉）	③	C	—	○
8	通信連絡設備等	通路誘導灯（通路誘導灯、標識）	③	C	—	○
9	避難通路	避難口誘導灯（避難口誘導灯、標識）	③	C	—	○
10	誘導灯	保安灯	③	C	—	○

(6) その他使用済燃料貯蔵設備の附属施設（消防用設備）

第 1.6-5 表 主要設備リスト

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
1	消防用設備 消火設備	動力消防ポンプ	②-2	C	—	○
2	消防用設備 消火設備 消火器	粉末（ABC）消火器	②-2	C	—	○
3		大型粉末消火器	②-2	C	—	○
4		化学泡消火器 [新設]	②-2	C	—	○
5	消防用設備 消火設備	防火水槽（消防用水）	②-2	C	—	○
6	消防用設備 火災感知設備	光電式分離型感知器	②-2	C	—	○
7		光電式スポット型感知器	②-2	C	—	○
8		差動式スポット型感知器	②-2	C	—	○
9		火災受信機（火災受信機、中継器盤）	②-2	C	—	○
10		表示機	②-2	C	—	○
11	消防用設備 火災区域構造物及び火災区画構造物	防火シャッター（防火防煙シャッター）	②-2	C	—	○
12		防火扉	②-2	C	—	○
13		コンクリート壁	②-2	C	—	○
14	消防用設備 避雷設備	棟上導体（笠木）	②-2	C	雷	○

(6) その他使用済燃料貯蔵設備の附帯施設（人の不法な侵入等防止設備）

第 1.6-7 表 主要設備リスト

番号	施設区分	設備名称	重要度分類	耐震クラス	外部衝撃からの防護	火災防護
1	人の不法な侵入等防止設備※1	柵 ア	③	C	—	○
2		鉄筋コンクリート造りの壁 イ	③	C	—	○
3		探知設備 ウ	③	—	—	—

※1：核物質防護設備はセキュリティの観点から詳細項目については記載しない。