

R F S 発 5 第12号

令和 5 年12月 7 日

原子力規制委員会 殿

青森県むつ市大字関根字水川目596番地 1

リサイクル燃料貯蔵株式会社

代表取締役社長 高橋 泰成

リサイクル燃料備蓄センター使用済燃料貯蔵事業変更許可申請書

本文及び添付書類の一部補正について

令和 5 年 9 月 2 1 日付け R F S 発 5 第 9 号をもって申請しましたリサイクル燃料備蓄センター使用済燃料貯蔵事業変更許可申請書の本文及び添付書類を下記のとおり一部補正いたします。

記

リサイクル燃料備蓄センター使用済燃料貯蔵事業変更許可申請書の本文及び添付書類を別添 1 及び別添 2 のとおり補正する。

以 上

本文の一部補正

本文を以下のとおり補正する。

頁	行	補 正 前	補 正 後
-2-	上8 } 下5	<p>四、変更の理由</p> <p>貯蔵する使用済燃料貯蔵設備本体の__種類__を追加する。</p> <p>併せて、記載事項の一部について、適正化を図る。</p>	<p>四、変更の理由</p> <p>貯蔵する使用済燃料貯蔵設備本体の<u>金属キャスクの種類からBWR用大型キャスク(タイプ2)</u>を削除し、<u>BWR用中型キャスク(タイプ2)</u>及び<u>PWR用キャスク(タイプ1)</u>を追加する。</p> <p>併せて、記載事項の一部について、適正化を図る。</p>
-7-		<p>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</p>	<p>別紙1の記載に変更する。</p>
-8- } -11-		<p>ハ、使用済燃料貯蔵設備本体の構造及び設備</p>	<p>別紙2の記載に変更する。</p>
-13- } -16-		<p>申請書添付参考図目録</p>	<p>別紙3の記載に変更する。</p>

別紙 1

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

「ロ．使用済燃料貯蔵施設の一般構造」のうち，「(8)その他の主要な構造」の「b. (h) 飛来物（航空機落下等）」の記述を以下のとおり変更する。

(h) 飛来物（航空機落下等）

リサイクル燃料備蓄センター周辺には，飛来物の発生の原因となり得る工場はないことから，工場からの飛来物を考慮する必要はない。また，航空機落下については，確率的要因により設計上考慮する必要はない。

「ロ．使用済燃料貯蔵施設の一般構造」のうち，「(8)その他の主要な構造」に以下の記述を追加する。

1. 津波や外部電源喪失等の異常時等においても，使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能の監視の代替が確実にできるよう必要な資機材を適切に配備する。

別紙 2

ハ. 使用済燃料貯蔵設備本体の構造及び設備

「ハ. 使用済燃料貯蔵設備本体の構造及び設備」のうち、「(2) 主要な設備及び機器の種類」及び「(3) 貯蔵する使用済燃料の種類及びその種類ごとの最大貯蔵能力」の記述を以下のとおり変更する。

(2) 主要な設備及び機器の種類

a. 金属キャスク

種類 BWR用大型キャスク (タイプ 2 A)

BWR用中型キャスク (タイプ 2) (注 1)

PWR用キャスク (タイプ 1) (注 2)

(注 1) 「使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の型式の設計に係る型式証明について (原規規発第 1508195号)」で型式証明され、「使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の設計の型式証明の変更について (原規規発第 1907048号)」で型式の設計の変更について承認された MSF-52B 型 (型式証明番号: M-D P C 15001) の金属キャスクをいう (以下同様)。

(注 2) 「使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の型式の設計に係る型式証明について (原規規発第 1605253号)」で型式証明され、「使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の設計の型式証明の

変更について（原規規発第1907048号）」で型式
の設計の変更について承認されたMSF-21P型
（型式証明番号：M-D P C 16001）の金属キャ
スクをいう（以下同様）。なお，当該金属キャ
スクにはタイプ1バスケットとタイプ2バス
ケットがあるが，当社ではタイプ1バスケット
のみを使用する。

b. 貯蔵架台

種類 金属キャスクたて置式

(3) 貯蔵する使用済燃料の種類及びその種類ごとの最大貯蔵能力

a. 使用済燃料の種類

(a) BWR使用済燃料集合体

BWR用大型キャスク（タイプ2A）

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

使用済燃料の種類に応じて収納する使用済燃料集合体の
燃焼度及び原子炉から取り出して金属キャスクに収納する
までの期間について以下のとおりとする。

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)
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)
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)

なお、使用済燃料集合体を金属キャスクへ収納するに当たっては、使用済燃料の種類、収納する使用済燃料集合体の燃焼度及び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に応じて配置を管理する。

BWR用中型キャスク (タイプ2)

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

使用済燃料の種類に応じて収納する使用済燃料集合体の

燃焼度及び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について以下のとおりとする。なお、使用済燃料には使用済燃料集合体平均燃焼度に対する軸方向の燃焼度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。）の違いにより仕様 a，仕様 b（注 3）がある。

新型 8 × 8 燃料（仕様 a）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	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	22年以上
最大崩壊熱量	8.6kW（金属キャスク 1 基当たり）

新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料（仕様 a）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	40,000MWd/t
収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度	38,000MWd/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	12年以上
最大崩壊熱量	13.7kW（金属キャスク 1 基当たり）

高燃焼度 8 × 8 燃料（仕様 a）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	50,000MWd/t
収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度	43,000MWd/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	12年以上
最大崩壊熱量	13.7kW（金属キャスク 1 基当たり）

新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料（仕様 a）及び高燃

焼度 8 × 8 燃料（仕様 a）を収納する場合	
収納する高燃焼度 8 × 8 燃料の最高燃焼度	50,000MWd/t
収納する高燃焼度 8 × 8 燃料の平均燃焼度	43,000MWd/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	12年以上
収納する新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料の最高燃焼度	
40,000MWd/t	
収納する新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料の平均燃焼度	
38,000MWd/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	12年以上
最大崩壊熱量	13.7kW（金属キャスク 1 基当たり）
新型 8 × 8 燃料（仕様 b）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	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	22年以上
最大崩壊熱量	8.6kW（金属キャスク 1 基当たり）
新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料（仕様 b）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	40,000MWd/t
収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度	38,000MWd/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 12年以上

最大崩壊熱量 13.7kW（金属キャスク 1 基当たり）

高燃焼度 8 × 8 燃料（仕様 b）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 50,000MWd/t

収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度 43,000MWd/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 13年以上

最大崩壊熱量 13.7kW（金属キャスク 1 基当たり）

新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料（仕様 b）及び高燃

焼度 8 × 8 燃料（仕様 b）を収納する場合

収納する高燃焼度 8 × 8 燃料の最高燃

焼度 50,000MWd/t

収納する高燃焼度 8 × 8 燃料の平均燃

焼度 43,000MWd/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 13年以上

収納する新型 8 × 8 ジルコニウムライナ

燃料の最高燃焼度 40,000MWd/t

収納する新型 8 × 8 ジルコニウムライナ

燃料の平均燃焼度 38,000MWd/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 12年以上

最大崩壊熱量 13.7kW（金属キャスク 1 基当たり）

なお、使用済燃料集合体を金属キャスクへ収納するに当たっては、使用済燃料の種類、収納する使用済燃料集合体の燃

焼度及び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に応じて配置を管理する。

(注3) 型式証明の記載は仕様A, 仕様Bで記載しているが, 本申請書ではPWRの燃料種類と区別するため, 仕様a, 仕様bと記載することとした。

(b) PWR使用済燃料集合体

PWR用キャスク (タイプ1)

17×17燃料 48,000MWd/t型 (A型)

17×17燃料 48,000MWd/t型 (B型)

17×17燃料 39,000MWd/t型 (A型)

17×17燃料 39,000MWd/t型 (B型)

使用済燃料の種類に応じて収納する使用済燃料集合体の燃焼度及び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について以下のとおりとする。

17×17燃料 48,000MWd/t型 (A型)

収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度 48,000MWd/t

収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度 44,000MWd/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 15年以上

17×17燃料 48,000MWd/t型 (B型)

収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度 48,000MWd/t

収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度 44,000MWd/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 20年以上

17×17燃料 39,000MWd/t型 (A型)

収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度	39,000MWd/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	15年以上
17×17燃料	39,000MWd/t型（B型）
収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度	39,000MWd/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	20年以上
最大崩壊熱量	13.9kW（金属キャスク1基当たり）

なお、使用済燃料集合体を金属キャスクへ収納するに当たっては、使用済燃料の種類、収納する使用済燃料集合体の燃焼度及び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に応じて配置を管理する。また、使用済燃料集合体の種類毎に単独又は混載して収納する。更に、使用済燃料集合体は、バーナブルポイズン集合体を挿入した状態で金属キャスクへ収納する場合がある。

b. 最大貯蔵能力

金属キャスク1基当たりの貯蔵能力

BWR使用済燃料集合体

BWR用大型キャスク（タイプ2A） 69体

BWR用中型キャスク（タイプ2） 52体

PWR使用済燃料集合体

PWR用キャスク（タイプ1） 21体

別紙 3

申請書添付参考図目録

申請書添付参考図目録を次の通り変更する。

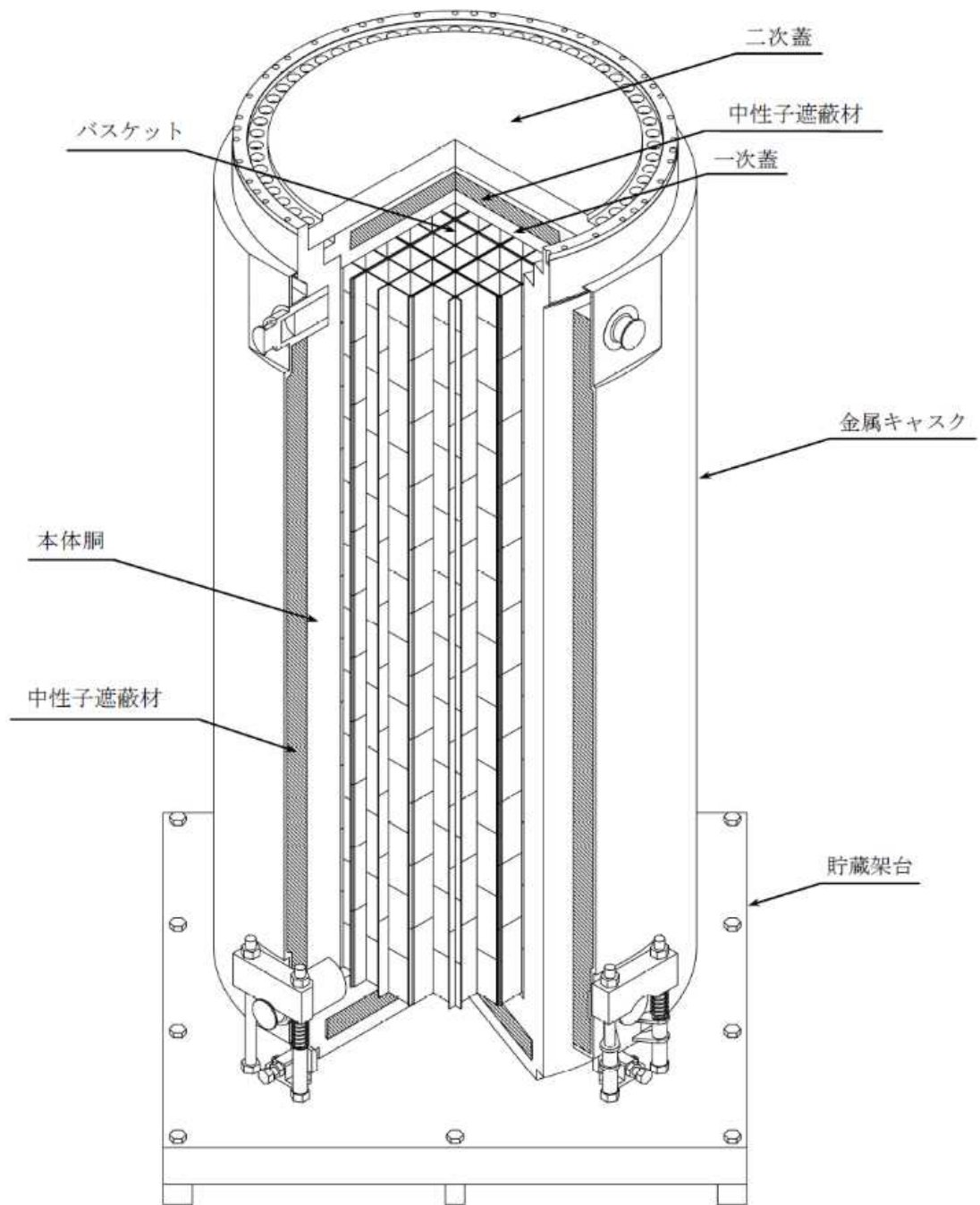
「申請書添付参考図目録」を添付 1 のとおり変更する。

「第 6 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 2 A））」を添付 2 のとおり変更する。

「第 7 図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図（BWR用中型キャスク（タイプ 2））」及び「第 8 図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図（PWR用キャスク（タイプ 1））」を添付 3 のとおり追加する。

申請書添付参考図目録

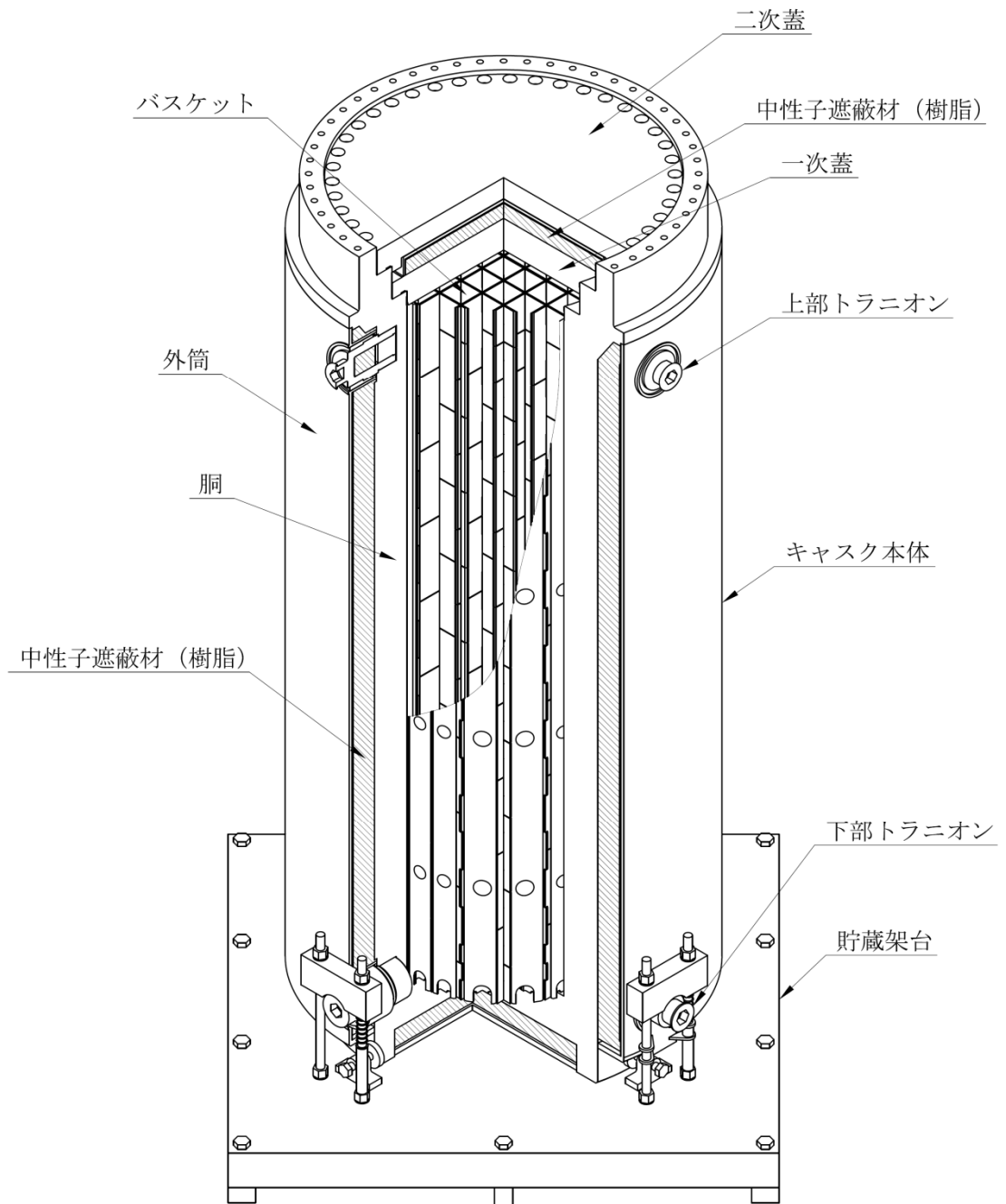
- 第 1 図 リサイクル燃料備蓄センター敷地付近地図 (添付書類四第9.2-1図)
- 第 2 図 リサイクル燃料備蓄センター一般配置図 (添付書類六第2.3-1図)
- 第 3 図 機器配置図 (事業開始時) (添付書類六第2.4-1図(1))
- 第 4 図 機器配置図 (最大貯蔵時) (添付書類六第2.4-1図(2))
- 第 5 図 断面図 (添付書類六第2.4-2図)
- 第 6 図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図
(BWR用大型キャスク (タイプ2A)) (添付書類六第3.1-1図)
- 第 7 図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図
(BWR用中型キャスク (タイプ2)) (添付書類六第3.1-2図)
- 第 8 図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図
(PWR用キャスク (タイプ1)) (添付書類六第3.1-3図)



(設計貯蔵期間：50年間)

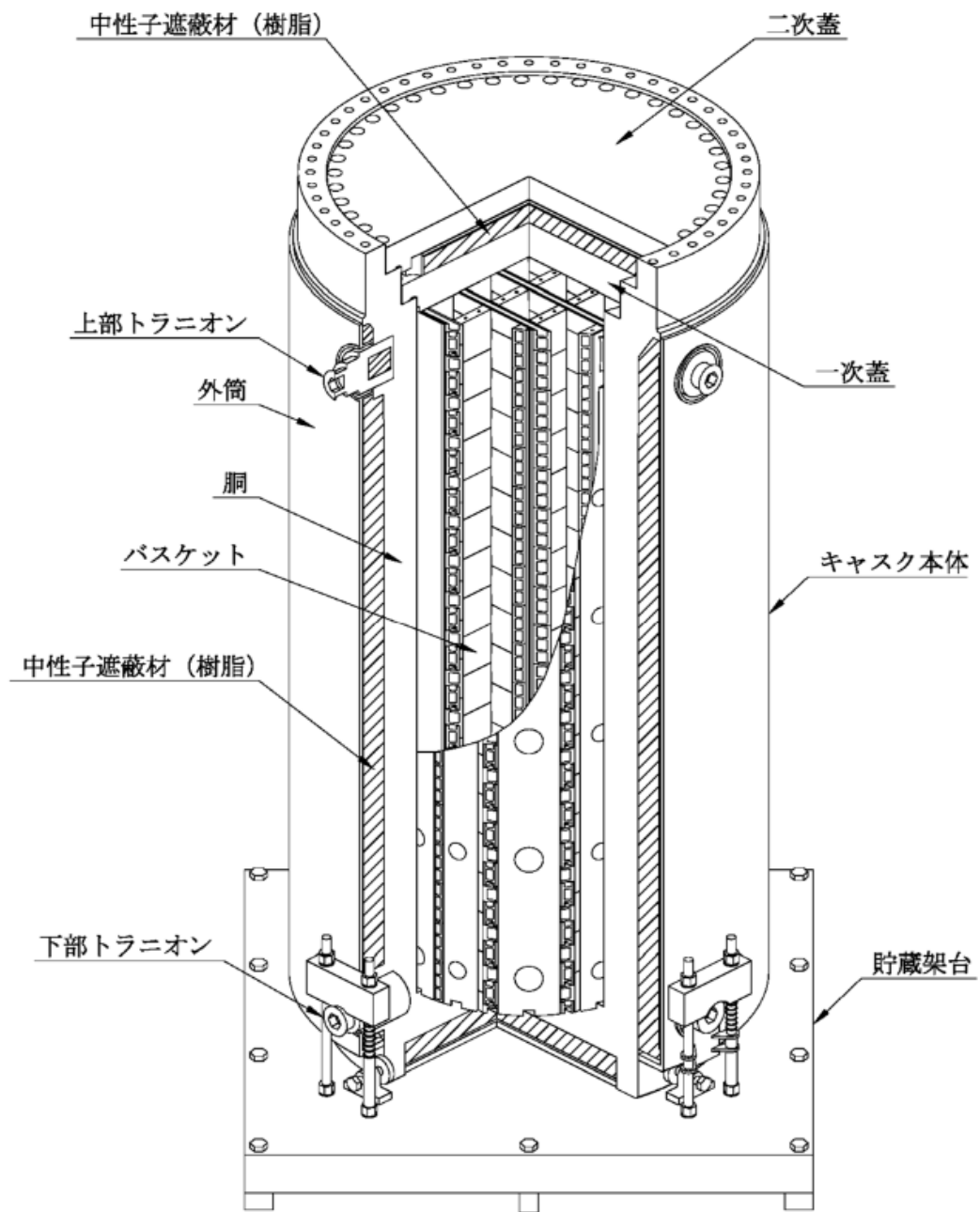
第 6 図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図

(BWR用大型キャスク (タイプ 2 A))



(設計貯蔵期間：50年間)

第7図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図
(BWR用中型キャスク (タイプ2))



(設計貯蔵期間：50年間)

第8図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図
(PWR用キャスク (タイプ1))

添付書類の一部補正

添付書類目次の一部補正

添付書類目次を以下のとおり補正する。

頁	行	補 正 前	補 正 後
- 1 -) - 2 -		添付書類目次	別紙 1 の記載に変更する。

別紙 1

添 付 書 類 目 次

今回の変更申請に係るリサイクル燃料備蓄センター使用済燃料貯蔵事業変更許可申請書（使用済燃料貯蔵施設の変更）の添付書類は以下のとおりである。

添付書類一 変更後における使用済燃料の貯蔵の事業の目的に関する説明書

令和5年2月8日付け原規規発第2302082号をもって事業変更許可を受けたリサイクル燃料備蓄センターの使用済燃料貯蔵事業変更許可申請書の添付書類一の記載内容に同じ。

添付書類二 事業計画書

別添1に示すとおり。

添付書類三 変更に係る使用済燃料の貯蔵に関する技術的能力に関する説明書

別添2に示すとおり。

また、追加する金属キャスクの搬入、貯蔵に関する取扱いは、既許可の金属キャスクから変更はない。このため、使用済燃料の貯蔵に関する技術的能力は、現状の人員を反映したのみであり、能力に変更はない。

添付書類四 変更に係る使用済燃料貯蔵施設の場所における気象，地盤，水理，地震，社会環境等の状況に関する説明書

令和5年2月8日付け原規規発第2302082号をもって事業変更許可を受けたリサイクル燃料備蓄センターの使用済燃料貯蔵事業変更許可申請書の添付書類四の記載内容に同じ。

添付書類五 変更に係る使用済燃料貯蔵施設の場所の中心から五キロメートル以内の地域を含む縮尺五万分の一の地図

令和5年2月8日付け原規規発第2302082号をもって事業変更許可を受けたリサイクル燃料備蓄センターの使用済燃料貯蔵事業変更許可申請書の添付書類五の記載内容に同じ。

添付書類六 変更後における使用済燃料貯蔵施設の安全設計に関する説明書

別添3に示すとおり。

添付書類七 変更後における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

令和5年2月8日付け原規規発第2302082号をもって事業変更許可を受けたリサイクル燃料備蓄センターの使用済燃料貯蔵事業変更許可申請書の

添付書類七の記載内容に同じ。

添付書類八 変更後における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

令和5年2月8日付け原規規発第2302082号をもって事業変更許可を受けたリサイクル燃料備蓄センターの使用済燃料貯蔵事業変更許可申請書の添付書類八の記載内容に同じ。

添付書類九 変更後における使用済燃料貯蔵施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の整備に関する説明書

別添4に示すとおり。

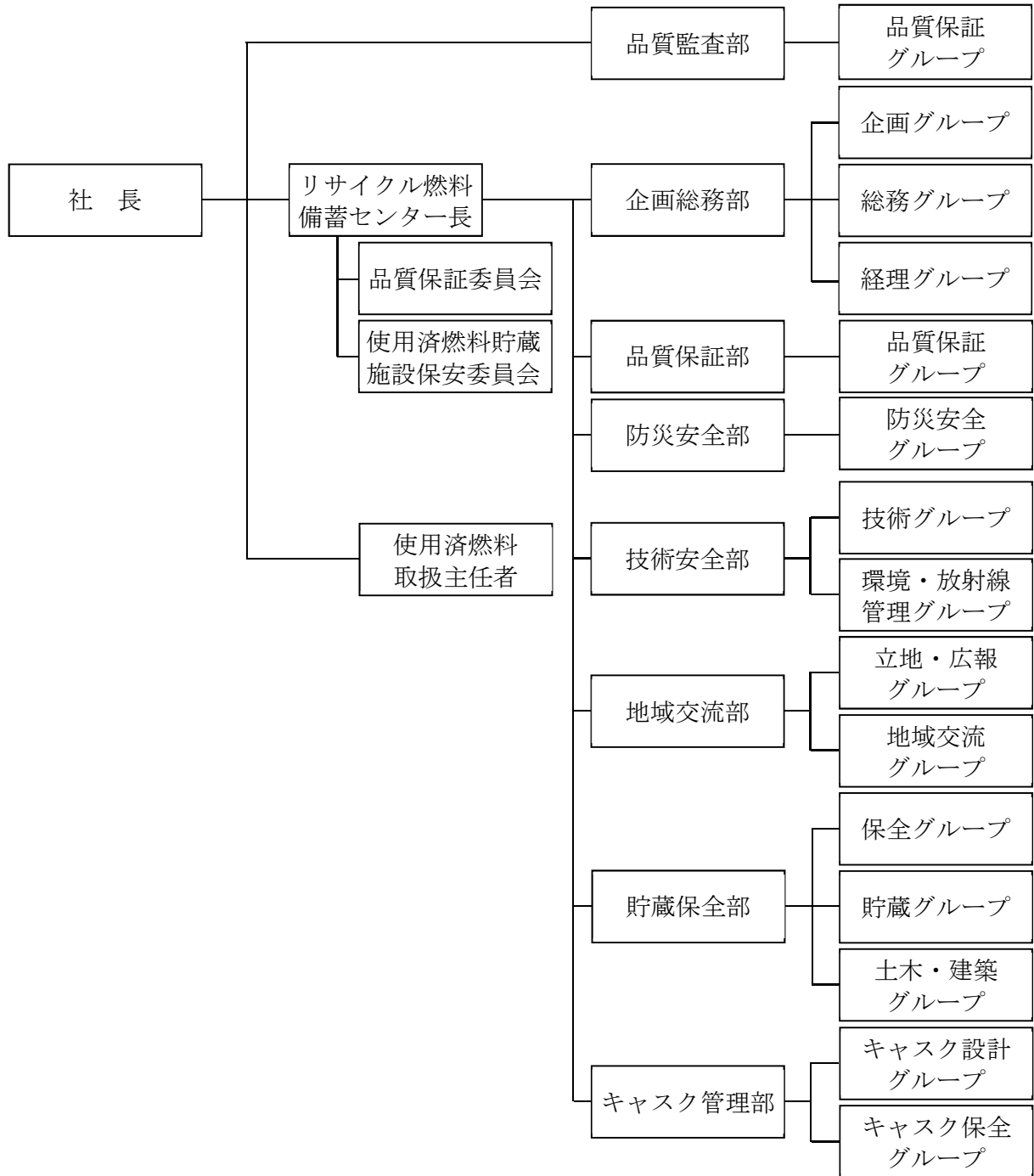
また，別添4の記載内容は，本申請書作成に係る実績を記載したものである。

添付書類三の一部補正

添付書類三を以下のとおり補正する。

頁	行	補 正 前	補 正 後
3-6		第1図 使用済燃料貯蔵施設の設計及び工事に係る組織図	別紙1の記載に変更する。

別紙 1



第 1 図 使用済燃料貯蔵施設の設計及び工事に係る組織図 (注 1)

(注 1) 令和 4 年 2 月 1 0 日に申請した使用前確認に係る使用前確認証の交付後 3 0 日以内に適用することとし、それまでの間は、キャスク管理部はキャスク設計製造部と読み替え、キャスク設計グループに係る職務は従前のキャスク設計製造グループが担務し、キャスク保全グループに係る職務は保全グループが担務し、通信連絡設備に関する施設管理は総務グループが担務する。

添付書類六の一部補正

添付書類六を以下のとおり補正する。

頁	行	補 正 前	補 正 後
6-1) 6-3		添付書類六の変更又は追加の概 要説明の記載	別紙1の記載に変更する。
6-4		別表1	別紙2の記載に変更する。
6-5) 6-6		1. 安全設計	別紙3の記載に変更する。
6-10) 6-11		1.3 参考文献	別紙4の記載に変更する。
6-12と 6-13の間		(記載追加)	別紙5の記載を追加する。
6-13		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	別紙6の記載に変更する。
6-14		第1.1-11表 カテゴリ別の航 空機墜落確率	別紙7記載に変更する。
6-15		第1.1-12表 評価対象空機の 離隔距離及び輻射強度	別紙8の記載に変更する。
6-19		第2.4-1表 使用済燃料貯蔵建 屋の除熱解析条件 (PWR用キャスク(タイプ 1))	別紙9の記載に変更する。
6-24) 6-35		3.3 主要設備	別紙10の記載に変更する。
6-39と 6-40の間		(記載追加)	別紙11の記載を追加する。

頁	行	補 正 前	補 正 後
6-40		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	別紙12の記載に変更する。
6-41 ↳ 6-43		第3.4-1表 使用済燃料貯蔵設備本体の主要仕様	別紙13の記載に変更する。
6-43と 6-44の間		(記載追加)	別紙14の記載を追加する。
6-45と 6-46の間		(記載追加)	別紙15の記載を追加する
6-46 ↳ 6-47		7.2.3 主要設備 (3) 放射線監視設備	(記載削除)
6-47と 6-48の間		(記載追加)	別紙16, 別紙17, 別紙18, 別紙19及び別紙20の記載を追加する。

別紙 1

令和 5 年 2 月 8 日付け，原規規発第2302082号をもって事業変更許可を受けたリサイクル燃料備蓄センターの使用済燃料貯蔵事業変更許可申請書の添付書類六の記述及び関連図面等を次のとおり変更又は追加するとともに，図表について別表 1 のとおり読み替える。

1. 安全設計

1.1 安全設計の基本方針

1.1.7 津波防護に関する基本方針

1.1.7.5 使用済燃料貯蔵施設の遮蔽機能

1.1.10.6 火災による金属キャスクへの熱影響

(3) 貯蔵建屋内の空気の流れが変化した場合の金属キャスクへの影響

1.1.10.7 火災の重畳による影響

1.2 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（平成 25 年 12 月 18 日施行）への適合性

1.2.10 外部からの衝撃による損傷の防止

適合のための設計方針

2 について

(1) 飛来物（航空機落下等）

1.3 参考文献

第 1.1-3 表 設定する衝突想定条件

第 1.1-4 表 金属キャスクの側部中央の表面から 1 m 離れた位置におけ

る線量当量率

第 1.1-5 表 敷地境界外における公衆の実効線量の評価結果

第 1.1-12 表 カテゴリ別の航空機墜落確率

第 1.1-13 表 評価対象航空機の離隔距離及び輻射強度

2. 使用済燃料貯蔵施設の配置

2.4 主要な建物

2.4.1 使用済燃料貯蔵建屋

第 2.4-1 表 使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析条件

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

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）

3. 使用済燃料貯蔵設備本体

3.1 概要

3.2 設計方針

(4) 除熱

3.3 主要設備

3.6 参考文献

第 3.3-1 表(1) 臨界解析条件

第 3.3-1 表(2) 臨界解析条件

第 3.3-1 表(3) 臨界解析条件

第 3.3-2 表(1) 使用済燃料集合体の線源強度計算条件

第 3.3-2 表(2) 使用済燃料集合体の線源強度計算条件

第 3.3-2 表(3) 使用済燃料集合体の線源強度計算条件

- 第 3.3-3 表(1) 線源強度計算結果
- 第 3.3-3 表(2) 線源強度計算結果
- 第 3.3-3 表(3) 線源強度計算結果
- 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
- 第 3.4-1 表 使用済燃料貯蔵設備本体の主要仕様
- 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2A))
- 第 3.1-2 図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図
(BWR用中型キャスク (タイプ2))
- 第 3.1-3 図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図
(PWR用キャスク (タイプ1))
- 第 3.3-1 図(1) 臨界解析における燃料配置条件
(タイプ1バスケット, 冠水状態)
- 第 3.3-1 図(2) バスケット構造図 (PWR用キャスク (タイプ1) (タイプ1バスケット))
- 第 3.4-4 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)
- 第 3.4-5 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)
- 第 3.4-6 図 使用済燃料集合体の収納配置
(高燃焼度8×8燃料のみを収納する場合)
- 第 3.4-7 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及び
高燃焼度8×8燃料を混載収納する場合)
- 第 3.4-8 図 使用済燃料集合体の収納配置

5. 計測制御系統施設

5.2 計測設備

5.2.2 設計方針

7. 放射線防護設備及び放射線管理設備

7.1 放射線防護設備

7.1.2 設計方針

(5) 遮蔽設計に用いる線源強度

7.2 放射線管理設備

7.2.2 設計方針

(3) 放射線計測器

第 7.1-2 図(1) コンクリート中のガンマ線の実効線量率減衰比

第 7.1-2 図(2) コンクリート中の中性子線の実効線量率減衰比

8. その他使用済燃料貯蔵設備の附属施設

8.3 電気設備

8.3.2 設計方針

(添付)

1. 使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の型式の設計に係る型式証明について（原規規発第1508195号），原子力規制委員会，平成27年8月19日（型式証明番号：M-D P C 15001）
2. 使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の型式の設計に係る型式証明について（原規規発第1605253号），原子力規制委員会，平成28年5月25日（型式証明番号：M-D P C 16001）

3. 使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の設計の型式証明の変更について
(原規規発第1907048号) , 原子力規制委員会, 令和元年7月5日 (型式証明番号 : M-D P C 15001)
4. 使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の設計の型式証明の変更について
(原規規発第1907048号) , 原子力規制委員会, 令和元年7月5日 (型式証明番号 : M-D P C 16001)

別紙 2

別表 1

変更前	変更後
第 1.1-5 表 衝撃を受けた金属キャ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	第 1.1-6 表 衝撃を受けた金属キャ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
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	第 1.1-7 表 敷地内の浸水を想定して実施する項目の概要
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	第 1.1-8 表 設計竜巻荷重を設定するための竜巻の特性値
第 1.1-8 表 貯蔵建屋に対する設計飛来物	第 1.1-9 表 貯蔵建屋に対する設計飛来物
第 1.1-9 表 外部火災にて想定する火災	第 1.1-10 表 外部火災にて想定する火災
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	第 1.1-11 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
第 1.1-13 表 安全機能を有する施設	第 1.1-14 表 安全機能を有する施設
第 3.3-1 表 臨界解析条件	第 3.3-1 表(1) 臨界解析条件

別紙 3

1. 安全設計

1.1 安全設計の基本方針

1.1.7 津波防護に関する基本方針

1.1.7.5 使用済燃料貯蔵施設の遮蔽機能

受入れ区域の損傷及び金属キャスクへの落下物や津波漂流物の衝突により遮蔽機能が喪失するとともに、貯蔵区域の遮蔽扉が閉鎖できない状態を仮定して線量を評価し、敷地境界外における公衆の実効線量が遮蔽機能の回復を考慮して年間 1 mSvを超えないことを確認する。なお、年間 1 mSvを超えるおそれがある場合、受入れ状況を評価し、年間 1 mSvを超えないように受入れ基数を制限する等の運用とする。

以下の評価に当たっては、第1.1-4表に示すように金属キャスクの側部中央の表面から 1 m離れた位置における線量当量率が最大となり、敷地境界線量が最も高くなるBWR用中型キャスク（タイプ2）を評価対象キャスクとする。

(1) 線量評価の条件

線量評価は、添付書類七「5. 平常時における公衆の線量評価」と同様の計算方法によることとし、評価目的を踏まえ以下の条件を反映する。

- a. 貯蔵区域の金属キャスクの線源強度及び放射線の線質は、断面積ライブラリMATXS LIB-J33を用いて設定する。
- b. 受入れ区域の金属キャスクの基数は最大となる8基とし、落下物や津波漂流物による中性子遮蔽材の損傷を仮定して金属キャスクが健全な場合の線量と中性子遮蔽材損傷部からの線量のそれぞれを計算し合算する。線源強度、放射線の線質及び表面エネルギースペクトルは、断

面積ライブラリMATXS LIB-J33を用いて設定し，中性子遮蔽材損傷部については，金属キャスク本体胴表面の線束が損傷部から生じているものとして設定する。

(a) 受入れ区域の損傷によりクレーンガーダが落下して金属キャスクに衝突し，外筒を貫通して中性子遮蔽材を損傷させるものとする。

クレーンガーダは金属キャスクの仮置エリア付近にある5本がそれぞれ1基の金属キャスクに衝突し，5基の金属キャスクの中性子遮蔽材が損傷するものとする。

(b) 金属キャスクの中性子遮蔽材の損傷状態は，落下物の角部が衝突して外筒を貫通し，本体胴で止まるまでに中性子遮蔽材を欠落させるものとし，水平状態の金属キャスクの上部の中性子遮蔽材が，径方向に平行に幅0.35mで損傷するものとする。

c. 貯蔵建屋は，受入れ区域の損傷により受入れ区域の外壁及び天井の遮蔽機能が喪失するとともに，貯蔵区域の遮蔽扉が開放された状態で浸水し，津波が引くと同時に機器搬出入口から排水された後も遮蔽扉が閉鎖できない状態を仮定する。なお，遮蔽機能の回復として，受入れ区域の復旧は考慮しないが，金属キャスク損傷部の遮蔽機能の回復（追加遮蔽体の設置とともに，その前段で受入れ区域の瓦礫撤去を想定），及び貯蔵区域に通じる遮蔽扉部分の遮蔽機能の回復（遮蔽体の設置）を考慮する。復旧期間は前者を3か月，後者を1か月とする。

d. 線量の計算は，受入れ区域の金属キャスクからの寄与が大きいことから，受入れ区域に近い北側の敷地境界外について行う。

(2) 線量評価の結果

上記の評価方法に基づき敷地境界外における公衆の実効線量を評価した結果を第1.1-5表に示す。BWR用中型キャスク（タイプ2）の敷地

境界外における公衆の実効線量は年間 1 mSvを上回るため、受入れ状況を評価し、年間 1 mSvを超えないように受入れ基数を制限する等の運用とする。

なお、BWR用大型キャスク（タイプ 2 A）及びPWR用キャスク（タイプ 1）の敷地境界外における公衆の実効線量は年間 1 mSvを下回るため、受入れ基数を制限する必要はない。

別紙 4

1.3 参考文献

- (1) 大野久雄, 雷雨とメソ気象, 東京堂出版, 2001
- (2) 小倉義光, 一般気象学 第2版補訂版, 東京大学出版会, 2016
- (3) 広域的な火山防災対策に係る検討会(第3回)(資料2), 内閣府, 2012
- (4) 武若耕司, シラスコンクリートの特徴とその実用化の現状, コンクリート工学, Vol. 42, 2004
- (5) 出雲茂人, 末吉秀一他, 火山環境における金属材料の腐食, 防食技術 Vol. 39, 1990
- (6) 原田和典, 建築火災のメカニズムと火災安全設計, 財団法人日本建築センター, 2007
- (7) 青森県石油コンビナート等防災本部, 青森県石油コンビナート等防災計画, 平成23年2月修正
- (8) International Atomic Energy Agency, Specific Safety Guide No. SSG-15 Storage of Spent Nuclear Fuel, 2012
- (9) United States Nuclear Regulatory Commission, 10CFR Part 72: Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel, High-Level Radioactive Waste, and Reactor-Related Greater than Class C Waste
- (10) United States Nuclear Regulatory Commission, NUREG-1536: Rev.1: Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Systems at a General License Facility, July 2010
- (11) United States Nuclear Regulatory Commission, NUREG-1567: Standard

- Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Facilities, March 2000
- (12) United States Nuclear Regulatory Commission, NUREG-1864: A Pilot Probabilistic Risk Assessment of a Dry Cask Storage System at a Nuclear Power Plant, March 2007
 - (13) Electric Power Research Institute, Probabilistic Risk Assessment (PRA) of Bolted Storage Casks, December 2004
 - (14) Entsorgungskommission, Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern, 2013
 - (15) 原子力規制委員会, 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解釈, 平成25年11月27日
 - (16) 独立行政法人原子力安全基盤機構, 航空機落下事故に関するデータの整備, JNES/SAE08-012 08解部報-0012, 平成20年3月
 - (17) 原子力安全・保安院, 実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について, 平成14年7月30日, 平成21年6月30日一部改正
 - (18) 原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ, 航空機落下事故に関するデータの整備 (平成13~令和2年), NTEN-2023-2001, 令和5年3月

別紙 5

第1.1-4表 金属キャスクの側部中央の表面から1 m離れた位置における線量当量率

	BWR用大型キャスク(タイプ2A)	BWR用中型キャスク(タイプ2) (注)	PWR用キャスク(タイプ1) (注)
中性子線	26.2 μ Sv/h	30.4 μ Sv/h	19.0 μ Sv/h
ガンマ線	51.7 μ Sv/h	51.1 μ Sv/h	49.6 μ Sv/h
合計	77.9 μ Sv/h	81.5 μ Sv/h	68.6 μ Sv/h

(注) 断面積ライブラリMATXS LIB-J33を用いて評価。

第 1.1-5 表 敷地境界外における公衆の実効線量の評価結果

	BWR用大型キャスク(タイプ2A)	BWR用中型キャスク(タイプ2) (注1)	PWR用キャスク(タイプ1) (注1)
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 7.6×10^{-1} mSv (注2)	約 1.3×10^0 mSv (注3)	約 8.9×10^{-1} mSv (注4)
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 2.1×10^{-2} mSv	約 2.1×10^{-2} mSv	約 2.1×10^{-2} mSv
実効線量合計(年間)	約 7.8×10^{-1} mSv	約 1.3×10^0 mSv	約 9.1×10^{-1} mSv

(注1) 断面積ライブラリMATXS LIB-J33を用いて評価。

(注2) 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 1.4×10^{-1} mSvである。

(注3) 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 5.1×10^{-1} mSvである。

(注4) 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 1.9×10^{-1} mSvである。

第 1.1-12 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	1.75×10^{-10}	
	有視界方式	大型固定翼機 (注 1)	5.47×10^{-10}
		その他機種 (注 1) (注 2)	5.36×10^{-9}
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	2.49×10^{-9}
		その他機種 (注 2)	2.28×10^{-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う一つその他機種に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 1.1-13 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) (注 4)	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	262	50	53
輻射強度 (W/m ²)	98.7	213.1	645.0	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。

(注 4) 令和 2 年 11 月 11 日許可の事業変更許可申請書の墜落確率 (9.2×10^{-10} (回/施設・年)) を用いた結果。

第 2.4-1 表 使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析条件

(PWR用キャスク (タイプ1))

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	29.8℃ (むつ特別地域気象観測所の 2012 年~2021 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, 166.8 kW (1 列当たり 83.4kW)	1 基当たり 13.9kW
金属キャスク寸法	全長 約 5.2m 外径 約 2.6m	

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BWR用大型キャスク(タイプ2A)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る。一方、BWR用中型キャスク(タイプ2)及びPWR用キャスク(タイプ1)の評価は、BWR用中型キャスク(タイプ2)の型式証明申請書⁽¹⁹⁾及びPWR用キャスク(タイプ1)の型式証明申請書⁽²⁰⁾の添付書類一の記述のとおりである。

また、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計画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 XSDRNPM、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縮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 ORIGIN 2 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 1 m の位置における線量当量率を求め、それぞれ 2 mSv/h 以下、 $100 \mu\text{Sv/h}$ 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、 $100 \mu\text{Sv/h}$ 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 $98.6 \mu\text{Sv/h}$ であり $100 \mu\text{Sv/h}$ 以下となることが、それぞれ確認されている。また、この断面積ライブラリ MATXS LIB-J33 による線量当量率に対し、B

WR用中型キャスク（タイプ2）の断面積ライブラリMATXS LIB-J33による線量当量率の評価結果は、金属キャスク表面で1.908mSv/h、金属キャスク表面から1mの位置で81.5 μ Sv/hであり、PWR用キャスク（タイプ1）の断面積ライブラリMATXS LIB-J33による線量当量率の評価結果は、金属キャスク表面で1.511mSv/h、金属キャスク表面から1mの位置で77.8 μ Sv/hである。

(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、金属キャスク内部が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 AQU 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 OR 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、不活性雰囲気は維持されるため、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

使用するレジンに加熱と照射の影響評価⁽⁴⁾では、加熱に比べレジンに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性向にあるが、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°C 以下であり、初期温度を保守的に 130°C 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 $10^{21} \text{n}/\text{cm}^2$ 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。

第3.3-1表(2) 臨界解析条件 (注)

項目		乾燥状態	冠水状態
収納物		高燃焼度 8 × 8 燃料	
濃縮度		3.67wt%	濃縮度の異なる2種類の燃料棒を用い、炉心装荷冷温状態での燃料集合体の無限増倍率が1.3となる燃料モデル (モデルバンドル)
収納体数		52体	
燃料配置		中心偏向配置	
寸法条件	バスケット格子板厚	最小	最大
	バスケット格子内のり	最小	最小
	中性子吸収材板厚	最小	最小
金属キャスク内雰囲気		真空	冠水
金属キャスク外雰囲気		真空	
配列		無限配列 (完全反射境界条件)	
中性子吸収材		ほう素添加量を仕様上の下限値に設定	
チャンネルボックス		無し	有り
中性子遮蔽材 (樹脂)		真空に置換	

(注) BWR用中型キャスク (タイプ2) の臨界解析条件を示す。

第3.3-1表(3) 臨界解析条件 (注1)

項目		乾燥状態	冠水状態
使用済燃料集合体の種類		17×17燃料 48,000Mwd/t型 (A型)	
濃縮度		4.2wt%	
収納体数		21体	
燃料配置 (タイプ1バスケット)		中心偏向配置	第3.3-1図(1)のとおり
寸法 条件 (注2)	バスケット格子板 厚	最小	最大
	バスケット格子内 幅	最小	最小
	バスケット格子内 のり	最小	最小
	中性子吸収材板厚	最小	最小
ほう素添加量 (注3)		仕様上の下限值に設定	
金属キャスク内雰囲気		真空	冠水
金属キャスク外雰囲気		真空	
配列		無限配列 (完全反射境界条件)	
バーナブルポイズン集合体		無し	
中性子遮蔽材 (樹脂)		真空に置換	

(注1) PWR用キャスク (タイプ1) の臨界解析条件を示す。

(注2) 第3.3-1図(2) (タイプ1バスケット) のとおり

(注3) 中性子吸収材 (タイプ1バスケットの場合) に含まれるほう素添加量を示す。

第 3.3-2 表(1) 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
(上部)		0.7 (1,2ノード)			0.7 (1,2ノード)
		0.8 (3ノード)			0.9 (3,4ノード)
		1.0 (4,5ノード)			1.1 (5,6ノード)
		1.1 (6~8ノード)			1.2 (7~12ノード)
ピーキングファクタ		1.2 (9~14ノード)			1.3 (13~40ノード)
(注)		1.3 (15~42ノード)			1.2 (41,42ノード)
		1.2 (43,44ノード)			1.1 (43,44ノード)
		1.1 (45ノード)			0.9 (45,46ノード)
		1.0 (46ノード)			0.7 (47,48ノード)
(下部)		0.8 (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 3.3-2 表(2) 使用済燃料集合体の線源強度計算条件 (1/2) (注 1)

項 目		新型 8 × 8 燃料 (仕様 a)	新型 8 × 8 ジルコニ ウムライナ燃料 (仕様 a)	高燃焼度 8 × 8 燃料 (仕様 a)
最高燃焼度 (MWd/t)		40,000	40,000	50,000
平均燃焼度 (MWd/t)		34,000	38,000	43,000
比出力 (MW/t)		25.3	25.3	26.0
照射 期間 (日)	最高燃焼度	1,582	1,582	1,924
	平均燃焼度	1,344	1,502	1,654
	チャンネル ボックス	2,850 (約72,000MWd/t相当)	3,164 (約80,000MWd/t相当)	2,500 (約65,000MWd/t相当)
濃縮度 (wt%)		2.70	2.80	3.30
冷却期間 (年)		22	12	12
ウラン質量 (kg)		180	180	174
(上部)		0.6 (24ノード)		
		0.9 (23ノード)		
		1.1 (22ノード)		
		1.2 (20, 21ノード)		
ピーキングファクタ (注 2)		1.27 (5~19ノード)		
		1.2 (4ノード)		
		1.1 (3ノード)		
		0.9 (2ノード)		
(下部)		0.6 (1ノード)		

(注 1) BWR用中型キャスク (タイプ 2) の線源強度計算条件を示す。

(注 2) ノードは燃料有効部を軸方向に24分割したものである。

第3.3-2表(2) 使用済燃料集合体の線源強度計算条件 (2/2) (注1)

項目		新型8×8燃料 (仕様b)	新型8×8ジルコニ ウムライナ燃料 (仕様b)	高燃焼度8×8燃料 (仕様b)
最高燃焼度 (MWd/t)		40,000	40,000	50,000
平均燃焼度 (MWd/t)		34,000	38,000	43,000
比出力 (MW/t)		25.3	25.3	26.2
照射 期間 (日)	最高燃焼度	1,582	1,582	1,909
	平均燃焼度	1,344	1,502	1,642
	チャンネル ボックス	2,400 (約60,000MWd/t相当)	3,164 (約80,000MWd/t相当)	2,800 (約73,000MWd/t相当)
濃縮度 (wt%)		2.80	2.80	3.35
冷却期間 (年)		22	12	13
ウラン質量 (kg)		180	180	174
ピーキングファクタ (注2)		0.7 (47,48ノード) 0.8 (46ノード) 1.0 (44,45ノード) 1.1 (41~43ノード) 1.2 (35~40ノード) 1.3 (7~34ノード) 1.2 (5,6ノード) 1.1 (4ノード) 1.0 (3ノード) 0.8 (1,2ノード)	0.7 (47,48ノード) 0.9 (45,46ノード) 1.1 (43,44ノード) 1.2 (37~42ノード) 1.3 (9~36ノード) 1.2 (7,8ノード) 1.1 (5,6ノード) 0.9 (3,4ノード) 0.7 (1,2ノード)	

(注1) BWR用中型キャスク (タイプ2) の線源強度計算条件を示す。

(注2) 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 3.3-2 表(3) 使用済燃料集合体の線源強度計算条件 (注 1)

項 目			17×17燃料 48,000MWd/t型		17×17燃料 39,000MWd/t型	
			A型	B型	A型	B型
最高燃焼度 (MWd/t)			48,000		39,000	
平均燃焼度 (MWd/t)			44,000		—	
比出力 (MW/t)			38.4			
照射 期間 (日)	使用済燃 料集合体	最高燃焼度	1,250		1,016	
		平均燃焼度	1,146		—	
	バーナブルポイズン集合体	1,200 (約46,000MWd/t相当)				
濃縮度 (wt%)			4.0		3.3	
冷却期間 (年)			15	20	15	20
ウラン質量 (kg)			470			
(上部)			0.8 (1, 2ノード)			
			0.9 (3ノード)			
			1.0 (4, 5ノード)			
			1.1 (6, 7ノード)			
ピーキングファクタ (注2)			1.15 (8~42ノード)			
			1.1 (43, 44ノード)			
			1.0 (45, 46ノード)			
(下部)			0.9 (47ノード)			
			0.8 (48ノード)			

(注1) PWR用キャスク (タイプ1) の線源強度計算条件を示す。

(注2) 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(1) 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3.3-3表(2) 線源強度計算結果 (1/2) (注1)

項 目			新型 8 × 8 燃料 (仕様 a)	新型 8 × 8 ジルコニウムラ イナ燃料 (仕様 a)	高燃焼度 8 × 8 燃料 (仕様 a)
最高燃 焼度と なる使 用済燃 料集合 体 1 体 当たり	ガンマ線	燃料有効部 (photons/s)	1.2×10^{15}	1.7×10^{15}	2.0×10^{15}
		構造材放射化 (^{60}Co : Bq)	1.2×10^{12}	4.3×10^{12}	5.0×10^{12}
	中性子	燃料有効部 (n/s)	1.8×10^8	2.4×10^8	4.3×10^8
平均燃 焼度と なる使 用済燃 料集合 体 1 体 当たり	ガンマ線	燃料有効部 (photons/s)	1.1×10^{15}	1.6×10^{15}	1.8×10^{15}
		構造材放射化 (^{60}Co : Bq)	1.0×10^{12}	4.2×10^{12}	4.5×10^{12}
	中性子	燃料有効部 (n/s)	9.3×10^7	2.0×10^8	2.4×10^8
金属キ ャスク 1 基当 たり	ガンマ線	燃料有効部 (photons/s)	6.0×10^{16}	8.6×10^{16}	1.0×10^{17}
		構造材放射化 (^{60}Co : Bq)	5.8×10^{13}	2.2×10^{14}	2.5×10^{14}
	中性子	燃料有効部 (n/s) (注2)	1.0×10^{10}	1.6×10^{10}	2.5×10^{10}

(注1) BWR用中型キャスク (タイプ2) の線源強度計算結果を示す。

(注2) 中性子増倍の効果を考慮した値である。

第3.3-3表(2) 線源強度計算結果 (2/2) (注1)

項目			新型8×8燃料 (仕様b)	新型8×8 ジルコニウムラ イナ燃料 (仕様b)	高燃焼度 8×8燃料 (仕様b)
最高燃 焼度と なる使用済燃 料集合 体1体 当たり	ガンマ線	燃料有効部 (photons/s)	1.3×10^{15}	1.7×10^{15}	2.0×10^{15}
		構造材放射化 (^{60}Co : Bq)	1.2×10^{12}	4.3×10^{12}	4.3×10^{12}
	中性子	燃料有効部 (n/s)	1.8×10^8	2.6×10^8	4.3×10^8
平均燃 焼度と なる使用済燃 料集合 体1体 当たり	ガンマ線	燃料有効部 (photons/s)	1.1×10^{15}	1.7×10^{15}	1.7×10^{15}
		構造材放射化 (^{60}Co : Bq)	1.0×10^{12}	4.2×10^{12}	3.9×10^{12}
	中性子	燃料有効部 (n/s)	9.3×10^7	2.1×10^8	2.4×10^8
金属キ ャスク 1基当 たり	ガンマ線	燃料有効部 (photons/s)	6.2×10^{16}	8.8×10^{16}	9.8×10^{16}
		構造材放射化 (^{60}Co : Bq)	5.8×10^{13}	2.2×10^{14}	2.2×10^{14}
	中性子	燃料有効部 (n/s) (注2)	1.0×10^{10}	1.7×10^{10}	2.5×10^{10}

(注1) BWR用中型キャスク(タイプ2)の線源強度計算結果を示す。

(注2) 中性子増倍の効果を考慮した値である。

第3.3-3表(3) 線源強度計算結果(注1)

項目			17×17燃料 48,000MWd/t型		17×17燃料 39,000MWd/t型	
			A型	B型	A型	B型
最高燃 焼度と なる使 用済燃 料集 合体1 体当 たり	ガンマ線	燃料有効部 (photons/s)	4.6×10^{15}	4.0×10^{15}	3.8×10^{15}	3.2×10^{15}
		構造材放射化 (^{60}Co : Bq) (注2)	2.1×10^{13}	1.4×10^{13}	1.9×10^{13} (1.4×10^{13})	1.1×10^{13} (8.4×10^{12})
	中性子	燃料有効部 (n/s)	4.1×10^8	3.5×10^8	2.6×10^8	2.2×10^8
平均燃 焼度と なる使 用済燃 料集 合体1 体当 たり	ガンマ線	燃料有効部 (photons/s)	4.3×10^{15}	3.7×10^{15}	—	—
		構造材放射化 (^{60}Co : Bq)	1.5×10^{13}	1.0×10^{13}	—	—
	中性子	燃料有効部 (n/s)	2.8×10^8	2.4×10^8	—	—
金属キ ャスク 1基当 たり	ガンマ線	燃料有効部 (photons/s)	9.3×10^{16}	8.0×10^{16}	—	—
		構造材放射化 (^{60}Co : Bq) (注2)	3.8×10^{14}	2.5×10^{14}	—	—
	中性子	燃料有効部 (n/s) (注3)	1.0×10^{10}	8.5×10^9	—	—

(注1) PWR用キャスク(タイプ1)の線源強度計算結果を示す。

(注2) バーナブルポイズン集合体の放射化線源を考慮した値である。なお、39,000MWd/t型の最高燃焼度となる使用済燃料集合体については、第3.4-8図の②に示す収納位置ではバーナブルポイズン集合体を挿入しない状態で収納されることから、バーナブルポイズン集合体を挿入しない状態の線源強度を括弧内に示す。

(注3) 中性子増倍の効果を考慮した値である。

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 A)	BWR用中型キャスク (タイプ 2)	PWR用キャスク (タイプ 1)		
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 0.410 冠水状態 0.882	乾燥状態 0.36 冠水状態 0.82	乾燥状態 0.39 冠水状態 0.90	0.95以下	
遮蔽	金属キャスク表面線量当量率 (mSv/h)	1.1 (注 1) 1.9 (注 2)	1.0 (注 3) 1.9 (注 4)	0.8 (注 1) 1.6 (注 2)	2 以下	
	金属キャスク表面から 1 m の位置における線量当量率 (μ Sv/h)	81 (注 1) 99 (注 2)	75 (注 5) 82 (注 6)	70 (注 1) 78 (注 2)	100以下	
閉じ込め	金属ガスケットの漏えい率 ($\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$)	1.6×10^{-6} (注 7)	8.7×10^{-7} (注 7)	1.3×10^{-6} (注 7)	2.4×10^{-6} (注 8) 1.7×10^{-6} (注 9) 2.3×10^{-6} (注 10)	
除熱	燃料被覆管最高温度 ($^{\circ}\text{C}$)	189 (注 11) 259 (注 12)	190 (注 11) 265 (注 12)	205	200以下 (注 11) 300以下 (注 12) 275以下 (注 13)	
	構成部材最高温度 ($^{\circ}\text{C}$)	胴, 一次蓋, 二次蓋	142 (胴) 96 (一次蓋) 85 (二次蓋)	150	145	350以下
		中性子遮蔽材	128	145	140	150以下 (注 14) 149以下 (注 15)
		金属ガスケット	89	105	105	130以下
		バスケット	248	260	175	300以下 (注 14) 350以下 (注 16) 250以下 (注 17)

- (注 1) 断面積ライブラリ DLC-23/CASK による線量当量率評価結果を示す。
 (注 2) 断面積ライブラリ MATXS LIB-J 33 による線量当量率評価結果を示す。
 (注 3) 最大である高燃焼度 8×8 燃料 (仕様 b) の断面積ライブラリ DLC-23/CASK による線量当量率評価結果を示す。
 (注 4) 最大である高燃焼度 8×8 燃料 (仕様 b) の断面積ライブラリ MATXS LIB-J 33 による線量当量率評価結果を示す。
 (注 5) 最大である高燃焼度 8×8 燃料 (仕様 a) の断面積ライブラリ DLC-23/CASK による線量当量率評価結果を示す。
 (注 6) 最大である高燃焼度 8×8 燃料 (仕様 a) の断面積ライブラリ MATXS LIB-J 33 による線量当量率評価結果を示す。
 (注 7) 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 8) 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) (BWR 用大型キャスク (タイプ 2 A))

- (注9) 設計貯蔵期間中にキャスク本体内部の負圧が維持できる漏えい率（標準状態）を示す。
（BWR用中型キャスク（タイプ2））
- (注10) 設計貯蔵期間中にキャスク本体内部の負圧が維持できる漏えい率（標準状態）を示す。
（PWR用キャスク（タイプ1））
- (注11) 新型8×8燃料
- (注12) 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
- (注13) 17×17燃料48,000MWd/t型（A型）、17×17燃料48,000MWd/t型（B型）、17×17燃料
39,000MWd/t型（A型）及び17×17燃料39,000MWd/t型（B型）
- (注14) BWR用大型キャスク（タイプ2A）の設計基準値
- (注15) BWR用中型キャスク（タイプ2）及びPWR用キャスク（タイプ1）の設計基準値
- (注16) BWR用中型キャスク（タイプ2）の設計基準値
- (注17) PWR用キャスク（タイプ1）の設計基準値

第 3.4-1 表 使用済燃料貯蔵設備本体の主要仕様

(1) 種類

a. 金属キャスク

BWR用大型キャスク (タイプ 2 A)

BWR用中型キャスク (タイプ 2)

PWR用キャスク (タイプ 1)

b. 貯蔵架台

金属キャスクたて置式

(2) 主要材質

a. 金属キャスク

(a) BWR用大型キャスク (タイプ 2 A)

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

(b) BWR用中型キャスク (タイプ 2)

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	銅
バスケット	炭素鋼（中性子吸収材を配置）
中性子遮蔽材	樹脂

(c) PWR用キャスク（タイプ1）

胴	低温用合金鋼又は炭素鋼
外筒	炭素鋼
一次蓋	低温用合金鋼又は炭素鋼
二次蓋	低温用合金鋼又は炭素鋼
蓋ボルト	合金鋼
伝熱フィン	銅
バスケット	アルミニウム合金（中性子吸収材を配置）
中性子遮蔽材	樹脂

b. 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 A）

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

b. BWR用中型キャスク（タイプ2）

寸法	全長 約5.5m
	外径 約2.4m
全質量（使用済燃料集合体含む）	約116 t
最大収納体数	52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燃料（仕様a）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	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	22年以上
最大崩壊熱量	8.6kW（金属キャスク1基当たり）
収納配置	第3.4-4図のとおり

新型8×8ジルコニウムライナ燃料（仕様a）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	40,000MWd/t
収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度	38,000MWd/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 12年以上

最大崩壊熱量 13.7kW（金属キャスク 1 基当たり）

収納配置 第3.4-5図のとおり

高燃焼度 8 × 8 燃料（仕様 a）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 50,000MWd/t

収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度 43,000MWd/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 12年以上

最大崩壊熱量 13.7kW（金属キャスク 1 基当たり）

収納配置 第3.4-6図のとおり

新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料（仕様 a）及び高燃焼度 8 × 8 燃料（仕様 a）を収納する場合

収納する高燃焼度 8 × 8 燃料の最高燃焼度 50,000MWd/t

収納する高燃焼度 8 × 8 燃料の平均燃焼度 43,000MWd/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 12年以上

収納する新型 8 × 8 ジルコニウムライナ

燃料の最高燃焼度 40,000MWd/t

収納する新型 8 × 8 ジルコニウムライナ

燃料の平均燃焼度 38,000MWd/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 12年以上

最大崩壊熱量 13.7kW（金属キャスク 1 基当たり）

収納配置 第3.4-7図のとおり

新型 8 × 8 燃料（仕様 b）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	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	22年以上
最大崩壊熱量	8.6kW（金属キャスク 1 基当たり）
収納配置	第3.4-4図のとおり

新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料（仕様 b）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	40,000MWd/t
収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度	38,000MWd/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	12年以上
最大崩壊熱量	13.7kW（金属キャスク 1 基当たり）
収納配置	第3.4-5図のとおり

高燃焼度 8 × 8 燃料（仕様 b）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	50,000MWd/t
収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度	43,000MWd/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	13年以上
最大崩壊熱量	13.7kW（金属キャスク 1 基当たり）
収納配置	第3.4-6図のとおり

新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料（仕様 b）及び高燃焼度 8
× 8 燃料（仕様 b）を収納する場合

収納する高燃焼度 8 × 8 燃料の最高燃焼度	50,000MWd/t
-------------------------	-------------

収納する高燃焼度 8 × 8 燃料の平均燃焼度	43, 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	13年以上
収納する新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料の最高燃焼度	40, 000MWd/t
収納する新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料の平均燃焼度	38, 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	12年以上
最大崩壊熱量	13. 7kW (金属キャスク 1 基当たり)
収納配置	第3. 4-7図のとおり

c. PWR用キャスク (タイプ1)

寸法	全長 約5. 2m
	外径 約2. 6m
全質量 (使用済燃料集合体含む)	約114 t
最大収納体数	21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

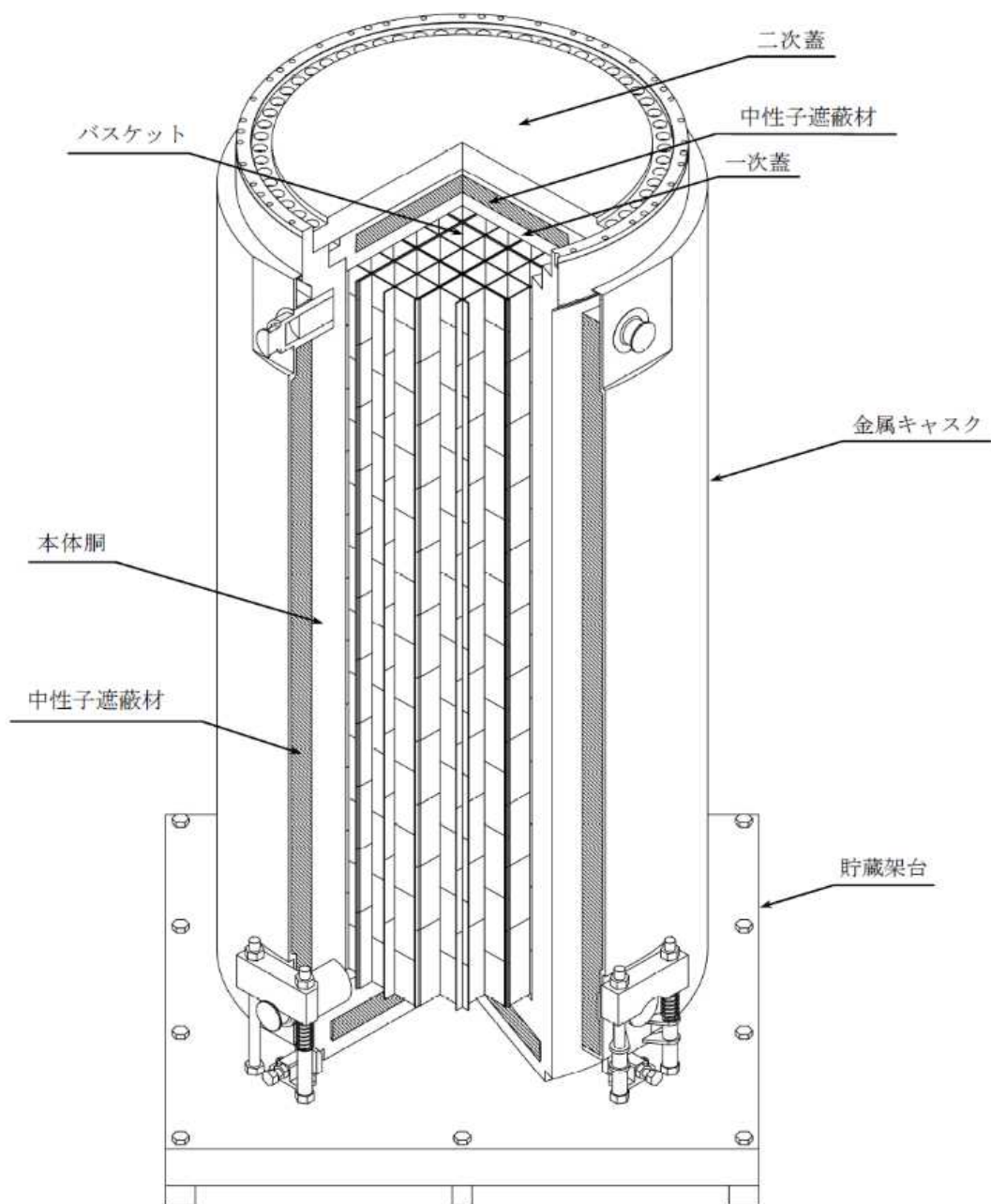
17×17燃料 48, 000MWd/t型 (A型)

収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度	48, 000MWd/t
収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度	44, 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	15年以上

17×17燃料 48,000MWd/t型 (B型)	
収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度	48,000MWd/t
収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度	44,000MWd/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	20年以上
17×17燃料 39,000MWd/t型 (A型)	
収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度	39,000MWd/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	15年以上
17×17燃料 39,000MWd/t型 (B型)	
収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度	39,000MWd/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	20年以上
最大崩壊熱量	13.9kW (金属キャスク 1 基当たり)
収納配置 (注1)	第3.4-8図のとおり
(注1) 使用済燃料集合体の種類毎に単独又は混載して収納する。	

d. 貯蔵架台

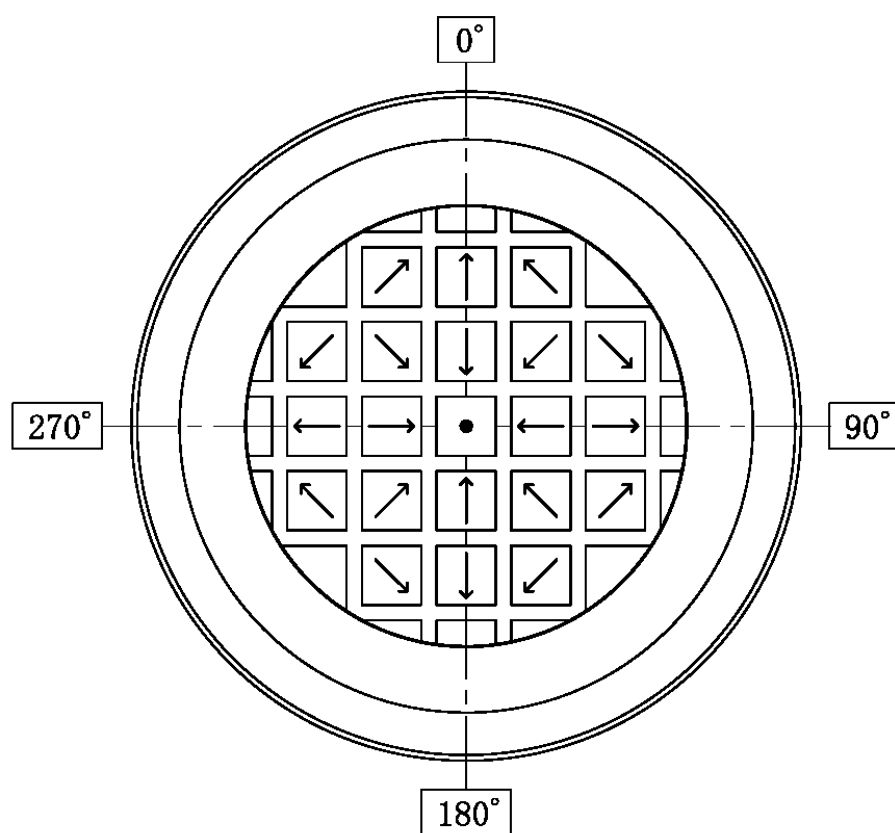
BWR用大型キャスク (タイプ2A)	約3.0m×約3.0m
BWR用中型キャスク (タイプ2)	約3.0m×約3.0m
PWR用キャスク (タイプ1)	約3.0m×約3.0m



(設計貯蔵期間：50年)

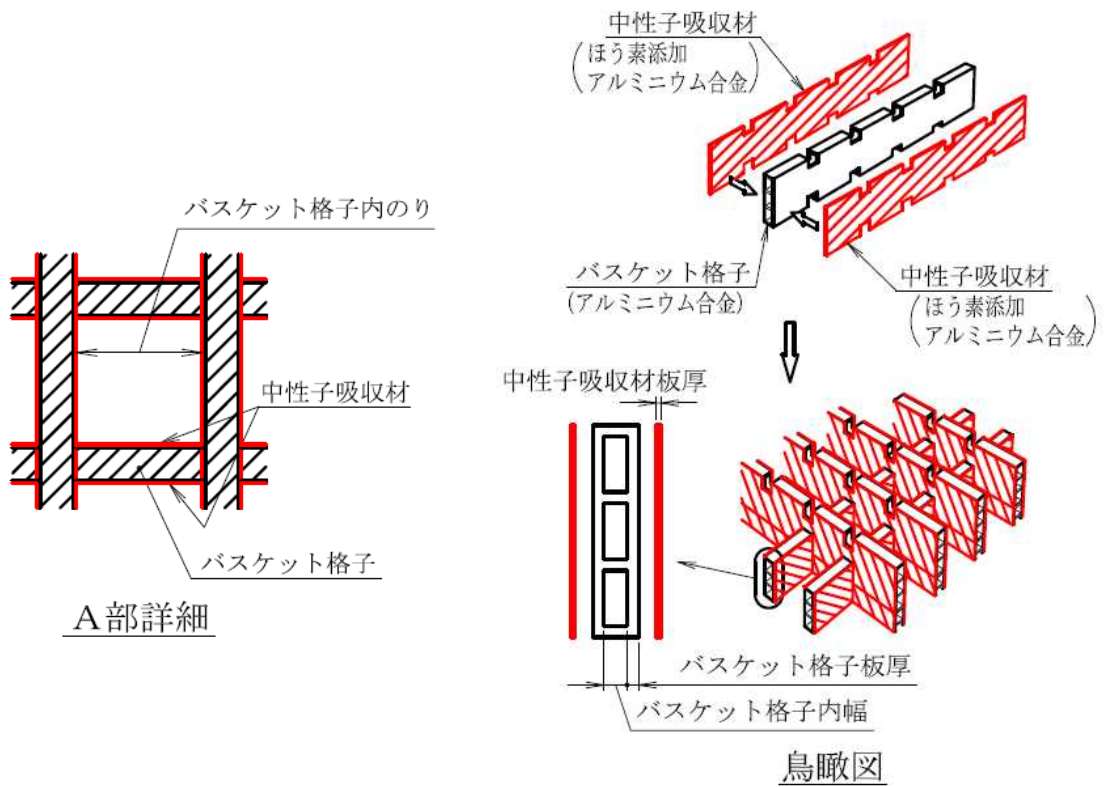
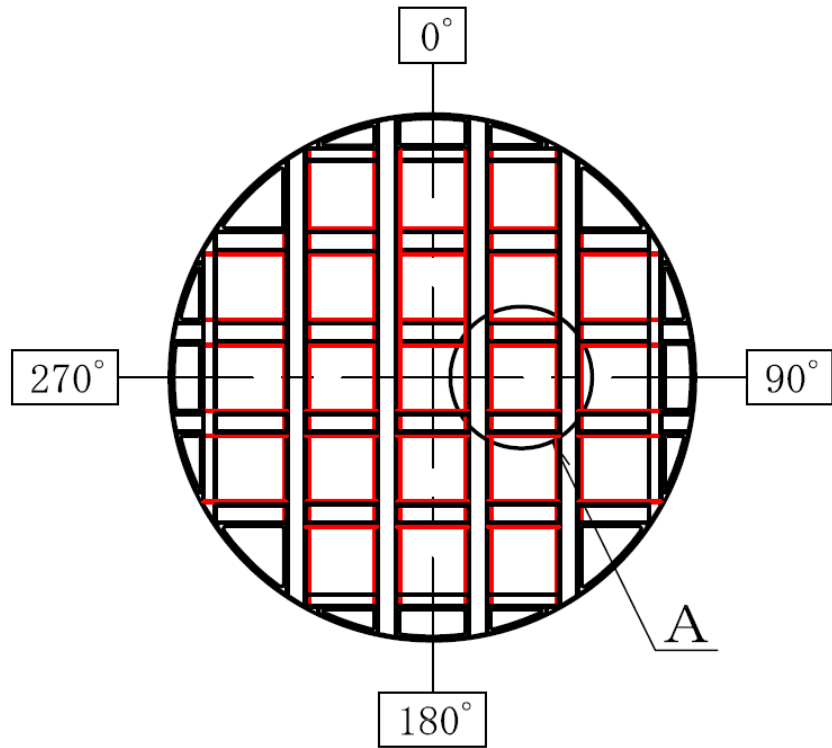
第3.1-1図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図

(BWR用大型キャスク (タイプ2A))

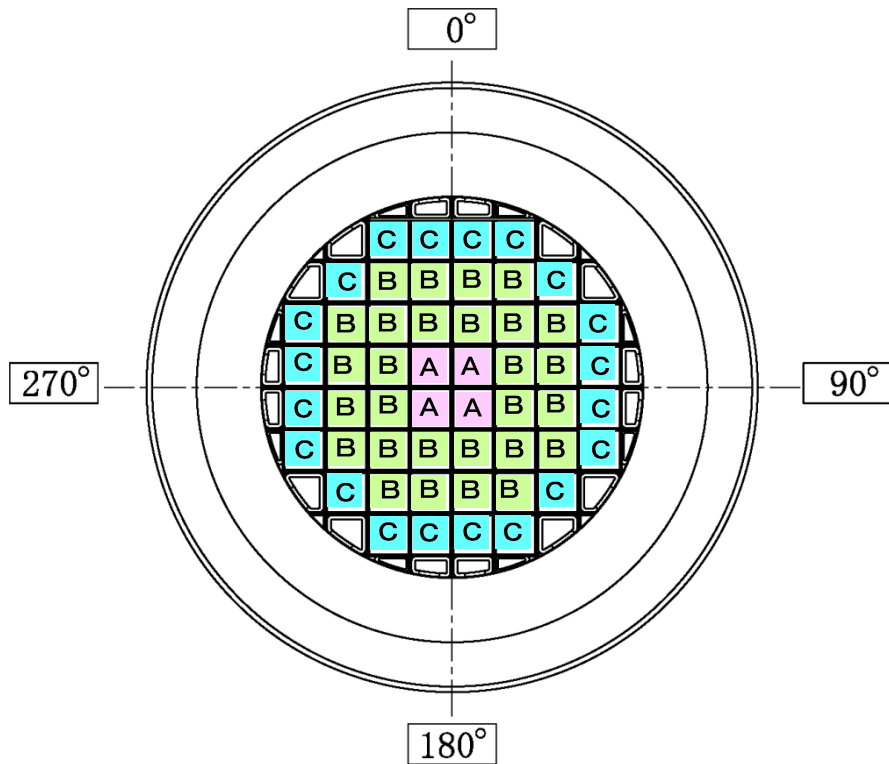


(注) 矢印はバスケット格子内での使用済燃料集合体の偏心方向を示す。

第 3.3-1 図(1) 臨界解析における燃料配置条件
(タイプ1バスケット, 冠水状態)

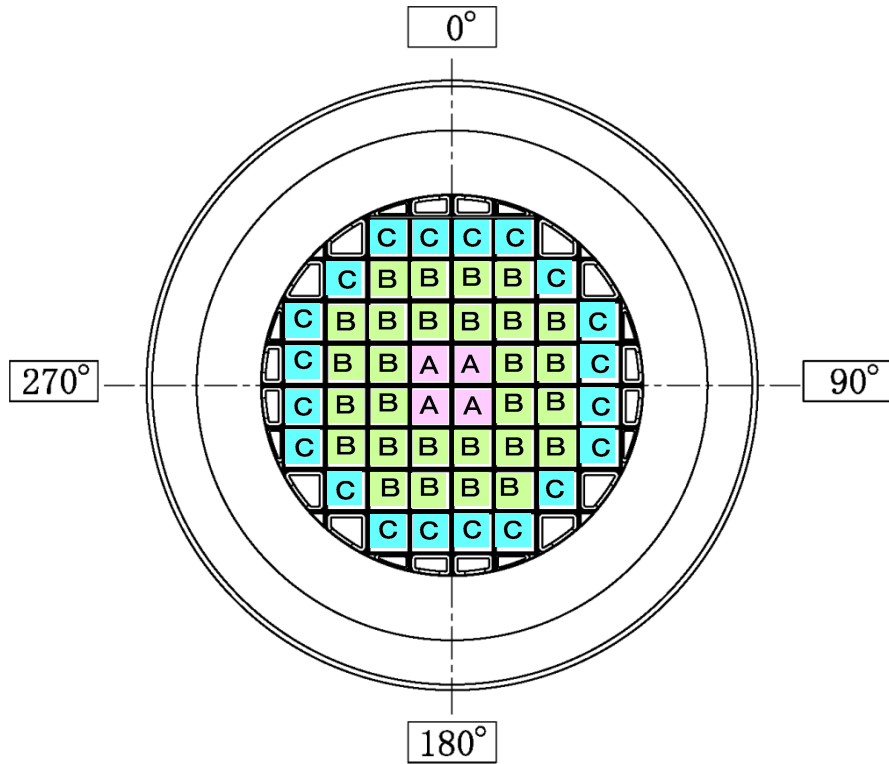


第3.3-1図(2) バスケット構造図 (PWR用キャスク (タイプ1)
(タイプ1バスケット))



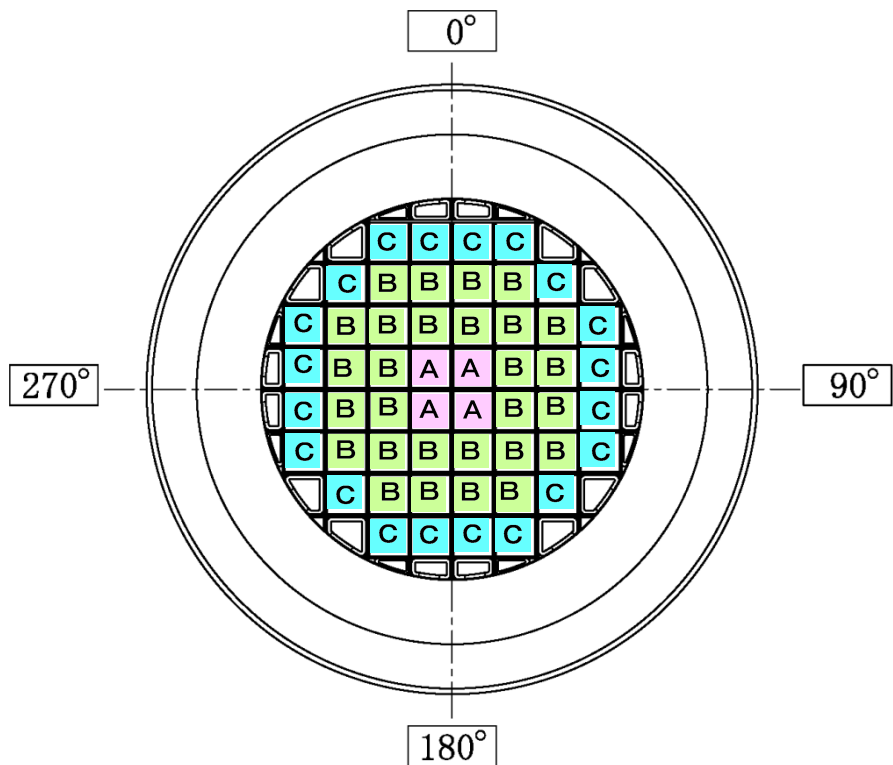
- A** : 燃焼度がCに収納する使用済燃料集合体の最低燃焼度以下となる使用済燃料集合体の収納位置
- B** : 燃焼度が40,000 MWd/t以下となる使用済燃料集合体の収納位置
- C** : 燃焼度が34,000 MWd/t以下となる使用済燃料集合体の収納位置

第3.4-4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)



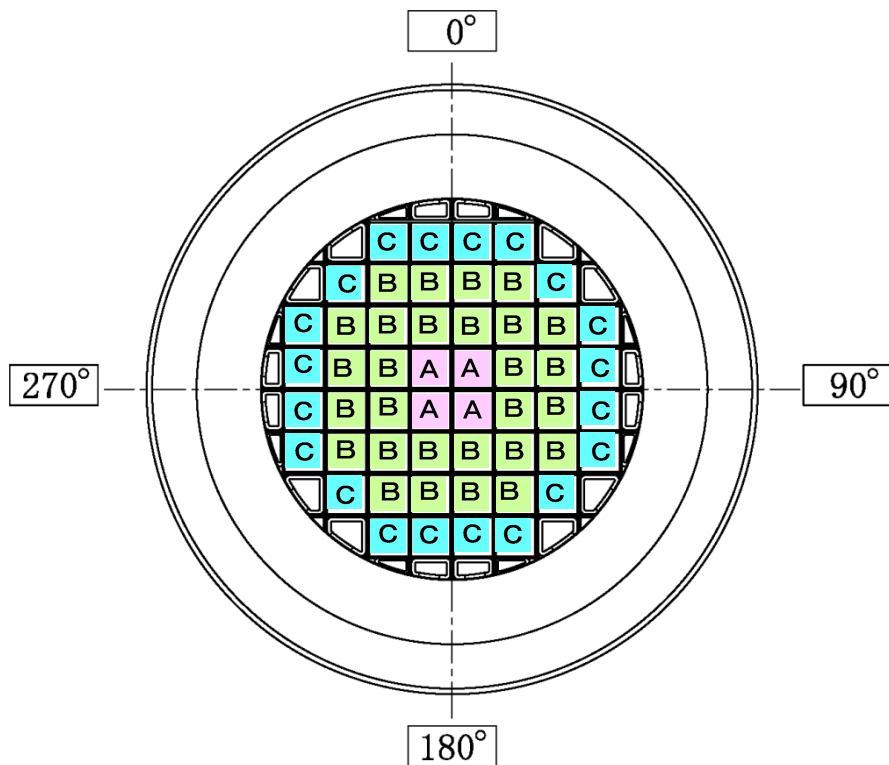
- A** : 燃焼度がCに収納する使用済燃料集合体の最低燃焼度以下となる使用済燃料集合体の収納位置
- B** : 燃焼度が40,000 MWd/t以下となる使用済燃料集合体の収納位置
- C** : 燃焼度が38,000 MWd/t以下となる使用済燃料集合体の収納位置

第3.4-5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)



- A** : 燃焼度がCに収納する使用済燃料集合体の最低燃焼度以下となる使用済燃料集合体の収納位置
- B** : 燃焼度が50,000 MWd/t以下となる使用済燃料集合体の収納位置
- C** : 燃焼度が43,000 MWd/t以下となる使用済燃料集合体の収納位置

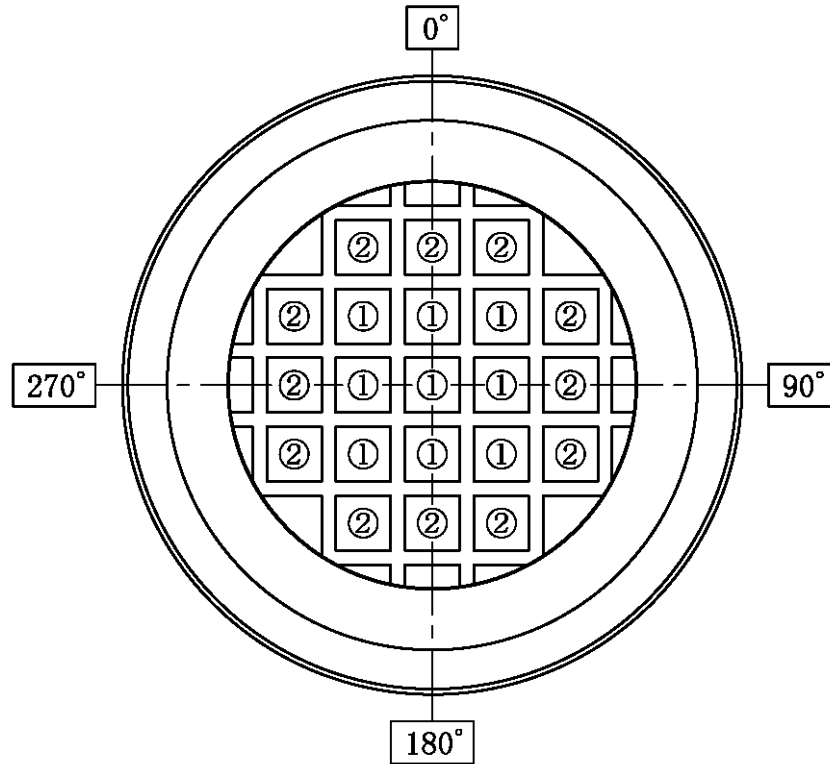
第3.4-6図 使用済燃料集合体の収納配置
(高燃焼度8×8燃料のみを収納する場合)



- A** : 燃焼度がCに収納する使用済燃料の種類ごとの最低燃焼度以下となる使用済燃料集合体の収納位置
- B** : 新型8×8ジルコニウムライナ燃料の燃焼度が40,000 MWd/t以下、及び高燃焼度8×8燃料の燃焼度が50,000 MWd/t以下となる使用済燃料集合体の収納位置
- C** : 新型8×8ジルコニウムライナ燃料の燃焼度が38,000 MWd/t以下、及び高燃焼度8×8燃料の燃焼度が43,000 MWd/t以下となる使用済燃料集合体の収納位置

第3.4-7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及び
高燃焼度8×8燃料を混載収納する場合）



- ① : 燃焼度が48,000MWd/t以下の使用済燃料集合体の収納位置
(バーナブルポイズン集合体を挿入する場合を含む)
- ② : 燃焼度が44,000MWd/t以下の使用済燃料集合体の収納位置

第3.4-8図 使用済燃料集合体の収納配置

5. 計測制御系統施設

5.2 計測設備

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適切な場所に保有し、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。

7. 放射線防護設備及び放射線管理設備

7.1 放射線防護設備

7.1.2 設計方針

(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、BWR 燃料及び PWR 燃料用の代表キャスクに対して保守的な線量評価を与えるようなガンマ線及び中性子線のエネルギースペクトル（以下「包絡スペクトル」という。）⁽¹⁾を設定するとともに、金属キャスク表面から 1 m 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。

BWR 用大型キャスク（タイプ 2 A），BWR 用中型キャスク（タイプ 2）及び PWR 用キャスク（タイプ 1）のガンマ線及び中性子線のエネルギースペクトルは、包絡スペクトルに包絡されており、包絡スペクトルで線量を評価することで保守的な評価結果となる。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。

包絡スペクトル，BWR 用大型キャスク（タイプ 2 A），BWR 用中型

キャスク（タイプ2）及びPWR用キャスク（タイプ1）のエネルギースペクトルのコンクリート中のガンマ線の実効線量率減衰比を第7.1-2図(1)、コンクリート中の中性子線の実効線量率減衰比を第7.1-2図(2)に示す。

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。

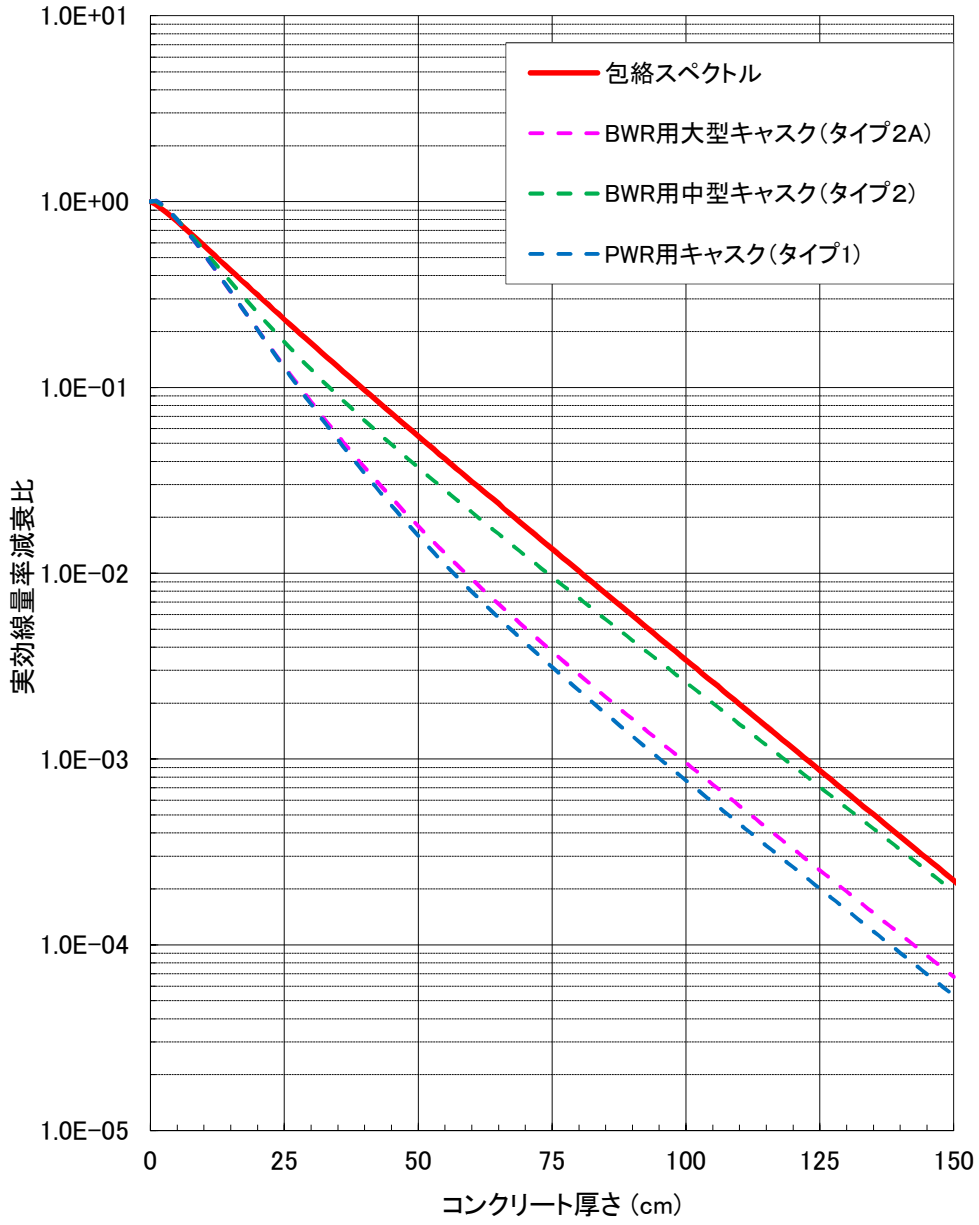
7.2 放射線管理設備

7.2.2 設計方針

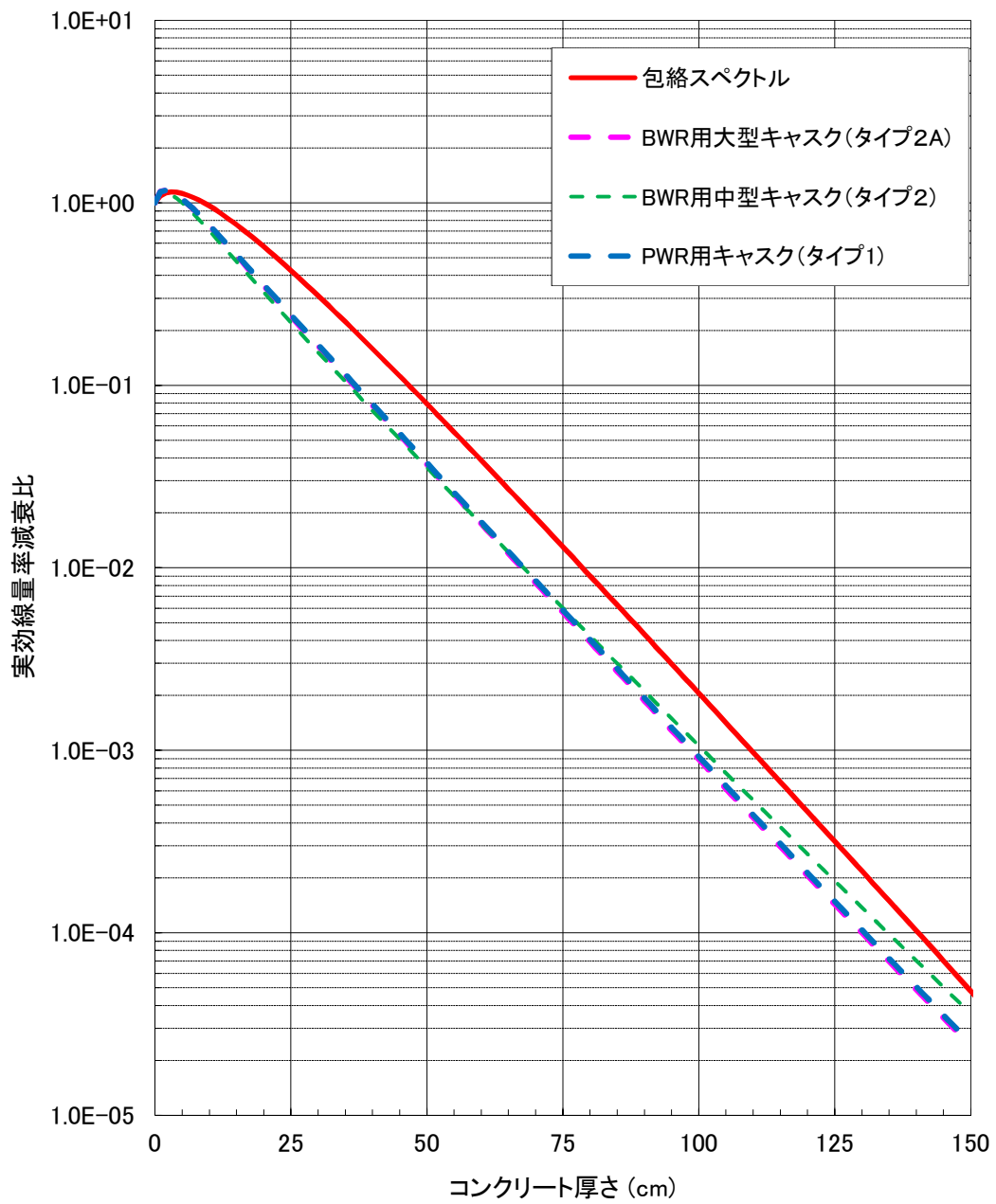
(3) 放射線計測器

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適切な場所に備える。

また、放射線計測器による放射線の監視測定ができなくなった場合に備え、代わりに監視測定を行うための計測器を保有し、準備が整い次第、監視測定を行う。



第7.1-2図(1) コンクリート中のガンマ線の実効線量率減衰比



第7.1-2図(2) コンクリート中の中性子線の実効線量率減衰比

8. その他使用済燃料貯蔵設備の附属施設

8.3 電気設備

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。なお、電源車は適切な場所に配備することとする。
- (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

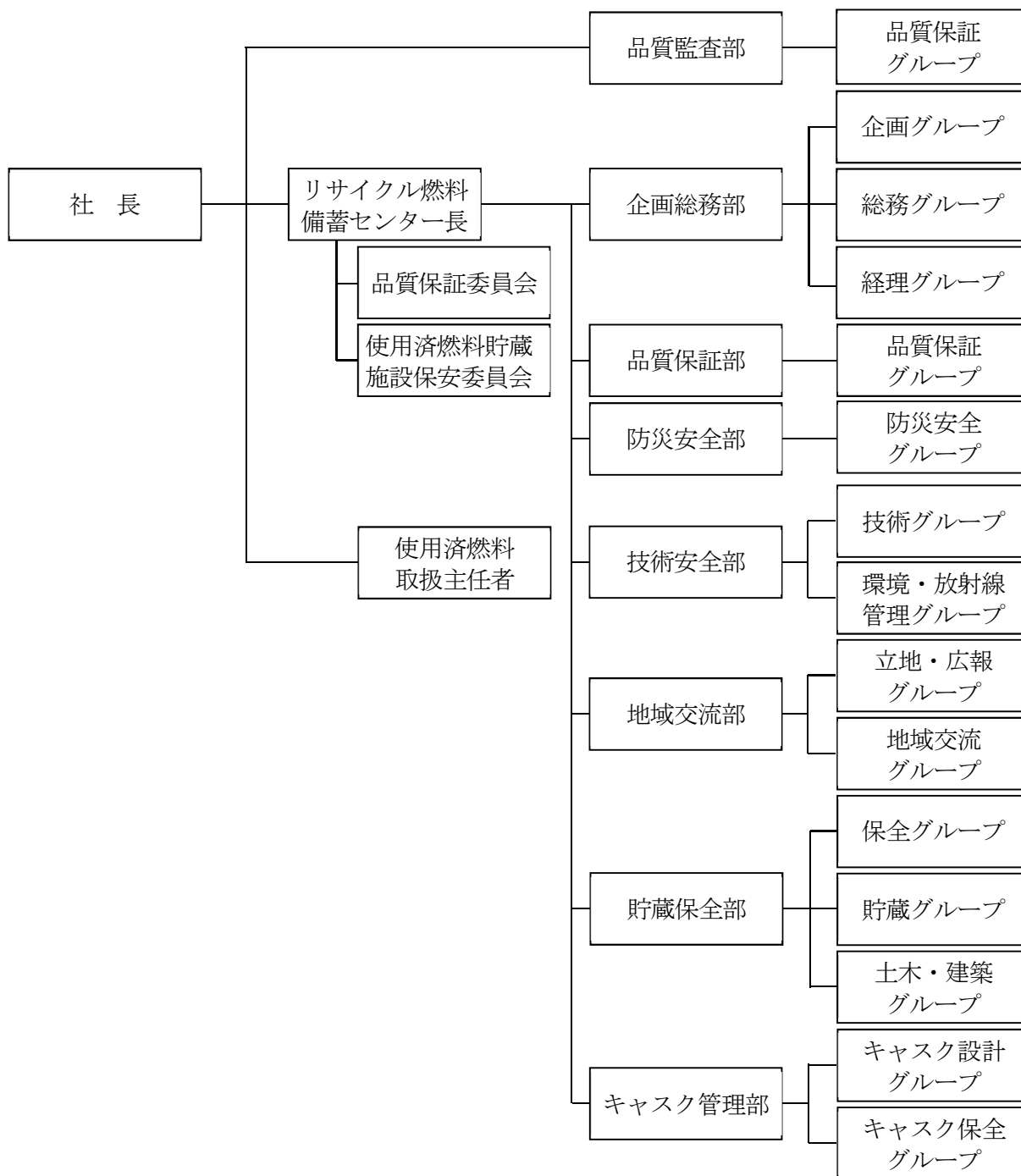
(20分以上作動)を有する設計とする。また、所轄消防署との協議に基づき受変電施設に設置している無停電電源装置より給電される保安灯を設置していることから、一部の通路誘導灯の設置は免除されている。

添付書類九の一部補正

添付書類九を以下のとおり補正する。

頁	行	補 正 前	補 正 後
9-5	下6 ） 下3	…本申請に必要な申請書を， <u>品質保証委員会</u> へ付議し，審議 を受ける。 また，事業許可に係る官庁申請 を主管する箇所の長は， <u>品質保 証委員会</u> の審議を得た…	…本申請に必要な申請書を， <u>使用済燃料貯蔵施設保安委員会</u> へ付議し，審議を受ける。 また，事業許可に係る官庁申請 を主管する箇所の長は， <u>使用済 燃料貯蔵施設保安委員会</u> の審議 を得た…
9-6	上6 ） 上10	3.3.4 新検査制度移行に際し ての本申請における設計管理の 特例	(記載削除)
9-17		第1図 適合性確認に関する体 制表	別紙1の記載に変更する。

別紙 1



第 1 図 適合性確認に関する体制図（注 1）

（注 1）令和 4 年 2 月 1 0 日に申請した使用前確認に係る使用前確認証の交付後 3 0 日以内に適用することとし、それまでの間は、キャスク管理部はキャスク設計製造部と読み替え、キャスク設計グループに係る職務は従前のキャスク設計製造グループが担務し、キャスク保全グループに係る職務は保全グループが担務し、通信連絡設備に関する施設管理は総務グループが担務する。