

リサイクル燃料貯蔵株式会社		
提出日	2022年4月1日	
管理表No.	0209-78	改訂01

項目	コメント内容
津波 (第8条)	<p>許可との整合性で整理した(PDF296～297)「1.1.7.5 使用済燃料貯蔵施設の遮蔽機能(遮蔽機能の回復を考慮した年間1mSv以下)」が申請書から抜けている。評価条件, 評価結果等, 必要な記載を添付に追記すること。</p> <p><3/3 追加コメント></p> <p>保安規定の運用に加えて, 許可で整理した 1mSv/y(線量告示)以下となることを設工認でも確認する必要がある。線量評価の条件, 結果の申請書への追記が必要。</p>

(回答)

敷地境界外における実効線量が年間1mSvを超えないことは, 事業変更許可申請で説明している。設工認申請では, 蓋部の密封境界部がおおむね弾性範囲内にとどまること(基本設計方針「1.6.4 仮想的大規模津波の影響を考慮する施設の設計方針」, 添付書類3「添付6-1-5-1 仮想的大規模津波に対する金属キャスクの影響評価」), 金属キャスクの構造から蓋の横ずれ量は限定されること(補足説明資料「設2-補-014-01 金属キャスクの閉じ込め機能評価の設計条件及び計算条件」), 使用済燃料貯蔵施設の浸水を想定した活動に必要な対策や体制を整備することを保安規定に定めること(基本設計方針「1.6.3 津波防護対策」)を説明して, これらで総合的に担保することとしている。

以上を踏まえ, 記載の充実のため, 以下を追記する。

仮想的な大規模津波により, 貯蔵建屋は, 受入れ区域が損傷し, 受入れ区域の外壁及び天井の遮蔽機能を喪失するとともに, 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。受入れ区域の金属キャスクは, 胴部の中性子遮蔽材が損傷し, 遮蔽機能の一部を喪失することを仮定する。

遮蔽機能を回復する期間として, 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1ヶ月, 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)を3ヶ月とした場合, 敷地境界外における公衆の実効線量は年間1mSvを超えない。

以上を踏まえ, 所定の遮蔽機能の回復に必要な対策や体制を整備することを保安規定に定め, 運用する。

(追加回答)

上記の運用に係る記載を, 基本設計方針「1.6.5 仮想的な大規模津波を考慮した放射線防護対策」として追記することに加え, 線量評価の条件及び結果等を添付書類3「添付6-1-8 仮想的な大規模津波の影響を考慮する施設の遮蔽評価」(添付参照)として申請書へ追記する。

以上

添付6-1-8 仮想的大規模津波の影響を考慮する施設の遮蔽評価
(案)

目次

1. 概要	1
2. 貯蔵建屋の遮蔽評価	2
2.1 評価条件	2
2.1.1 貯蔵区域の金属キャスクの線源条件	2
2.1.2 受入れ区域の金属キャスクの線源条件	2
2.1.3 金属キャスクの状態	2
2.1.4 貯蔵建屋の状態	3
2.1.5 線量評価位置	3
2.1.6 遮蔽機能の復旧期間	3
2.2 評価方法	3
2.3 評価結果	3

図表目次

第2-1図 クレーンガードの金属キャスクへの落下	4
第2-2図 落下物による中性子遮蔽材の損傷の仮定	5
第2-3図 貯蔵建屋壁の遮蔽機能喪失の仮定	6
第2-4図 線量評価位置	7
第2-1表 貯蔵区域の金属キャスクの線源条件	8
第2-2表 受入れ区域の金属キャスクの線源条件	9
第2-3表 遮蔽評価条件	10
第2-4表 敷地境界外における公衆の実効線量の評価結果	11

1. 概要

本資料は、仮想的大規模津波の影響を考慮する施設である貯蔵建屋について、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1mSvを超えないことを説明するものである。

2. 貯蔵建屋の遮蔽評価

2.1 評価条件

遮蔽の評価は、「添付 4-2 使用済燃料貯蔵建屋の放射線の遮蔽に関する説明書」における評価と同様の手法に基づきつつ、本評価の目的及び条件を踏まえた適切な条件を反映して行う。

2.1.1 貯蔵区域の金属キャスクの線源条件

貯蔵区域の金属キャスクの線源条件については、異常事象時の評価であることから、貯蔵建屋の遮蔽設計上の保守的な条件とは異なり、より現実的な条件として金属キャスクの遮蔽評価結果と同等になるよう設定する。貯蔵建屋の遮蔽設計との比較を第 2-1 表に示す。

2.1.2 受入れ区域の金属キャスクの線源条件

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、線源条件については、金属キャスクの中性子遮蔽材の一部が損傷するため、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算出し合算することとし、貯蔵区域の金属キャスクの線源条件と同様に、より現実的な条件として金属キャスクの遮蔽評価結果と同等になるよう設定する。貯蔵建屋の遮蔽設計との比較を第 2-2 表に示す。

2.1.3 金属キャスクの状態

金属キャスクの状態（受入れ区域の金属キャスクの中性子遮蔽材損傷部）については、受入れ区域の損傷に伴う落下物が金属キャスクに衝突して外筒を貫通し、中性子遮蔽材が損傷する場合を仮定する。

- a. 外筒を貫通する可能性のある落下物として抽出した落下物のうち、上面の走行レールの剛性が高く、落下時に反転して水平状態の金属キャスクの側面へ衝突する状況を仮定すると外筒を貫通する可能性が考えられるクレーンガーダを選定する。なお、閉じ込め機能評価で想定した落下物である天井クレーンについては外筒への衝突で塑性変形し、また天井スラブは外筒への衝突で破壊すると考えられることから、金属キャスクの外筒を貫通する可能性は小さい。
- b. クレーンガーダは金属キャスクの仮置エリア付近に 5 本あることから、第 2-1 図に示すように 1 本が 1 基の金属キャスクの中性子遮蔽材を損傷させるものとし、クレーンガーダの落下により 5 基の金属キャスクの中性子遮蔽材を損傷するものとする。なお、1 本のクレーンガーダが同時に複数の金属キャスクに衝突して両者の金属キャスクの中性子遮蔽材が損傷する可能性は小さいと考えられる。
- c. クレーンガーダの衝突により、水平状態の金属キャスクの上部の中性子遮蔽材が、第 2-2 図に示すように径方向に平行に幅 0.3m で損傷するものとする。中性子遮蔽材の損傷状態の前提は、外筒の貫通が起こりうる状況として落下物の角部の衝突を仮定した場合、外筒を貫通した落下物が本体胴で止まるまでに中性子遮蔽材に幅約 0.3m の楔形の損傷を発生させると考えられるとする仮定に基づく。開口部の幅は約

0.3m であり、遮蔽評価上は保守的に方形の損傷を仮定する。

2.1.4 貯蔵建屋の状態

貯蔵建屋の状態は、波圧に対し受入れ区域の北側外壁が許容応力を超えることから、受入れ区域の損傷を仮定し、第 2-3 図に示すように貯蔵建屋のうち、受入れ区域の外壁（北側、東側及び西側）及び天井の遮蔽機能の喪失を仮定する。なお、受入れ区域の損傷形態を定量的に評価する上での不確かさが大きいいため、相当に保守的と考えられるが、東側及び西側外壁や天井も含めて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。

2.1.5 線量評価位置

線量評価位置は、受入れ区域の金属キャスクからの寄与が大きいため、第 2-4 図に示すように受入れ区域に近い北方向（受入れ区域外壁から約 150m）とする。なお、貯蔵建屋の遮蔽設計では貯蔵区域からの線量が最大となる東方向（貯蔵区域中心から約 170m）で評価している。

2.1.6 遮蔽機能の復旧期間

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（遮蔽体の設置）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）を考慮し、復旧期間は前者を 3 ヶ月、後者を 1 ヶ月とする。

2.2 評価方法

評価には、解析コード MCNP-4C（三次元連続エネルギーモンテカルロ法コード）を用いる。これは、「添付 4-2 使用済燃料貯蔵建屋の放射線の遮蔽に関する説明書」における評価に用いるコードと同様である。

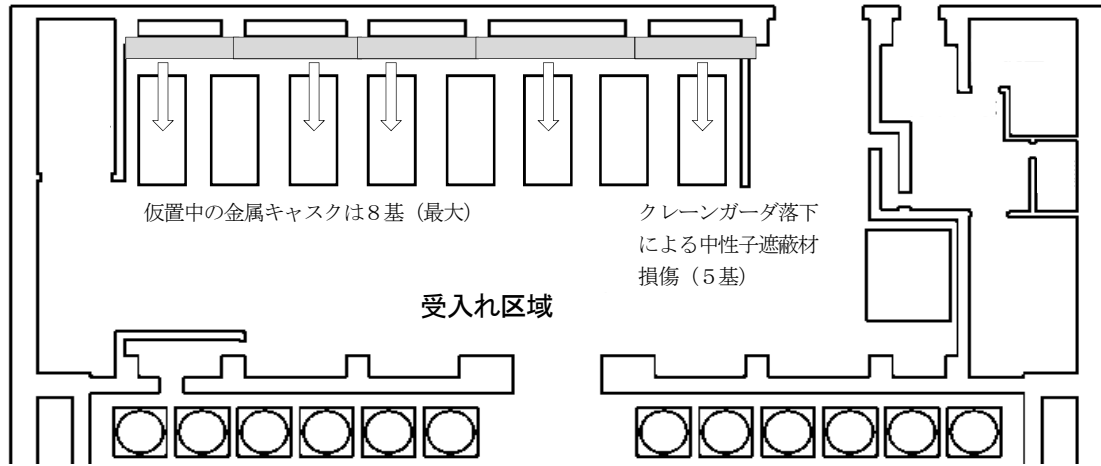
断面積ライブラリには、MCNPDLG-200/MCNPDATA（ENDF/B-VIをベースとしてMCNP用に作成された内蔵ライブラリ）を用いる。

遮蔽評価条件を第 2-3 表に示す。

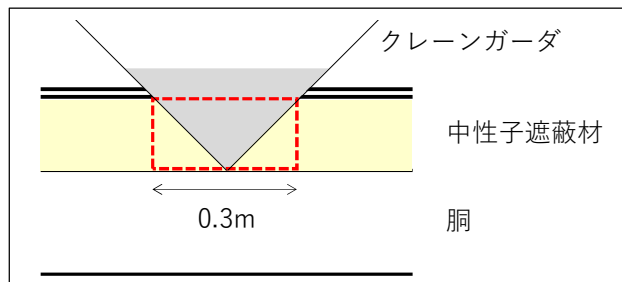
2.3 評価結果

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 2-4 表に示す。敷地境界外における公衆の実効線量は年間で約 7.8×10^{-4} mSv であり、年間 1mSv を超えないことを確認した。

■ : クレーンガーダ (5本)



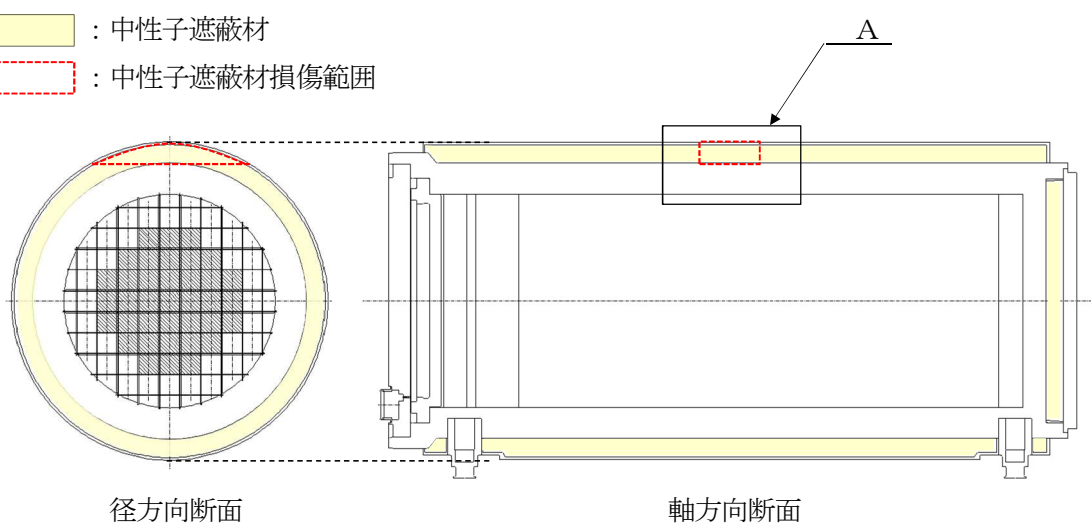
第2-1図 クレーンガーダの金属キャスクへの落下



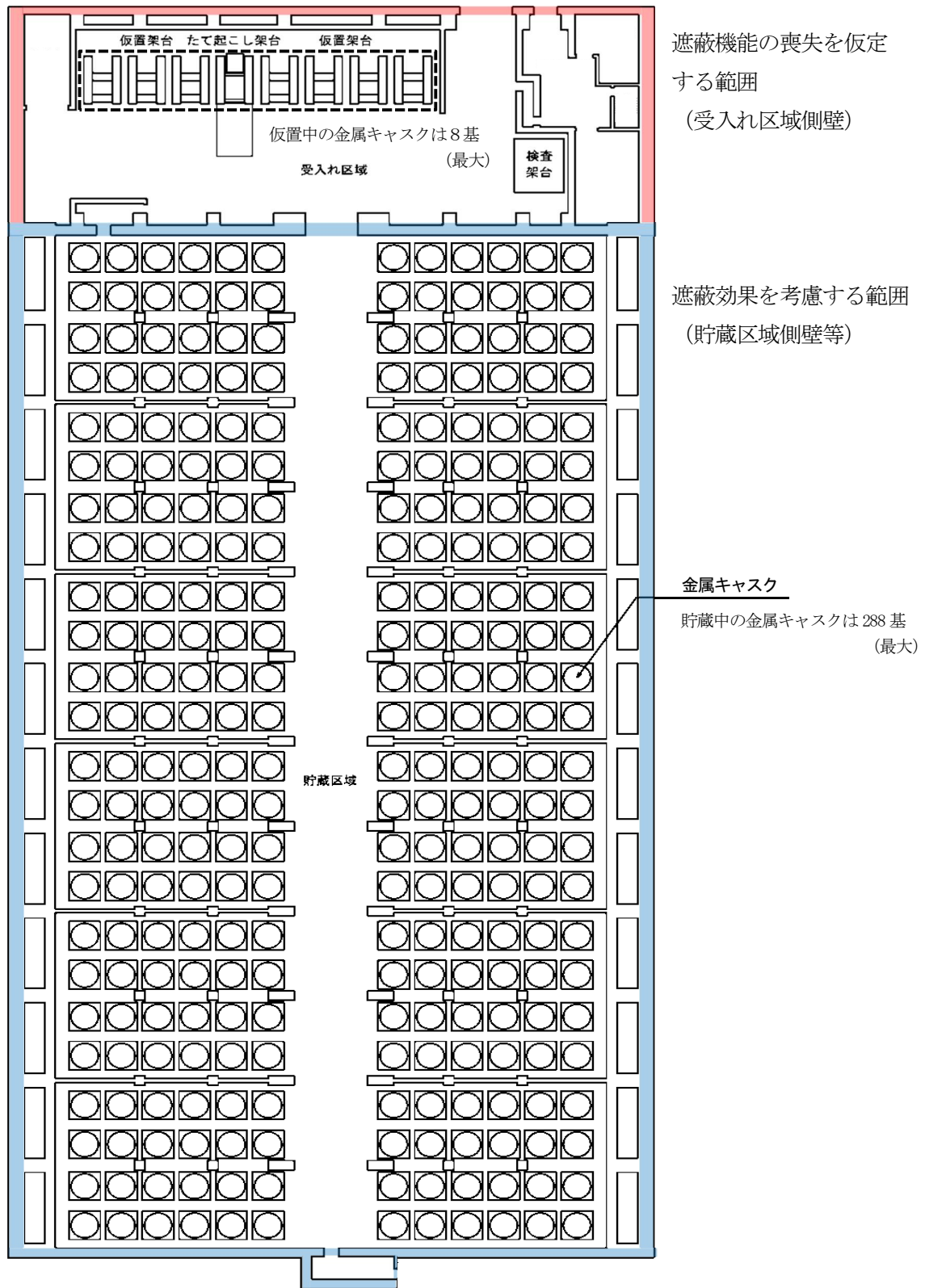
A部詳細

■ : 中性子遮蔽材

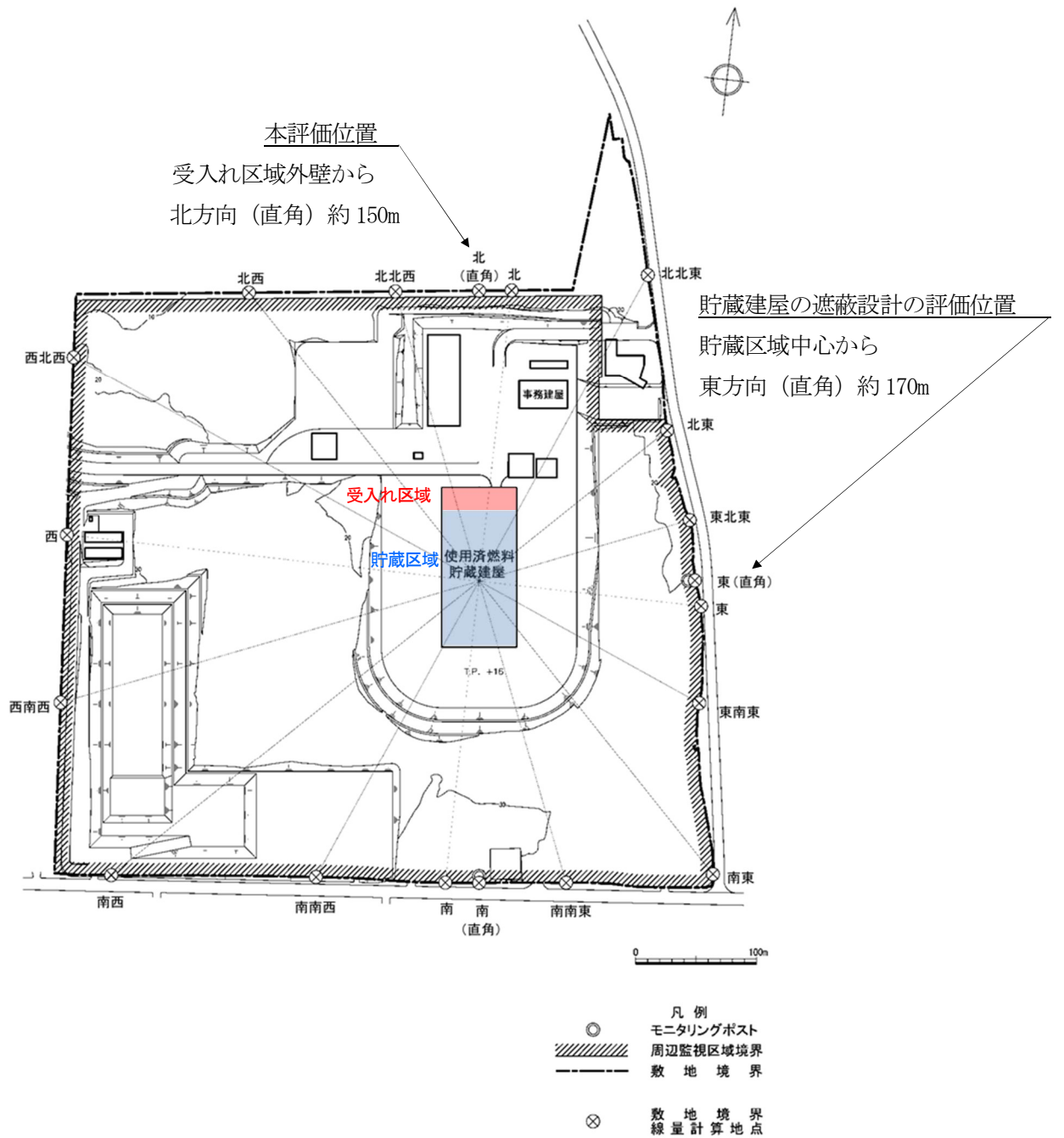
□ : 中性子遮蔽材損傷範囲



第2-2図 落下物による中性子遮蔽材の損傷の仮定



第2-3図 貯蔵建屋壁の遮蔽機能喪失の仮定



第2-4図 線量評価位置

第2-1表 貯蔵区域の金属キャスクの線源条件

項目	評価	(参考) 貯蔵建屋の遮蔽設計
線源	金属キャスク遮蔽評価結果 (表面から1m離れた位置における線量当量率が中性子 26.2 μ Sv/h, γ 線 51.7 μ Sv/h) と同等になるように設定	金属キャスク表面から1m離れた位置における線量当量率が100 μ Sv/hとなるように規格化
評価線質	金属キャスク遮蔽評価結果に基づく中性子及び γ 線の線質を設定	中性子100%とした場合、 γ 線100%とした場合のそれぞれを評価し、保守的な評価結果を使用
中性子及び γ 線の表面エネルギースペクトル	コンクリートの透過率が高い包絡スペクトルを設定	同左

第2-2表 受入れ区域の金属キャスクの線源条件

項目	評価	(参考) 貯蔵建屋の遮蔽設計
線源	金属キャスク遮蔽評価結果における金属キャスク表面線束の積算値を設定 (金属キャスクの中性子遮蔽材損傷部については、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)	金属キャスク表面から 1m 離れた位置における線量当量率が $100\mu\text{Sv/h}$ となるように規格化
評価線質	金属キャスク遮蔽評価結果に基づく中性子及び γ 線の線質を設定	中性子 100%とした場合、 γ 線 100%とした場合のそれぞれを評価し、保守的な評価結果を使用
中性子及び γ 線の表面エネルギースペクトル	金属キャスク遮蔽評価結果に基づく中性子及び γ 線のスペクトルを設定	コンクリートの透過率が高い包絡スペクトルを設定

第2-3表 遮蔽評価条件

項目	条件	備考
実効線量換算係数	ICRP Publication74 の前方 - 後方照射条件(AP)	
線源条件	金属キャスク基数は貯蔵区域288基, 受入れ区域8基(最大基数) 線源強度はBWR用大型キャスク(タイプ2A)の遮蔽評価結果と同等になるよう設定	
金属キャスクの状態	受入れ区域8基のうち5基については, 落下物の衝突による中性子遮蔽材の損傷を仮定	
貯蔵建屋の状態	受入れ区域の外壁(北側, 東側及び西側)及び天井の遮蔽機能喪失を仮定	
	貯蔵区域遮蔽扉は開放状態を仮定	遮蔽扉が津波襲来時に開放されている場合を考慮
線量評価点	北方向の敷地境界 (受入れ区域外壁から約150m)	線量の寄与が大きな受入れ区域の金属キャスクに近い, 北方向の敷地境界とする

第2-4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）	$7.6 \times 10^{-1} \text{mSv}^*$
貯蔵区域に存在する 金属キャスクからの実効線量（年間）	$1.9 \times 10^{-2} \text{mSv}$
実効線量合計（年間）	$7.8 \times 10^{-1} \text{mSv}$

*）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
 $1.4 \times 10^{-1} \text{mSv}$ である