

本資料のうち、枠囲みの内容は、
商業機密あるいは防護上の観点
から公開できません。

伊方発電所設計及び工事計画審査資料	
資料番号	D S F - 0 5 0
提出年月日	令和 3 年 6 月 10 日

伊方発電所 3 号機

設計及び工事計画に係る説明資料

(生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書)

(使用済燃料乾式貯蔵施設)

令和 3 年 6 月

四国電力株式会社

資料 16 に係る補足説明資料

【説明する添付資料】

資料 16 生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書

補足説明資料目次

	頁
1. 開口部に関する遮蔽設計について……………	資 16 補-1
2. 使用済燃料乾式貯蔵建屋の給排気口に対する遮蔽設計の妥当性について ……………	資 16 補-6
別紙 1 取扱エリア開口部に対する必要遮蔽厚さについて	
別紙 2 施工許容差を考慮した場合の遮蔽厚さについて	

1. 開口部に関する遮蔽設計について

管理区域境界における設計基準線量率 $2.6 \mu\text{Sv/h}$ 以下を満足するため、貯蔵エリア及び取扱エリアの壁等については、以下の必要遮蔽厚さが必要となる。ここで、当該エリアの開口部についても以下の必要遮蔽厚さが確保できていることを示す。

- (1) 貯蔵エリア (資料 16「生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」参照)

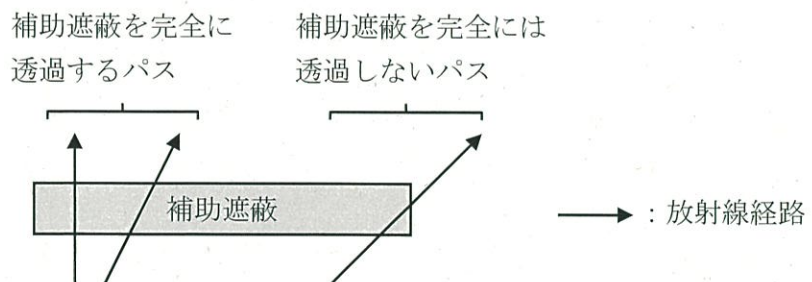
壁厚さ:
天井厚さ:

- (2) 取扱エリア (別紙 1 参照)

壁厚さ:

1.1 開口部の遮蔽設計の妥当性

各エリアの各開口部において、放射線が壁等 (補助遮蔽) を透過する最短透過距離が、必要遮蔽厚さを満足することを確認する。ここで、各開口部の検討において、放射線の透過パターンを第 1-1 図の通り区別し、各開口部から使用済燃料乾式貯蔵容器 (以下「乾式キャスク」という。) を見込む範囲を黒破線 (①)、補助遮蔽を完全に透過するパスのうち最短透過距離となるパスを赤破線 (②)、補助遮蔽を完全には透過しないパスのうち最短透過距離となるパスを青破線 (③) で示す。



第 1-1 図 補助遮蔽透過パターンイメージ図

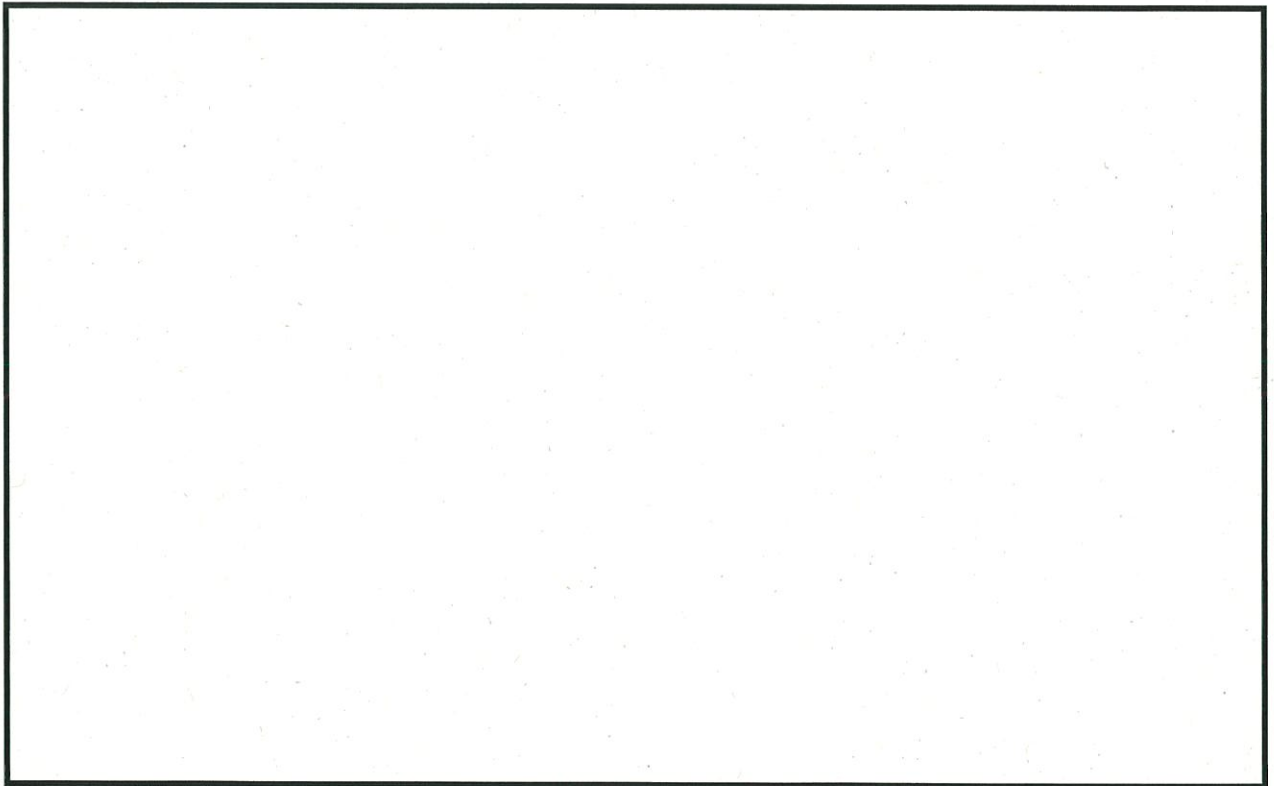
(1) 貯蔵エリア

貯蔵エリアの開口部としては給気口及び排気口がある。各開口部に対する放射線の透過イメージ図を第 1-2 図及び第 1-3 図に示す。

a. 給気口

第 1-2 図に示す通り、給気口に対して②と③を比較すると、②の透過距離が最短透過距離となる。ここで、最短透過距離となる②は給気口内壁を完全に透過するため、給気口内壁厚さが必要遮蔽厚さである 以上あることをもって、確実に給気口に対する放射線の最短透過距離が必要遮蔽厚さを満足することを確認できた。

なお、使用済燃料乾式貯蔵建屋は、JASS 5N「建築工事標準仕様書・同解説 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事」に従って設置するため、その施工許容差を保守的に考慮しても②と③の大小関係は変わらず、当該開口部の最短透過距離が②の透過距離となることを確認している（別紙 2）。

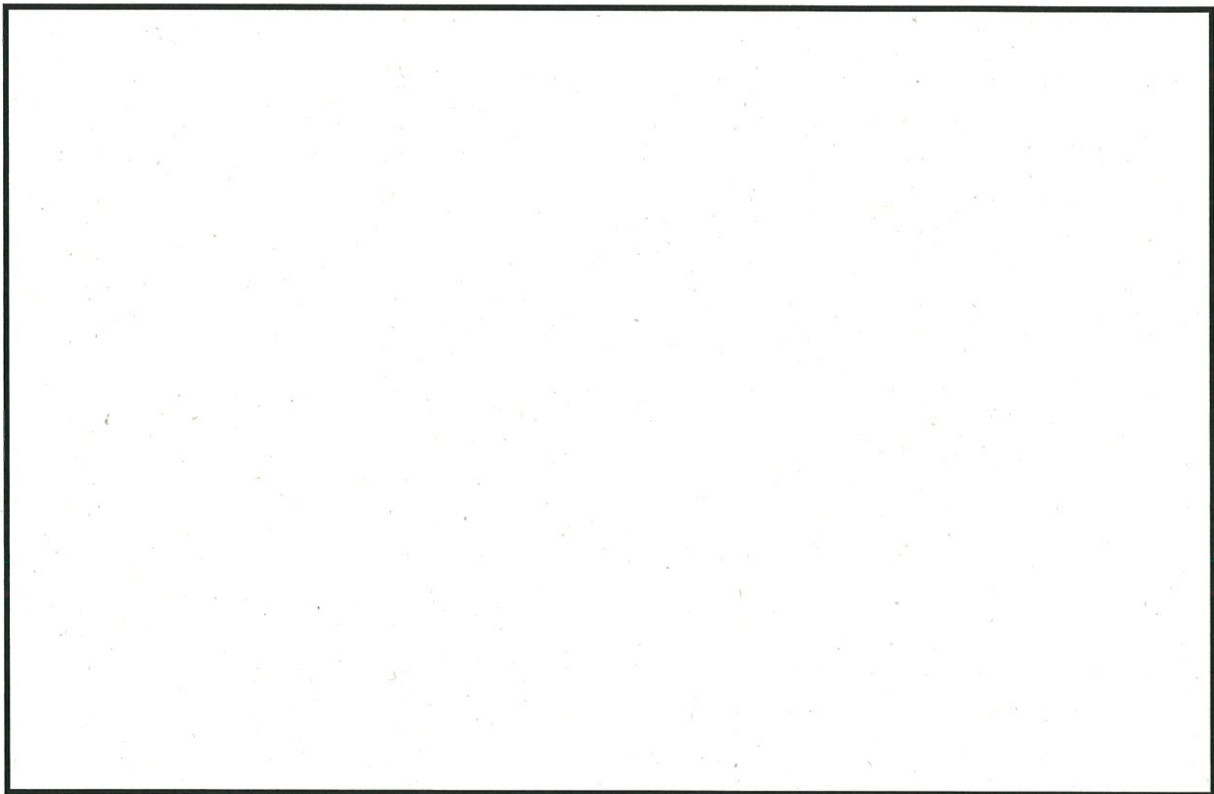


第 1-2 図 給気口に対する放射線の透過イメージ図

b. 排気口

第 1-3 図に示す通り、排気口に対して②と③を比較すると、②の透過距離が最短透過距離となる。ここで、最短透過距離となる②は水平遮蔽板を完全に透過するため、水平遮蔽板厚さが必要遮蔽厚さである 以上あることをもって、確実に排気口に対する放射線の最短透過距離が必要遮蔽厚さを満足することを確認できた。

なお、使用済燃料乾式貯蔵建屋は、JASS 5N「建築工事標準仕様書・同解説 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事」に従って設置するため、その施工許容差を保守的に考慮しても②と③の大小関係は変わらず、当該開口部の最短透過距離が②の透過距離となることを確認している（別紙 2）。



第 1-3 図 排気口に対する放射線の透過イメージ図

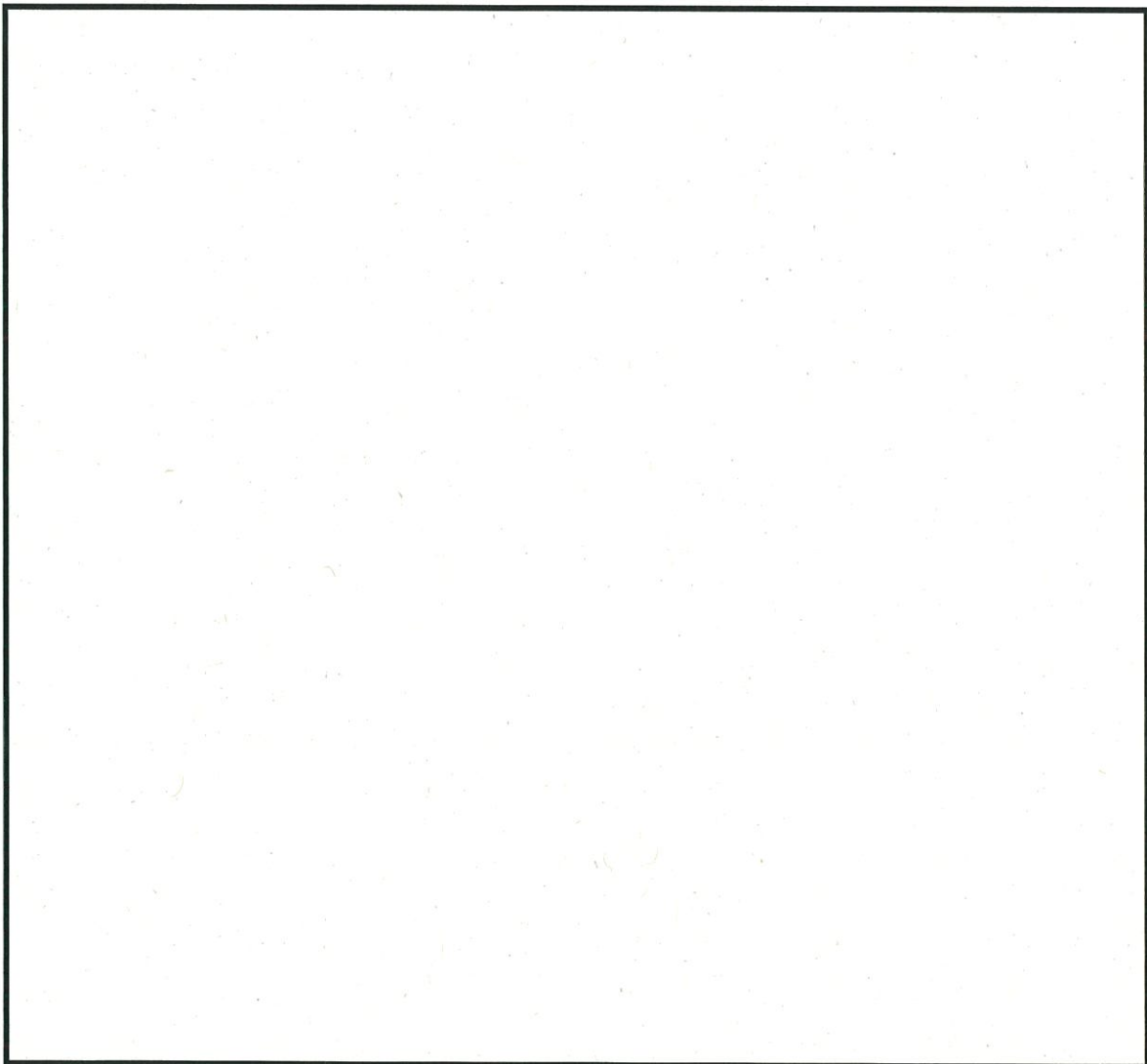
(2) 取扱エリア

取扱エリアの開口部としては屋外側とユーティリティエリア側の開口部がある。各開口部に対する放射線の透過イメージ図を第 1-4 図及び第 1-5 図に示す。

a. 屋外側

第 1-4 図に示す通り、屋外側の開口部に対して②と③を比較すると、②の透過距離が最短透過距離となる。ここで、最短透過距離となる②は遮蔽扉を完全に透過するため、遮蔽扉厚さが必要遮蔽厚さである 以上あることをもって、確実に屋外側の開口部に対する放射線の最短透過距離が必要遮蔽厚さを満足することを確認できた。

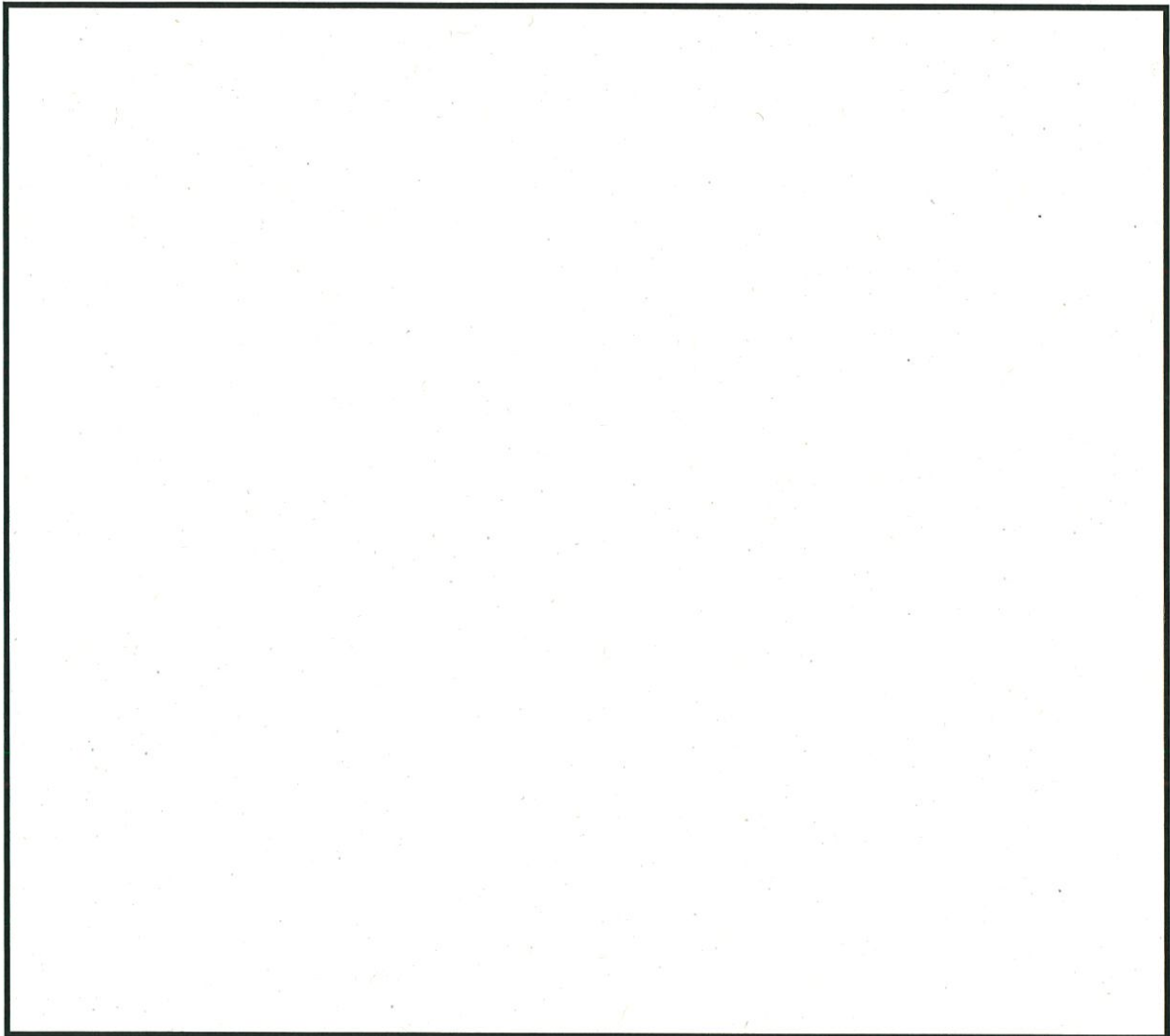
なお、使用済燃料乾式貯蔵建屋は、JASS 5N「建築工事標準仕様書・同解説 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事」に従って設置するため、その施工許容差を保守的に考慮しても②と③の大小関係は変わらず、当該開口部の最短透過距離が②の透過距離となることを確認している（別紙 2）。



第 1-4 図 取扱エリア開口部に対する放射線の透過イメージ図（屋外側）

b. ユーティリティエリア側

第 1-5 図に示す通り、ユーティリティエリア側の開口部は、①の範囲に対し、厚さ [] 以上の壁を完全に透過することから、③は存在しない。したがって、第 1-5 図に示す壁厚 (■部) がいずれも [] [] 以上あることをもって、②は確実に必要遮蔽厚さを満足することを確認した。



第 1-5 図 取扱エリア開口部に対する放射線の透過イメージ図
(ユーティリティエリア側)

なお、設計進捗による使用済燃料乾式貯蔵建屋寸法の変更を反映しても、線量評価結果及び開口部の遮蔽設計に影響がないことを確認している。

2. 使用済燃料乾式貯蔵建屋の給排気口に対する遮蔽設計の妥当性について

2.1 概要

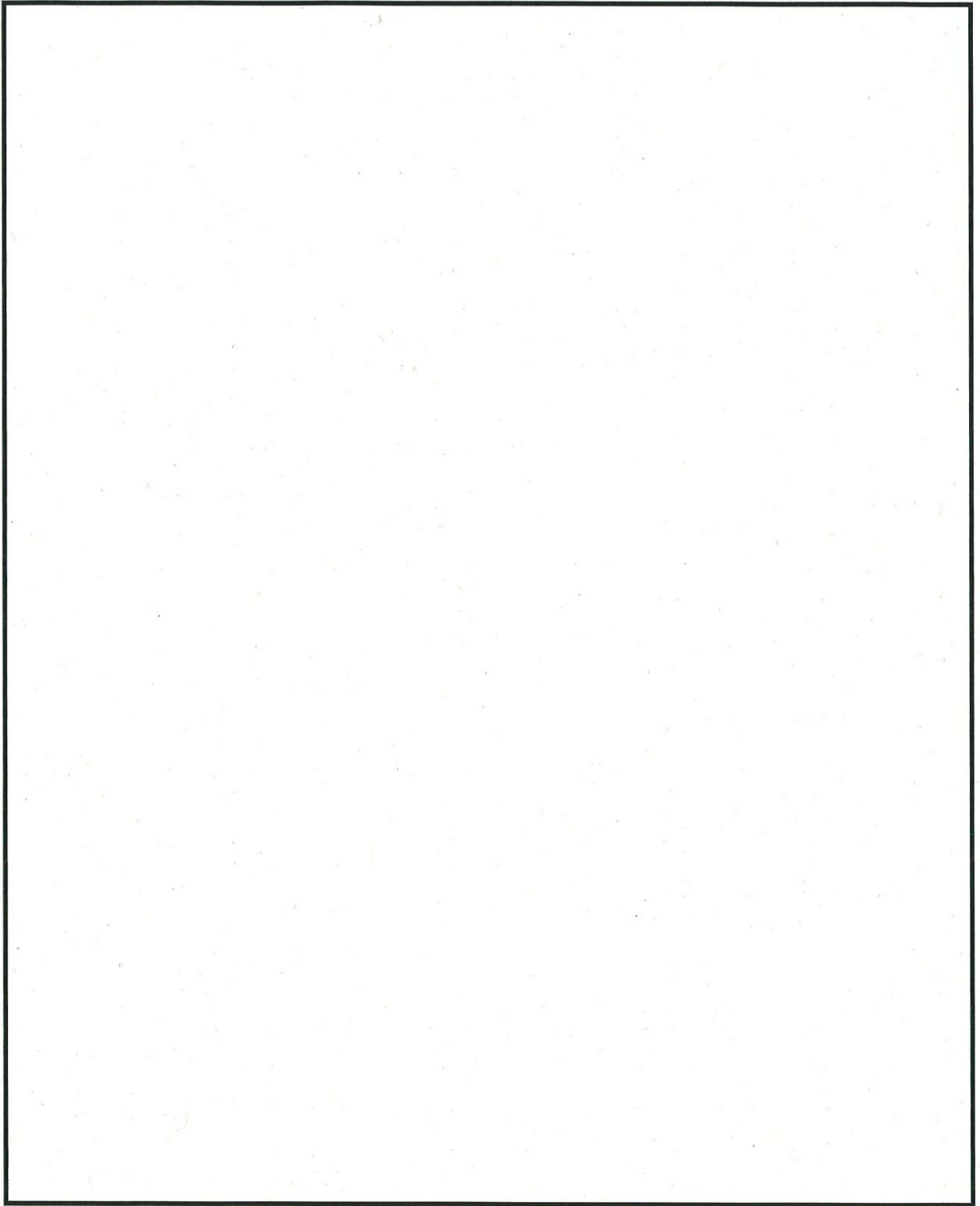
使用済燃料乾式貯蔵建屋については、QAD コード等により使用済燃料乾式貯蔵建屋の補助遮蔽を一様な遮蔽体としてモデル化し、伊方発電所の敷地境界外における線量評価及び管理区域境界の線量評価を、資料 16「生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」で実施している。前述の評価では、使用済燃料乾式貯蔵建屋の給排気口の遮蔽設計及び当該評価の保守性により、給排気口を考慮せずとも妥当な評価がなされており、使用済燃料乾式貯蔵建屋の遮蔽設計が妥当であると考えている。

ここで、使用済燃料乾式貯蔵建屋の給排気口の遮蔽設計が妥当であることを確認するため、当該開口部からのストリーミングによる影響を考慮することができる MCNP5 コードを用い、以下の評価を実施する。

- ・ MCNP5 コードでの敷地境界外の線量評価結果と、資料 16 での敷地境界外の線量評価結果とを比較し、使用済燃料乾式貯蔵建屋の遮蔽設計が妥当であること
- ・ MCNP5 コードで給気口近傍の管理区域境界の線量率を評価し、設計基準線量率 $2.6 \mu\text{Sv/h}$ 以下を満足できていること

2.2 評価方法

使用済燃料乾式貯蔵建屋の給排気口からのストリーミングの影響を考慮するため、給排気口部の迷路構造を含め、第 2-1 図に示す評価モデルにて、MCNP5 コードを用いて敷地境界外の線量評価地点の年間線量及び管理区域境界における線量率を評価した。評価において、断面積ライブラリはガンマ線評価では MCPLIB84、中性子線評価では FSXLIB-J33 をそれぞれ用いた。主な評価条件及び MCNP5 コードの概要を第 2-1 表及び第 2-2 表に示す。



第 2-1 図 給排気口からのストリーミングの影響評価モデル

第 2-1 表 主な評価条件

項 目	評価条件	備 考
計算コード	MCNP5 コード(ver. 1. 60)	-
断面積ライブラリ	ガンマ線 : MCPLIB84 中性子線 : FSXLIB-J33	-
線源	52 基	使用済燃料乾式貯蔵建屋の迷路構造の妥当性確認の観点で、通路部にも線源となる乾式キャスクがあると想定(48 基+通路部 4 基)。
線源強度	ガンマ線、中性子線それぞれ乾式キャスク表面から 1m 点で 100 μ Sv/h となるように規格化	-
線源スペクトル	包絡スペクトル	-
線源形状	ϕ 260cm \times H520cm	等方線源 乾式キャスク同士の相互遮蔽は無視する
評価モデル	第 2-1 図参照	-
評価点 (タリー)	建屋中心から 500m、EL. 170m F4 Tally (直径 5m の球) Mesh Tally (建屋内 : 約 15cm 幅、建屋近傍 : 約 50cm 幅、敷地境界まで : 約 1m 幅)	F4 Tally、Mesh Tally とともにトラック・レンジス・エステイメータ
分散低減	ウェイト・ウィンドウ	-

第 2-2 表 MCNP5 コードの概要

コード名 項目	MCNP5
開発機関	米国ロスアラモス国立研究所
開発時期	2010 年 (初版開発時期 2003 年)
バージョン	1. 60
使用目的	遮蔽計算 (使用済燃料乾式貯蔵建屋内の乾式キャスクからのガンマ線及び中性子線計算)
コードの概要	<p>三次元連続エネルギーモンテカルロコード MCNP5 コードは、米国ロスアラモス国立研究所で開発された、中性子、光子及び電子輸送問題を解くための汎用モンテカルロコードである。</p> <p>このコードは二次曲面の論理演算によって表現された任意の三次元領域を取扱うことができ、形状モデルや断面積データを正確に取り扱うことができる。</p> <p>幾何形状の設定の自由度が大きいことや、断面積の取り扱いに連続エネルギーを採用していること等の利点がある。</p> <p>今回の評価では、ガンマ線評価では EPDL97 をもとに作成された断面積ライブラリ MCPLIB84 (ロスアラモス国立研究所にて整備されたもの) を、中性子線評価では JENDL-3.3 をもとに作成された断面積ライブラリ FSXLIB-J33 (日本原子力研究所にて整備されたもの) を用いている。</p>

第 2-2 表 MCNP5 コードの概要 (続き)

コード名 項目	MCNP5
<p style="text-align: center;">検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)</p>	<p>使用済燃料乾式貯蔵建屋内の乾式キャスクからのガンマ線及び中性子線計算について、MCNPコードを使用して実施している。</p> <p>【検証(Verification)】 本解析コードの検証の内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 計算機能が適正であることは、後述する妥当性確認の中で確認している。 ・ 本コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。 ・ MCNP コードは、ガンマ線及び中性子線の放射線束分布解析を実施するコードであり、計算に必要な主な条件は線源条件、遮蔽体条件である。これら解析条件が与えられればガンマ線及び中性子線の放射線束分布解析は可能であり、線量換算係数を乗じることで MCNP コードはガンマ線及び中性子線量計算に適用可能である。 <p>【妥当性確認(Validation)】 本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 米国カンザス州立大学ガンマ線スカイシャインベンチマーク実験の実測値 (MCNP-ラインビームレスポンス接続による BWR タービンスカイシャイン線量評価手法の適用、日本原子力学会和文論文誌 Vol. 4 No. 2 (2005)) 及び露国モスクワ物理工科大学 研究用原子炉 IRT 炉実験の実測値 (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. 3 (2007)) と計算値を比較した。 ・ 実験値と計算値を比較した結果、概ね一致していることを確認している。 ・ 上記妥当性確認では、コンクリートを通過あるいは散乱によりストリーミングしたガンマ線あるいは中性子線の線量率の実測値と MCNP コードによる計算値を比較している。 ・ 今回の使用済燃料乾式貯蔵建屋内の乾式キャスクからのガンマ線及び中性子線量計算では、上記妥当性確認における実験体系と同様に、コンクリートの深層透過あるいはストリーミングによる放射線束分布を解析し、線量率を計算する。 ・ 今回のガンマ線及び中性子線量計算は、上記妥当性確認内容と合致している。 ・ また、「原子力発電所放射線遮へい設計規程」(JEAC4615-2008) では、キャスク保管建屋等の補助遮蔽のための輸送計算コードとして、モンテカルロ法を用いた計算手法の適用が可能とされており、さらに米国では使用済燃料貯蔵施設の審査指針である「Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Facilities」(NUREG-1567) においては遮蔽解析ツールとして MCNP コードが記載されており、遮蔽設計、線量評価等で使用されている。 ・ 断面積ライブラリ MCPLIB84 及び FSXLIB-J33 については、海上技術安全研究所による実験値 (大西世紀 ほか, 「²⁵²Cf 核分裂中性子源を用いた遮へい透過実験及び二次元離散座標計算コードによる輸送容器評価用断面積セット SFCX-J33 の適用性に関する研究」, 海上技術安全研究所報告 第 7 巻 第 3 号 研究報告, (2007)) と MCPLIB84 及び FSXLIB-J33 による計算値を比較した結果、概ね一致していることを確認している。 <p>上記妥当性確認では、放射線のエネルギーがキャスクのエネルギースペクトルと同等となっており、今回の使用目的と合致している。</p>

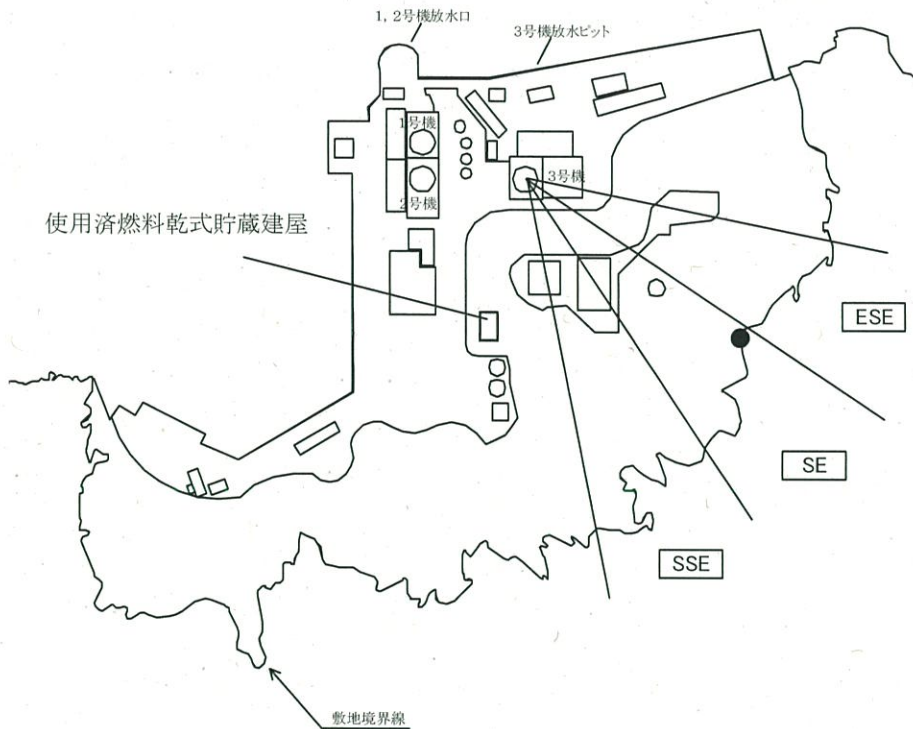
2.3 評価結果

(1) 敷地境界外における線量評価結果

2.2 の評価条件をもとに第 2-2 図に示す敷地境界外の線量評価地点における線量評価を行った結果を第 2-3 表に示す。

第 2-3 表 敷地境界外評価地点における解析結果

評価ケース	年間線量 (μSv) () 内は統計誤差
全てガンマ線とした評価	1.6×10^{-2} (1.2%)
全て中性子線とした評価	4.1×10^{-2} (0.6%)



第 2-2 図 敷地境界外の線量評価地点

(2) 管理区域境界における線量評価結果

2.2 の評価条件をもとに管理区域境界における線量評価を行った結果を第 2-4 表に示す。ここで、管理区域境界の評価点については、放射線漏えい防止措置により人が容易に接近できない排気口近傍及び給気口部分は評価対象外とし、給気口近傍の地上 1.5m 付近を対象に評価した（詳細は第 2-4 図参照）。

第 2-4 表 管理区域境界における解析結果（給気口近傍の地上 1.5m 付近）

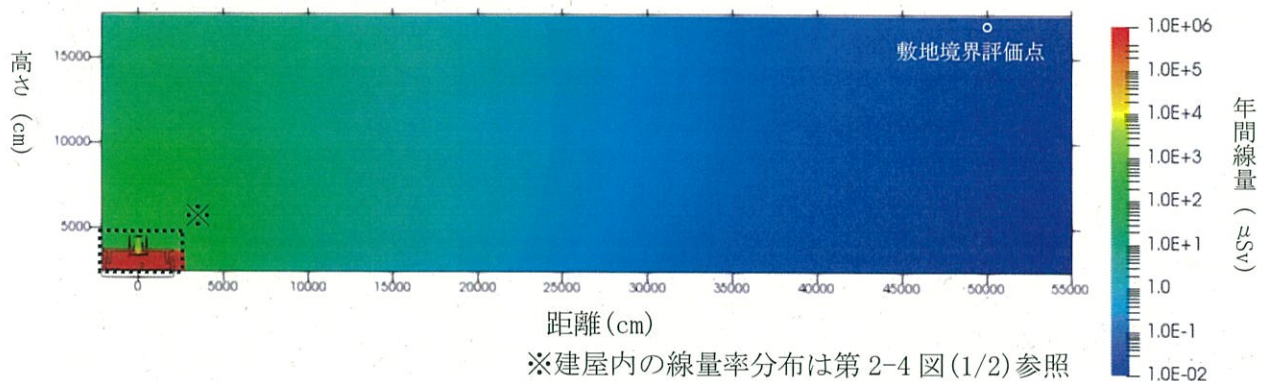
評価ケース	MCNP5 コードによる評価結果 ($\mu\text{Sv/h}$) () 内は統計誤差
全てガンマ線とした評価	1.2×10^{-2} (0.9%)
全て中性子線とした評価	2.1×10^{-2} (注) (0.6%)

(注) 給気口からのストリーミングの影響により壁から離れるにつれて線量率が上昇傾向にある。5m 程度離れば線量率に大きな変動がないことを確認し、壁から 5m 離れた位置における線量率を代表とした。

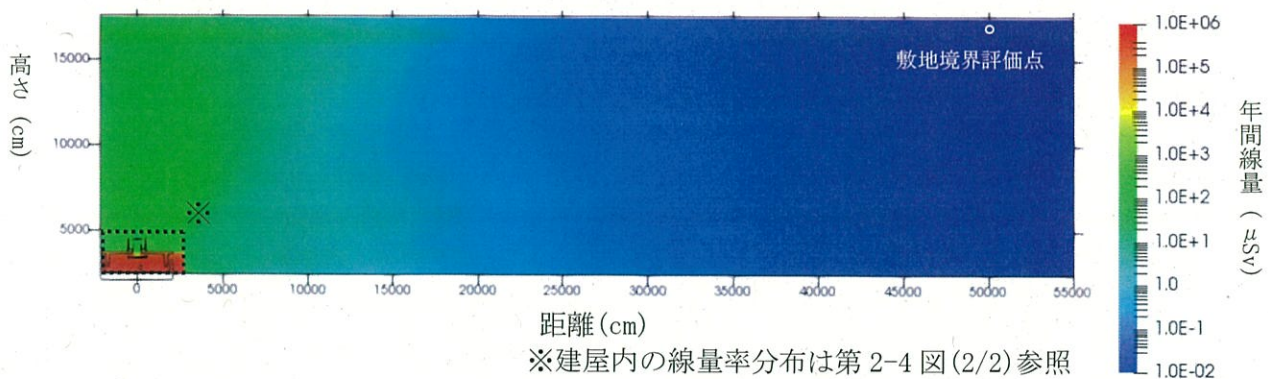
(3) MCNP5 コードによる評価の妥当性について

敷地境界外の線量評価地点までの年間線量分布を第 2-3 図に、管理区域境界の線量評価点までの線量率分布を第 2-4 図に示す。なお、第 2-4 図の断面位置については、第 2-1 図に青破線で示す。

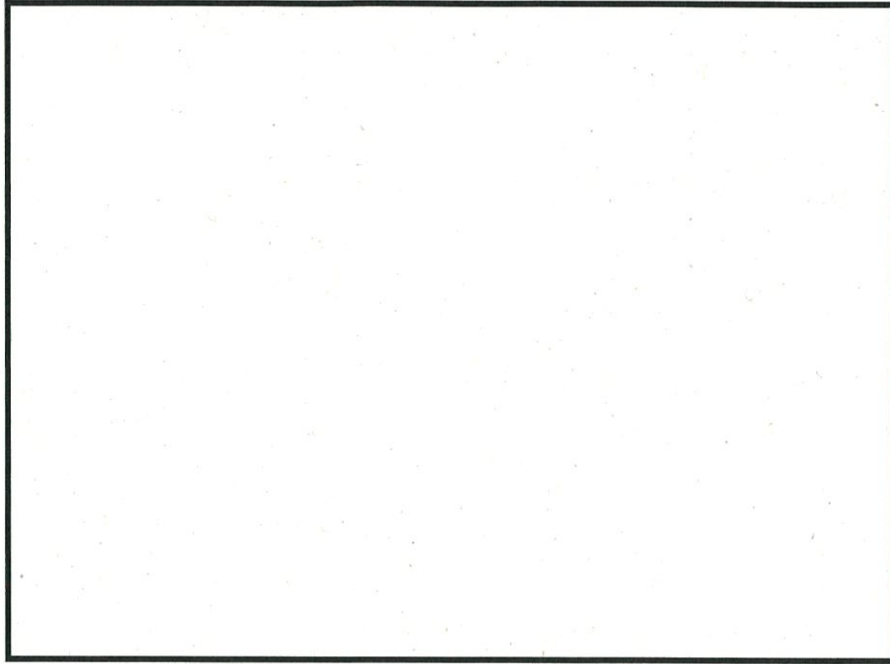
線量率が連続的に変化していることより、ストリーミングを適切に評価できており、ウェイト・ウィンドウの設定が妥当であると判断できる。



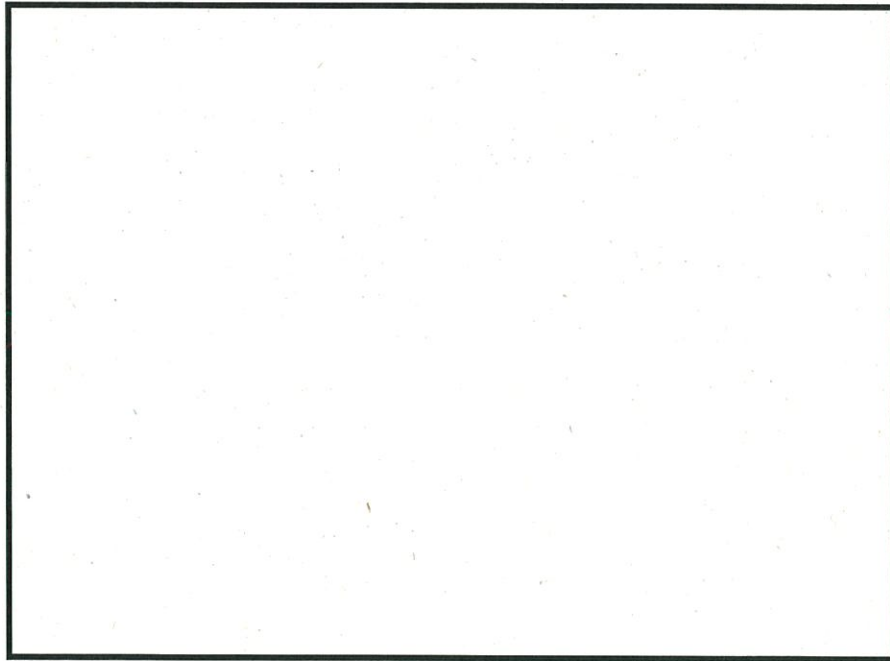
第 2-3 図(1/2) 敷地境界外評価点までの年間線量分布（中性子線）



第 2-3 図(2/2) 敷地境界外評価点までの年間線量分布（ガンマ線）



第 2-4 図(1/2) 管理区域境界の線量評価点までの線量率分布 (中性子線)



第 2-4 図(2/2) 管理区域境界の線量評価点までの線量率分布 (ガンマ線)

2.4 まとめ

(1) 敷地境界外の線量評価における遮蔽設計の妥当性について

第 2-5 表のとおり、資料 16 に示す給排気口をモデル化していない場合の評価結果は、ストリーミングの影響を考慮した評価 (MCNP5 コードによる評価) 結果と比較して非保守的な評価となっておらず、より高くなる敷地境界外の線量評価結果においても年間 $50 \mu\text{Sv}$ 以下を満足するよう遮蔽設計がなされているため、使用済燃料乾式貯蔵建屋の遮蔽設計は妥当である。

第 2-5 表 敷地境界外評価地点における解析結果比較

評価ケース	年間線量 (μSv) () 内は統計誤差		比率 (①/②)
	①MCNP5 コードによる評価結果	②資料 16 評価結果	
全てガンマ線 とした評価	1.6×10^{-2} (1.2%)	1.6×10^{-1}	0.10
全て中性子線 とした評価	4.1×10^{-2} (0.6%)	5.8×10^{-2}	0.70

(2) 管理区域境界の線量評価における遮蔽設計の妥当性について

管理区域境界におけるストリーミングの影響を考慮した評価 (MCNP5 コードによる評価) においても、管理区域境界における設計基準線量率 $2.6 \mu\text{Sv/h}$ 以下を満足できていることから、使用済燃料乾式貯蔵建屋の遮蔽設計は妥当である。

第 2-6 表 管理区域境界における解析結果 (給気口近傍の地上 1.5m 付近)

評価ケース	MCNP5 コードによる評価結果 ($\mu\text{Sv/h}$) () 内は統計誤差	基準値
全てガンマ線とした評価	1.2×10^{-2} (0.9%)	$\leq 0.0026\text{mSv/h}$ ($2.6 \mu\text{Sv/h}$)
全て中性子線とした評価	2.1×10^{-2} (0.6%)	

取扱エリア開口部に対する必要遮蔽厚さについて

1. 屋外側

(1) 評価条件

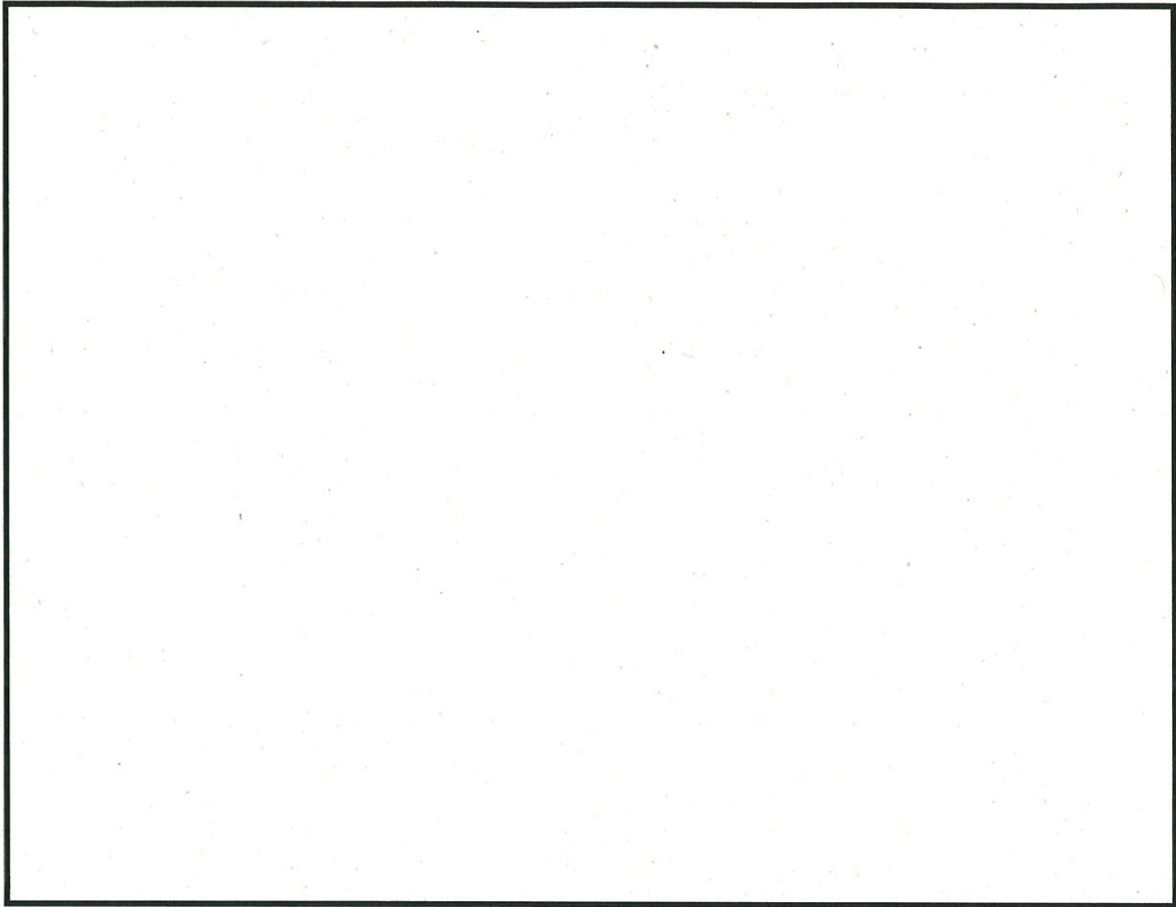
取扱エリアの屋外への開口部に対して考慮すべき乾式キャスクのうち遮蔽扉を経由して寄与する乾式キャスクは、別紙 1-1 図の黒破線間の範囲であり、12 基存在する。ここで、黒破線間の範囲のうち、当該開口部に最も近い乾式キャスクとの距離は、25m 以上あるため、別紙 1-2 図に示す通り乾式キャスク 1 基に対する線量率は、0.02 倍以下に減衰する。

また、取扱エリアの屋外への開口部に対する考慮すべき乾式キャスクのうちアクセス通路を経由して寄与する乾式キャスクは、別紙 1-3 図の黒破線間の範囲であり、1 基存在する。ここで、アクセス通路を経由して寄与する乾式キャスク 1 基は、遮蔽扉を経由して寄与するキャスク 12 基に包含されているため、距離の近い遮蔽扉経由の評価で代表する。

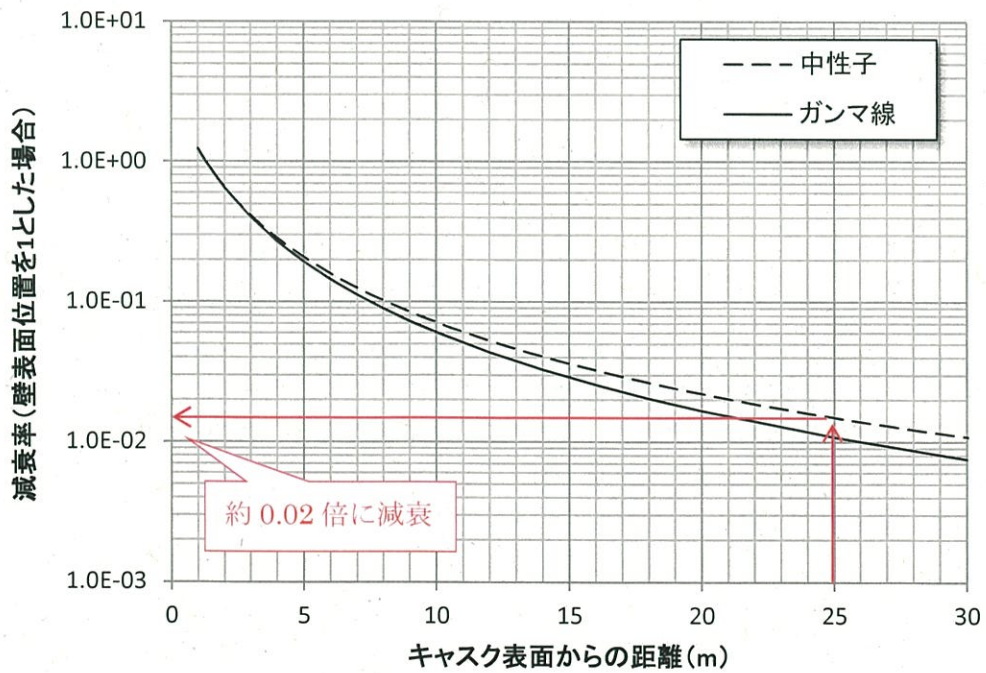
なお、全 45 基から上記 12 基を差し引いた 33 基の乾式キャスクは、外壁と同じ厚さの内壁を経由して当該開口部に寄与するため、資料 16「生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」の管理区域境界の線量率評価結果をもとに評価する。

(2) 評価結果

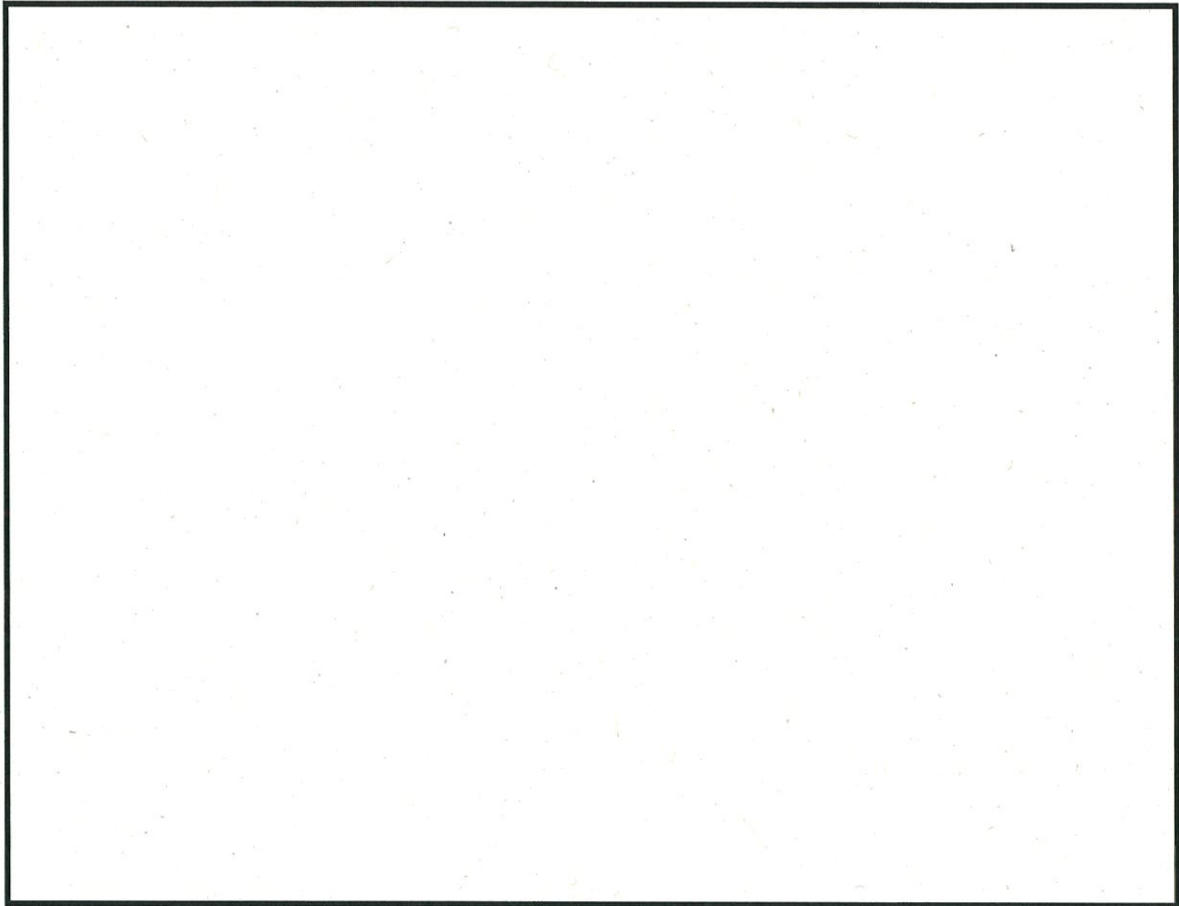
当該開口部に対する必要遮蔽厚さを として評価すると、別紙 1-1 表に示す通り、管理区域境界における設計基準線量率 $2.6 \mu\text{Sv/h}$ 以下を満足した。



別紙 1-1 図 屋外への寄与が大きい乾式キャスク（遮蔽扉）



別紙 1-2 図 乾式キャスク表面からの距離減衰



別紙 1-3 図 屋外への寄与が大きい乾式キャスク (アクセス通路)

別紙 1-1 表 コンクリート [] 透過後の線量率 (屋外側)

線 源	全てガンマ線 とした場合	全て中性子線 とした場合	基準値
遮蔽扉経由 ^(注1)	0.19 μ Sv/h	0.14 μ Sv/h	—
その他 ^(注2)	0.030 μ Sv/h	0.11 μ Sv/h	—
合 計	0.22 μ Sv/h	0.25 μ Sv/h	≤ 0.0026 mSv/h (2.6 μ Sv/h)

(注1) 開口部経由で寄与する乾式キャスク 12 基に、25m の距離減衰及びコンクリート [] の遮蔽を考慮した線量率

(注2) 資料 16「生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」で示した管理区域境界の 48 基分の線量率評価結果を、33 基/48 基倍した線量率

2. ユーティリティエリア側

(1) 評価条件

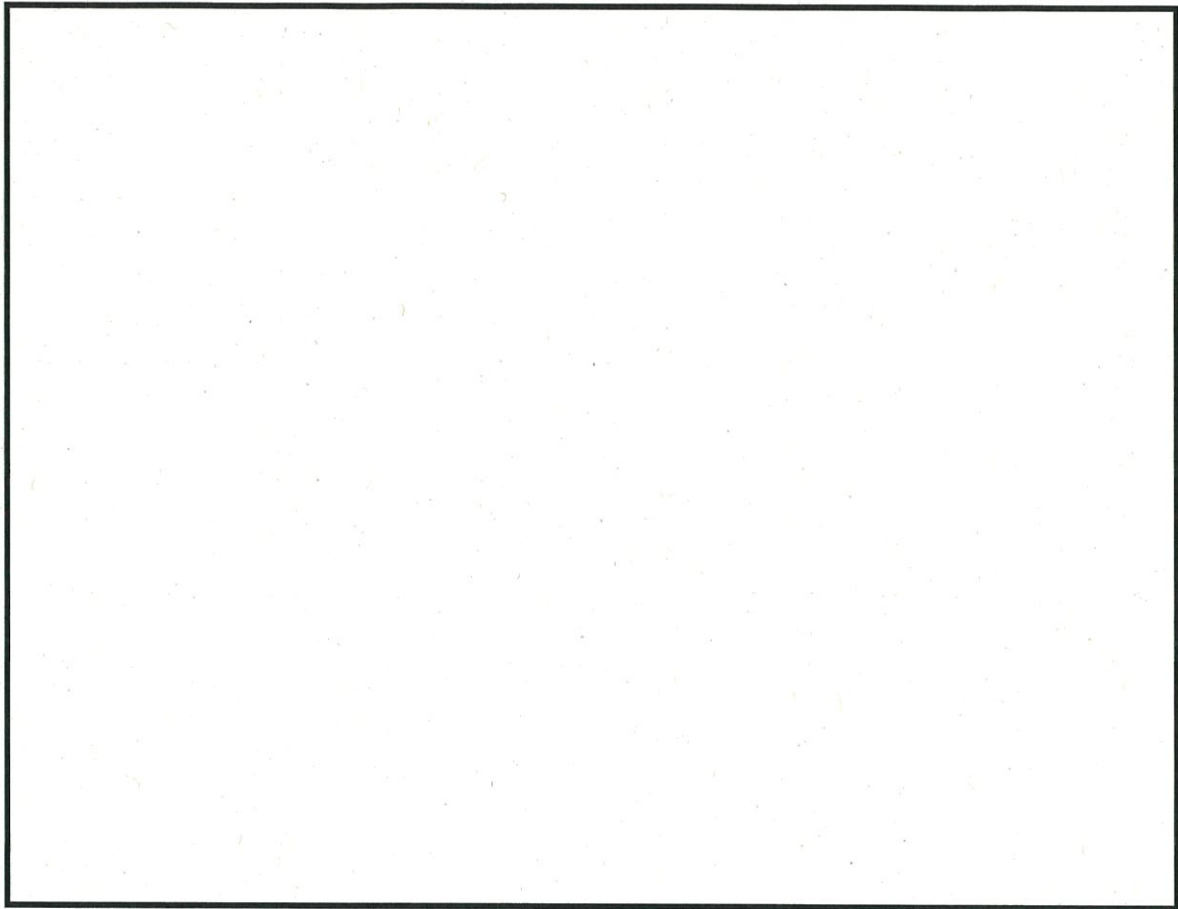
取扱エリアのユーティリティエリアへの開口部に対して考慮すべき乾式キャスクのうち遮蔽扉を経由して寄与する乾式キャスクは、別紙 1-4 図の黒破線間の範囲であり、7 基存在する。ここで、黒破線間の範囲のうち、当該開口部に最も近い乾式キャスクとの距離は、15m 以上あるため、別紙 1-5 図に示す通り乾式キャスク 1 基に対する線量率は、0.04 倍以下に減衰する。

また、取扱エリアのユーティリティエリアへの開口部に対して考慮すべき乾式キャスクのうちアクセス通路を経由して寄与する乾式キャスクは、別紙 1-6 図の黒破線間の範囲であり、15 基存在する。ここで、黒破線間の範囲のうち、当該開口部に最も近い乾式キャスクとの距離は、5m 以上、半数以上の乾式キャスクとの距離は、15m 以上あるため、別紙 1-5 図に示す通り乾式キャスク 1 基に対する線量率は、それぞれ 0.3 倍、0.04 倍以下に減衰する。また、アクセス通路を経由して寄与する乾式キャスクと開口部との距離は 5m 以上 15m 未満が 5 基、15m 以上が 10 基である。

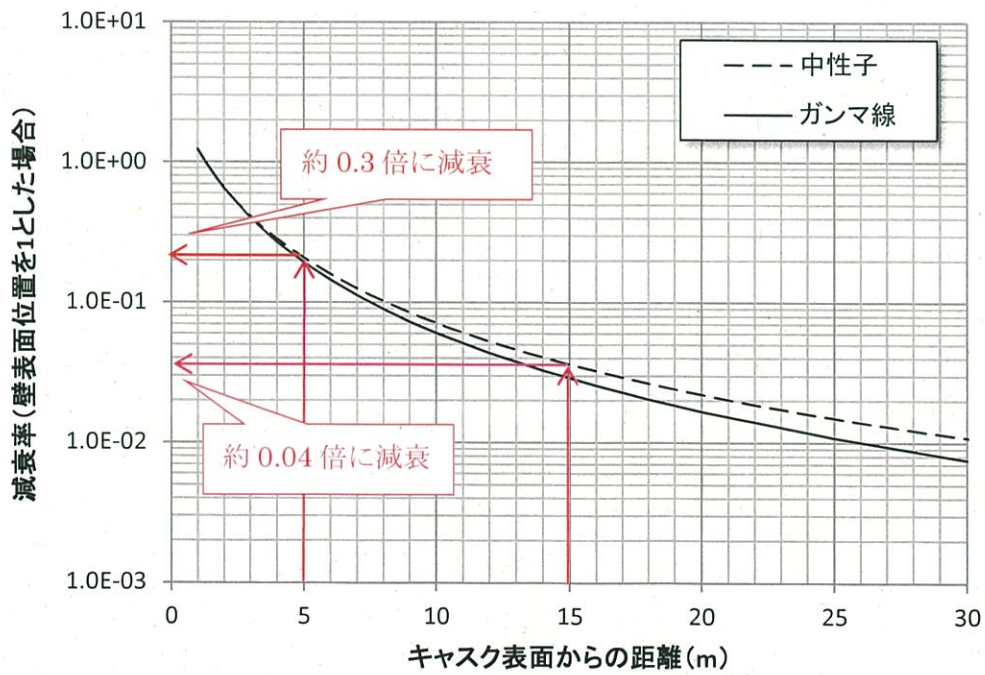
なお、全 45 基から上記 22 基を差し引いた 23 基の乾式キャスクは、外壁と同じ厚さの内壁を経由して当該開口部に寄与するため、資料 16「生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」の管理区域境界の線量率評価結果をもとに評価する。

(2) 評価結果

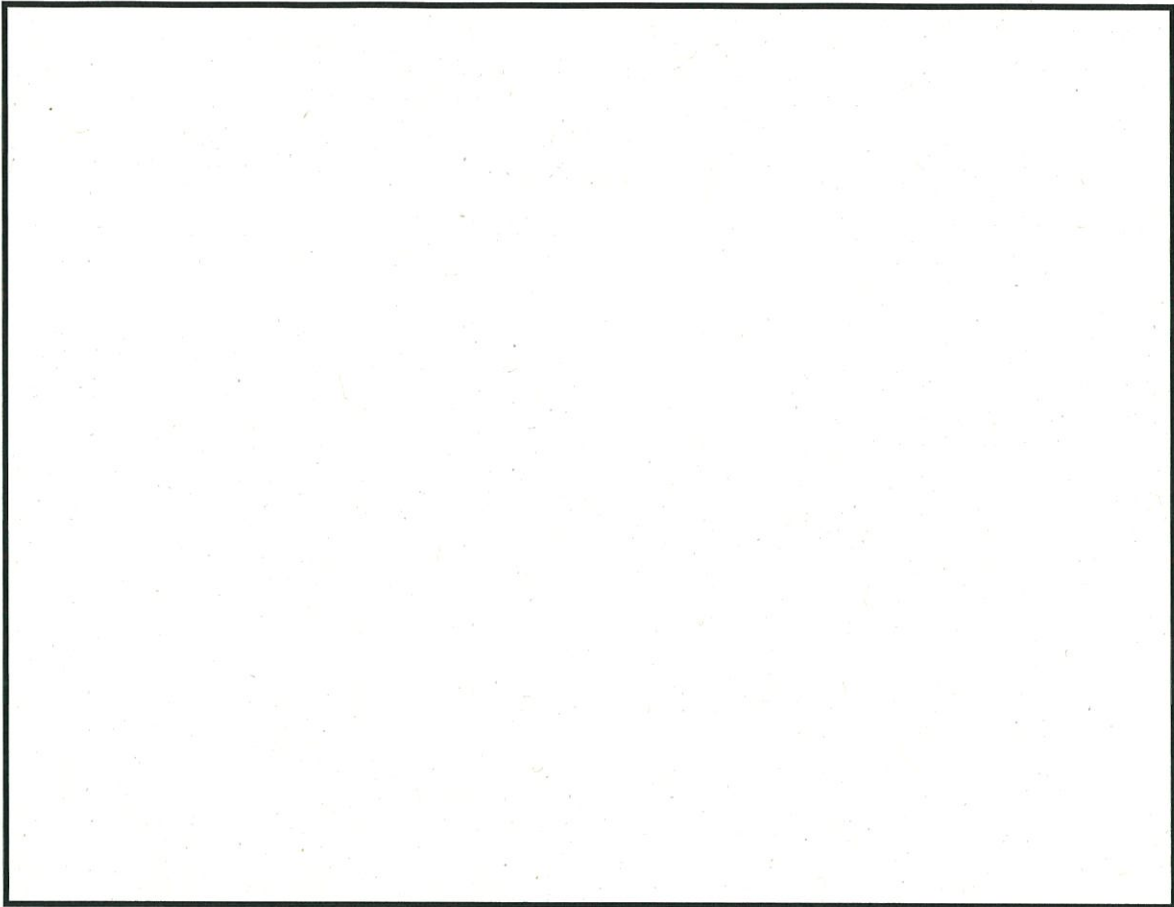
当該開口部に対する必要遮蔽厚さを として評価すると、別紙 1-2 表に示す通り、管理区域境界における設計基準線量率 $2.6 \mu\text{Sv/h}$ 以下を満足した。



別紙 1-4 図 ユーティリティエリアへの寄与が大きい乾式キャスク (遮蔽扉)



別紙 1-5 図 乾式キャスク表面からの距離減衰



別紙 1-6 図 ユーティリティエリアへの寄与が大きい乾式キャスク
(アクセス通路)

別紙 1-2 表 コンクリート [] 透過後の線量率
(ユーティリティエリア側)

線 源	全てガンマ線 とした場合	全て中性子線 とした場合	基準値
遮蔽扉経由 ^(注1)	0.23 μ Sv/h	0.16 μ Sv/h	—
通路部経由 ^(注2)	1.5 μ Sv/h	1.1 μ Sv/h	—
その他 ^(注3)	0.021 μ Sv/h	0.077 μ Sv/h	—
合 計	1.8 μ Sv/h	1.4 μ Sv/h	\leq 0.0026mSv/h (2.6 μ Sv/h)

(注1) 遮蔽扉経由で寄与する乾式キャスク 7 基に、15m の距離減衰及びコンクリート [] の遮蔽を考慮した線量率

(注2) アクセス通路経由で寄与する乾式キャスク 5 基に、5m の距離減衰及びコンクリート [] の遮蔽を考慮、10 基に 15m の距離減衰及びコンクリート [] の遮蔽を考慮した線量率

(注3) 資料 16「生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」で示した管理区域境界の 48 基分の線量率評価結果を、23 基/48 基倍した線量率

施工許容差を考慮した場合の遮蔽厚さについて

使用済燃料乾式貯蔵建屋のコンクリート部材の施工許容差を考慮した場合でも、各開口部に対する放射線の透過パターンの②（補助遮蔽を完全に透過するパスのうち最短透過距離となるパス）と③（補助遮蔽を完全には透過しないパスのうち最短透過距離となるパス）の大小関係が変わらないことを確認する。ここで、施工許容差は、JASS 5N「建築工事標準仕様書・同解説 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事」に従い、別紙 2-1 表のとおりとする。

これにより、各寸法の施工許容差は、水平方向の許容差 $\pm 20\text{mm}$ 又は垂直方向の許容差 $\pm 30\text{mm}$ に対して、それぞれの壁等の断面寸法の許容差を考慮したものとなる。

別紙 2-1 表 JASS 5N に規定される許容差の標準値

項 目	施工許容差
水平方向の位置	$\pm 20 \text{ mm}$
垂直方向の位置	$\pm 30 \text{ mm}$
断面寸法	$-5 \sim +15 \text{ mm}$

(1) 給気口

a. 放射線の透過パターン②における透過距離

放射線の透過パターン②における透過距離は別紙 2-1 図の通り、下式で計算することができる。

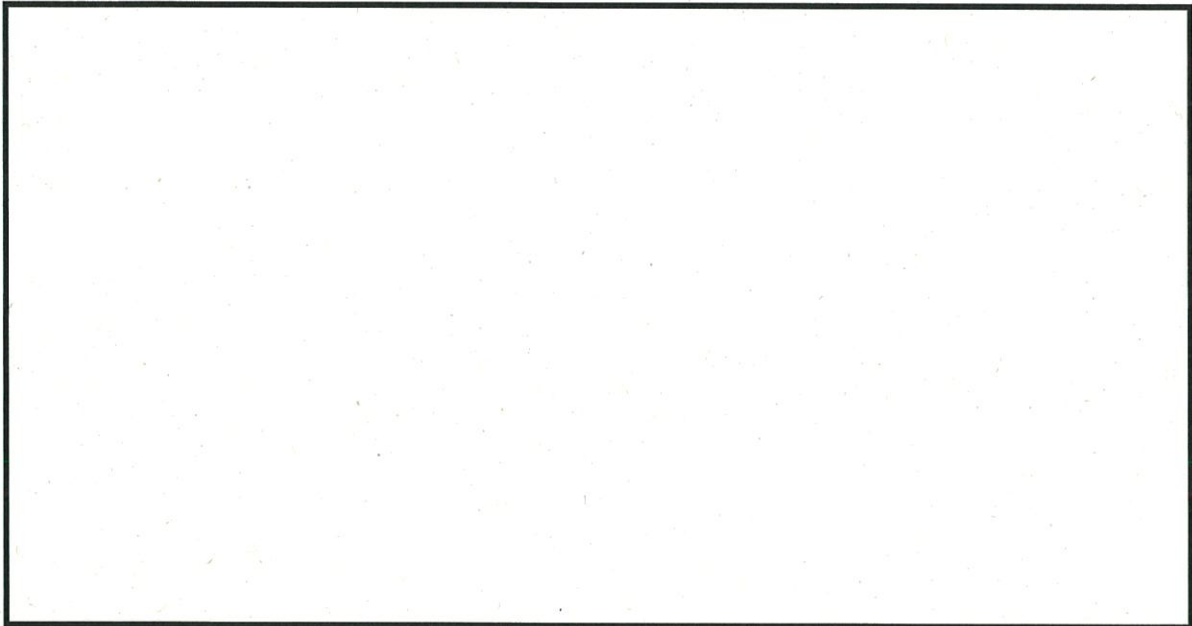
$$\text{透過距離} = \frac{a}{\cos \theta}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{b_1 - b_2}{c}$$

ここで、各寸法の施工許容差が透過距離に与える影響を別紙 2-2 表に示す。

別紙 2-2 表より、透過距離が最も小さくなる施工許容差を考慮した各寸法は、

となり、このときの透過距離は、
 となる。



別紙 2-1 図 給気口に対する放射線の透過パターン②

別紙 2-2 表 施工許容差 (給気口に対する放射線の透過パターン②)

寸法 (公称値)	施工許容差	透過距離への影響
<input type="text"/>	-5 ~ +15 mm	小さい方が透過距離 小
	-35 ~ +45 mm	小さい方が透過距離 小
	-11.2 ~ +11.2 mm ^(注1)	大きい方が透過距離 小
	-65 ~ +55 mm ^(注2)	大きい方が透過距離 小

(注 1) 貯蔵架台の許容差±1.2mm 及び乾式キャスクの許容差±10mm の合計

(注 2) 貯蔵架台の設置許容差±30mm を含む

b. 放射線の透過パターン③における透過距離

放射線の透過パターン③における透過距離は別紙 2-2 図の通り、下式で計算することができる。

$$\text{透過距離} = \frac{a}{\cos \theta} - \frac{b}{\cos \theta} - \frac{c-d}{\sin \theta}$$

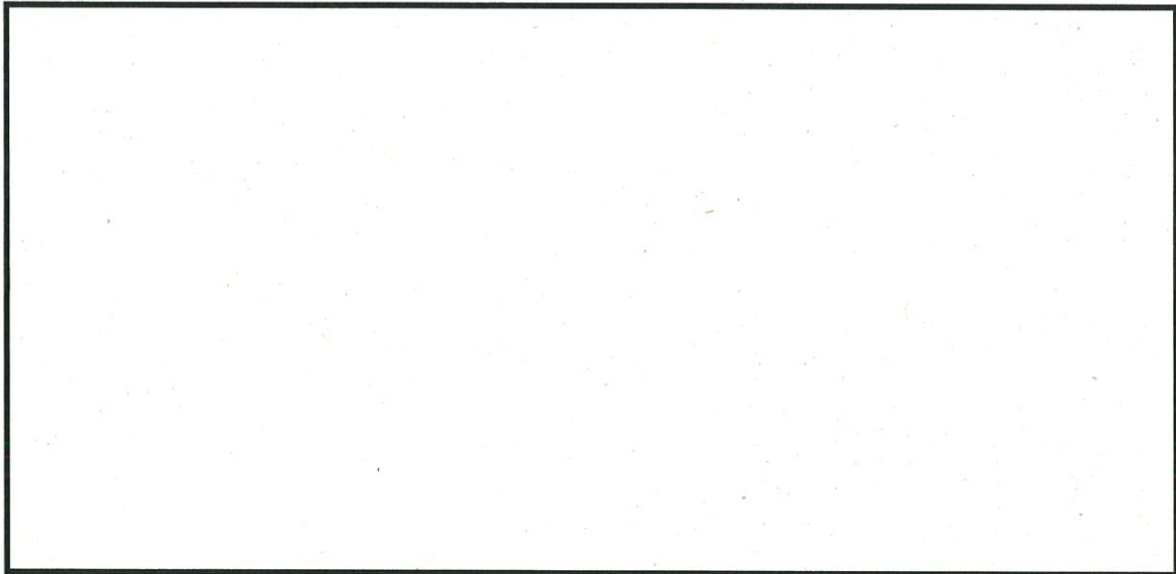
$$\theta = \tan^{-1} \frac{e-d}{a}$$

ここで、各寸法の施工許容差が透過距離に与える影響を別紙 2-3 表に示す。

別紙 2-3 表より、透過距離が最も小さくなる施工許容差を考慮した各寸法は、

となり、このときの透過距離は、 となる。

なお、b に対してプラス側許容差 30mm を考慮した場合、a は最小でも となる。



別紙 2-2 図 給気口に対する放射線の透過パターン③

別紙 2-3 表 施工許容差（給気口に対する放射線の透過パターン③）

寸法（公称値）	施工許容差	透過距離への影響
	-65～+55 mm ^(注1)	小さい方が透過距離 小
	-50～+30 mm	大きい方が透過距離 小
	-45～+35 mm	大きい方が透過距離 小
	-1.2～+1.2 mm ^(注2)	小さい方が透過距離 小
	-35～+45 mm	小さい方が透過距離 小

(注1) 貯蔵架台の設置許容差±30mmを含む

(注2) 貯蔵架台の許容差

c. 放射線透過パターン②③の透過距離の比較

a. 及び b. より、施工許容差を考慮しても、給気口に対する放射線の透過パターン②と③の透過距離は、それぞれ となり、②の透過距離が最短となった。

(2) 排気口

a. 放射線の透過パターン②における透過距離

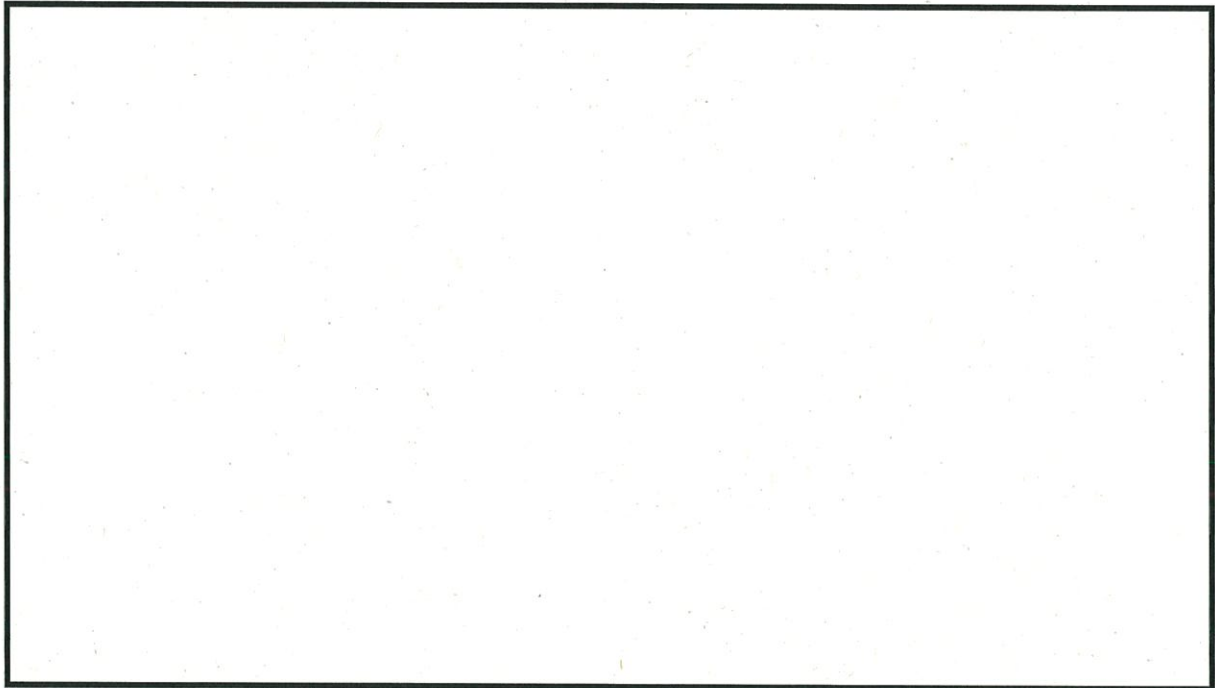
放射線の透過パターン②における透過距離は別紙 2-3 図の通り、下式で計算することができる。

$$\text{透過距離} = \frac{a}{\sin \theta}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{b-c}{d}$$

ここで、各寸法の施工許容差が透過距離に与える影響を別紙 2-4 表に示す。
別紙 2-4 表より、透過距離が最も小さくなる施工許容差を考慮した各寸法は、

となり、このときの透過距離は、
 となる。



別紙 2-3 図 排気口に対する放射線の透過パターン②

別紙 2-4 表 施工許容差 (排気口に対する放射線の透過パターン②)

寸法 (公称値)	施工許容差	透過距離への影響
<input type="text"/>	-5 ~ +15 mm	小さい方が透過距離 小
	-45 ~ +35 mm	大きい方が透過距離 小
	-1.2 ~ +1.2 mm ^(注1)	小さい方が透過距離 小
	-55 ~ +65 mm ^(注2)	小さい方が透過距離 小

(注 1) 貯蔵架台の許容差

(注 2) 貯蔵架台の設置許容差 ±30mm を含む

b. 放射線の透過パターン③における透過距離

放射線の透過パターン③における透過距離は別紙 2-4 図の通り、下式で計算することができる。

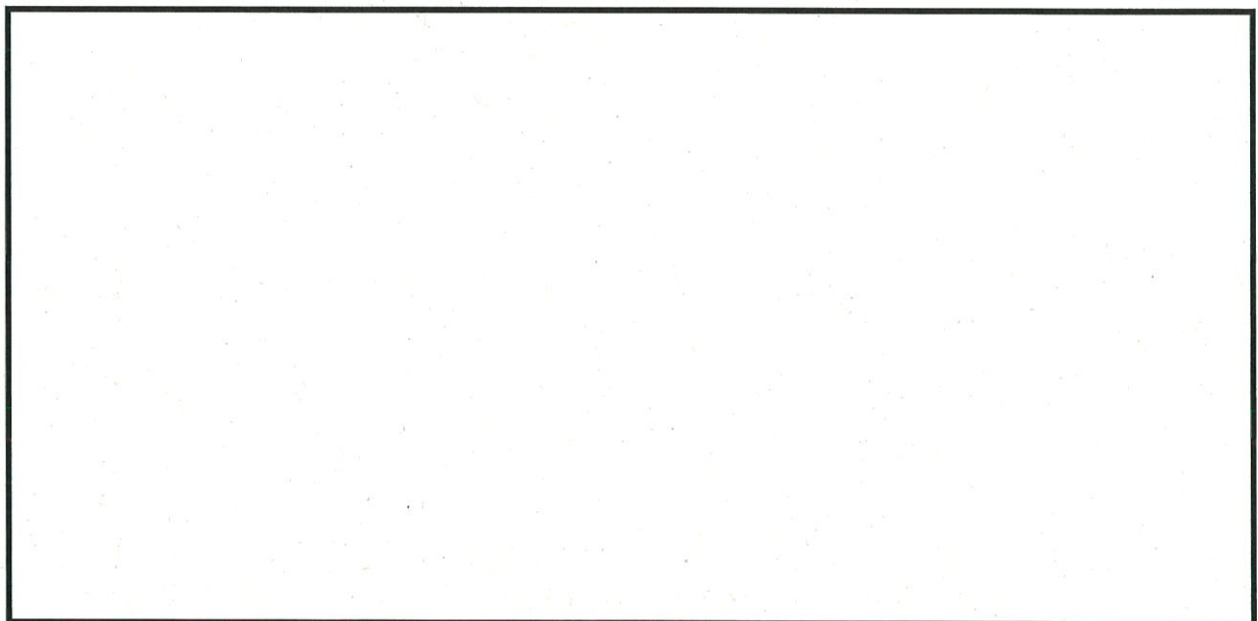
$$\text{透過距離} = \frac{a}{\cos \theta} - \frac{b}{\sin \theta}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{c}{d}$$

ここで、各寸法の施工許容差が透過距離に与える影響を別紙 2-5 表に示す。別紙 2-5 表より、透過距離が最も小さくなる施工許容差を考慮した各寸法は、

_____ となり、このときの透過距離は、
_____ となる。

なお、c に対してマイナス側許容差 50mm を考慮した場合、b は最大でも _____ となる。



別紙 2-4 図 排気口に対する放射線の透過パターン③

別紙 2-5 表 施工許容差 (排気口に対する放射線の透過パターン③)

寸法 (公称値)	施工許容差	透過距離への影響
_____	-30 ~ +50 mm	小さい方が透過距離 小
	-60 ~ +40 mm	大きい方が透過距離 小
	-50 ~ +50 mm	小さい方が透過距離 小
	-50 ~ +30 mm	大きい方が透過距離 小

c. 放射線透過パターン②③の透過距離の比較

a. 及び b. より、施工許容差を考慮しても、排気口に対する放射線の透過パターン②と③の透過距離は、それぞれ _____ となり、②の透過距離が最短となった。

(3) 屋外 (D 地点)

a. 放射線の透過パターン②における透過距離

放射線の透過パターン②における透過距離は別紙 2-5 図の通り、下式で計算することができる。

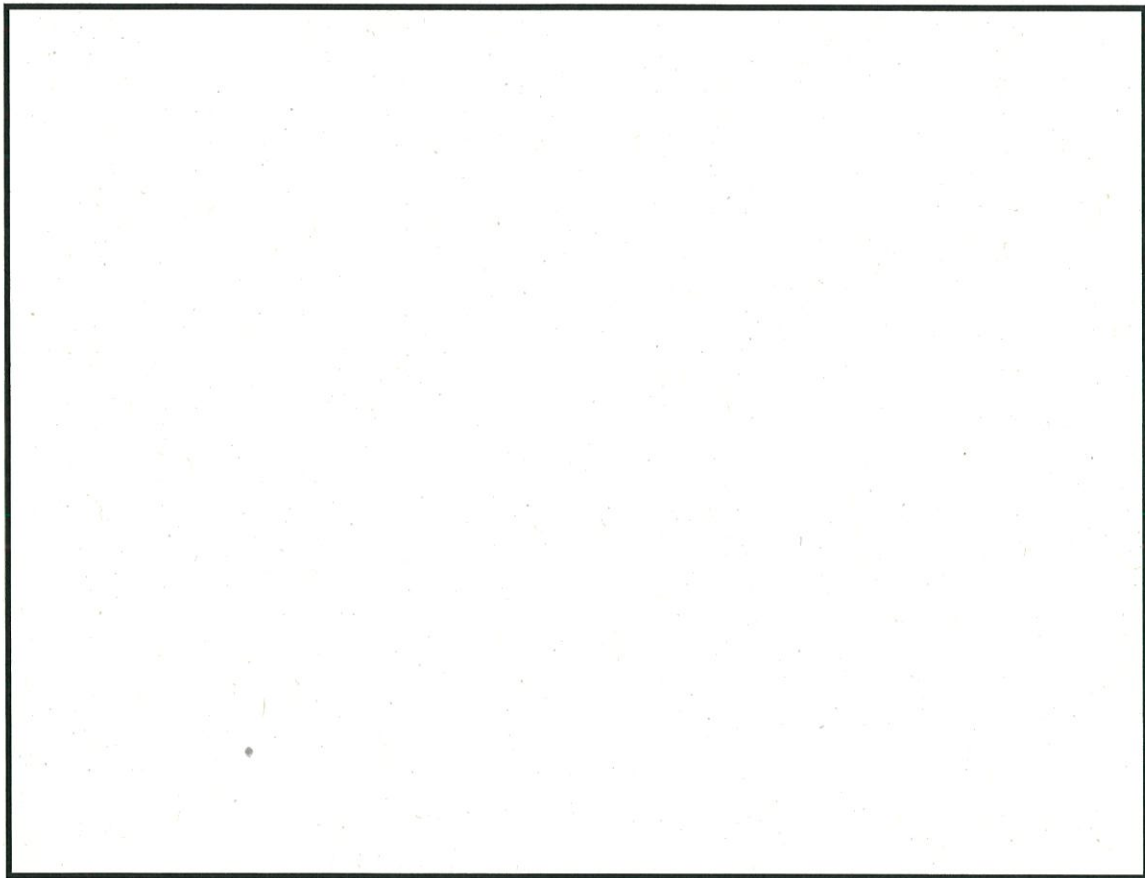
$$\text{透過距離} = \frac{a}{\cos \theta}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{b}{c}$$

ここで、各寸法の施工許容差が透過距離に与える影響を別紙 2-6 表に示す。

別紙 2-6 表より、透過距離が最も小さくなる施工許容差を考慮した各寸法は、

となり、このときの透過距離は となる。



別紙 2-5 図 屋外に対する放射線の透過パターン②

別紙 2-6 表 施工許容差 (屋外に対する放射線の透過パターン②)

寸法 (公称値)	施工許容差	透過距離への影響
<input type="text"/>	-5 ~ +15 mm ^(注)	小さい方が透過距離 小
	-30 ~ +50 mm	小さい方が透過距離 小
	-50 ~ +30 mm	大きい方が透過距離 小

(注) 遮蔽扉の許容差

b. 放射線の透過パターン③における透過距離

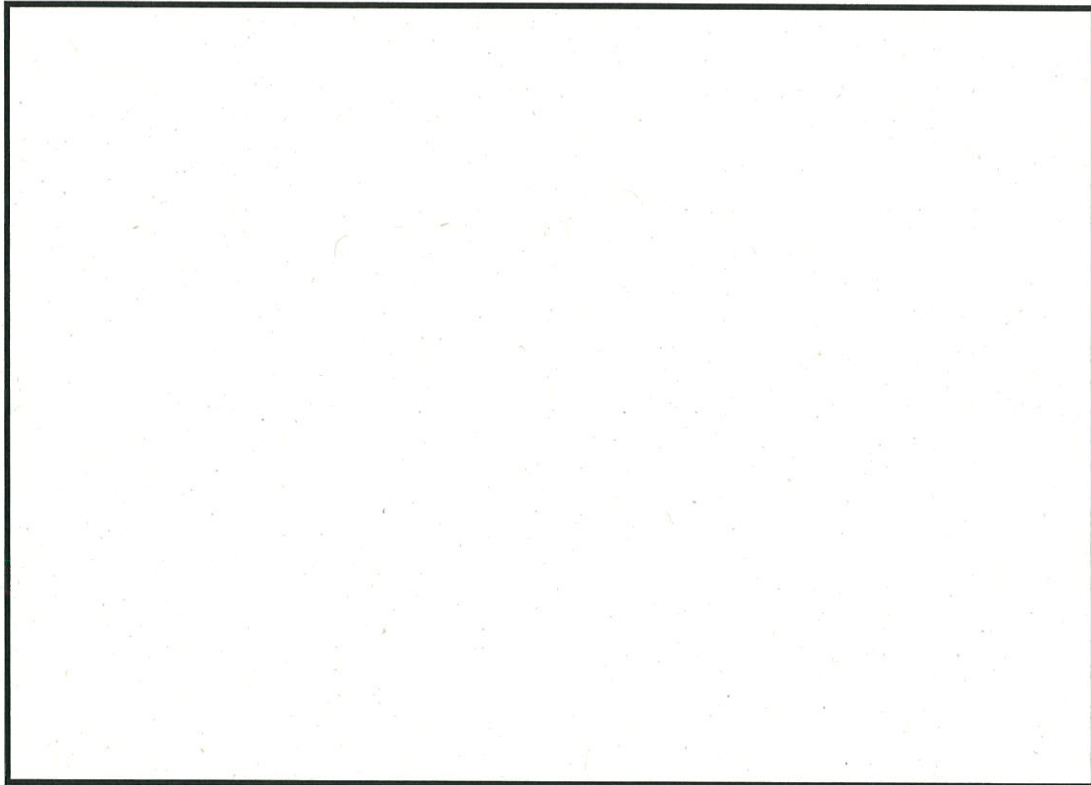
放射線の透過パターン③における透過距離は別紙 2-6 図の通り、下式で計算することができる。

$$\text{透過距離} = \frac{a}{\sin \theta} - \frac{b}{\cos \theta}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{c}{d}$$

ここで、各寸法の施工許容差が透過距離に与える影響を別紙 2-7 表に示す。別紙 2-7 表より、透過距離が最も小さくなる施工許容差を考慮した各寸法は、

となり、このときの透過距離は、
 となる。



別紙 2-6 図 屋外に対する放射線の透過パターン③

別紙 2-7 表 施工許容差 (屋外に対する放射線の透過パターン③)

寸法 (公称値)	施工許容差	透過距離への影響
<input type="text"/>	- 0 ~ + 10 mm ^(注)	小さい方が透過距離 小
	- 0 ~ + 10 mm ^(注)	大きい方が透過距離 小
	-40 ~ + 40 mm	大きい方が透過距離 小
	-40 ~ + 40 mm	小さい方が透過距離 小

(注) 遮蔽扉の許容差

c. 放射線透過パターン②③の透過距離の比較

a. 及び b. より、施工許容差を考慮しても、屋外側の取扱エリア開口部に対する放射線の透過パターン②と③の透過距離は、それぞれ となり、②の透過距離が最短となった。

(4) ユーティリティエリア

a. 放射線の透過パターン②における透過距離

放射線の透過パターン②における透過距離は別紙 2-7 図の通り、下式で計算することができる。

$$\text{透過距離} = \frac{a}{\sin \theta} - \frac{b}{\cos \theta}$$

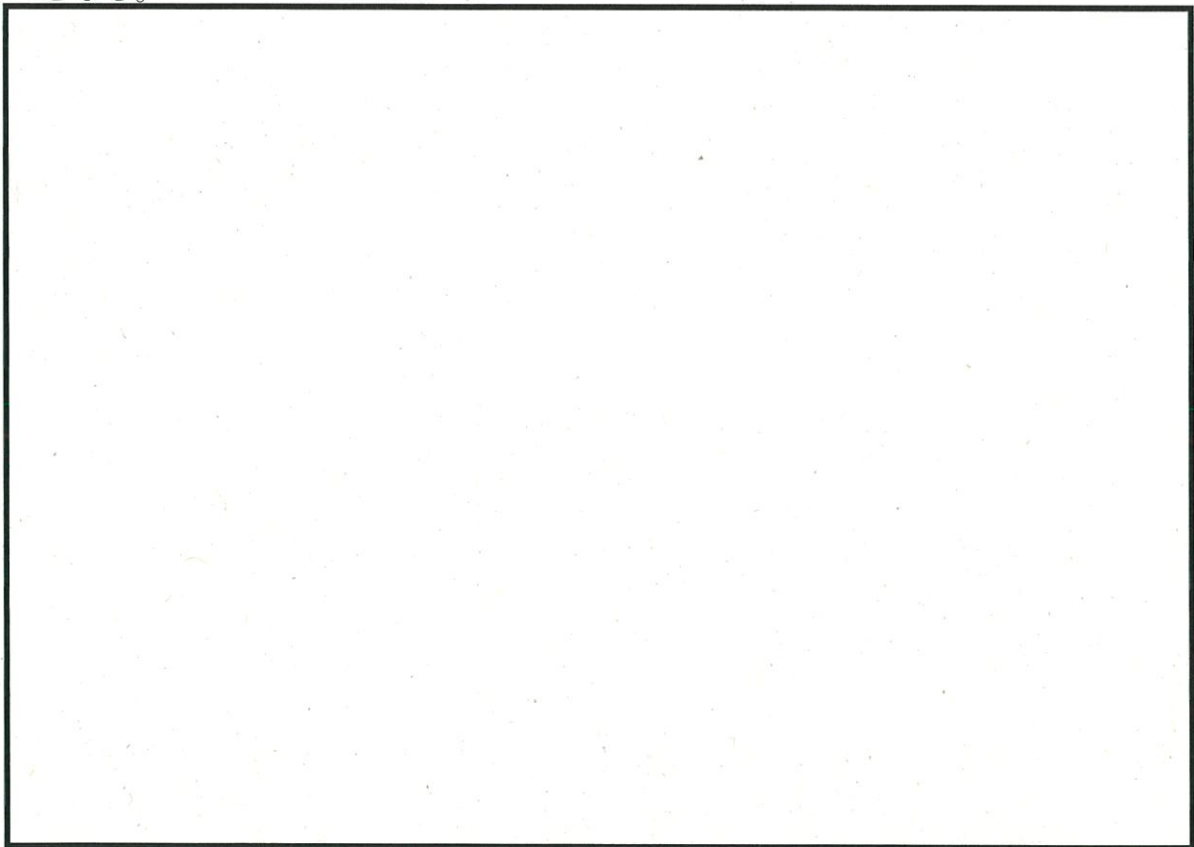
$$\theta = \tan^{-1} \frac{c}{d}$$

ここで、各寸法の施工許容差が透過距離に与える影響を別紙 2-8 表に示す。

別紙 2-8 表より、透過距離が最も小さくなる施工許容差を考慮した各寸法は、

となり、このときの透過距離は、
 となる。

なお、a に対してマイナス側許容差 5mm を考慮した場合、c は最大でも
となる。また、b にプラス側許容差 30mm を考慮した場合、d は最小でも
となる。



別紙 2-7 図 ユーティリティエリアに対する放射線の透過パターン②

別紙 2-8 表 施工許容差 (ユーティリティエリアに対する放射線の透過パターン②)

寸法 (公称値)	施工許容差	透過距離への影響
<input type="text"/>	-5~+15 mm	小さい方が透過距離 小
	-50~+30 mm	大きい方が透過距離 小
	-40~+40 mm	大きい方が透過距離 小
	-40~+40 mm	小さい方が透過距離 小