

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4月22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4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
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（添付資料 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）

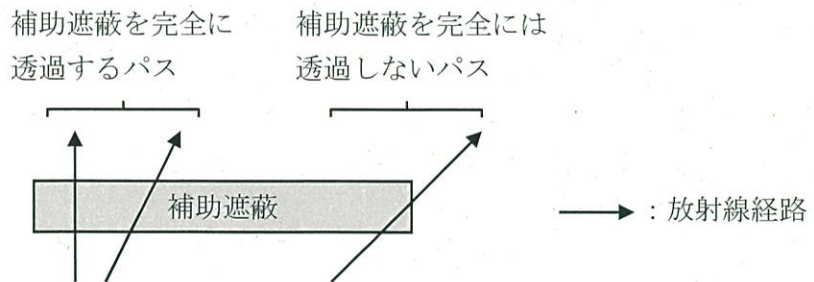
壁厚さ：  
天井厚さ：

- (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

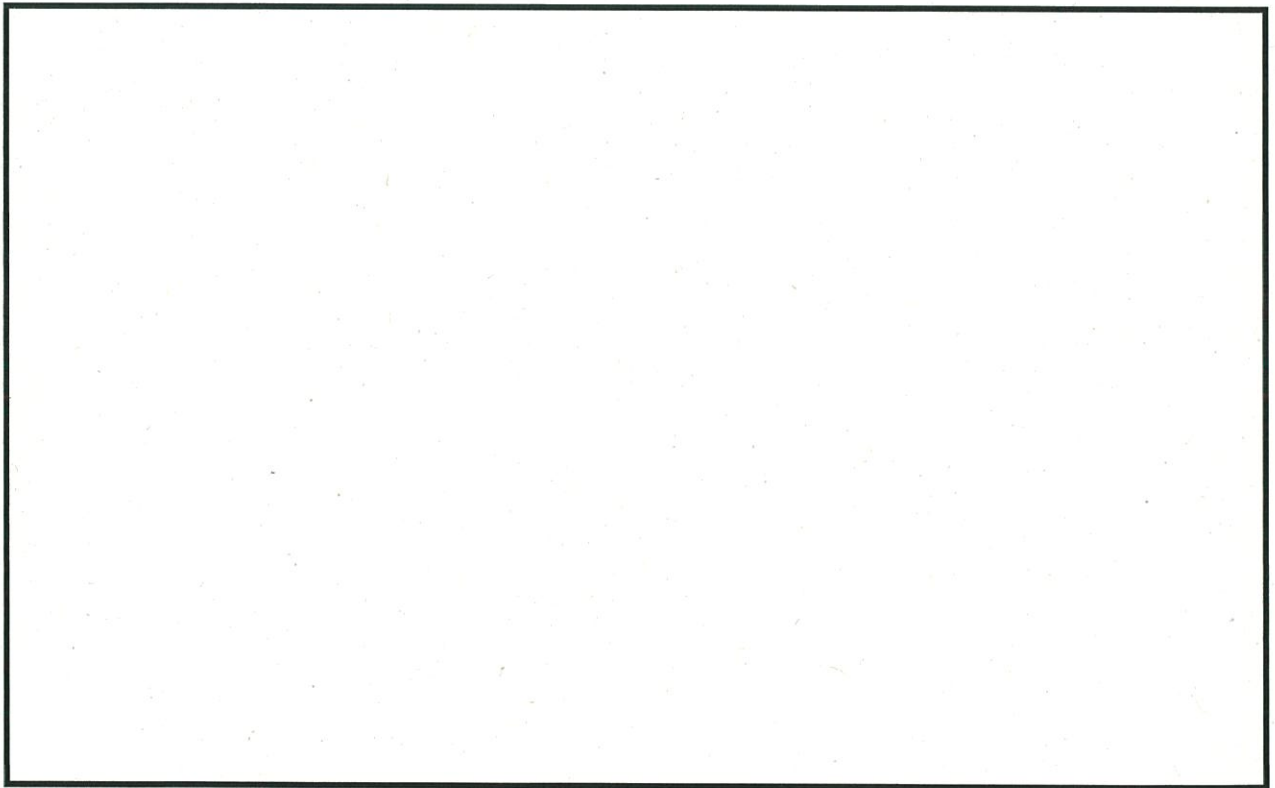
(1)貯蔵エリア

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）。



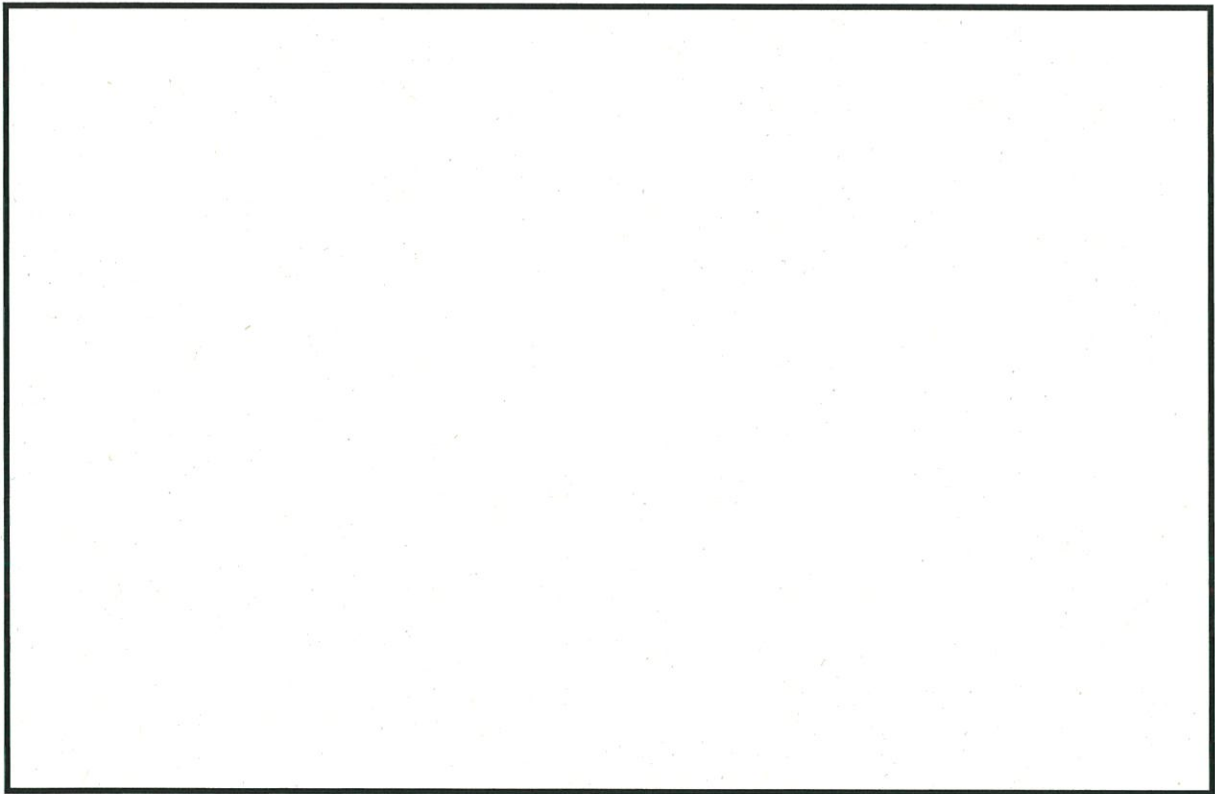
第 1-2 図 給気口に対する放射線の透過イメージ図



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

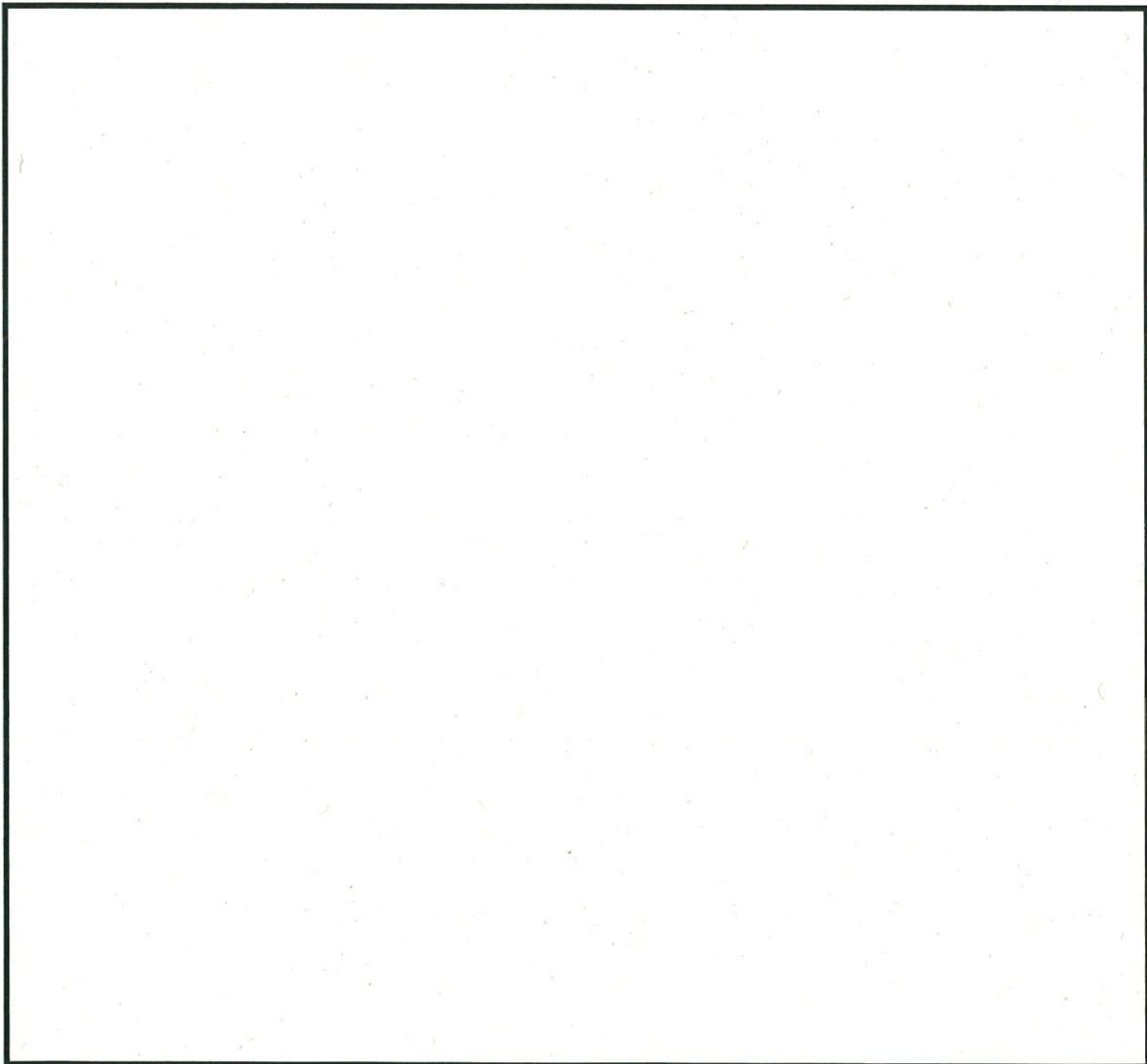
(2)取扱エリア

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。

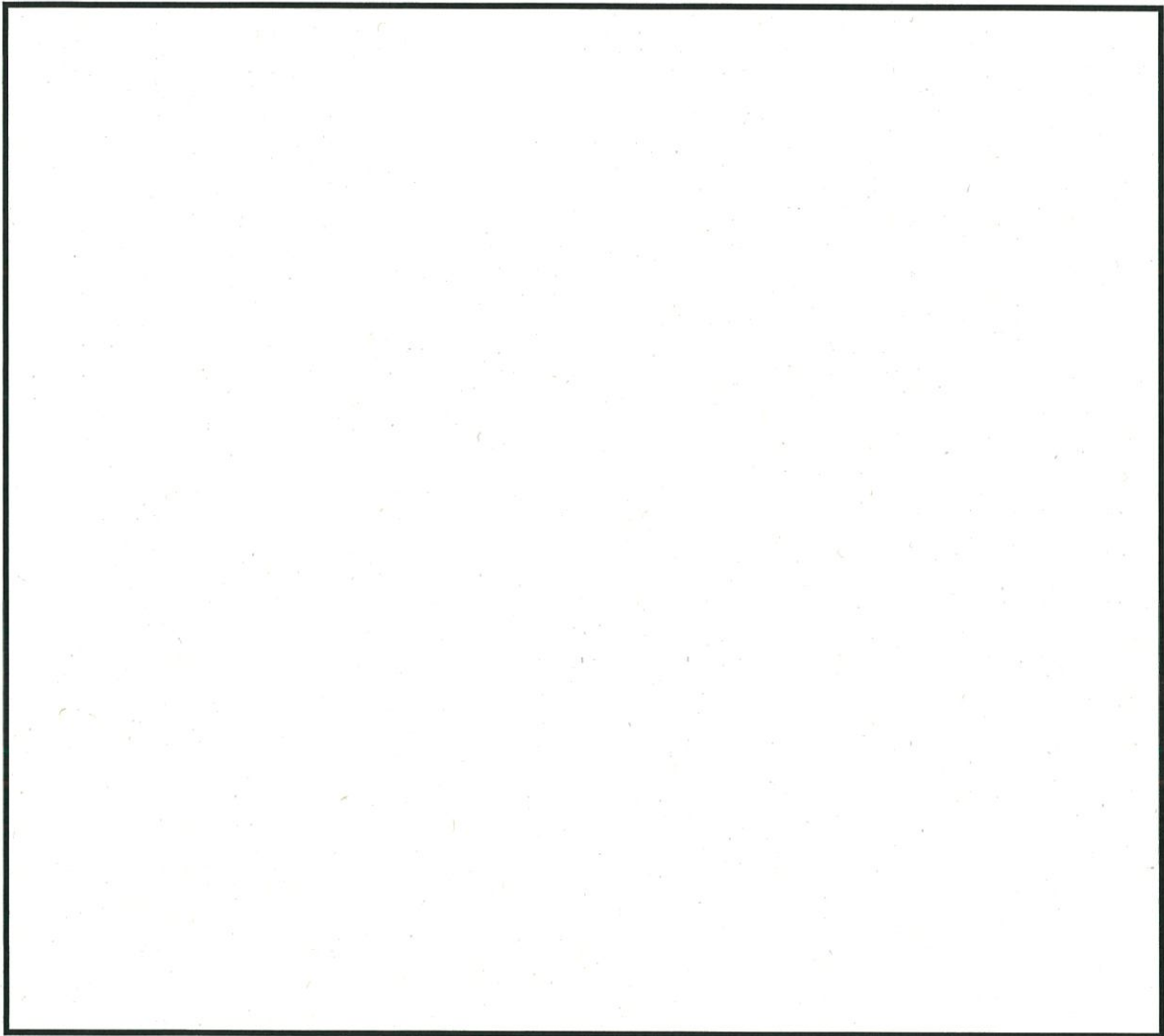
なお、使用済燃料乾式貯蔵建屋は、JASS 5N「建築工事標準仕様書・同解説 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事」に従って設置するため、その施工許容差を保守的に考慮しても②と③の大小関係は変わらず、当該開口部の最短透過距離が②の透過距離となることを確認している（別紙2）。



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。



## 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

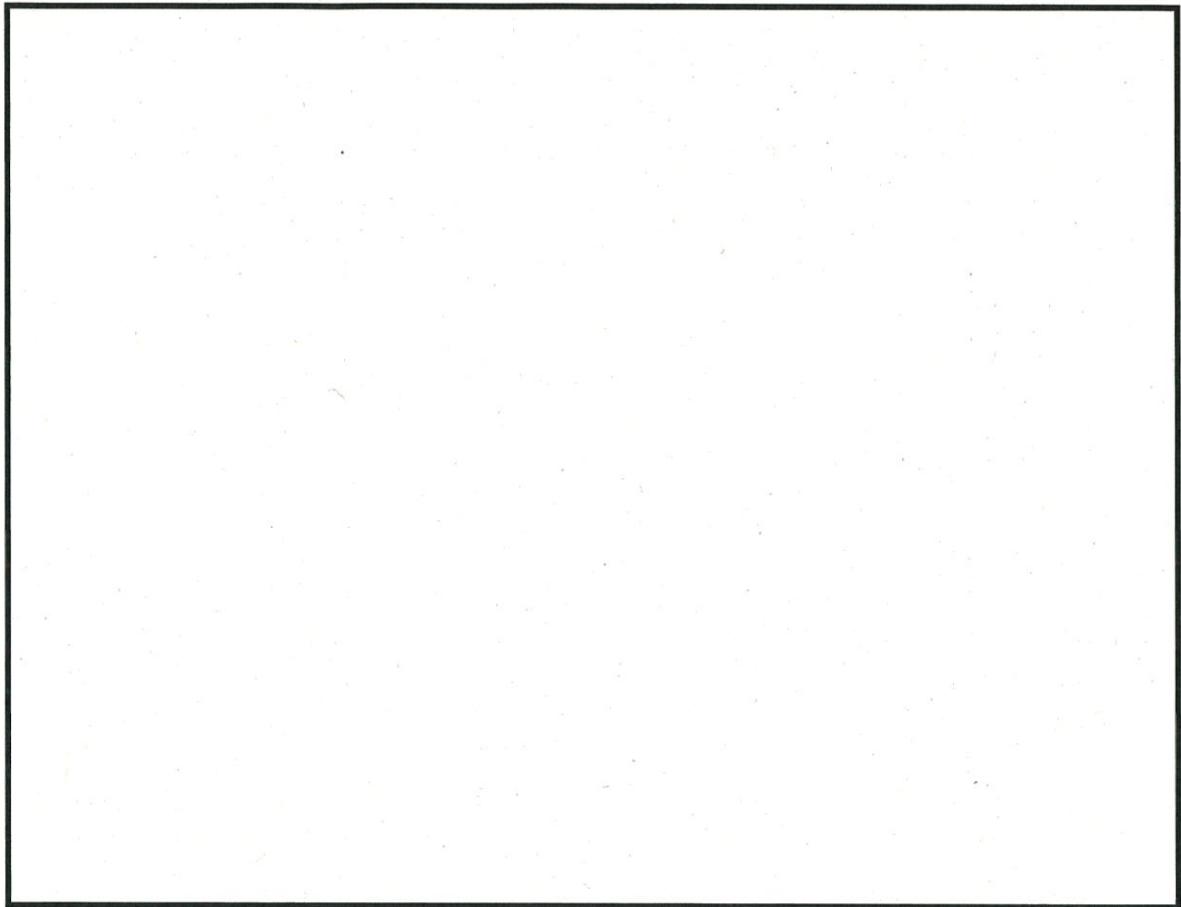
取扱エリアの屋外への開口部に対して考慮すべき乾式キャスクのうち遮蔽扉を経由して寄与する乾式キャスクは、別紙 1-1 図の黒破線間の範囲であり、12 基存在する。ここで、黒破線間の範囲のうち、当該開口部に最も近い乾式キャスクとの距離は、25m 以上あるため、別紙 1-2 図に示す通り乾式キャスク 1 基に対する線量率は、0.02 倍以下に減衰する。

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。

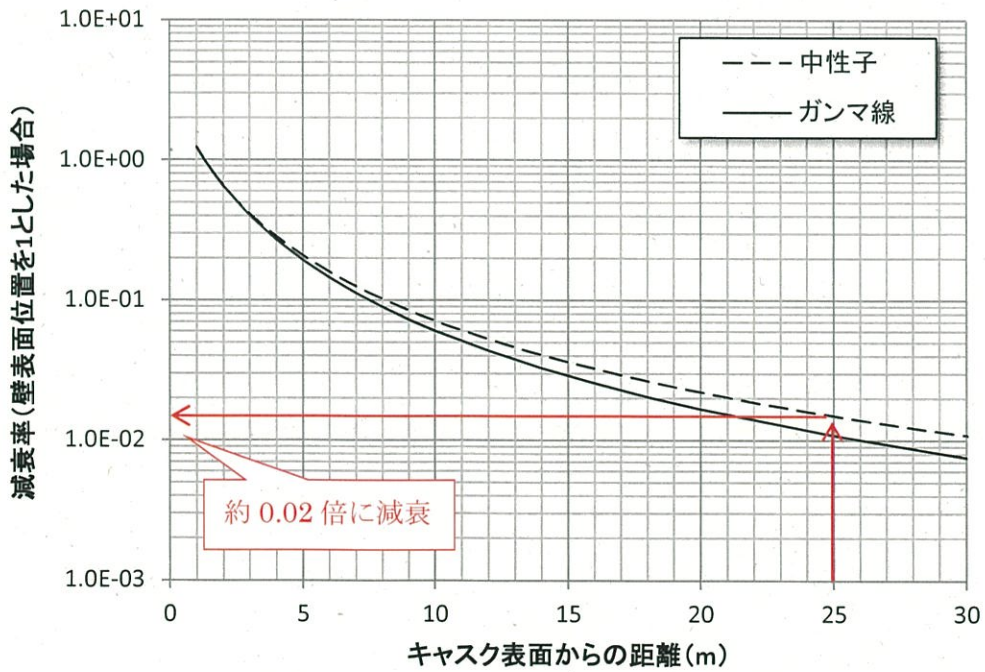
なお、全 45 基から上記 12 基を差し引いた 33 基の乾式キャスクは、外壁と同じ厚さの内壁を経由して当該開口部に寄与するため、添付資料 16「生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」の管理区域境界の線量率評価結果をもとに評価する。

## (2) 評価結果

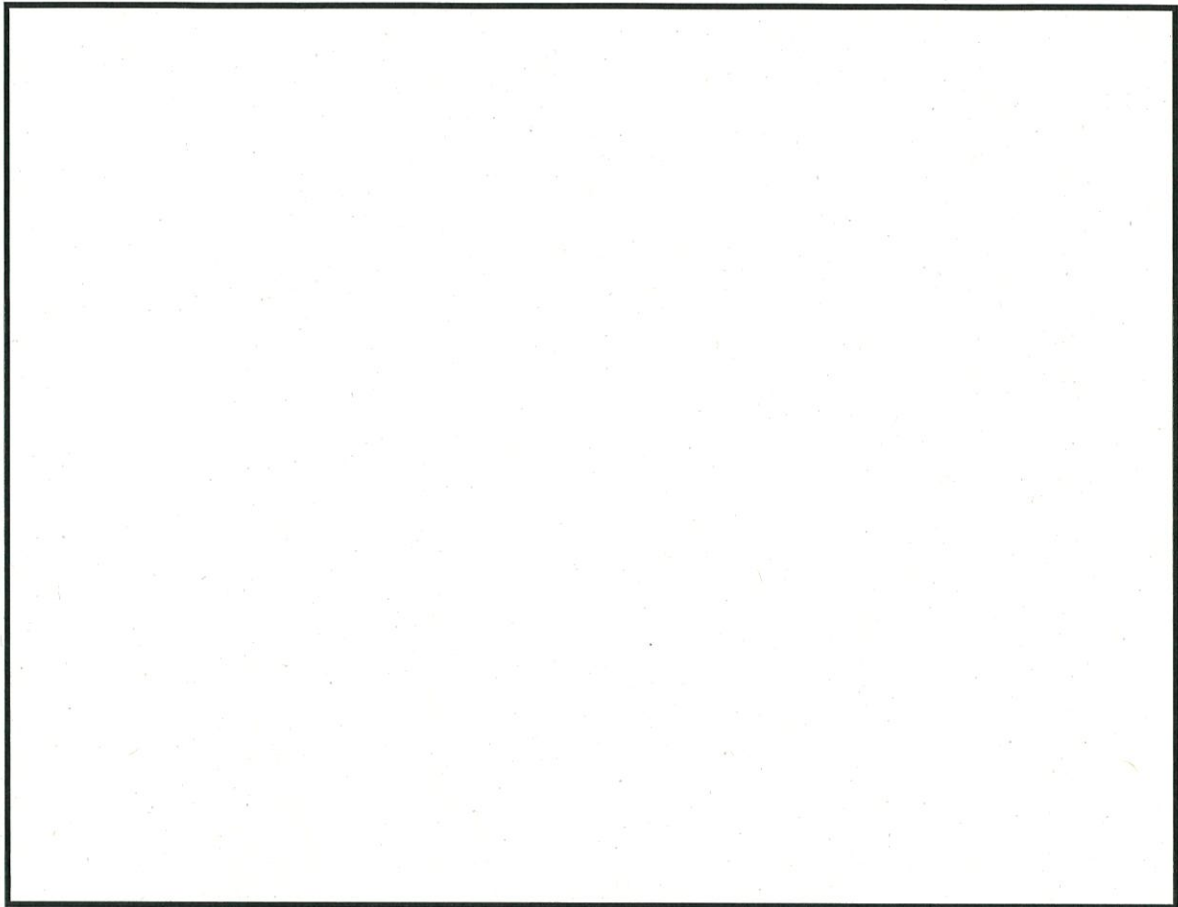
当該開口部に対する必要遮蔽厚さを  として評価すると、別紙 1-1 表に示す通り、管理区域境界における設計基準線量率  $2.6 \mu\text{Sv/h}$  以下を満足した。



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 <sup>(注1)</sup>	0.19 $\mu$ Sv/h	0.14 $\mu$ Sv/h	—
その他 <sup>(注2)</sup>	0.030 $\mu$ Sv/h	0.11 $\mu$ Sv/h	—
合 計	0.22 $\mu$ Sv/h	0.25 $\mu$ Sv/h	$\leq 0.0026$ mSv/h (2.6 $\mu$ 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) 添付資料 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

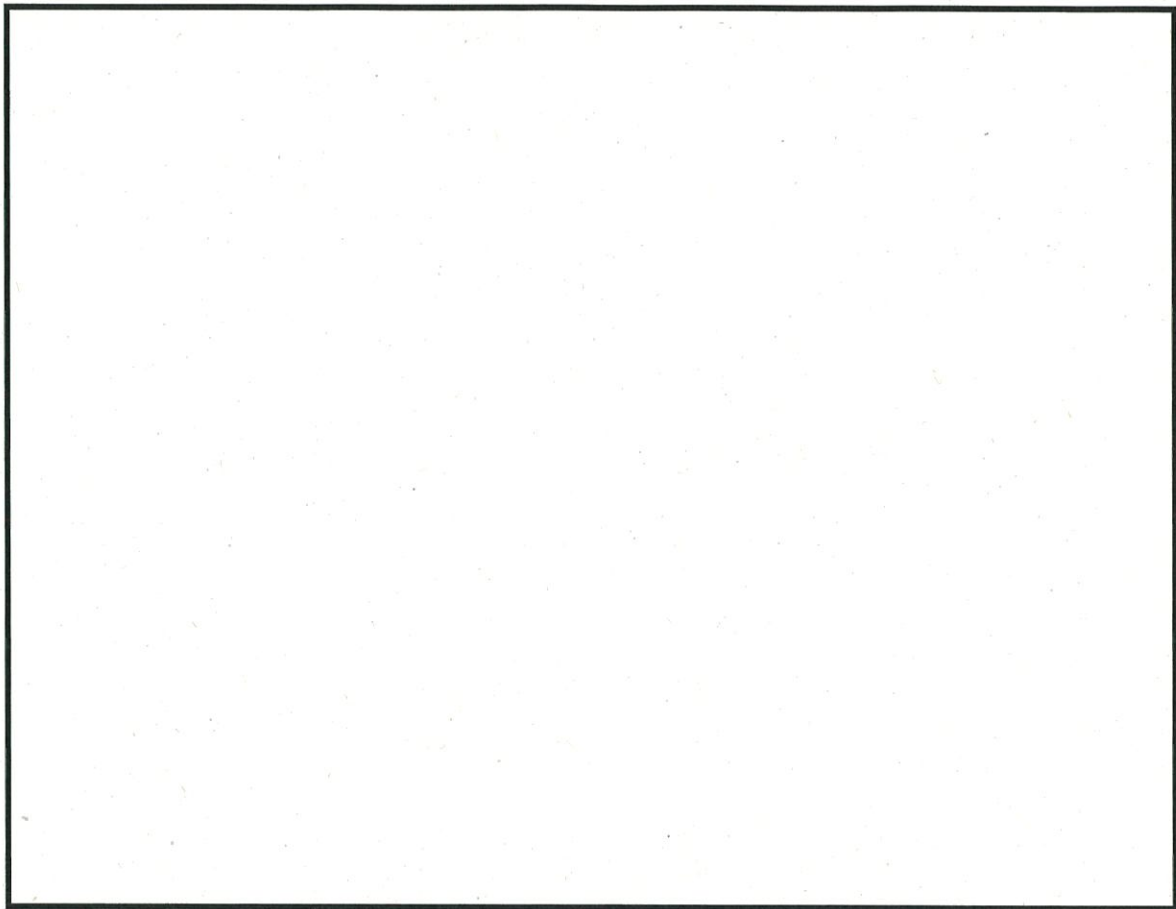
取扱エリアのユーティリティエリアへの開口部に対して考慮すべき乾式キャスクのうち遮蔽扉を経由して寄与する乾式キャスクは、別紙 1-4 図の黒破線間の範囲であり、7 基存在する。ここで、黒破線間の範囲のうち、当該開口部に最も近い乾式キャスクとの距離は、15m 以上あるため、別紙 1-5 図に示す通り乾式キャスク 1 基に対する線量率は、0.04 倍以下に減衰する。

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。

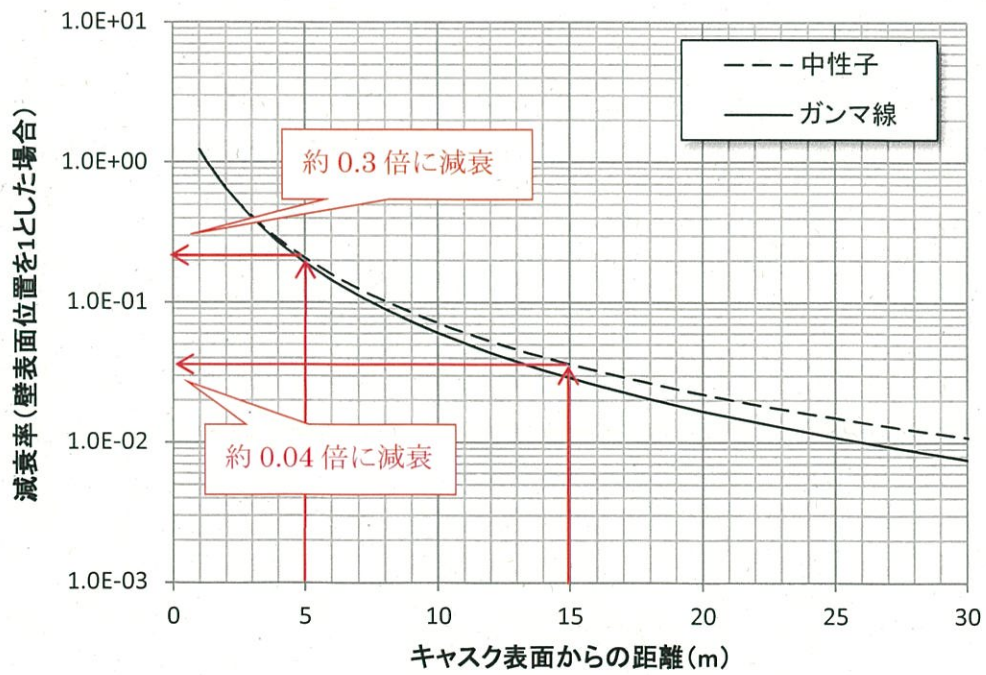
なお、全 45 基から上記 22 基を差し引いた 23 基の乾式キャスクは、外壁と同じ厚さの内壁を経由して当該開口部に寄与するため、添付資料 16「生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」の管理区域境界の線量率評価結果をもとに評価する。

### (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。

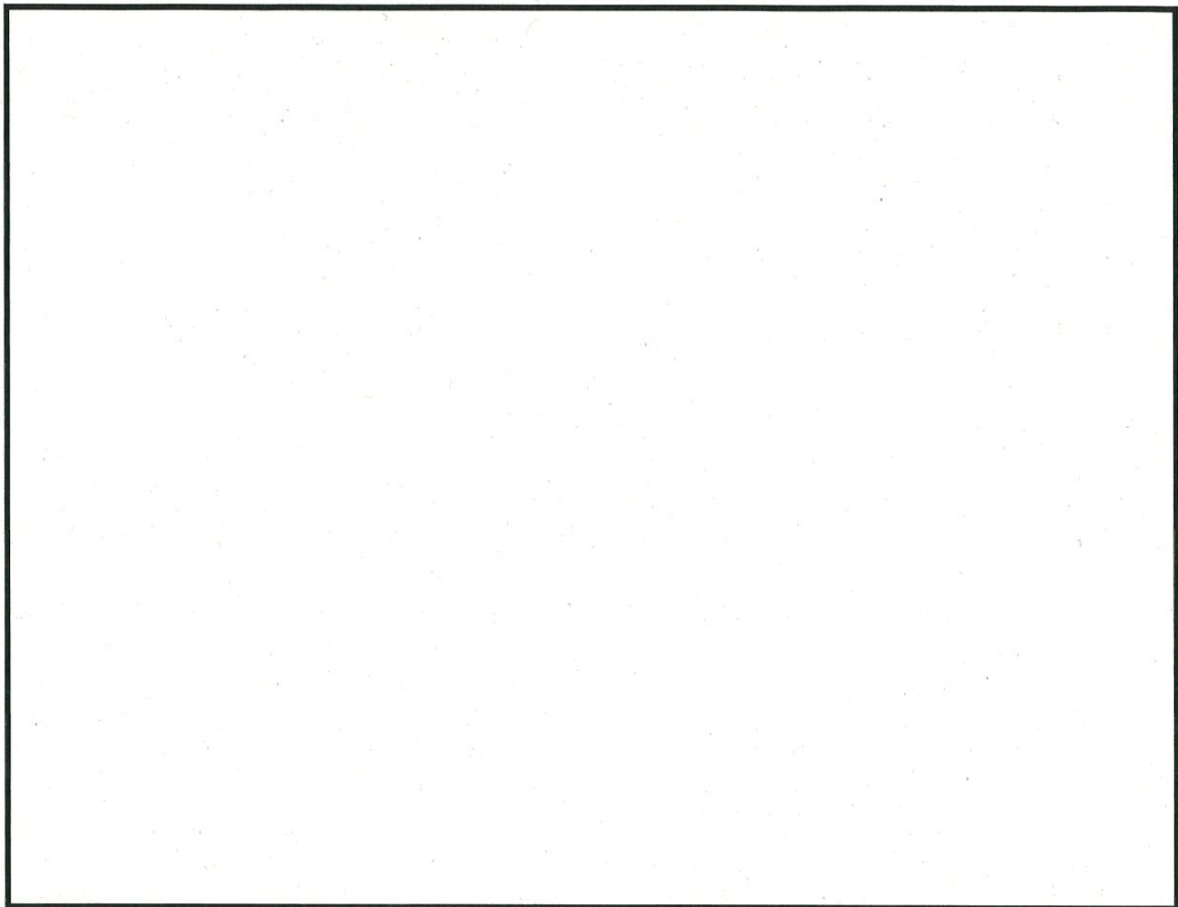


別紙 1-4 図 ユーティリティエリアへの寄与が大きい乾式キャスク（遮蔽扉）



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 <sup>(注1)</sup>	0.23 $\mu$ Sv/h	0.16 $\mu$ Sv/h	—
通路部経由 <sup>(注2)</sup>	1.5 $\mu$ Sv/h	1.1 $\mu$ Sv/h	—
その他 <sup>(注3)</sup>	0.021 $\mu$ Sv/h	0.077 $\mu$ Sv/h	—
合 計	1.8 $\mu$ Sv/h	1.4 $\mu$ Sv/h	$\leq 0.0026$ mSv/h (2.6 $\mu$ 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) 添付資料 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。

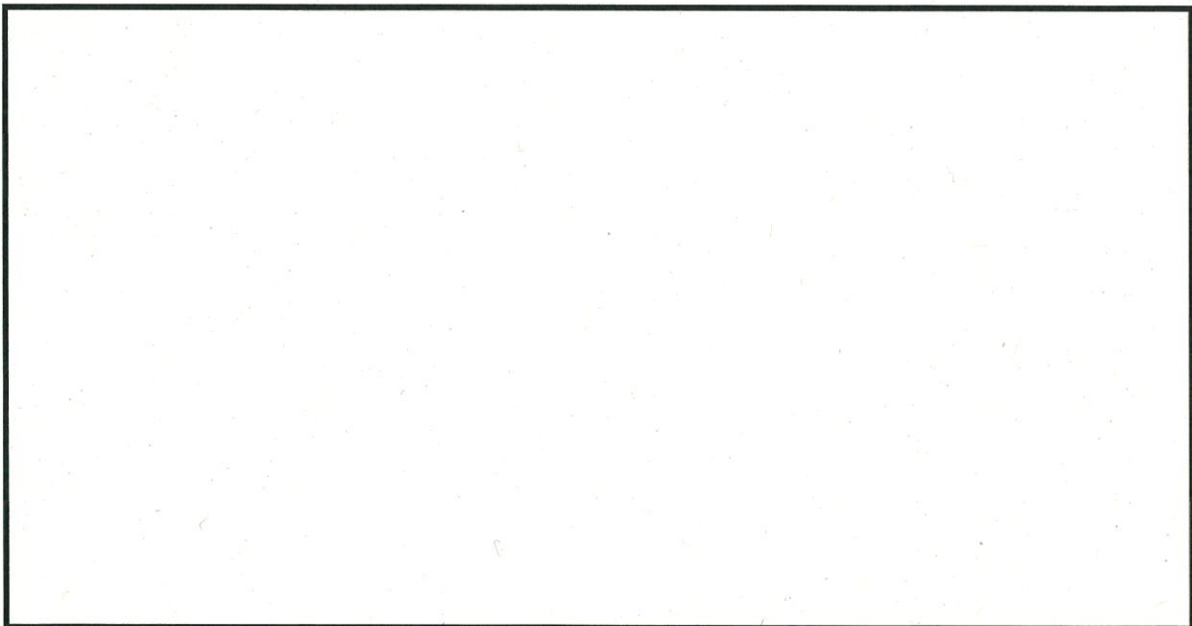
$$\text{透過距離} = \frac{a}{\cos \theta}$$

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

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
	-1.2～+1.2 mm <sup>(注1)</sup>	大きい方が透過距離 小
	-65～+55 mm <sup>(注2)</sup>	大きい方が透過距離 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 2-2 図の通り、下式で計算することができる。

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

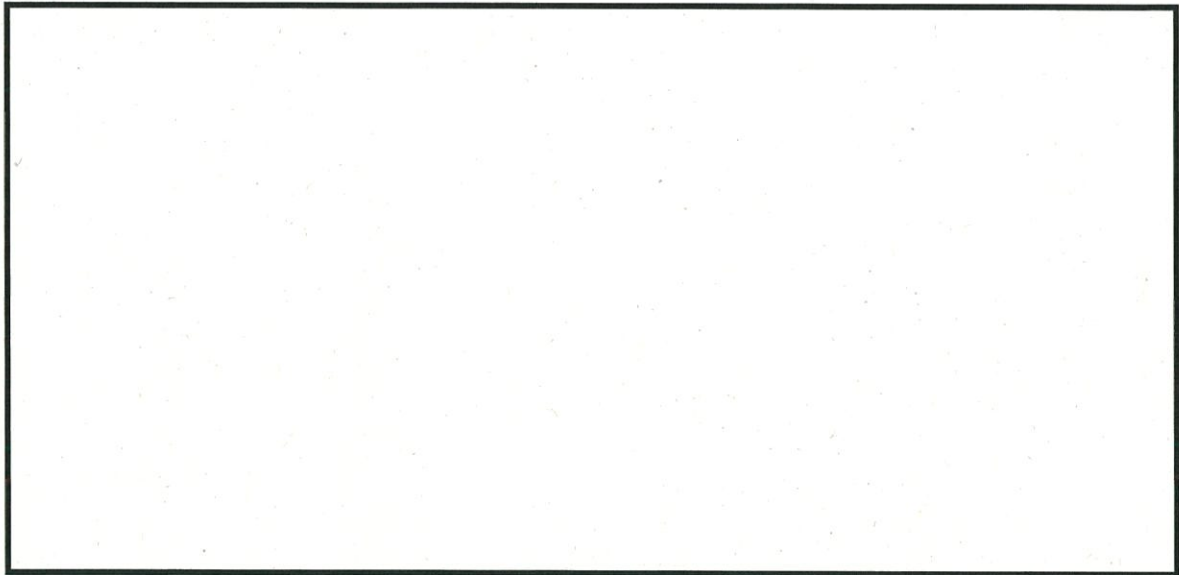
$$\theta = \tan^{-1} \frac{e-d}{a}$$

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 <sup>(注1)</sup>	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 <sup>(注2)</sup>	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。

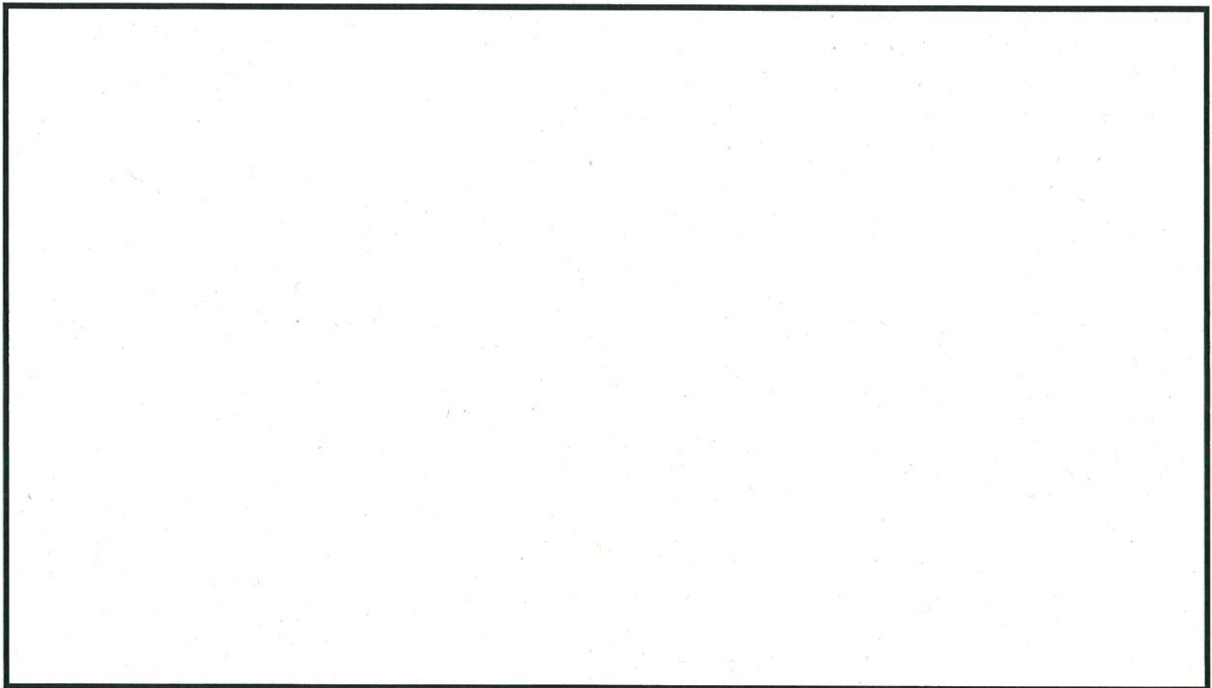
$$\text{透過距離} = \frac{a}{\sin \theta}$$

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

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 <sup>(注1)</sup>	小さい方が透過距離 小
	-55 ~ +65 mm <sup>(注2)</sup>	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。

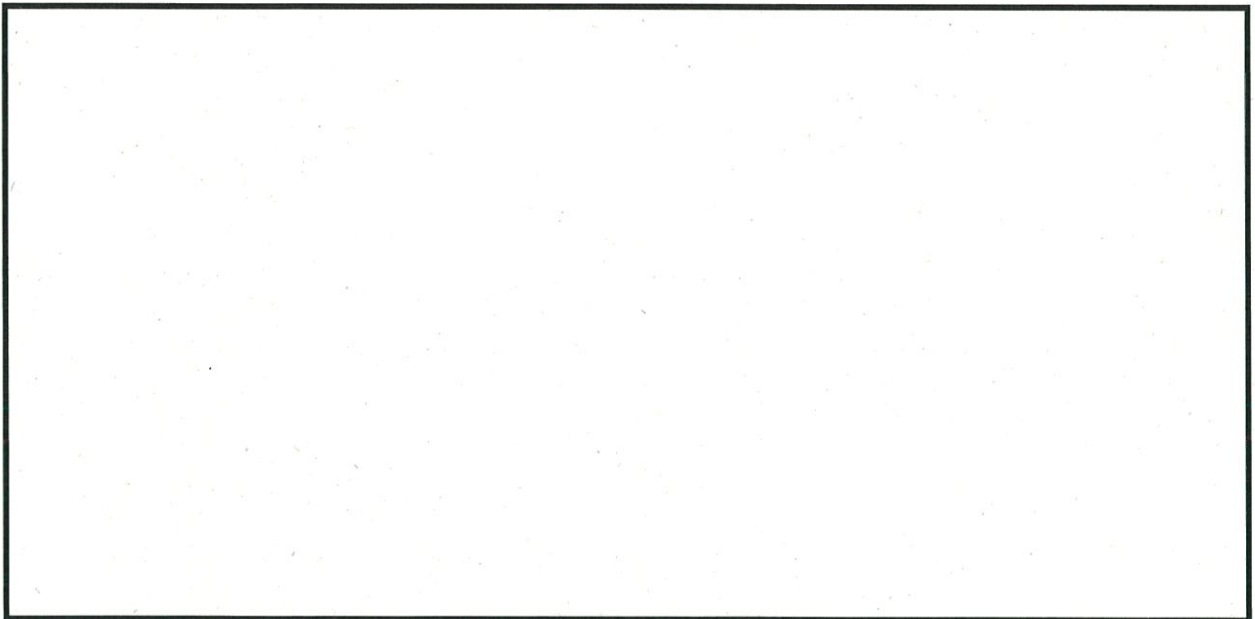
$$\text{透過距離} = \frac{a}{\cos \theta} - \frac{b}{\sin \theta}$$

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

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。

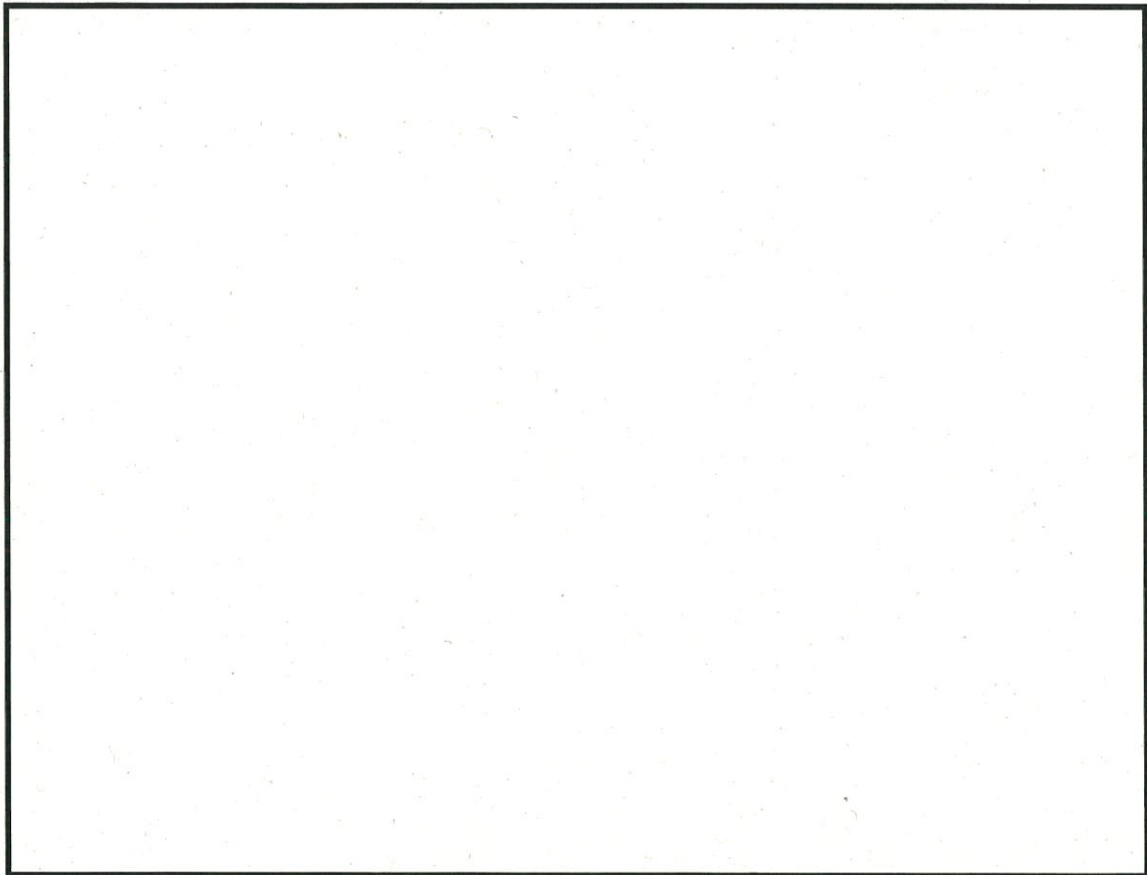
$$\text{透過距離} = \frac{a}{\cos \theta}$$

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

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 <sup>(注)</sup>	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。

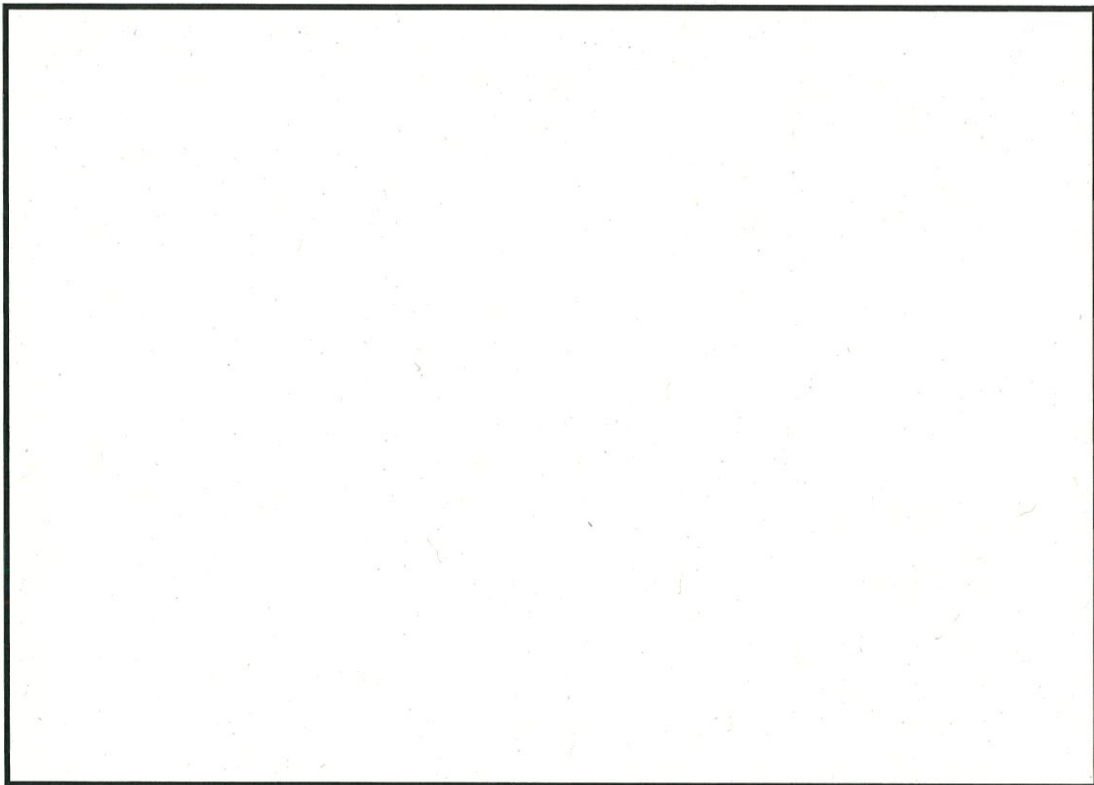
$$\text{透過距離} = \frac{a}{\sin \theta} - \frac{b}{\cos \theta}$$

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

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 <sup>(注)</sup>	小さい方が透過距離 小
	- 0 ~ + 10 mm <sup>(注)</sup>	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。

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

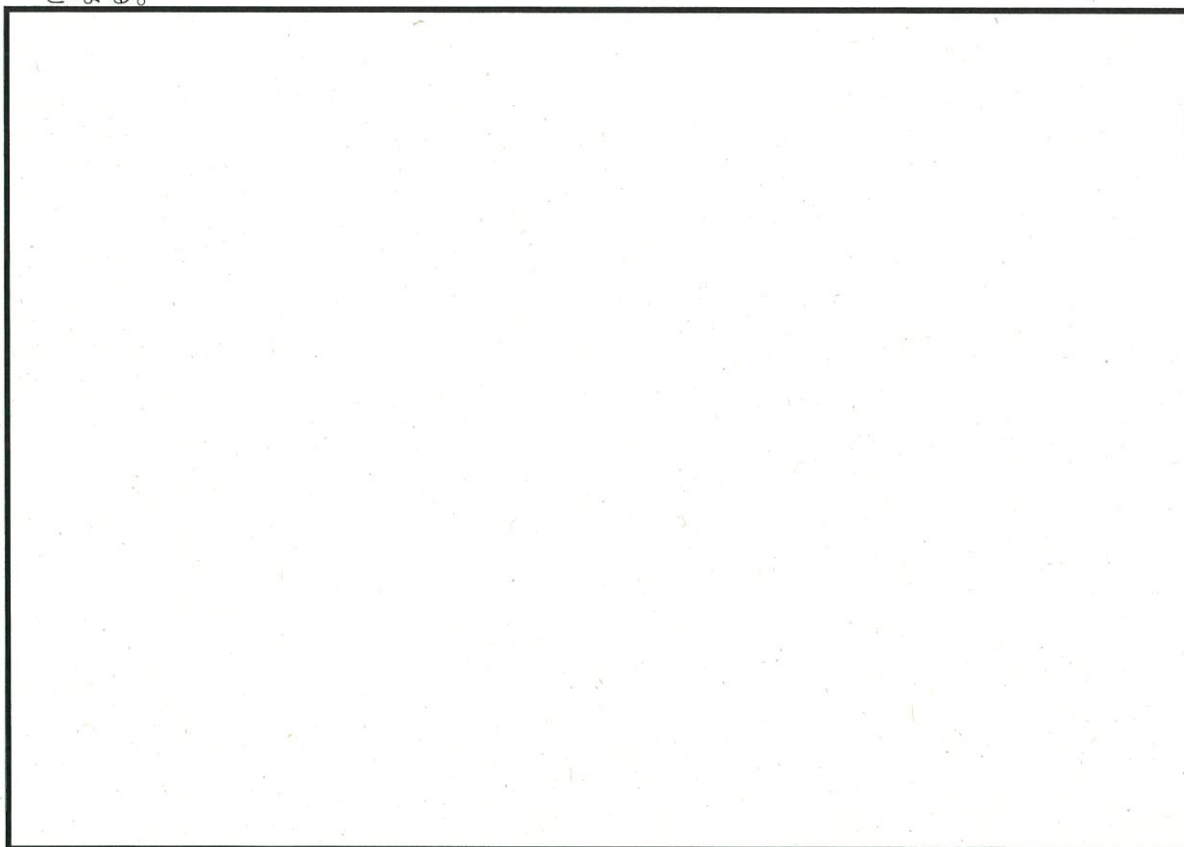
$$\theta = \tan^{-1} \frac{c}{d}$$

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