

高浜発電所 安全審査資料
2-8-改1
2023年9月20日

高浜発電所1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉

設置許可基準規則への適合性について
(放射線からの放射線業務従事者の防護)

2023年9月

関西電力株式会社

枠囲みの範囲は機密情報を含んでいるため公開できません。

緑字は前回資料からの変更箇所を示す。

<目次>

1. 概要
2. 蒸気発生器取替えに係る第 30 条の適合性
 - 2.1 蒸気発生器取替えに係る遮蔽設計
3. 蒸気発生器保管庫設置に係る第 30 条の適合性
 - 3.1 蒸気発生器保管庫設置に係る遮蔽設計
4. 保守点検建屋設置に係る第 30 条の適合性
 - 4.1 保守点検建屋設置に係る遮蔽設計

参考資料 1 保守点検建屋の作業における線源設定

参考資料 2 「本申請の適用条文であるが、既許可の設計方針にて申請対象設備の適合性を確認できるもの」に関する適合性について

1. 概要

高浜発電所においては、蒸気発生器取替え、蒸気発生器保管庫設置及び点検建屋設置に伴い、設置許可基準規則第30条に基づいて、放射線から放射線業務従事者を防護する必要がある。

第30条 放射線からの放射線業務従事者の防護

- 1 設計基準対象施設は、外部放射線による放射線障害を防止する必要がある場合には、次に掲げるものでなければならない。
 - 一 放射線業務従事者（実用炉規則第二条第二項第七号に規定する放射線業務従事者をいう。以下同じ。）が業務に従事する場所における放射線量を低減できるものとする。
 - 二 放射線業務従事者が運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、迅速な対応をするために必要な操作ができるものとする。
- 2 工場等には、放射線から放射線業務従事者を防護するため、放射線管理施設を設けなければならない。
- 3 放射線管理施設には、放射線管理に必要な情報を原子炉制御室その他当該情報を伝達する必要がある場所に表示できる設備（安全施設に属するものに限る。）を設けなければならない。

2. 蒸気発生器取替えに係る第30条の適合性

蒸気発生器取替えに係る第30条（放射線からの放射線業務従事者の防護）の適合性は以下の通り。

第1表 蒸気発生器取替えに係る第30条の適合性

条文	既許可の設計方針	本申請における設計方針 (条文適合性の説明)	関係性	
第30条	1項1号	放射線業務従事者が業務に従事する場所における放射線量を低減できる設計とする。	本条文は放射線量を低減する設備に適用されるものであり、本申請において、蒸気発生器を取り替えることで、放射線量に影響があるおそれがあることから、関係する遮蔽（遮蔽設計区分）に適用される。 ただし、 <u>蒸気発生器取替え前と同様に蒸気発生器は2次遮蔽内に設置する設計としており、本申請において当該遮蔽、2次遮蔽外のフロアの遮蔽設計区分（IV：$>0.15\text{mSv/h}$）及び被ばく管理の運用に変更がないことから、既許可の設計方針にて申請対象設備の基準適合性が確認できる。</u>	○
	1項2号	運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、迅速な対応をするために必要な操作ができる設計とする。	蒸気発生器取替えにおいては、 <u>中央制御室遮蔽に変更は無いことから、中央制御室内の運転員の放射線防護措置に変更はない。</u>	×
	2項	放射線から放射線業務従事者を防護するため、放射線管理施設を設ける。		
	3項	放射線管理に必要な情報を中央制御室及びその他該当情報を伝達する必要がある場所に表示できる設計とする。	放射性物質を取り扱う放射線管理施設を設置することへの要求であり、蒸気発生器取替えに伴い、新たに放射線管理施設を設置・変更するものではないことから、関係しない。	×

2.1 蒸気発生器取替えに係る遮蔽設計

(1) 放射線業務従事者が業務に従事する場所における放射線量の低減

蒸気発生器取替えにおいては、取替え前と同様に蒸気発生器は2次遮蔽内に設置され、2次遮蔽にて放射線量を低減する。(1項1号)第1図にPWRの遮蔽設備の構成、第2図に遮蔽設計区分概要図を示す。

また、設置許可申請書添付書類九 「2.3. 作業管理」、「2.4. 個人管理」の運用に変更はない。

(参考) 添付書類九 作業管理、個人管理の概要

被ばくの経歴、作業環境、立入時間等を考慮し、実効線量限度を満足するように線量を低減する作業計画を立案する。また、防保護具の着用、個人線量計の着用、時間制限、除染、一時的な遮蔽の設置等により、線量を合理的に低減する。

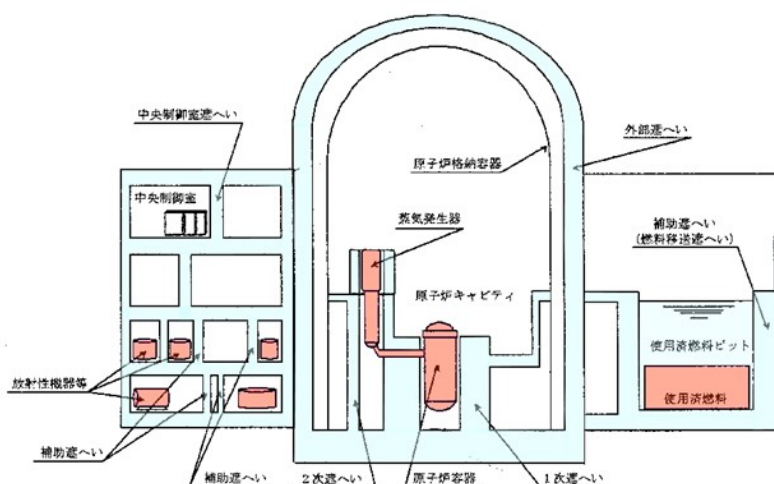
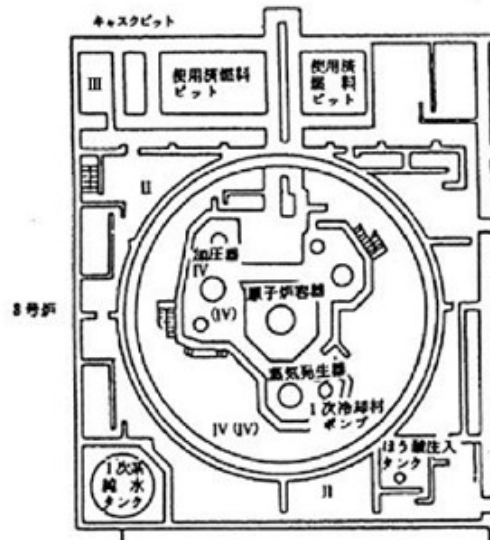


図1 PWRの遮へい設備の構成

【出典】原子力規格委員会(編):原子力発電所放射線遮へい設計規程JEAC4615-2008.
(社)日本電気協会(平成20年8月31日), p.11

第1図 PWRの遮蔽設備の構成



第2図 遮蔽設計区分概要図（3階）
既設置許可申請書（抜粋）

3. 蒸気発生器保管庫設置に係る第30条の適合性

蒸気発生器保管庫設置に係る第30条（放射線からの放射線業務従事者の防護）の適合性は以下の通り。

第2表 蒸気発生器保管庫設置に係る第30条の適合性

条文	既許可の設計方針	本申請における設計方針 (条文適合性の説明)	関係性	
第 30 条	1項1号	放射線業務従事者が業務に従事する場所における放射線量を低減できる設計とする。	蒸気発生器保管庫は、 <u>遮蔽設計基準に基づき放射線業務従事者が業務に従事する場所において遮蔽（建屋の外壁、内壁のコンクリート）の設置により、放射線量を低減できる設計とする。</u>	●
	1項2号	運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、迅速な対応をするために必要な操作ができる設計とする。	蒸気発生器保管庫は、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に対応する設備はないことから、関係しない。	×
	2項	放射線から放射線業務従事者を防護するため、放射線管理施設を設ける。	蒸気発生器保管庫内は、汚染の恐れのない管理区域であり、換気空調設備（ファン、フィルタ等）、退出モニタ（出入管理設備）、除染機材等（汚染管理設備）、試料分析関係設備（放射線測定器）は設置不要であると	×
	3項	放射線管理に必要な情報を中央制御室及びその他該当情報を伝達する必要がある場所に表示できる設計とする。	とともに、機器点検等の作業エリアではないことよりエリアモニタ設置はしないことから、関係しない。	×

3.1 蒸気発生器保管庫設置に係る遮蔽設計

(1) 遮蔽設計の方針

放射線業務従事者等が受ける線量が線量限度（50mSv/年）以下に管理できるよう、遮蔽設計基準の設定の考え方（放射線業務従事者等の関係各場所への立

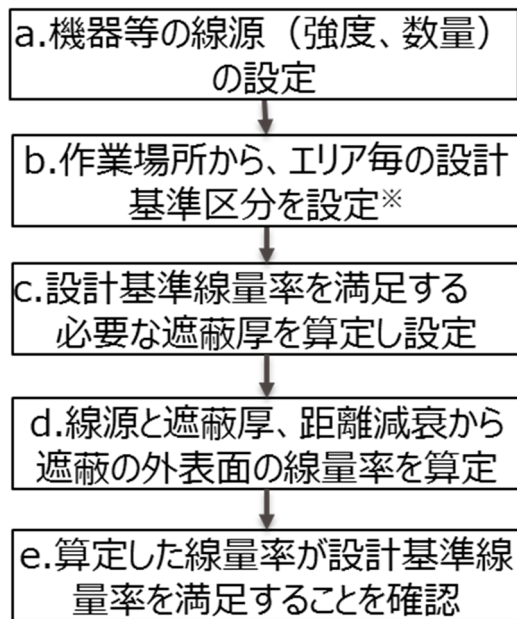
入頻度、滞在時間等を考慮)に基づき設計基準線量率を設定している。

遮蔽設計においては、遮蔽壁の厚さ及び距離減衰によって区分ごとに設定された基準線量率を満足するように設計する。

第3表 遮蔽設計基準

遮蔽設計区分		設計基準線量率	設定の考え方	代表箇所
管理区域外	第Ⅰ区分	≤ 0.0026 mSv/h	3月間で500時間の滞在時間を想定しても管理区域設定基準(1.3mSv/3月)を満足できるところ。	非管理区域
管理区域内	第Ⅱ区分	≤ 0.01 mSv/h	実効線量限度(50mSv/年)を踏まえ、年間50週、1週48時間の滞在時間を想定しても十分余裕のある数値となるところ。	一般通路等
	第Ⅲ区分	≤ 0.15 mSv/h	実効線量限度(50mSv/年)を踏まえ、年間50週、1週約7時間以内の立入りが可能となるところ。	操作用通路等
	第Ⅳ区分	> 0.15 mSv/h	立入る場合は、厳重な放射線管理が必要となるところ。	機器室等

(注) JEAC4615-2020「原子力発電所放射線遮蔽設計規程」の考え方に基づき設定。



※ 第3表の設定の考え方に加え、想定される線量率に応じて、被ばく低減の観点から可能な限り低い遮蔽設計区分に設定している。

注) 放射線業務従事者の作業管理及び個人管理により、被ばく線量の低減を図り、線量限度以下に管理する

第3図 遮蔽設計の概略フロー

(2) 遮蔽設計

a. 機器等の線源（強度、数量）の設定

線源としては、3号炉及び4号炉の旧蒸気発生器（6基）並びに除染廃棄物（蒸気発生器取替え時の1次冷却材配管切断部のブラスト除染に伴い発生するブラスト材、フィルタ及び除染資機材等）を対象とし、定期検査時に計測したSGの線量計測結果等により設定した。

第4表 蒸気発生器保管庫の線源（強度、数量）

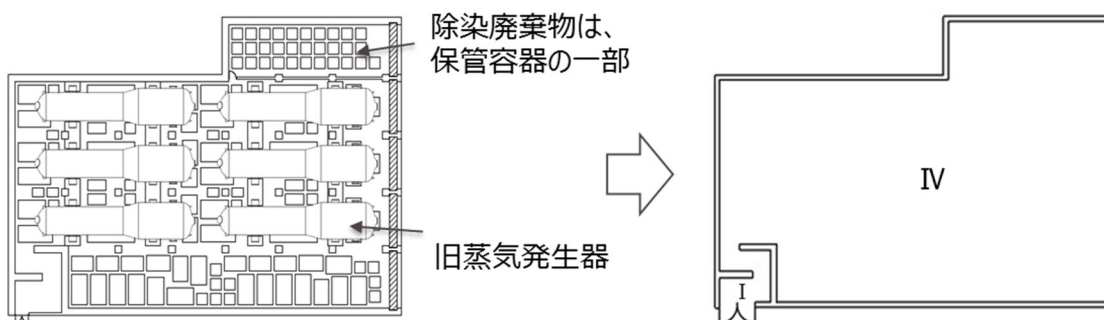
線源	旧蒸気発生器（3号炉及び4号炉）	除染廃棄物（3号炉及び4号炉）
数量	6基	56本（ドラム缶）
線源強度	機器表面で 1.7 mSv/h に相当する強度（単位体積当たり） 代表エネルギー※1：線源強度	容器表面から1m離れた距離で0.1 mSv/hに相当する強度（単位体積当たり） 代表エネルギー※1：線源強度

※1：主要な線源核種であるCo-60 のエネルギーで代表する。

b. 作業場所や運用から、エリア毎の設計基準区分を設定

第4図の保管庫の廃棄物の配置計画より、第5図の遮蔽設計区分を設定した。線源の強度が大きいことから管理区域全域をIV区分に設定する。なお、作業以外で蒸気発生器保管庫に立ち入ることは無い。

(作業内容：巡視点検、保管量確認 作業時間：1年で約18時間)



(参考) 平面図

既設の蒸気発生器保管庫においても同様に遮蔽設計区分を設定

第4図 廃棄物配置計画図

第5図 遮蔽設計区分概要図

c. 設計基準線量率を満足する必要な遮蔽厚を算定し設定

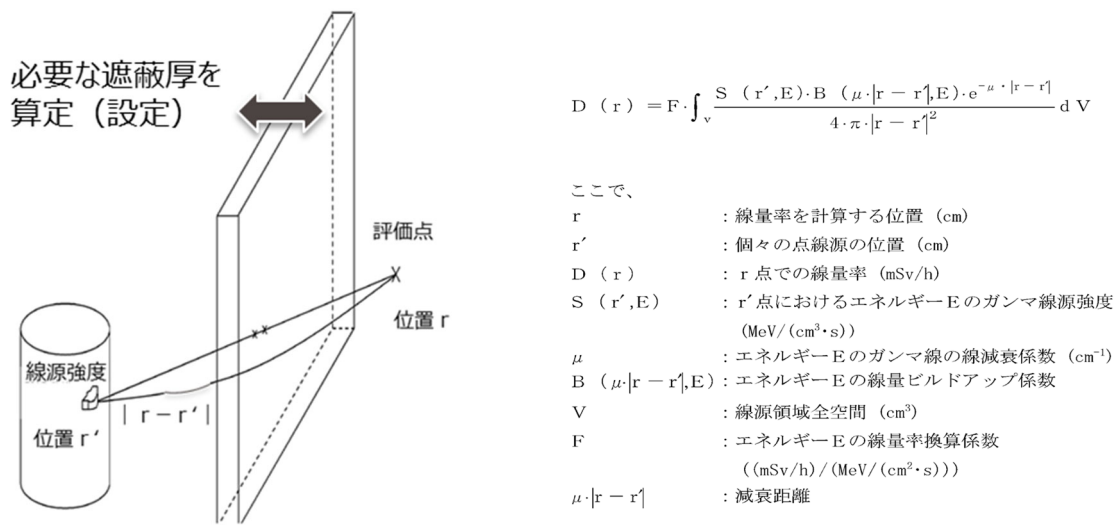
(a) 遮蔽厚の設定方法

遮蔽厚は、点減衰核積分法を用いた遮蔽解析コードであるQAD-CGGP2R（過去の許認可で使用実績あり）を使用して下表の通り設定した。

なお、遮蔽厚の設定においては、「直接線等による工場等周辺の空間線量率評価に用いた遮蔽厚を考慮する。

第5表 設計基準線量率評価に用いた遮蔽

	遮蔽厚
壁厚 (mm)	<input type="text"/>

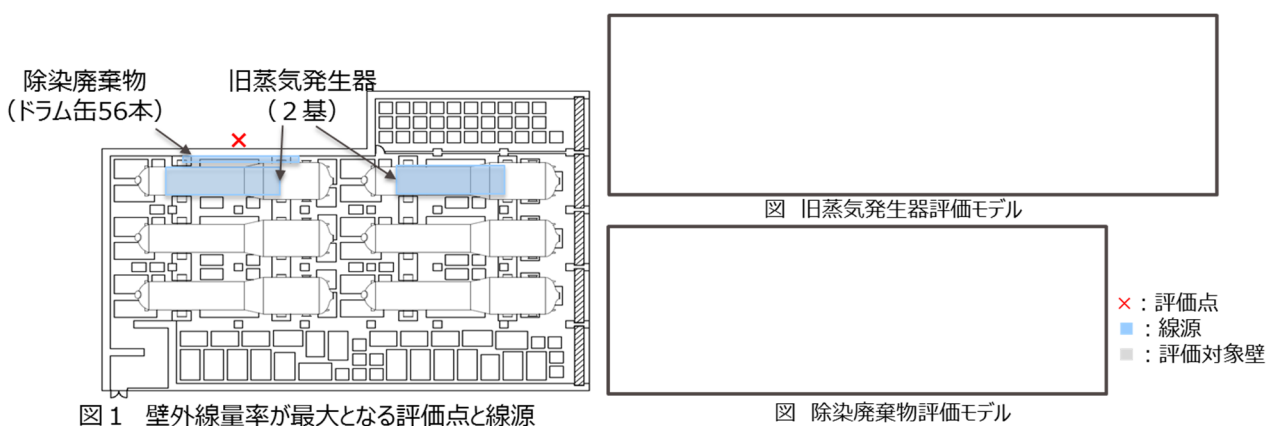


第6図 QAD-CGGP2Rの評価モデル

(b) 遮蔽厚設定に係る条件

遮蔽厚の設定においては、線源として旧蒸気発生器、除染廃棄物を設定し、管理区域境界で区分 I (非管理区域) を満足することを評価する。

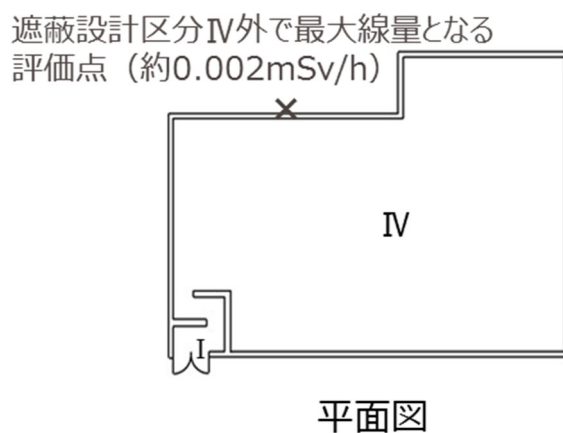
旧蒸気発生器については、旧蒸気発生器 1 基分の線量率を保守的に基数倍することで合計線量率とする。ただし、保管物による遮蔽や距離減衰により寄与が無視できる線源は除く。(下図に示すケースでは、近傍の 2 基が評価対象) 除染廃棄物については、保守的にドラム缶 4 本が収納されたボックスパレット 1 個が壁に接している状態を想定し、線量率はボックスパレットの個数倍 (14倍) する。



第7図 評価モデル

本図追加

- d. 線源と遮蔽厚、距離減衰から遮蔽の外表面の線量率を算定
 c項で設定した遮蔽厚より、線源の評価点における線量率をQAD-CGGP2Rコードを用いて評価し、各線源の評価点の線量率を合算した。
 なお、除染廃棄物については、保守的に全数が壁に接している状態で評価している。
- e. 評価結果
 d項の評価の結果、遮蔽設計区分Ⅳを囲む遮蔽外表面の線量率が最大となる評価点において、遮蔽設計区分Ⅰ（基準線量率： $2.6 \mu\text{Sv/h}$ 以下）を満足することを確認した。



第8図 遮蔽設計区分概要図

（3）第Ⅳ区分における放射線業務従事者の防護

遮蔽設計区分のうち第Ⅳ区分（ $>0.15\text{mSv/h}$ ）については、以下の対策を講じることで放射線業務従事者の防護を図る。なお、作業時の第Ⅱ区分、第Ⅲ区分についても、第Ⅳ区分と同様の管理を行うことで更なる線量低減を図る。

○放射線業務従事者の被ばく管理

下記の作業管理及び個人管理により、放射線業務従事者の被ばく線量の低減を図る。

- 管理区域は線量の高低に応じて区分する。高線量区域は施錠管理を行い、不要な立入りを防止する。
- 被ばくの経歴、作業環境、立入時間等を考慮し、実効線量限度を満足するように線量を低減する作業計画を立案する。
- 防護具の着用、個人線量計の着用、時間制限、除染、一時的な遮蔽の設

置等により、線量を合理的に低減する。

- 実効線量限度を超過しないことを管理する。

(注) 設置許可申請書添付書類九 「2.3.作業管理」、「2.4個人管理」より

(4) 放射線業務従事者等が受ける線量

前項までの対策により、放射線業務従事者が受ける線量は線量限度以下に管理する。

なお、既設の蒸気発生器保管庫における巡視点検及び保管量確認の年間被ばく線量の実績は、0.01人・mSv以下であり、新たに設置する蒸気発生器保管庫も同等の年間被ばく線量になるものと推定している。なお、立入頻度は、巡視点検が1回/週、保管量確認が1回/3ヶ月であり、1回当たりの立入時間は20分程度である。

4. 保守点検建屋設置に係る第30条の適合性

保守点検建屋設置に係る第30条（放射線からの放射線業務従事者の防護）の適合性は以下の通り。

第5表 保守点検建屋設置に係る第30条の適合性

条文	既許可の設計方針	本申請における設計方針 (条文適合性の説明)	関係性
第30条	1項1号	放射線業務従事者が業務に従事する場所における放射線量を低減できる設計とする。	●
	1項2号	運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、迅速な対応をするために必要な操作ができる設計とする。	×
	2項	放射線から放射線業務従事者を防護するため、放射線管理施設を設ける。	●
	3項	放射線管理に必要な情報を中央制御室及びその他該当情報を伝達する必要がある場所に表示できる設計とする。	●

4.1 保修点検建屋設置に係る遮蔽設計

(1) 遮蔽設計の方針（蒸気発生器保管庫設置の遮蔽設計方針と同じ）

放射線業務従事者等が受ける線量が線量限度（50mSv/年）以下に管理できるよう、遮蔽設計基準の設定の考え方（放射線業務従事者等の関係各場所への立入頻度、滞在時間等を考慮）に基づき設計基準線量率を設定している。

遮蔽設計においては、遮蔽壁の厚さ及び距離減衰によって区分ごとに設定された基準線量率を満足するように設計する。

なお、遮蔽設計基準、遮蔽設計のフローは、第3図の記載と同じ。

○遮蔽設計の概要と評価

(1)の方針に基づき遮蔽設計を行い、区画ごとに設定された遮蔽設計区分を満足することを確認した。なお、平常時区分の設定においては、年間滞在時間等を考慮したうえで、可能な限り低い遮蔽設計区分とした。詳細は(2)以降で概略フローに沿って説明する。

第7表 遮蔽設計区分の設定根拠と評価結果

			平常時			作業時（参考）	
階層	区画名	年間滞在時間 (h)	区分	設定根拠	評価結果 ○の数字は第17図と対応 []の数字は第10図と対応	区分	設定根拠 []の数字は第10図と対応
地階	RCPインターナル分解点検作業エリア	1,600	II	年間滞在時間はII区分の2,400h以内	①において下記の線源を考慮した結果、区分IIの基準線量率(0.01mSv/h以下)を満足する。 地階：サンプタンク、廃液モニタタンク[9] 1階：吹抜構造となっているが、距離減衰により考慮不要	IV	RCPインターナル、インペラ[8]の線源によりIV区分
	廃液処理室	—	IV	廃液に含まれる線量によりIV区分	—	IV	サンプタンク、廃液モニタタンク[9]に含まれる線量によりIV区分
地上1階	RCPインターナル容器エリア	1,600	II	年間滞在時間はII区分の2,400h以内	②において下記の線源を考慮した結果、区分IIの基準線量率(0.01mSv/h以下)を満足する。 地階：サンプタンク、廃液モニタタンク[9] 地階RCPインターナル分解点検作業エリアの上部は吹抜構造となっているが、距離減衰により考慮不要 1階：距離減衰により考慮不要	IV	RCPインターナル容器[4]の線源によりIV区分
	雑固体切断エリア	700		年間滞在時間はII区分の2,400h以内	⑧において下記の線源を考慮した結果、区分IIの基準線量率(0.01mSv/h以下)を満足する。 1階：距離減衰により考慮不要 2階：資機材[1]スタッドボルト[2]		雑固体[5]の線源によりIV区分
	水中照明点検エリア	400		年間滞在時間はII区分の2,400h以内	⑨において下記の線源を考慮した結果、区分IIの基準線量率(0.01mSv/h以下)を満足する。 1階：距離減衰により考慮不要 2階：資機材[3]		水中照明[6]の線源によりIV区分
	機器搬入エリア	400		年間滞在時間はII区分の2,400h以内	⑥⑨において下記の線源を考慮した結果、区分IIの基準線量率(0.01mSv/h以下)を満足する。 1階：工具類[7]、RCPインターナル容器[4]、その他の線源は距離減衰により考慮不要 2階：資機材[3]		—
	工作室	400	II	年間滞在時間はII区分の2,400h以内	⑦において下記の線源を考慮した結果、区分IIの基準線量率(0.01mSv/h以下)を満足する。 1階：距離減衰により考慮不要 2階：資機材[3]	IV	工具類[7]の線源によりIV区分

			平常時			作業時（参考）	
階層	区画名	年間滞在時間 (h)	区分	設定根拠	評価結果 ○の数字は第17図と対応 []の数字は第10図と対応	区分	設定根拠 []の数字は第10図と対応
地上 1階	RCPモータ 点検エリア	2,000	II	年間滞在時間はII 区分の2,400h以内	③において下記の線源を考慮した結果、区分IIの基準線量率(0.01mSv/h以下)を満足する。 1階：工具類[7]、その他の線源は距離減衰により考慮不要 2階：距離減衰により考慮不要	II	RCPモータは汚染が無く、線源にならずII区分から変更なし
	出入管理室 (ホット側)	2,400	II	年間滞在時間はII 区分の2,400h以内	④において下記の線源を考慮した結果、区分IIの基準線量率(0.01mSv/h以下)を満足する。 1階：工具類[7] 2階：資機材[3]	—	—
	出入管理室 (コールド側)	—	I	非管理区域	⑤において下記の線源を考慮した結果、区分Iの基準線量率(0.0026mSv/h以下)を満足する。 1階：距離減衰により考慮不要 2階：資機材[3]	—	—
地上 2階	資機材仮置き エリア（左側）	200	III	年間滞在時間はIII 区分の350h以内	下記の線源を考慮した結果、区分IIIの基準線量率(0.15mSv/h)を満足する。 1階：距離減衰により考慮不要 2階：スタッドボルト[2]からの距離減衰	III	資機材[1]に含まれる線量によりIII区分
	スタッドボルト 点検エリア	200	III	年間滞在時間はIII 区分の350h以内	下記の線源を考慮した結果、区分IIIの基準線量率(0.15mSv/h)を満足する。 1階：距離減衰により考慮不要 2階：距離減衰で考慮不要	IV	スタッドボルト[2]の線源によりIV区分

			平常時			作業時（参考）	
階層	区画名	年間滞在時間 (h)	区分	設定根拠	評価結果 ○の数字は第17図と対応 []の数字は第10図と対応	区分	設定根拠 []の数字は第10図と対応
地上 2階	資機材仮置き エリア（右側）	200	Ⅲ	年間滞在時間はⅢ区分の350h以内	下記の線源を考慮した結果、区分Ⅲの基準線量率(0.15mSv/h)を満足する。 1階：距離減衰により考慮不要 2階：スタッドボルト[2]からの距離減衰	Ⅲ	資機材[3]に含まれる線量によりⅢ区分
	空調機械室 （排気）	200	Ⅱ	年間滞在時間は350h以下であり、Ⅲ区分に相当するが、線源が微量のため、Ⅱ区分とする。	下記の線源を考慮した結果、区分Ⅱの基準線量率(0.01mSv/h以下)を満足する。 1階：隣接する区画に線源がないため、考慮不要 2階：隣接する区画に線源がないため、考慮不要	—	—
	空調機械室 （給気）	—	Ⅰ	非管理区域	⑩において下記の線源を考慮した結果、区分Ⅰの基準線量率(0.0026mSv/h)を満足する。 1階：隣接する区画に線源がないため、考慮不要 2階：資機材[3]	—	—

(2) 遮蔽設計

a. 機器等の線源（強度、数量）の設定

線源としては、作業の機器類等を対象とし、定期検査時に計測した線量計測結果等により設定した。

本表修正

第8表 保守点検建屋の線源（強度、数量）

作業等	線源	数量	線源強度※1	(参考) 第10図との対応
RCPインターナル分解点検	インターナル	1基	5mSv/h(表面)	RCPインターナル、インペラ[8]
	インペラ	1基	10mSv/h(表面)	
	インターナル容器	1基(容器)	0.1mSv/h(at1m)	RCPインターナル容器[4]
水中照明点検	水中照明	1(ドラム缶)※2	0.04mSv/h(at1m)	水中照明[6]
スタッドボルト点検	スタッドボルト	1(ドラム缶)※2	0.01mSv/h(at1m)	スタッドボルト[2]
雑固体の切断	雑固体	50本(ドラム缶)	0.03mSv/h(at1m)	雑固体[5]
資機材仮置き	資機材	2個(収納容器)	0.01mSv/h(at1m)	資機材[1] 資機材[3]
工作室	工具類	1(ドラム缶)※2	0.1mSv/h(at1m)	工具類[7]
廃液	サンプタンク	1基(タンク)	37kBq/cm ³	サンプタンク、 廃液モニタタンク[9]
	廃液モニタタンク	1基(タンク)	37kBq/cm ³	

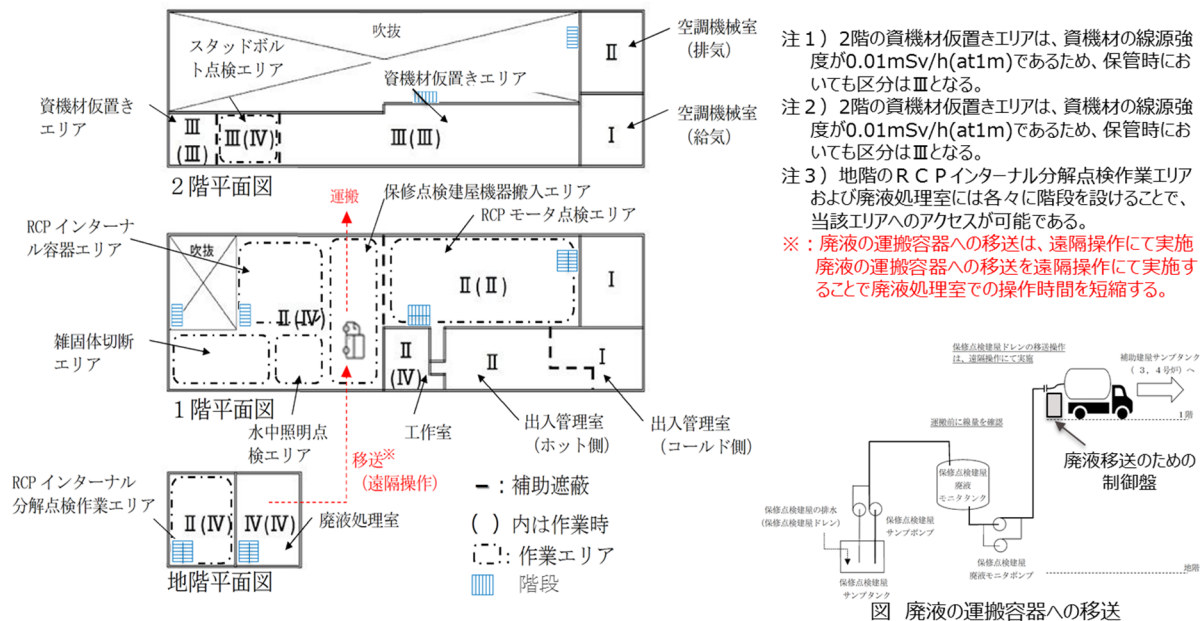
※1：代表エネルギーは、主要な線源核種であるCo-60のエネルギーとする。

※2：不定形であるため、ドラム缶形状として評価する。

(注) 一次冷却材ポンプモータ分解点検は、モータは汚染していないことから、線源なしとしている
また、空調機械室（排気）の放射性物質を含む建屋内雰囲気は排気するが、線源は微量のため、線源なしとしている。

b. 作業場所や運用から、エリア毎の設計基準区分を設定

保守点検建屋内の作業エリアの計画（作業時間、線源の有無等）より、遮蔽設計区分を設定した。なお、廃液の運搬容器への移送は、遠隔操作にて実施する。



第9図 保守点検建屋内の作業等エリアと遮蔽設計区分

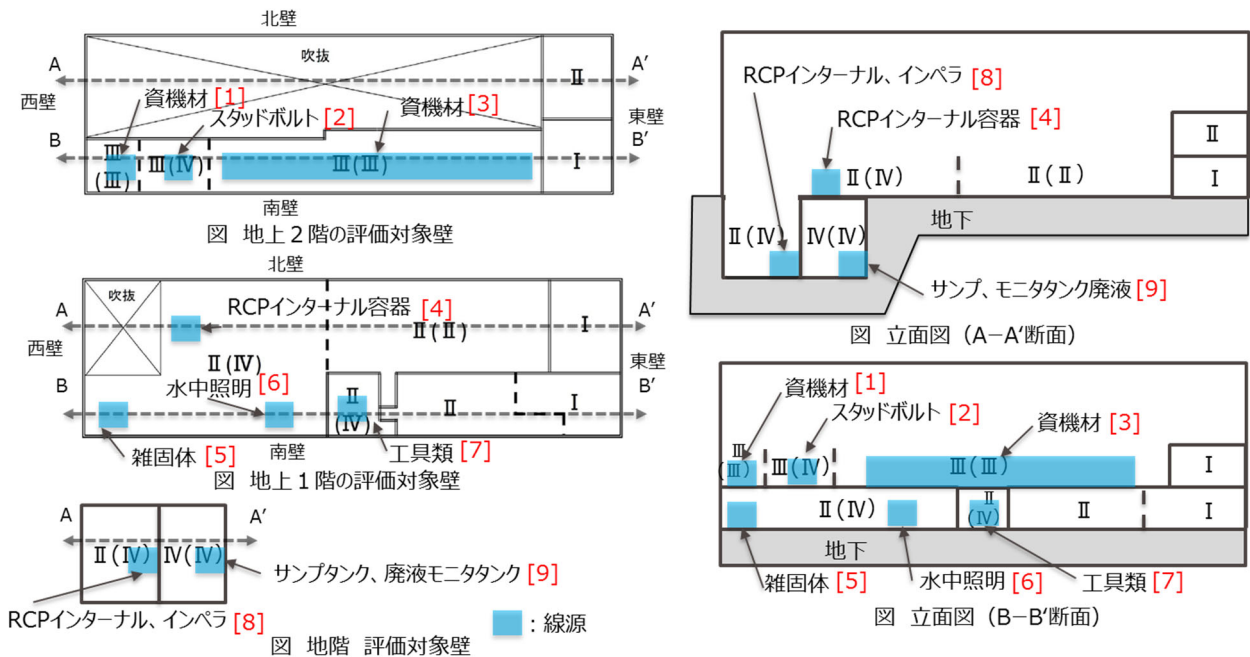
c. 設計基準線量率を満足する必要な遮蔽厚を算定し設定

(a) 遮蔽厚の設定方法

遮蔽厚は、点減衰核積分法を用いた遮蔽解析コードであるQAD-CGGP2R（過去の許認可で使用実績あり）を使用して設定した。

(b) 建屋内の遮蔽厚設定に係る条件

建屋内の遮蔽厚の設定においては、作業場所毎に線源を設定し、隣接する区域の遮蔽設計区分を満足するよう必要な遮蔽厚を算定する。（距離減衰の場合は遮蔽不要）以降で詳細な条件を説明する。



第10図 建屋内の評価対象壁と線源

<地上2階>

[1] 資機材 (2階左 (西壁) 側 資機材置きエリア)

線源: 容器 2個 0.01mSv/h(at1m)

評価対象エリア: 1階雑固体切断エリア (II区分)

[2] スタッドボルト (2階 スタッドボルト点検エリア)

線源: 容器 2個 0.01mSv/h(at1m)

評価対象エリア: 1階雑固体切断エリア (II区分)

[3] 資機材 (2階右 (東壁) 側 資材置きエリア)

線源: 容器 2個 0.01mSv/h(at1m)

評価対象エリア: 2階空調機械室 (給気) (I区分)

1階水中照明点検エリア (II区分)

1階機器搬入エリア (II区分)

1階工具室 (II区分)

1階出入管理室 (I区分)

注) 2階がⅢ区分に対して、1階がⅡ区分で線量率が低いことから、2階からの線量率を低減するため2階床 (遮蔽) 厚さを設定する。

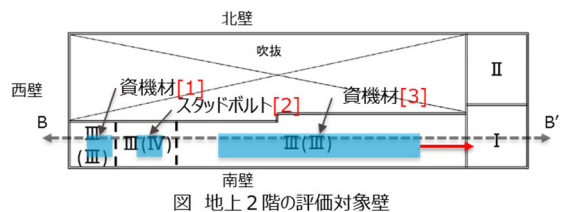


図 地上2階の評価対象壁

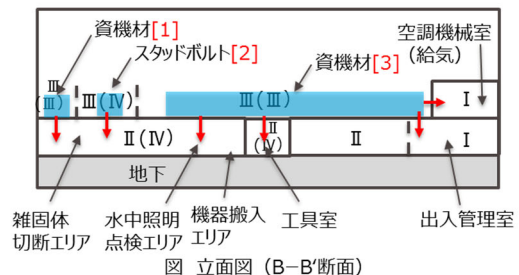


図 2階空調機械室 (給気) への容器評価モデル



図 1階エリアへの資機材、スタッドボルト評価モデル



×: 評価点
→: 遮蔽評価
■: 線源
■: 評価対象壁

図 2階空調機械室 (給気) への容器評価モデル

第11図 地上2階の線源評価モデル

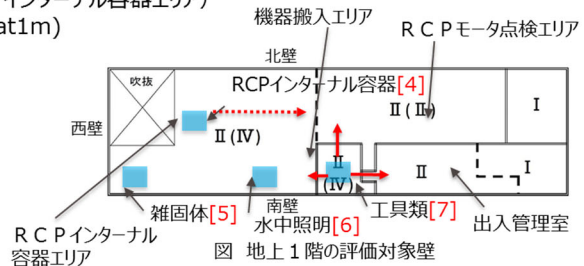
<地上1階>

[4] RCPインターナル容器（1階左（西壁）側 RCPインターナル容器エリア）
 線源：RCPインターナル容器 0.1mSv/h(at1m)
 評価対象エリア：1階機器搬入エリア（Ⅱ区分）

[5] 雑固体（1階左（西壁）側 雑固体切断エリア）
 線源：ドラム缶50本 0.03mSv/h(at1m)
 評価対象エリア：管理区域境界のみ(注)

[6] 水中照明（1階中央側 水中照明点検エリア）
 線源：ドラム缶1本 0.04mSv/h(at1m)
 評価対象エリア：管理区域境界のみ(注)

[7] 工具類（1階中央側 工作室）
 線源：ドラム缶1本 0.1mSv/h(at1m)
 評価対象エリア：1階機器搬入エリア（Ⅱ区分）
 1階RCPモータ点検エリア（Ⅱ区分）
 1階出入管理室（Ⅱ区分）



注) 雑固体[5]および水中照明[6]は、線源の大きさと隣接区画との距離から十分に距離減衰するため無視できる。管理区域境界の線源として考慮するため記載している。



図 RCPインターナル容器評価モデル



図 工具類評価モデル

- ×：評価点
- ：遮蔽評価
- ：距離減衰評価
- ：線源
- ：評価対象壁

第12図 地上1階の線源評価モデル

<地階>

[8] RCPインターナル、インペラ（地階左（西壁）側 RCPインターナル分解点検作業エリア）
 線源：インターナル 5mSv/h(表面)、インペラ 10mSv/h(表面)
 評価対象エリア：管理区域境界のみ

注) 上部は吹抜構造となっているが、距離減衰および、廃液処理室を区画するコンクリートが遮蔽体として考慮できるため、Ⅱ区分の基準線量率を満足する。

[9] サンプタンク、廃液モニタタンク（地階左（西壁）側 廃液処理室）
 線源：サンプタンク、廃液モニタタンク 各37kBq/cm³
 評価対象エリア：地階RCPインターナル分解点検作業エリア（Ⅱ区分）
 1階RCPインターナル容器エリア（Ⅱ区分）

注) 地階がⅣ区分に対して、1階がⅡ区分で線量率が低いことから、地階からの線量率を低減するため1階床（遮蔽）厚さを設定する。

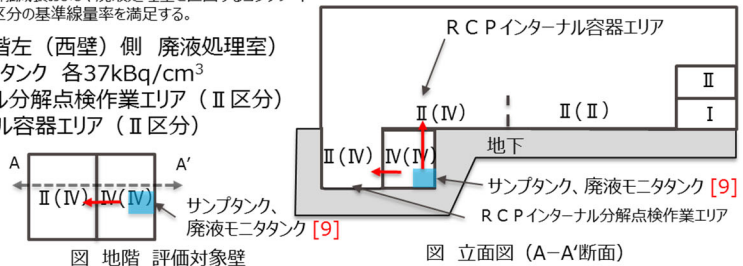


図 サンプタンク評価モデル



図 廃液モニタタンク評価モデル

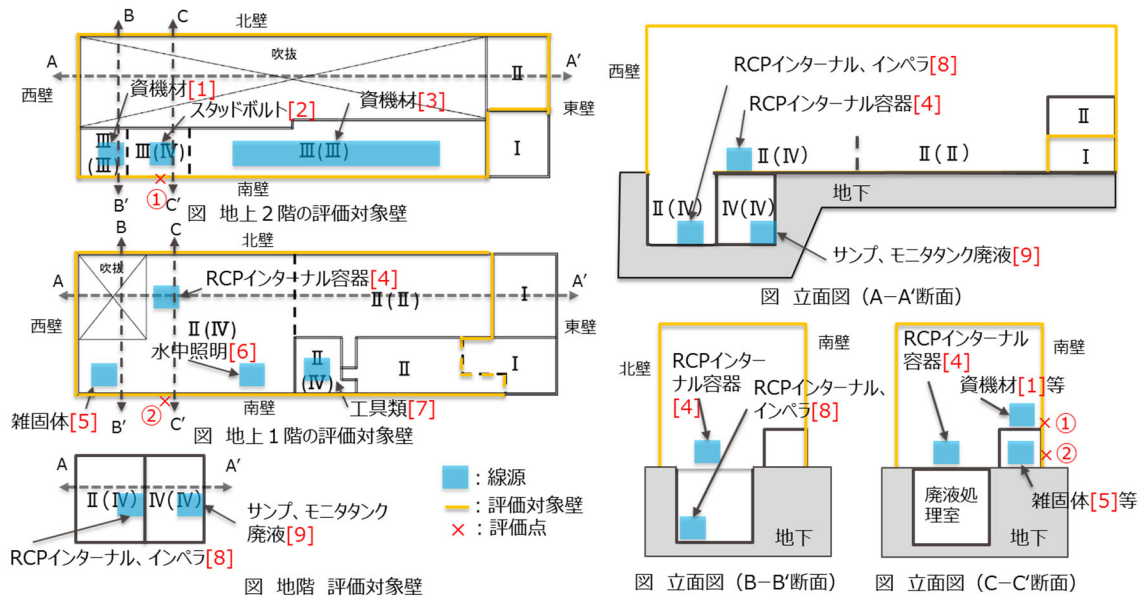
- ×：評価点
- ：遮蔽評価
- ：線源
- ：評価対象壁

第13図 地階の線源評価モデル

(c) 建屋外壁の遮蔽厚設定に係る条件

建屋外壁の遮蔽厚の設定においては、作業場所毎に線源を設定し、管理区域境界の遮蔽設計区分Ⅰを満足するよう必要な遮蔽厚を算定する。

なお、線源の大きさや配置から、最も線量率が大きくなる評価点（地上2階では①、地上1階では②）を選定し、評価を実施した。また、地階で土壌による減衰が見込める地階は評価点を選定していない。以降に詳細な条件及び評価結果を示す。

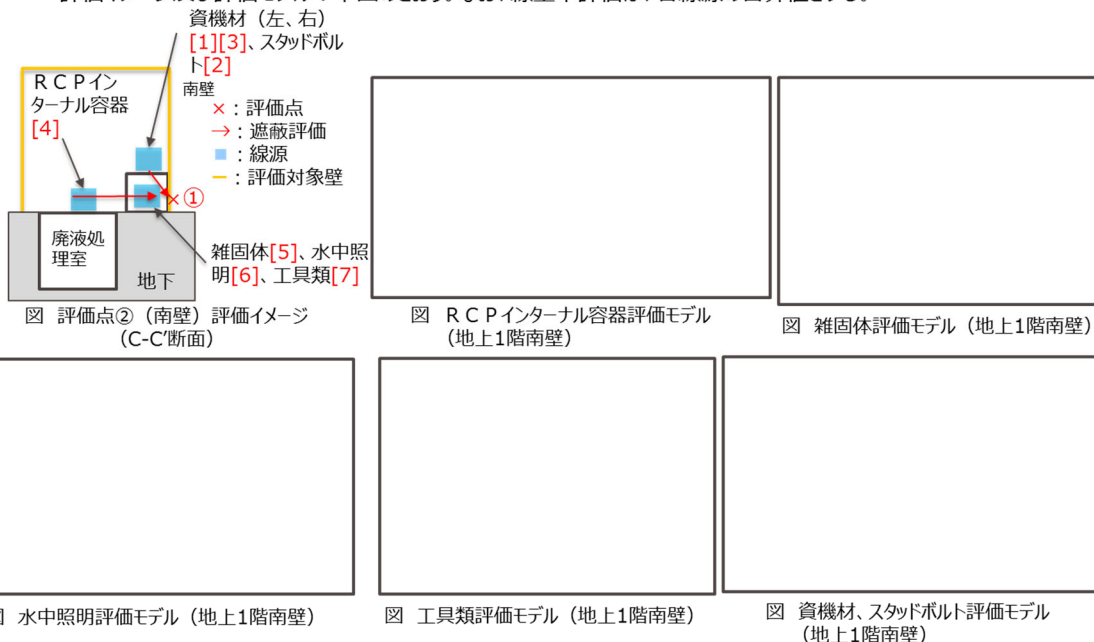


第14図 建屋外壁の評価対象壁と線源

評価点①（地上1階 南壁）

評価対象線源：地上1階 RCP インターナル容器、雑固体、水中照明、工具類、地上2階の資機材（左、右）、スタッドボルト

評価イメージ及び評価モデル：下図のとおり。なお、線量率評価は、各線源の合算値とする。

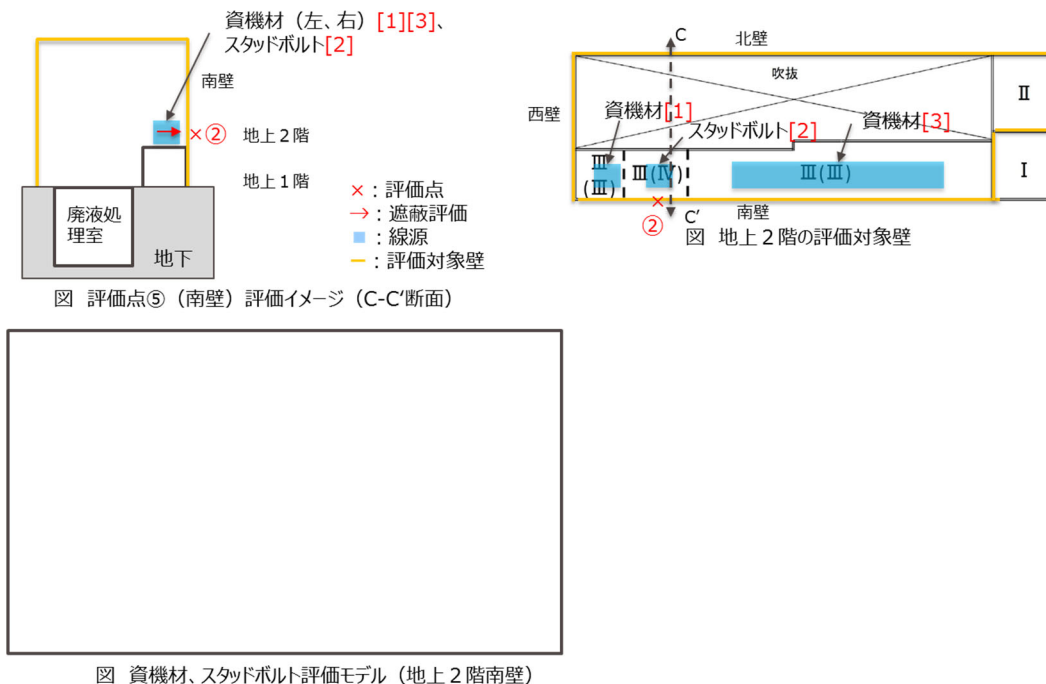


第 1 5 図 評価点①の評価モデル

評価点②（地上2階 南壁）

評価対象線源：資機材（左、右）、スタッドボルト

評価イメージ及び評価モデル：下図のとおり。なお、線量率評価は、各線源の合算値とする。



第 1 6 図 評価点②の評価モデル

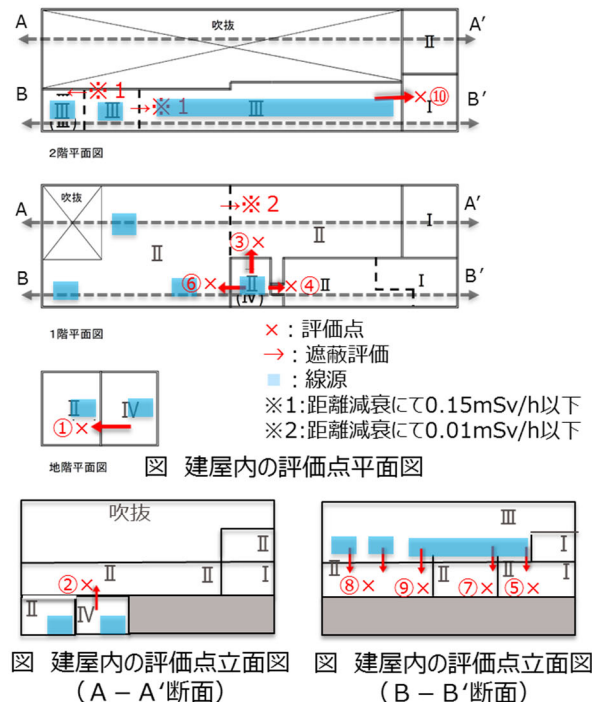
d. 遮蔽の外表面の線量率の算定 e. 評価結果の確認

(a) 建屋内

建屋内の補助遮蔽および距離減衰によって、建屋内の遮蔽設計区分を満足することを確認した。

表 建屋内の補助遮蔽厚評価結果

評価点	遮蔽設計区分 (基準線量率)	考慮した主要な線源 (P12に示す図と対応)	遮蔽厚 (cm)	基準に対する 線量率評価 値※
①	II (≤ 0.01 mSv/h)	サンプタンク、廃液モニタタンク[9]		0.01 mSv/h 以下
②	II (≤ 0.01 mSv/h)	サンプタンク、廃液モニタタンク[9]		0.01 mSv/h 以下
③	II (≤ 0.01 mSv/h)	工具類[7]		0.01 mSv/h 以下
④	II (≤ 0.01 mSv/h)	工具類[7]		0.01 mSv/h 以下
⑤	I (≤ 0.0026 mSv/h)	資機材[3]		0.0026 mSv/h 以下
⑥	II (≤ 0.01 mSv/h)	工具類[7]		0.01 mSv/h 以下
⑦	II (≤ 0.01 mSv/h)	資機材[3]		0.01 mSv/h 以下
⑧	II (≤ 0.01 mSv/h)	資機材[1] スタッドボルト[2]		0.01 mSv/h 以下
⑨	II (≤ 0.01 mSv/h)	資機材[3]		0.01 mSv/h 以下
⑩	I (≤ 0.0026 mSv/h)	資機材[3]		0.0026 mSv/h 以下



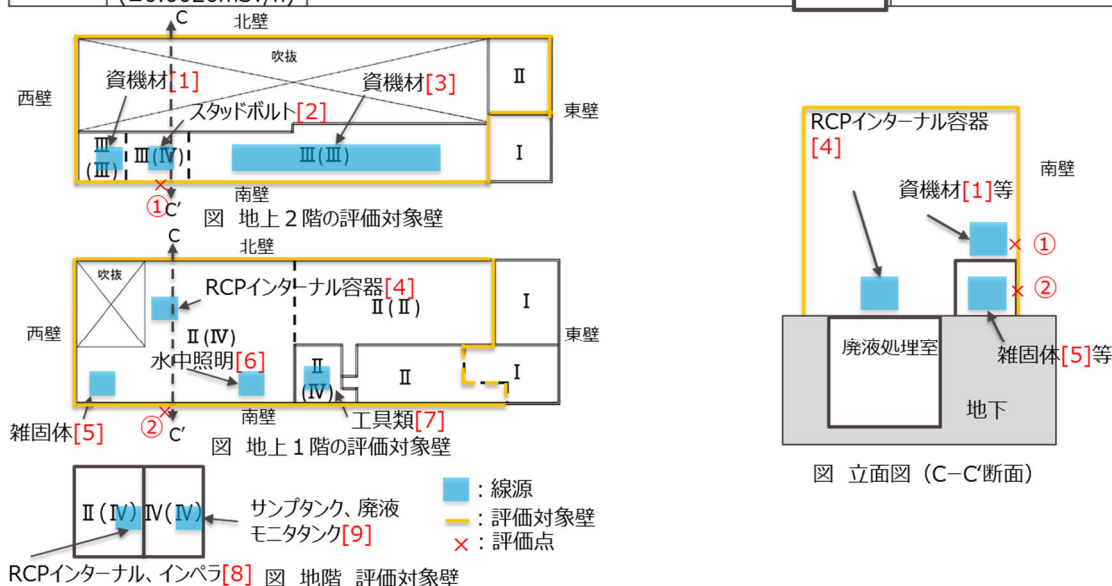
第 17 図 評価結果 (建屋内)

(b) 建屋外壁

建屋外表面のうち、最も線量率が大きくなる評価点（地上2階では①、地上1階では②）において、遮蔽設計区分 I（基準線量率：0.0026mSv/h以下）を満足することを確認した。

表 建屋外壁の遮蔽厚評価結果

評価点	遮蔽設計区分 (基準線量率)	考慮した主要な線源の線量率	遮蔽厚 (cm)	基準に対する線量評価値	対象壁
①	I ($\leq 0.0026\text{mSv/h}$)	RCPインターナル容器[4]、雑固体[5]、水中照明[6]、工具類[7]、資機材[1][3]、スタッドボルト[2]	[]	0.0026mSv/h以下	1階 南壁
②	I ($\leq 0.0026\text{mSv/h}$)	資機材[1][3]、スタッドボルト[2]		0.0026mSv/h以下	2階 南壁



第18図 評価結果 (建屋外壁)

(3) 第IV区分における放射線業務従事者の防護

遮蔽設計区分のうち第IV区分 ($> 0.15\text{mSv/h}$) については、蒸気発生器保管庫の被ばく管理の記載と同じ対策を講じることで放射線業務従事者の防護を図る。なお、作業時の第II区分、第III区分についても、第IV区分と同様の管理を行うことで更なる線量低減を図る。

(4) 放射線業務従事者等が受ける線量

前項までの対策により、放射線業務従事者が受ける線量は線量限度以下に管理する。

なお、保守点検建屋で実施するRCPインターナル除染作業の実績の被ばく線量は、 0.42mSv (個人最大) であり、保守点検建屋における同作業においても同等の被ばく線量になるものと推定している。



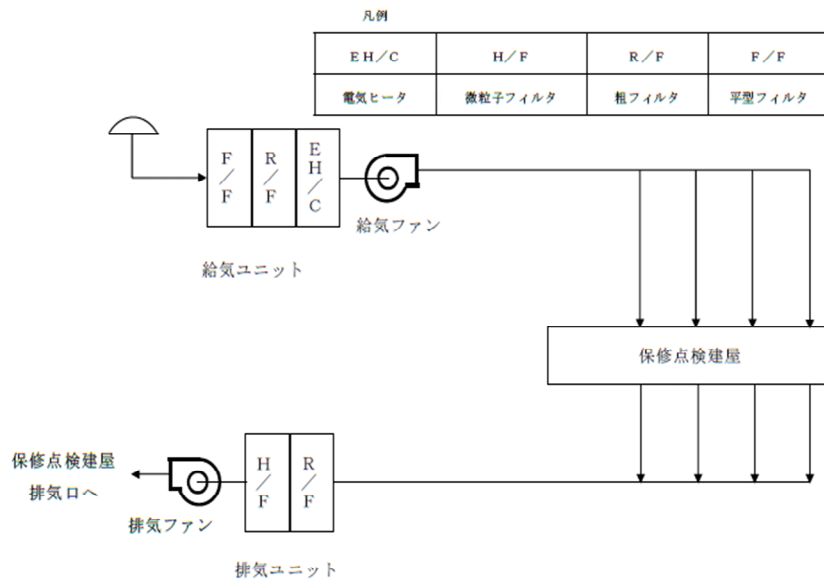
第19図 RCPインターナル除染作業での実績

(5) 放射線から放射線業務従事者を防護するための放射線管理施設

放射性物質を取扱う作業を実施することから、換気空調設備（ファン、フィルタ等）、出入管理室に出入管理設備（退出モニタ等）、汚染管理設備（除染機材等）、試料分析関係設備（放射線測定器等）及び作業エリアにエリアモニタの設置により、放射線から放射線業務従事者を防護する。第8表に保修点検建屋放射線管理施設、第20図に保修点検建屋換気系統概要図を示す。

第9表 保修点検建屋放射線管理施設

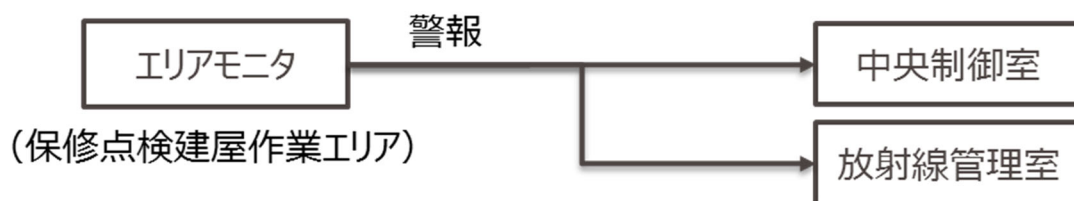
放射線管理施設	内容
換気空調設備	空調機械室にファン、フィルタ等を設置
出入管理設備 試料分析関係設備 汚染管理設備	出入管理室に以下の設備を設置 ▶ 出入管理設備として退出モニタ等を設置 ▶ 試料分析関係設備として放射線測定器等を設置 ▶ 汚染管理設備として除染機材等を設置
エリアモニタ	作業エリアにエリアモニタを設置



第20図 保守点検建屋換気系統概要図

(6) 放射線管理に必要な情報の中央制御室への伝達

放射性物質を取扱う作業エリアのエリアモニタの警報を中央制御室等に発信する。第21図に中央制御室への伝達を示す。



第21図 中央制御室への伝達

以上

(参考) 想定される年間最大線量

(1) 蒸気発生器保管庫

過去の作業実績時間、環境線量から作業毎に1人当たりの年間最大線量を以下の通り想定し、50mSv/年以下となることを確認した。なお、実際の作業時には作業管理（作業計画の立案等）および個人管理によって線量限度を超過しないように管理する。

作業	年間滞在時間(h)	想定環境線量率(mSv/h)	一人当たりの年間最大線量(mSv/年)
R C Pインターナル分解点検	1,600	0.022	35.2
R C Pモータ分解点検	2,000	0.001	2.0
水中照明点検	400	0.001	0.4
スタッドボルト点検	200	0.001	0.8
雑固体の切断	700	0.002	1.4
資機材仮置き	200	0.001	0.2
工作室での点検等	400	0.001	0.4

(2) 保守点検建屋

過去の作業実績時間、環境線量率から作業毎に1人当たりの年間最大線量を以下の通り想定し、50mSv/年以下となることを確認した。なお、実際の作業時には作業管理（作業計画の立案等）および個人管理によって線量限度を超過しないように管理する。

作業	年間滞在時間(h)	想定環境線量率(mSv/h)	一人当たりの年間最大線量(mSv/年)
巡視点検	16	0.001	0.1以下
保管量確認	2	0.001	0.1以下

保守点検建屋の作業における線源設定

保守点検建屋における作業、作業頻度、線量率（線源）については、下表のとおり整理した。

第1表 保守点検建屋での作業と遮蔽（線量）評価の関係性

【凡例】○：主要な線源として考慮している ×：主要な線源として考慮していない

作業	作業頻度 (年間) (日数/回)	線量率	遮蔽設計 (30条)	(参考)敷地 境界線量 (29条)
一次冷却 材ポンプ インター ナル 分解点検	4回(約65日 /回)	インターナル 5mSv/h(表 面)	○	○
	同上	インペラ 10mSv/h(表面)	○	○
	同上	インターナル容器 0.1mSv/h(at1m)	○	×
一次冷却 材ポンプ モータ分 解点検	4回(約70日 /回)	線源なし	×	×
水中照明 点検	4回(約5日 /回)	0.04mSv/h(at1m)	○	×
スタッド ボルト点 検	4回(約10日 /回)	0.01mSv/h(at1m)	○	×
雑固体の 切断	4回(約20日 /回)	0.03mSv/h(at1m)	○	○
資機材仮 置き	通年	0.01mSv/h(at1m)	○	○

「本申請の適用条文であるが、既許可の設計方針にて申請対象設備の適合性を確認できるもの」に関する適合性について

30 条 1 項 1 号 放射線からの放射線業務従事者の防護に係る既許可の設置許可申請書の記載

既許可の設置許可申請書（抜粋）	適合性の説明
<p>五、発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備</p> <p>ロ．発電用原子炉施設の一般構造</p> <p>(3) その他の主要な構造</p> <p>(i) 本原子炉施設は、(1) 耐震構造、(2) 耐津波構造に加え、以下の基本的方針の基に安全設計を行う。</p> <p>a. 設計基準対象施設</p> <p>(y)放射線からの放射線業務従事者の防護</p> <p>設計基準対象施設は、<u>外部放射線による放射線障害を防止する必要がある場合には、放射線業務従事者が業務に従事する場所における放射線量を低減でき、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、迅速な対応をするために必要な操作ができる設計とする。</u></p> <p>放射線から放射線業務従事者を防護するため、放射線管理施設を設け、放射線管理に必要な情報を中央制御室及びその他当該情報を伝達する必要がある場所に表示できる設備（安全施設に係るものに限る。）を設ける設計とする。</p> <p>チ．放射線管理施設の構造及び設備</p> <p>(1) 屋内管理用の主要な設備の種類</p> <p>(iii)遮蔽設備</p> <p><u>放射線業務従事者等の被ばく線量を低減するため、遮蔽設備を設ける。</u></p>	<p>30 条 1 項 1 号は放射線量を低減する設備に適用されるものであり、本申請において、蒸気発生器を取り替えることで、放射線量に影響があるおそれがあることから、関係する遮蔽（遮蔽設計区分）に適用される。</p> <p>ただし、<u>蒸気発生器取替え前と同様に蒸気発生器は 2 次遮蔽内に設置する設計としており、本申請において当該遮蔽、2 次遮蔽外のフロアの遮蔽設計区分（IV:>0.15mSv/h）及び被ばく管理の運用に変更がないことから、既許可の設計方針にて申請対象設備の基準適合性が確認できる。</u></p>

既許可の設置許可申請書（抜粋）	適合性の説明
<p>添付書類八</p> <p>8. 放射線管理施設</p> <p>8.3 遮蔽設備</p> <p>8.3.1 概要</p> <p><u>遮蔽設備は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時において、発電所周辺の一般公衆及び発電所従業員の受ける線量を低減するもので、次のものから構成される。</u></p> <p>(1) 原子炉1次遮蔽</p> <p>(2) 原子炉2次遮蔽</p> <p>(3) 外部遮蔽</p> <p>(4) 補助遮蔽</p> <p>(5) 燃料移送遮蔽</p> <p>(6) 中央制御室遮蔽</p> <p>(7) 一時的遮蔽</p> <p>(8) 緊急時対策所遮蔽</p> <p>8.3.2 設計方針</p> <p>(2) <u>燃料取替時、補修時等の通常運転時において、放射線業務従事者等が受ける線量が、「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のはもちろん、不必要な放射線被ばくを防止するような遮蔽とする。</u></p>	<p>(補足)</p> <p>蒸気発生器は、2次遮蔽内に設置している。</p>

既許可の設置許可申請書（抜粋）		適合性の説明														
<p>(4) <u>遮蔽設計に当たり、放射線業務従事者等が立入場所において不必要な放射線被ばくを受けないように、関係各場所への立入頻度、滞在時間等を考慮した上で、放射線業務従事者等の受ける線量が十分安全に管理できるように、下記の遮蔽設計基準(1)を満足するように設計する。</u></p> <p style="text-align: center;">遮蔽設計基準(1)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>区 分</th> <th>設計基準</th> <th>代表箇所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>管理区域外</td> <td>第Ⅰ区分 ≦0.00625 mSv/h</td> <td>非管理区域</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">管理区域内</td> <td>第Ⅱ区分 ≦0.01 mSv/h</td> <td>一般通路等</td> </tr> <tr> <td>第Ⅲ区分 ≦0.15 mSv/h</td> <td>操作用通路等</td> </tr> <tr> <td>第Ⅳ区分 >0.15 mSv/h</td> <td>機器室等</td> </tr> </tbody> </table> <p>通常運転時の区分概略を、第 8.3.1 図～第 8.3.11 図に示す。</p> <p>8.3.3 主要設備</p> <p>(2) 原子炉 2 次遮へい</p> <p><u>原子炉 2 次遮へいは、原子炉格納容器内の原子炉冷却系機器配管を取り囲む構造物で、内部コンクリート壁、原子炉格納容器等で構成する。</u></p> <p><u>原子炉冷却系機器を取り囲む構造物のうち、主要なものは厚さ約 1.1m の鉄筋コンクリート構造の蒸気発生器側壁と円筒部厚さ約 45mm、ドーム部厚さ約 23mm の原子炉格納容器鋼板である。</u></p>		区 分	設計基準	代表箇所	管理区域外	第Ⅰ区分 ≦0.00625 mSv/h	非管理区域	管理区域内	第Ⅱ区分 ≦0.01 mSv/h	一般通路等	第Ⅲ区分 ≦0.15 mSv/h	操作用通路等	第Ⅳ区分 >0.15 mSv/h	機器室等	<p>(補足)</p> <p>2 次遮蔽の主要なものとして、蒸気発生器をとり囲む「鉄筋コンクリート構造の蒸気発生器側壁」を設置することを記載している。</p>	
区 分	設計基準	代表箇所														
管理区域外	第Ⅰ区分 ≦0.00625 mSv/h	非管理区域														
管理区域内	第Ⅱ区分 ≦0.01 mSv/h	一般通路等														
	第Ⅲ区分 ≦0.15 mSv/h	操作用通路等														
	第Ⅳ区分 >0.15 mSv/h	機器室等														

既許可の設置許可申請書（抜粋）	適合性の説明
<p>8.3.4 評価</p> <p>原子力発電所内の遮蔽として、原子炉 1 次遮蔽、<u>原子炉 2 次遮蔽</u>、外部遮蔽、補助遮蔽、燃料移送遮蔽、一時的遮蔽、緊急時対策所遮蔽を<u>設置することにより、運転に伴う従業員が立入場所において不必要な放射線被ばくを受けないよう、立入頻度、立入時間等を考慮し従業員の受ける線量が十分安全に管理できる設計となっている。</u></p> <p>第 8.3.4 図 遮蔽設計区分概略図（3階）</p>	<p>（補足）</p> <p>2 次遮蔽外のフロアの遮蔽設計区分（IV：$> 0.15\text{mSv/h}$）に変更はない。</p> <p>なお、左図は、遮へい設計区分概略図の第 8.3.3 図からの第 8.3.6 図のうち、第 8.3.4 図を抜粋し、格納容器部分を拡大して表示している。</p>