

2号機 P C V 内部調査に向けた検討状況について

■ 除染と遮蔽を組み合わせによる線量低減の検討状況

2016年8月25日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

1. はじめに

TEPCO

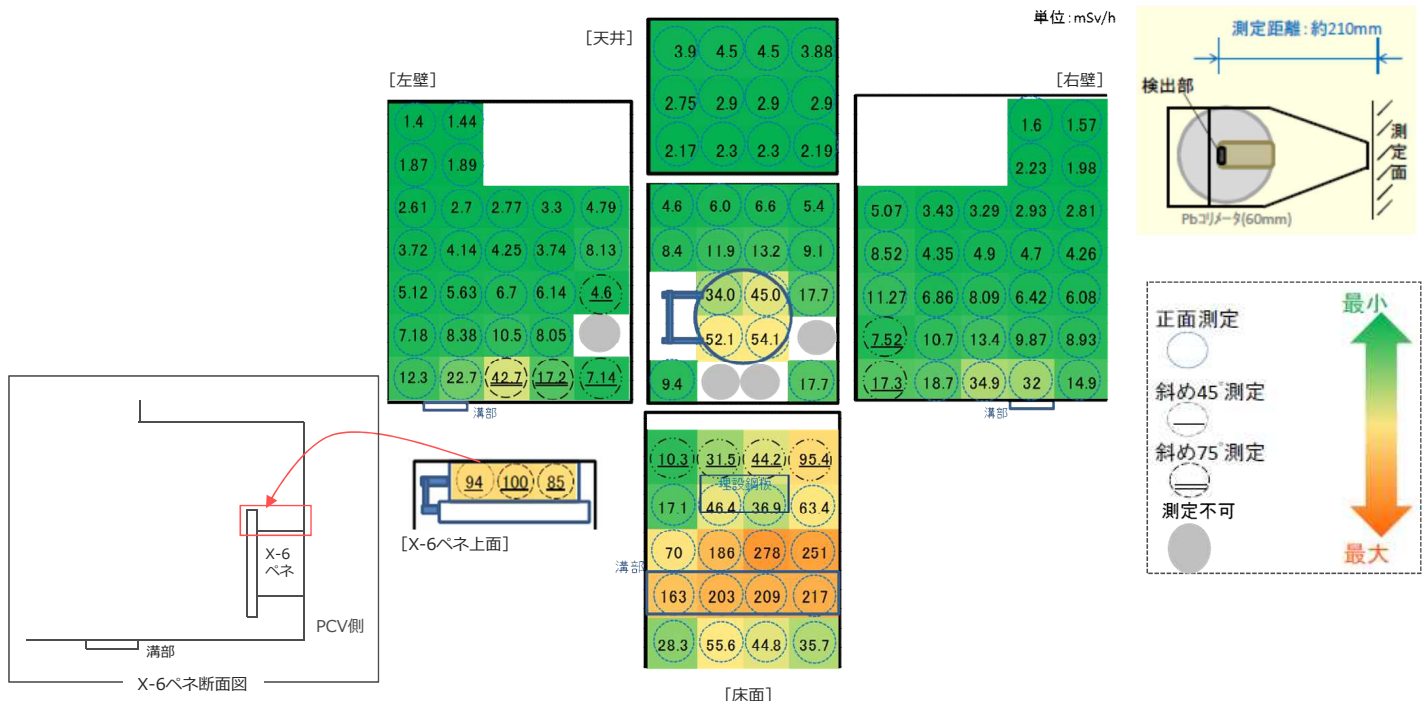
- X-6ペネ周辺の線量低減作業として、溶出物除去、スチーム除染、化学除染を実施したが目標線量率まで到達せず。（2015年10月～2015年12月）
- 浸透汚染に対応できる技術として表面研削を実施。表面研削時にダストの舞い上がりが発生し作業を中断。（2016年1月）
- 線量低減作業後の線量率は、床表面で最大8 Sv/h程度であり、遮蔽対策前の床表面線量率の目標（概ね100mSv/h）には至っていない。
- 上記を踏まえ、新たな除染方法や遮蔽体の検討と並行して、床・溝からの線量影響を考慮したコリメータ付線量計を用いたX-6ペネ周辺の詳細な線量測定を実施。
- 詳細な線量測定結果が得られたことから、作業エリアの目標線量（遮蔽後の雰囲気線量20mSv/h以下）の達成に向け、**除染と遮蔽を組み合わせることによってどこまで線量低減できるか**検討を行った。

- 作業エリアの目標線量（遮蔽後の雰囲気線量20mSv/h以下）を達成するため、以下の方策について技術開発を実施中。
 - ①更なる除染（床面穿孔）
 - ②新規遮蔽体の設置
- 今般、線量の詳細測定結果が得られたことから、各対策の妥当性の検討を行った。

	ケース1 (当初遮蔽、除染あり)	ケース2 (新規遮蔽、除染なし)
遮蔽体 (構造はP.4参照)	当初の遮蔽体 除染後に使用を考えていた遮蔽体 (遮蔽体に人手によるクランプ取付け用のスリットあり)	新規遮蔽体 (装置一部遠隔化による取付け)
除染状態	<u>床面除染あり</u>	<u>床面除染なし</u>
線源強度	詳細測定結果を踏まえた線源分布 (雰囲気線量率が実測値 \leq 計算値となることを確認)	
目標	・遮蔽後の作業エリアで20mSv/h以下 (作業員が5分程度の作業を行う雰囲気線量の目安) ・実質的に現場で取り回せる遮蔽+装置重量 (約2t/ユニット) 以下	

3. 詳細測定結果

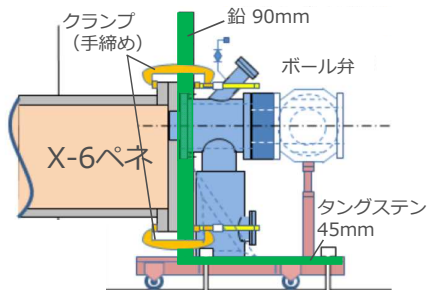
- 壁や天井等からの線量影響を正しく把握するため、床面からの線量影響を考慮したコリメータ付線量計を用いて線量測定を実施。
- 測定結果から、床面とX-6ペネからの線量影響が大きく 壁や天井からの影響は比較的小さいことが分かった。



ケース1

除染後に使用を考えていた**当初の遮蔽体**

※クランプは遮蔽体にある穴を用いて手締めする設計仕様



上記に加え、壁・天井に対する4.5mmの鉄板の門型遮へいも考慮。

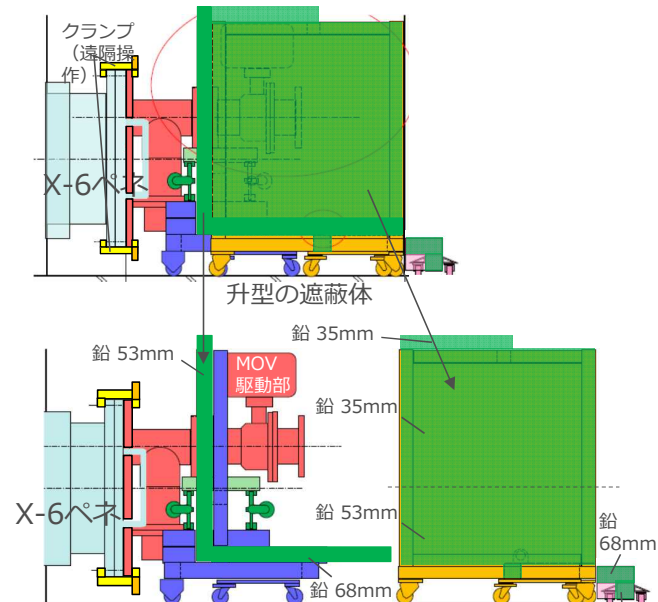
■ : 遮蔽体

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

ケース2

除染が困難な場合も想定した**新規遮蔽体**
(一部遠隔操作により設置可能。今年度から開発中)

※クランプは遠隔操作が可能な設計仕様



無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社
遮蔽体が重くなることが想定されるため、取り回しの観点から二つに分離

5. 解析結果 ケース1

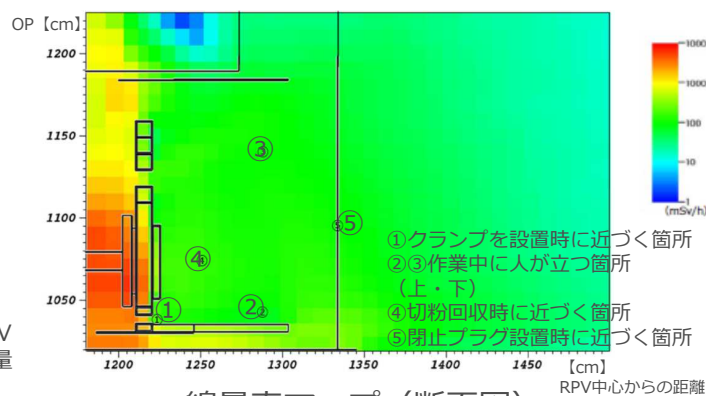
ケース1 (当初遮蔽、除染あり)

mSv/h

	合計	床・溝	壁・天井	それ以外
①	370	30	20	320
②	90	10	60	20
③	100	20	50	30
④	150	50	50	50
⑤	120	40	60	20

(値については暫定値)

↑ ペネ表面やPCV内側からの線量



線量率マップ (断面図)

- ケース1について、**遮蔽体の穴 (クランプ取付け用) を通じたX-6ペネからの線量影響が大きく、遮蔽後の作業エリア線量目標である20mSv/hを達成できず。**

当初遮蔽体の使用は解析上難しい結果となった。

5. 解析結果 ケース2

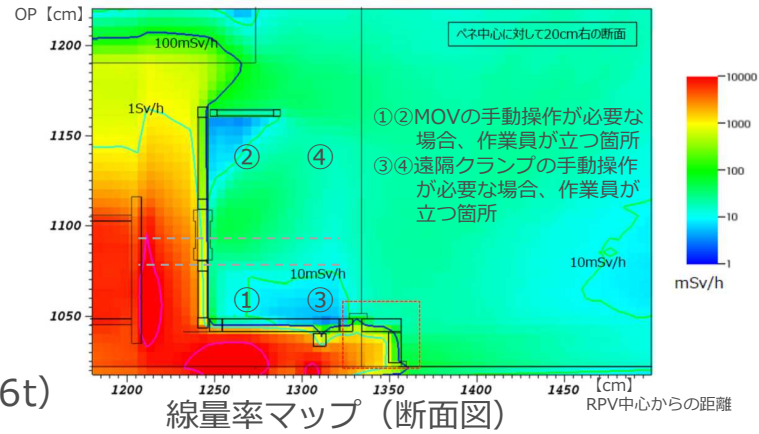
ケース2（新規遮蔽、除染なし）

mSv/h

	合計	床・溝	壁・天井	それ以外
①	8.6	1.5	0.7	6.4
②	19.4	1.1	1.0	17.3*
③	6.1	0.6	0.8	4.7
④	19.3	3.0	3.1	13.2*

* 装置部分（右図点線部）は遮蔽がないため、②と④はX-6ペネフランジからの影響を受けている。

↑ ペネ表面やPCV内側からの線量



（隔離機構側ユニット：1.2 t + 追加ユニット：1.6t）

- 実質的に現場で取り回せる遮蔽重量（約2t/ユニット）以下に抑えた上で、遮蔽後の作業エリア線量目標である**20mSv/hを達成**できる見込みが得られた。

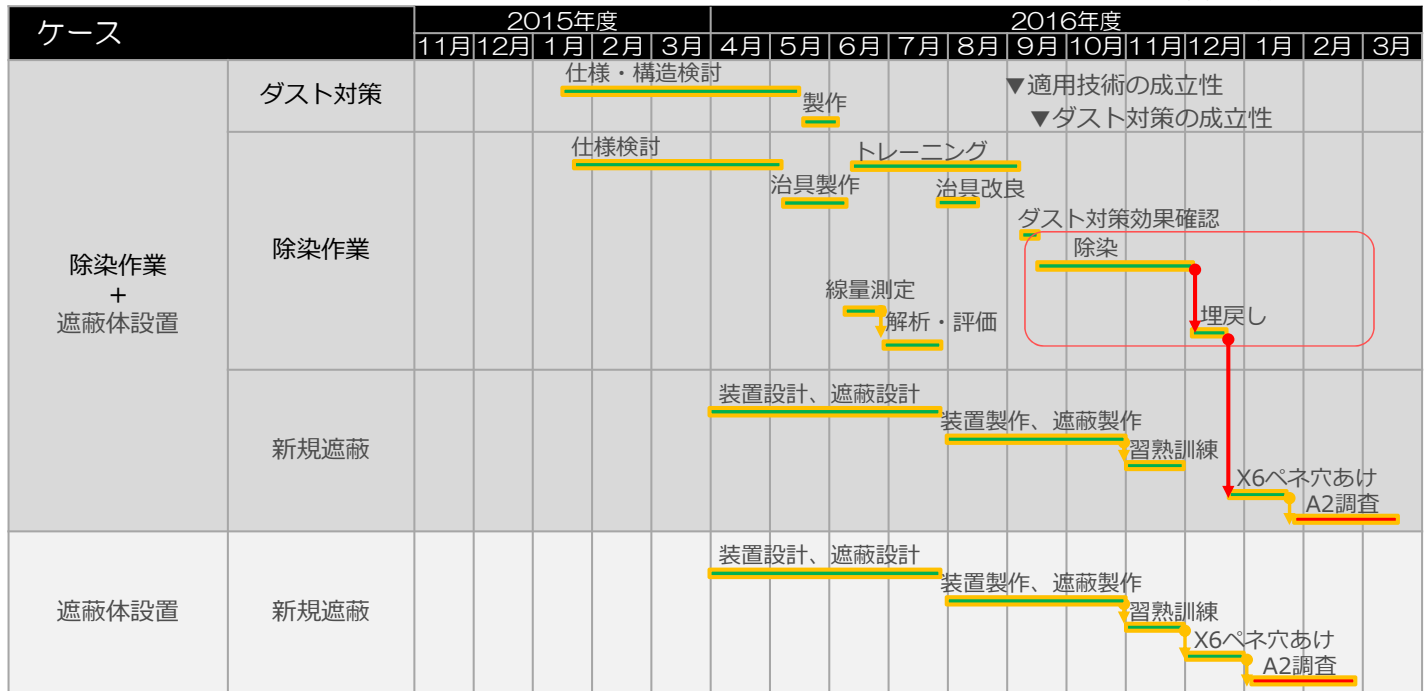
遮蔽のみで作業エリア線量目標を達成できる見込みが得られたことから
除染の要否について検討を実施。

6. 除染と遮蔽の組み合わせに関する考察

- ①更なる除染（床面穿孔）に関する技術開発については、モックアップ試験を実施。試験において、穿孔ビットの斜め挿入によるビット側面の摩擦抵抗の増大により、「かじり」が発生しうることが分かった。現在、かじりの発生抑制対策を検討中であるが、実際の除染作業実施時においてもかじりが発生する可能性があり、線量低減に時間を要するリスクあり。
- ②新規遮蔽体に関する技術開発については、現場での取り回しの観点から、遮蔽重量を約2t/ユニット以下に抑えなければならないという課題あり。この点については、ユニットを二つに分離することなどにより、解決できる見通し。（今後、遠隔設置を含む一連の遮蔽体取り付け手順等について、確認試験を実施予定。）
- A 2 調査を早期に実施するためにも、時間を要するリスクのある①更なる除染（床面穿孔）ではなく、②新規遮蔽体の設置による線量低減対策を進めることが適切。（①と比較して作業員の被ばく線量も抑えられる。）

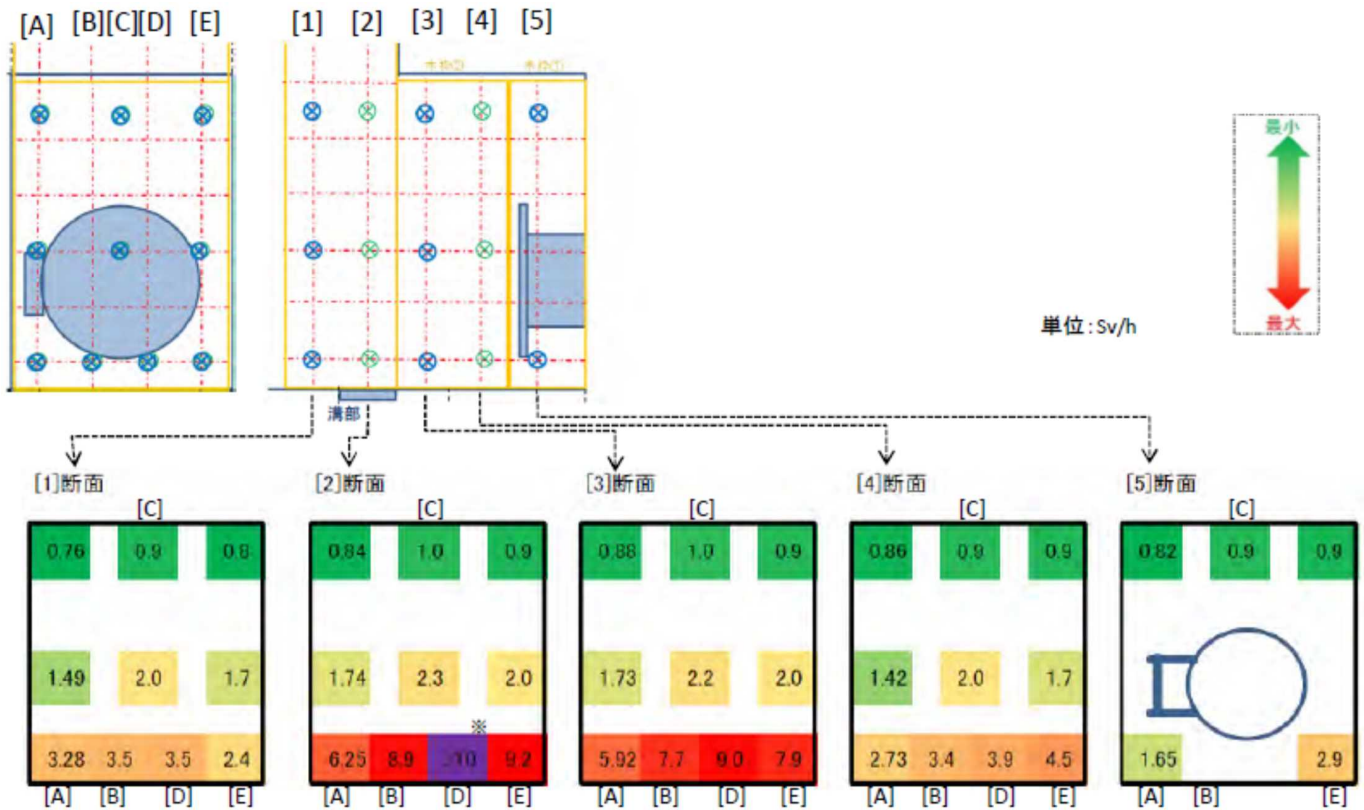
6. 除染と遮蔽の組み合わせに関する考察（工程比較）

大よその規模感を表現するものであり、各作業期間は変更となる可能性がある。



7. まとめ

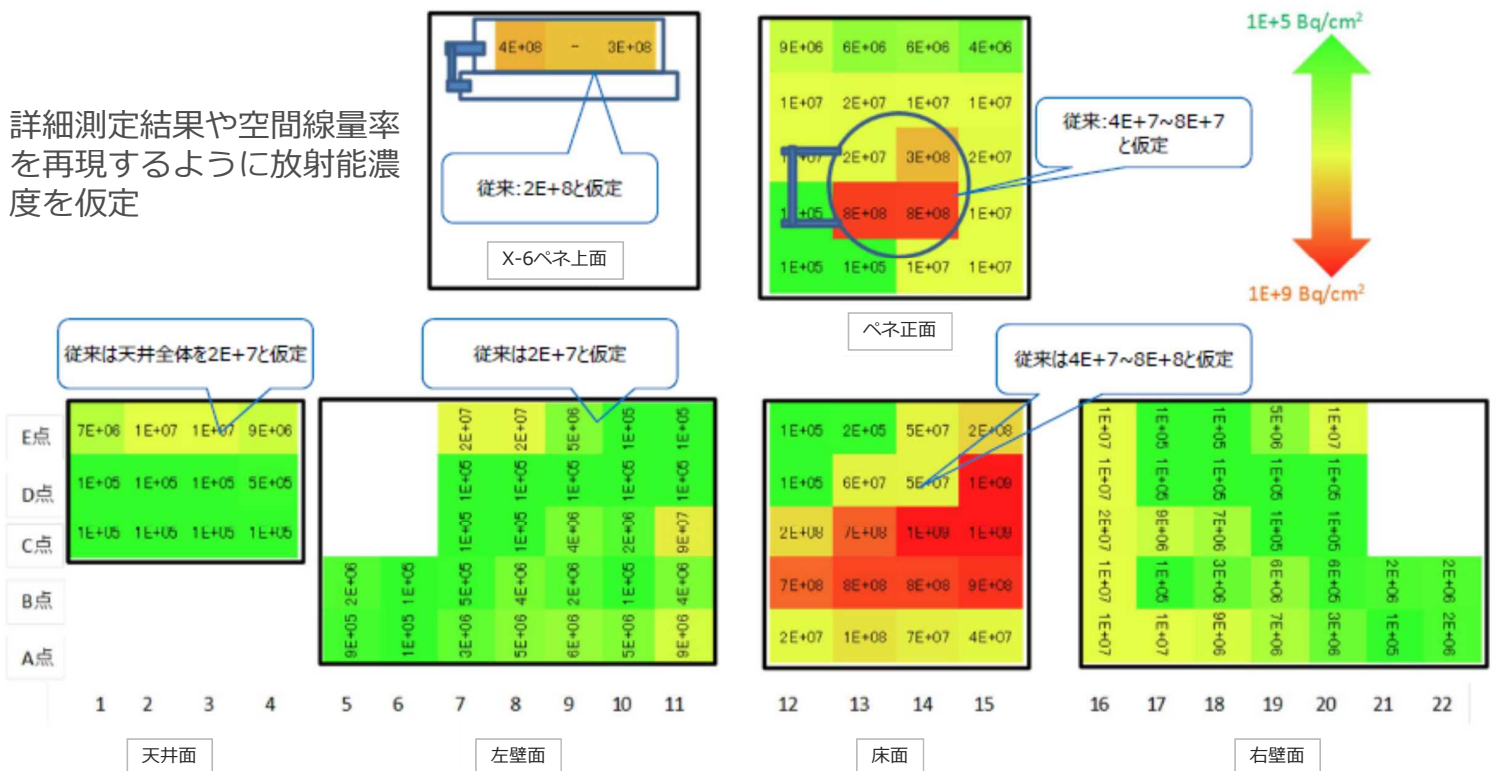
- 新規遮蔽体**について、除染をしなくても遮蔽のみで作業エリア線量目標である20mSv/hを達成できる見込みがえられたので**遮蔽体の製作を進めるとともに、遠隔での設置について検討を進めていく。**
- 除染作業については、現場適用までに引き続き時間を要するなど、PCV内部調査の工程に影響を与える可能性があるため、今回のPCV内部調査前の**除染は実施しないこと**とする。
- なお、**今回開発している除染技術（床面穿孔）**（P.14参照）は、今後当該エリアを利用した調査等の作業で除染が必要となった場合やその他箇所を高線量の浸透汚染が見つかった場合に有効であることから、**技術を確立しておく。**



※測定上限オーバー

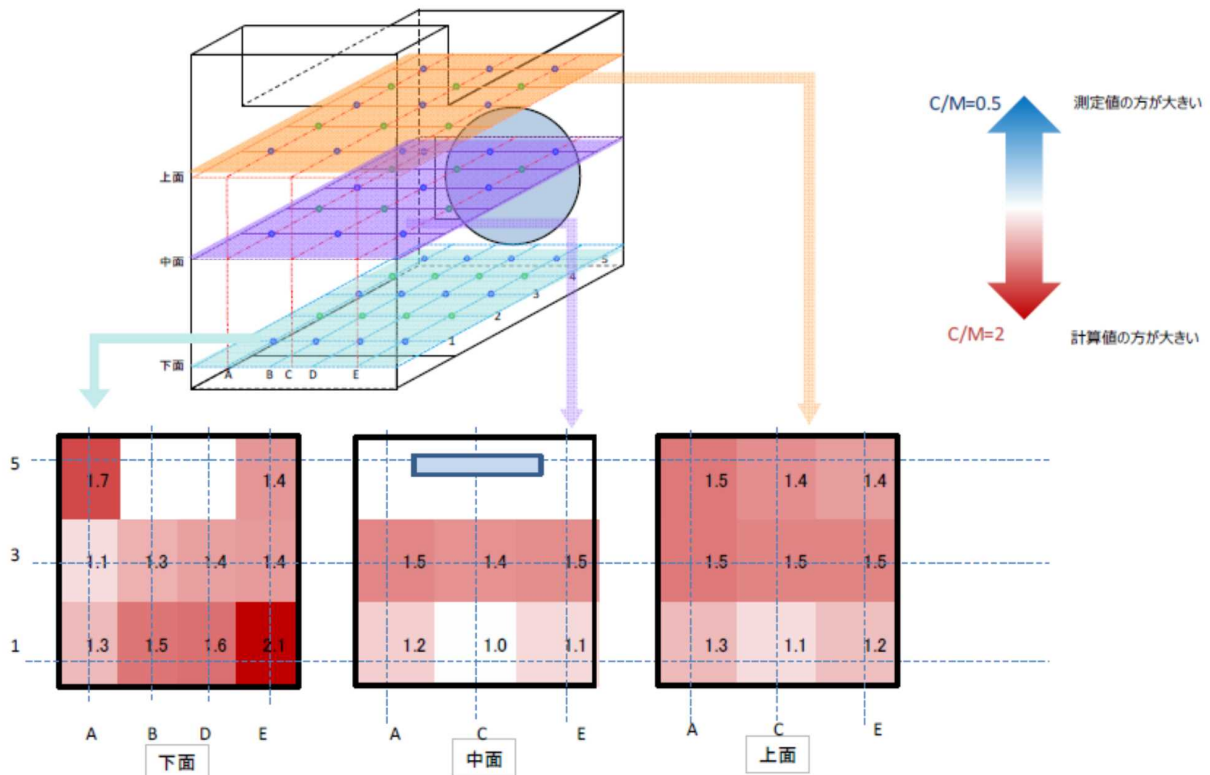
参考 | 解析上の放射能濃度分布

詳細測定結果や空間線量率を再現するように放射能濃度を仮定



図中の数値は¹³⁷Csの濃度 (Bq/cm²) を示し、¹³⁴Csは¹³⁷Csの約1/5倍の濃度でともに存在すると仮定

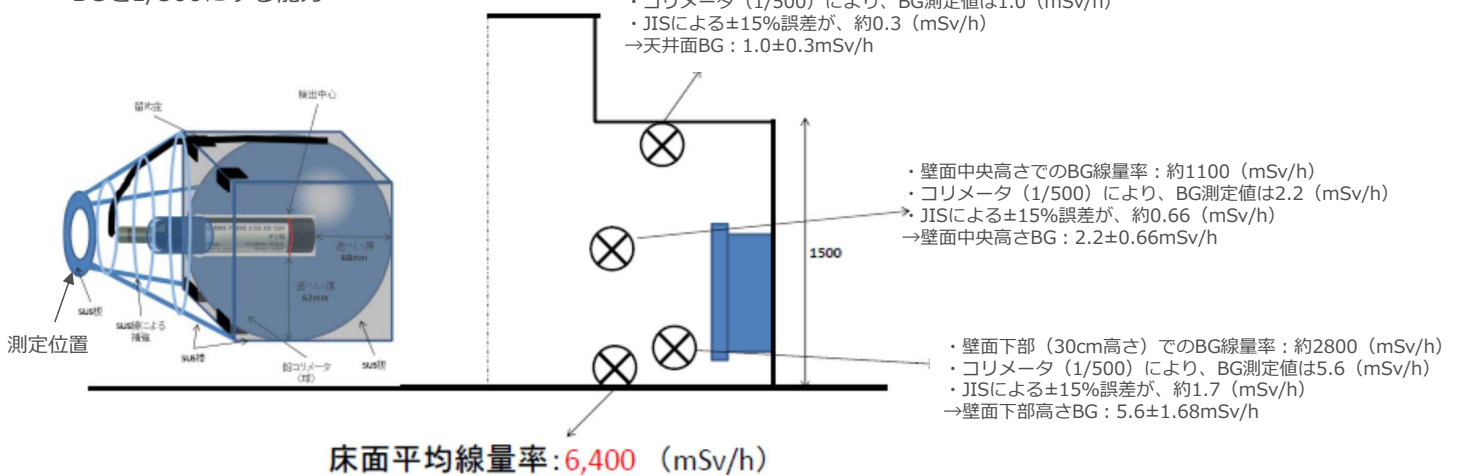
空間線量率について、計算値 (C) と測定値 (M) を比較した。C/Mは1以上であり計算値の方が大きく、保守性をもった解析となっている。



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All rights reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

■ コリメータ鉛厚さ約6cm
→BGを1/500にする能力



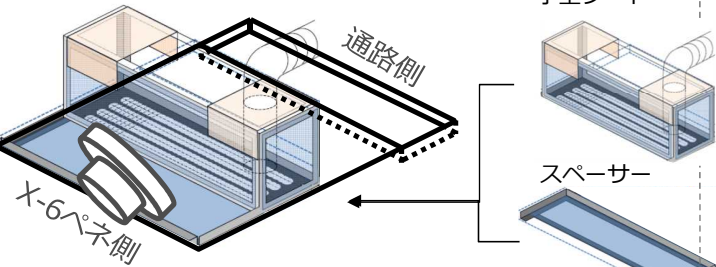
有人作業空間の線量率20mSv/hに対し、BGが0.05~0.28倍遮蔽を検討するためのBG線量率として適当

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

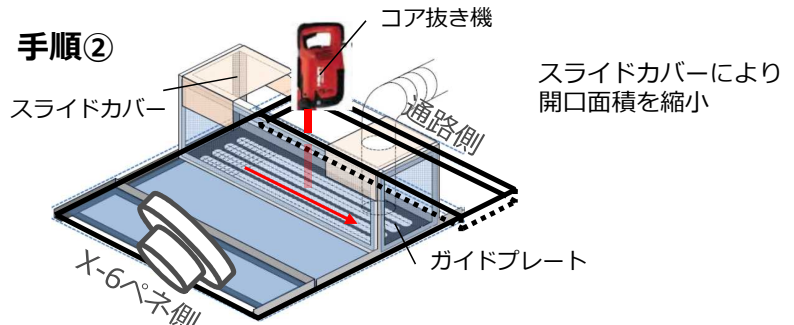
■ 作業手順

手順①



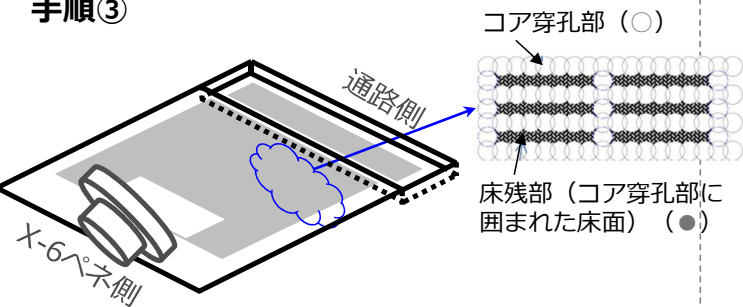
X-6ペネ小部屋にダスト対策の小型フード等を設置

手順②



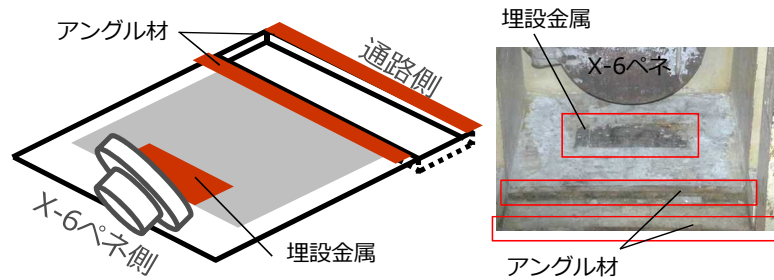
小型フード内の床面をガイドプレートに沿って約70mm深さのコア穿孔を実施。小型フードを移動しコア穿孔を繰り返す

手順③



コア穿孔部及びコア穿孔部に囲まれた床面を約60mmの深さで切断。コア切断後は、床面表面の再汚染を吸引等により抑制しつつ、切断したコアを回収する。

手順④



コンクリート除去後の線量測定後、必要に応じて埋設金属・アングル材の撤去を実施

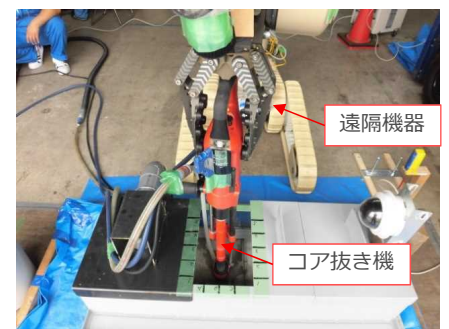
転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

参考 | 除染技術（床面穿孔）の遠隔操作による作業成立性確認

遠隔によるコア抜き時に穿孔ビットが床コンクリートに当たる事象が発生
原因は、穿孔ビットの斜め挿入による、ビット前面の摩耗抵抗の増大と分析
想定要因と対策検討案

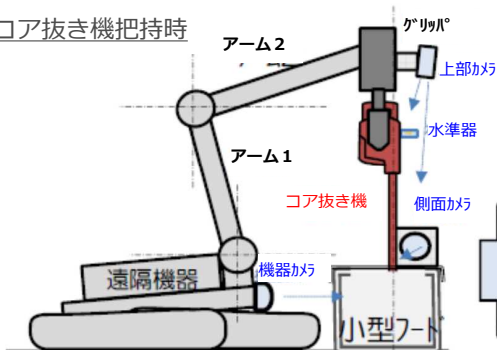
その他確認事項として、一部の穿孔時に発生する小型フード開口部からの汚染水飛散の対策がある

項目	想定要因	対策検討案
①	コア抜き機の垂直姿勢確認後アーム操作を行うことによる穿孔ビットの傾き	コンクリート表面で垂直姿勢を確認するよう手順変更
②	コア抜き機の垂直姿勢の精度不足による傾き	視認用機材/配置の最適化
③	穿孔ビット接触時のコンクリート表面での滑り	コア抜き機の把持性の強化 低速回転の接触による滑り低減

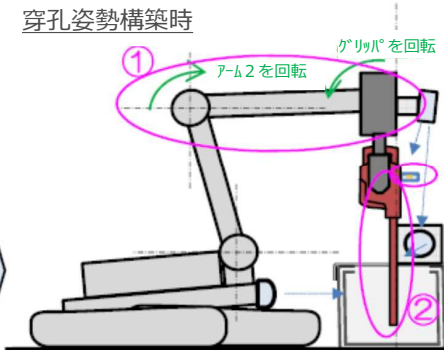


モックアップ試験状況

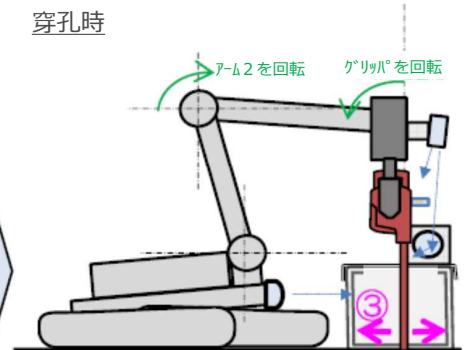
コア抜き機把持時



穿孔姿勢構築時



穿孔時



・遠隔化の開発項目は大きく3つあり、それぞれの検討状況は以下の通り。

装置の自走	装置の固定	X-6の穴あけ
<p>遮蔽体を載せた状態で自走で所定の位置に移動する。</p>	<p>遠隔操作でクランプにより装置をX-6ペネに取り付ける。</p>	<p>ドリル交換が不要となるようにホールソー方式で穴あけを行う。</p>
		
<p>荷重を載せた状態での自走試験完了。</p>	<p>遠隔で動作するクランプ機構（プロトタイプ）を作成済み。</p>	<p>穴あけ出来ることは確認済み。</p>