

2号機 P C V 内部調査にむけた X-6ペネ廻りの除染について

2016.06.30

©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

TEPCO

1. はじめに

1

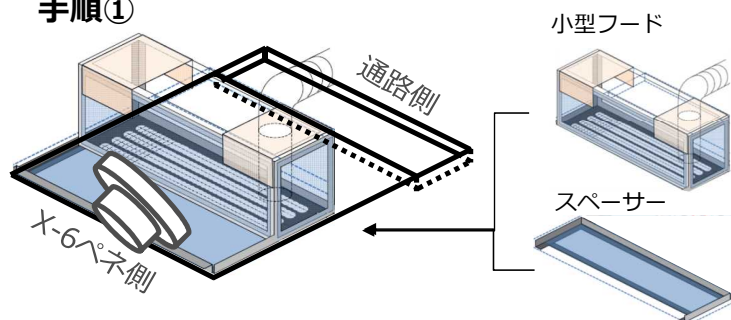
- X-6ペネ周辺の線量低減作業として、溶出物除去、スチーム除染、化学除染を実施したが目標線量率まで到達せず。（2015年10月～2015年12月）
- 浸透汚染に対する技術を適用し表面研削を実施。表面研削時にダストの舞い上がりが発生し作業を中断。（2016年1月）
- 線量低減作業後の線量率は、床表面で最大8Sv/h程度であり、目標（床表面線量率で概ね100mSv/h）には至っていない。
- 目標線量を達成させる汚染除去技術とダスト対策の検討（2016年2月～5月）
 - ①浸透汚染の深さを最大で50mm程度と推定（文献では、コンクリートに対するCs線源の浸透深さは、数mm～50mm程度）
 - ②深さ50mm以上の掘削が可能であり、ダスト対策も兼ねた発生粉塵量が少ない汚染除去技術の検討
 - ③掘削時に発生するダスト濃度がオペフロ排気フィルタのダスト濃度アクションレベル（1.0E-4Bq/cm³）に達しないダスト対策の検討
 - ④X-6ペネ近傍は高線量であるため、適用技術・ダスト対策の遠隔操作の成立性検討
- 今回、適用技術・ダスト対策の成立性の計画について報告（2016年6月）
 - 適用技術の成立性、遠隔操作による作業成立性確認計画
 - ダスト対策成立性確認計画

2. 床面の汚染除去の作業概要

2

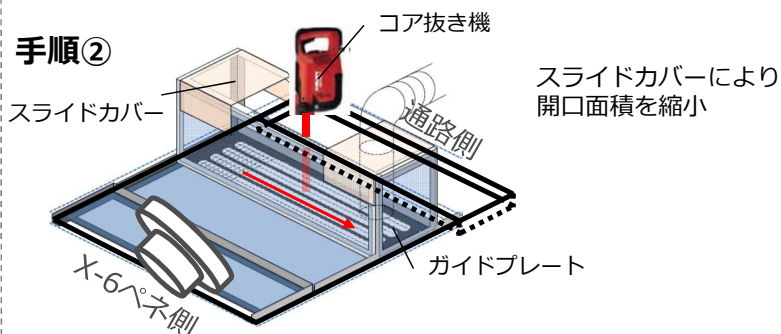
■ 作業手順

手順①



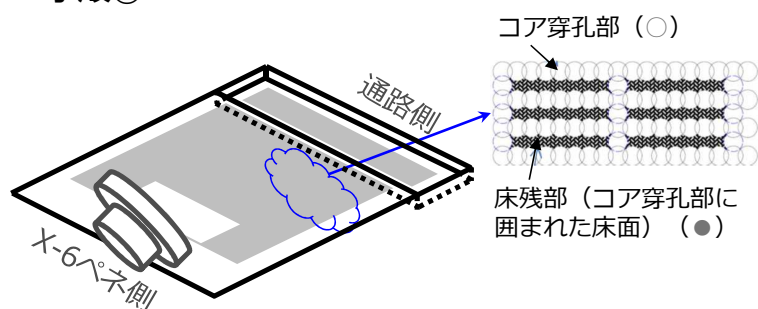
X-6ペネ小部屋にダスト対策の小型フード等を設置

手順②



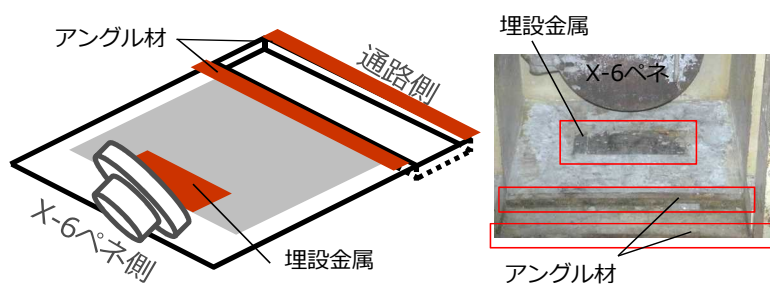
小型フード内の床面をガイドプレートに沿って約70mm深さのコア穿孔を実施。小型フードを移動しコア穿孔を繰り返す

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

TEPCO

3. 適用技術の成立性、遠隔操作による作業成立性確認計画

3

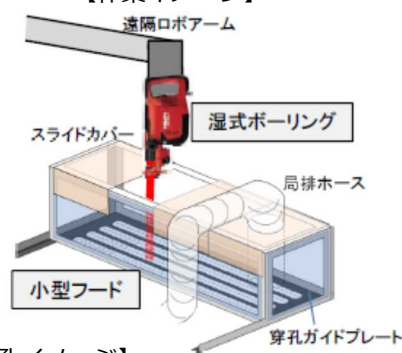
■ 成立性確認方針

- X-6ペネ廻り除染作業はダスト対策の成立も必要であるため、小型フード・遠隔装置（Warrior）を用いて遠隔操作によるトレーニングを実施しコンクリート（金属）除去の技術成立性を確認する
- 成立性が見込めない場合は、代替工法を検討し成立性を確認する

■ 確認項目

- コア抜き穿孔の作業性確認（治具仕様最大のコアビット径φ35mmで計画）
 - ✓ コンクリート穿孔深さが70mm以上を確認
 - ✓ 1本穿孔所要時間の確認（目標穿孔時間3min/本※）
 - ※4500時間（作業計画日数25日×作業時間3時間/日）／計画穿孔数（1400本）
 - ✓ 縦方向穿孔の間隔が50mm以内を確認
- コア穿孔部切断・除去確認
 - ✓ コア切断位置（深さ）が60mm以上を確認
- 床残部の切断・除去確認
 - ✓ 床残部の切断位置（深さ）が60mm以上を確認
- 埋設金属・アングル材の除去確認
 - ✓ 埋設金属・アングル材が穿孔が可能であることを確認
- 小型フード操作性確認
 - ✓ 小型フードの設置・移動性を確認
 - ✓ スライドカバー操作性を確認

【作業イメージ】



【床コンクリート穿孔イメージ】



○：横方向穿孔位置、●：縦方向穿孔位置

X-6ペネ上面図

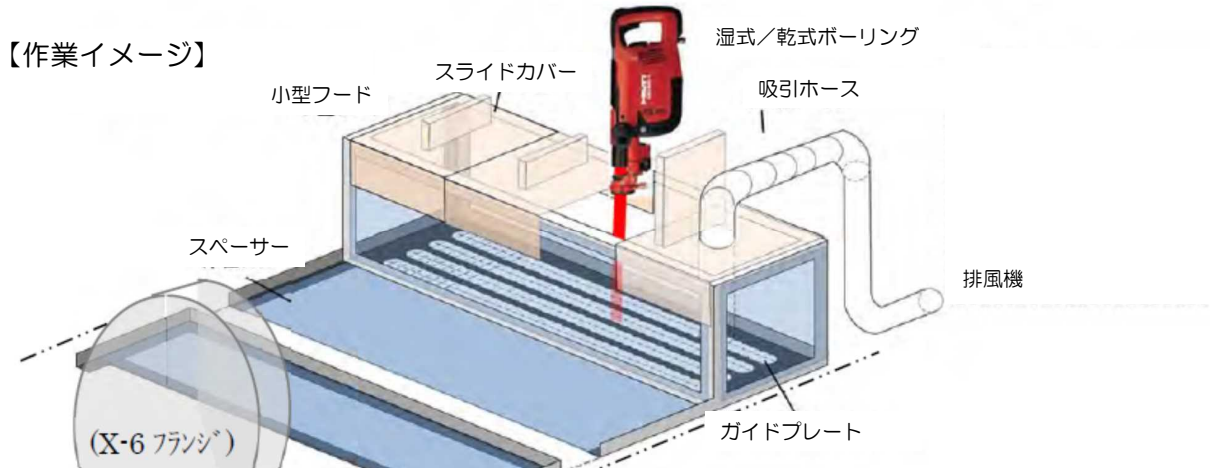
4-1. ダスト対策（案）

4

X-6ペネ近傍エリアのダスト濃度を $2.0E-3Bq/cm^3$ （※）未満で管理できる対策を検討

※オペフロ排気フィルタのアクションレベルを超過しない値

対策①	対策②	実施項目
粉塵発生が少ないコア抜き技術での実施	連続ダストモニタを設置し管理値前に作業を中断させる	連続ダストモニタの設置
	小型フードを設置し、ダストを局所に閉じ込め回収を実施	コア抜き時のダスト濃度を試算し要求仕様の設定
		確認試験（トレーニング）を行い遠隔操作性、設置性、粉塵回収率を確認



©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

TEPCO

4-2. ダスト濃度試算と要求仕様（案）

5

湿式による水捕集及び小型フードを組み合わせた場合の対策効果予想

		研削実績 (1月7日)	コア抜き（計画）			
研削面積（cm ² ）		37.5	コア抜き1本			
オペフロダスト濃度（Bq/cm ³ ）		1.2E-3 (実測値)	5.47（※6）			
ダスト対策 要求仕様	湿式による水捕集率99.1%（※2）	—	—	—	○	○
	小型フードによる回収率99%（※3）	—	—	○	—	○
	ミストによる回収率63%（※4）	—	○	○	○	○
ダスト濃度 (Bq/cm ³)	オペフロダスト濃度	—	6.5E-5	6.5E-7	5.8E-7	5.8E-9
	X-6ペネ近傍（※5）	—	1.3E-3	1.3E-5	1.2E-5	1.2E-7

※1：研削面積比から試算したオペフロダスト濃度 ※2：福島第一原子力発電所1号機 緊急散水による粉塵飛散抑制効果より引用

※3：局所排風機のメーカーカタログ値より引用 ※4：ミスト噴霧装置のメーカーカタログ値より引用

※5：1フロアを4区画とした場合、1階からオペフロまで計20区画となるため、オペフロダスト濃度を20倍で試算

※6：コアビット（φ35mmビット）研削時の穿孔溝幅の確認値（約5mm）より算出

研削時と同等以上のダスト回収が可能であれば、1本コア抜き時のダストは許容範囲内

対策効果の確認

確認試験において、コア抜き1本で発生する粉塵量（g）からの捕集量・回収量を計測し効果を現場実施前に確認する。（コアボーリング後、元素分析の実施を検討）

©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

TEPCO

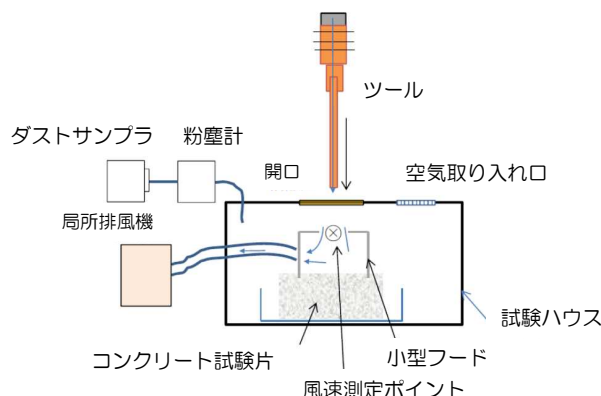
■ 成立性確認方針

- 小型フードは実機とのスケールファクタあるいは取扱い性等の差異が生じる可能性があることから、実機スケールの小型フードを用いる

■ 確認項目

- 穿孔時の注水効果の確認
 - ✓ 乾式ボーリングに対する湿式ボーリングのダスト飛散量が**0.9%以下を確認**
- 小型フード効果の確認
 - ✓ 開放系（小型フード等無し）に対する小型フード+局所排風機のダスト飛散量が**1%以下を確認**
- ミスト噴霧効果の確認
 - ✓ ミスト噴霧によるダスト飛散量が**37%以下を確認**

【ダスト対策要素試験イメージ】



5. 工程案

■ 線量低減の進捗・結果に応じてPCV内部調査を計画する

		2015年度					2016年度											
		11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
	ダスト対策			仕様・構造検討							▼適用技術の成立性							
								製作			▼ダスト対策の成立性							
環境改善	線量低減			仕様検討														
								治具製作										
										トレーニング								
											ダスト対策効果確認							
											線量低減							
												埋戻し						
								線量測定										
									解析・評価									
PCV内部調査																		
		環境改善プロセス終了後、X-6ペネ穴空け・A2調査を実施 (作業員手配や習熟訓練など、可能なものは環境改善と並行実施)																

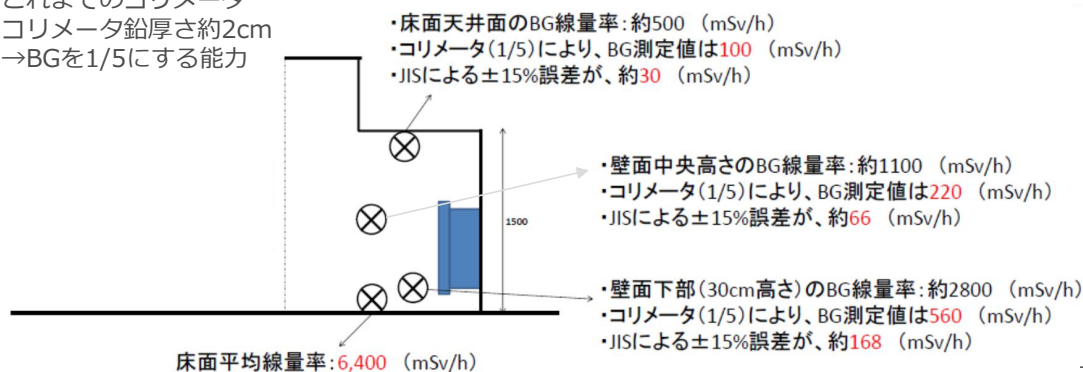
期間について調整中

▼適用技術の成立性

▼ダスト対策の成立性

環境改善プロセス終了後、X-6ベネ穴空け・A2調査を実施
(作業員手配や習熟訓練など、可能なものは環境改善と並行実施)

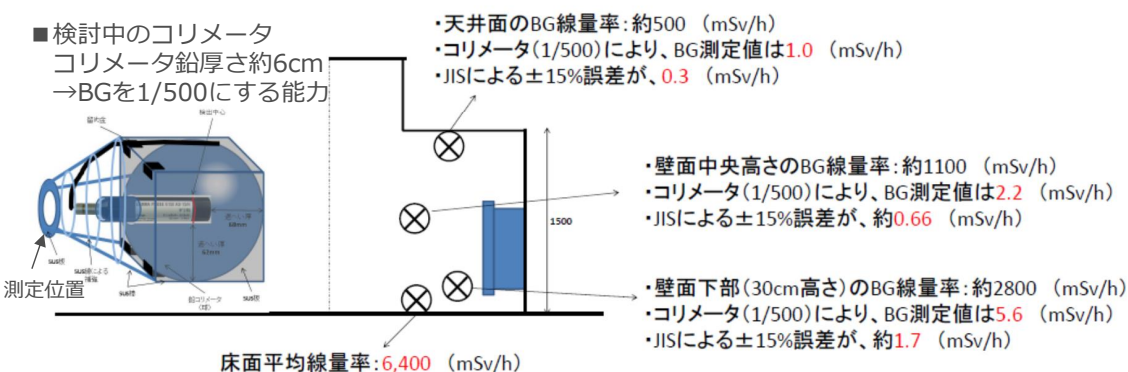
■これまでのコリメータ
コリメータ鉛厚さ約2cm
→BGを1/5にする能力



天井面BG : 100±30mSv/h
壁面中央高さBG : 220±66mSv/h
壁面下部高さBG : 560±168mSv/h

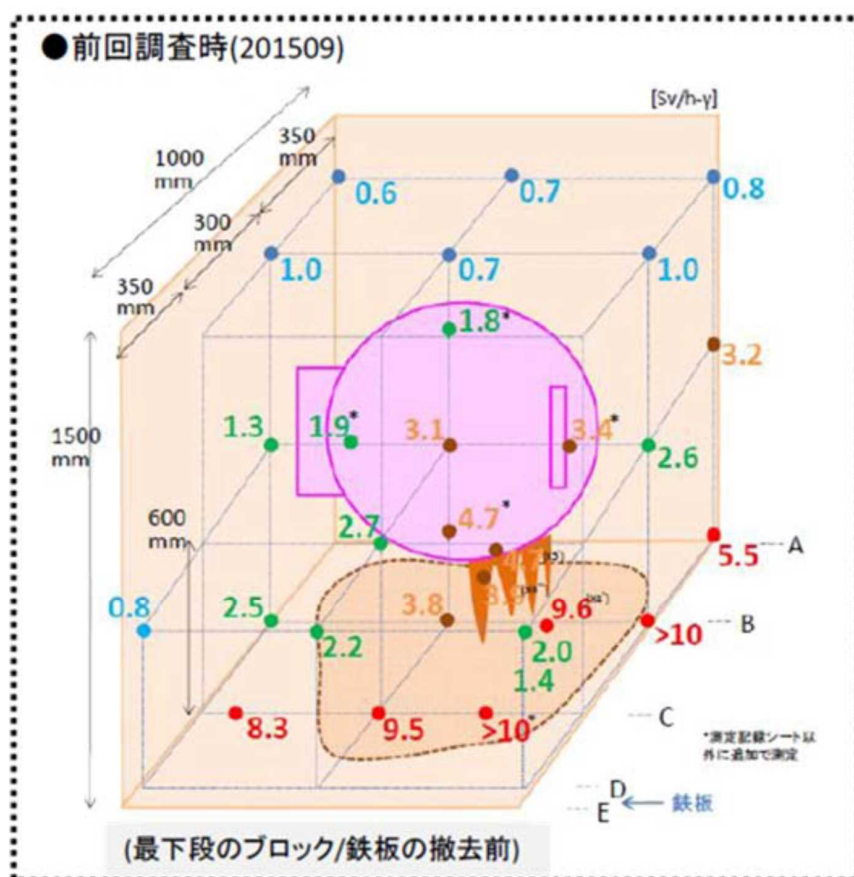
有人作業空間の線量率20mSv/hに対し、BGが5～28倍
遮蔽を検討するには、BG線量率が高すぎる

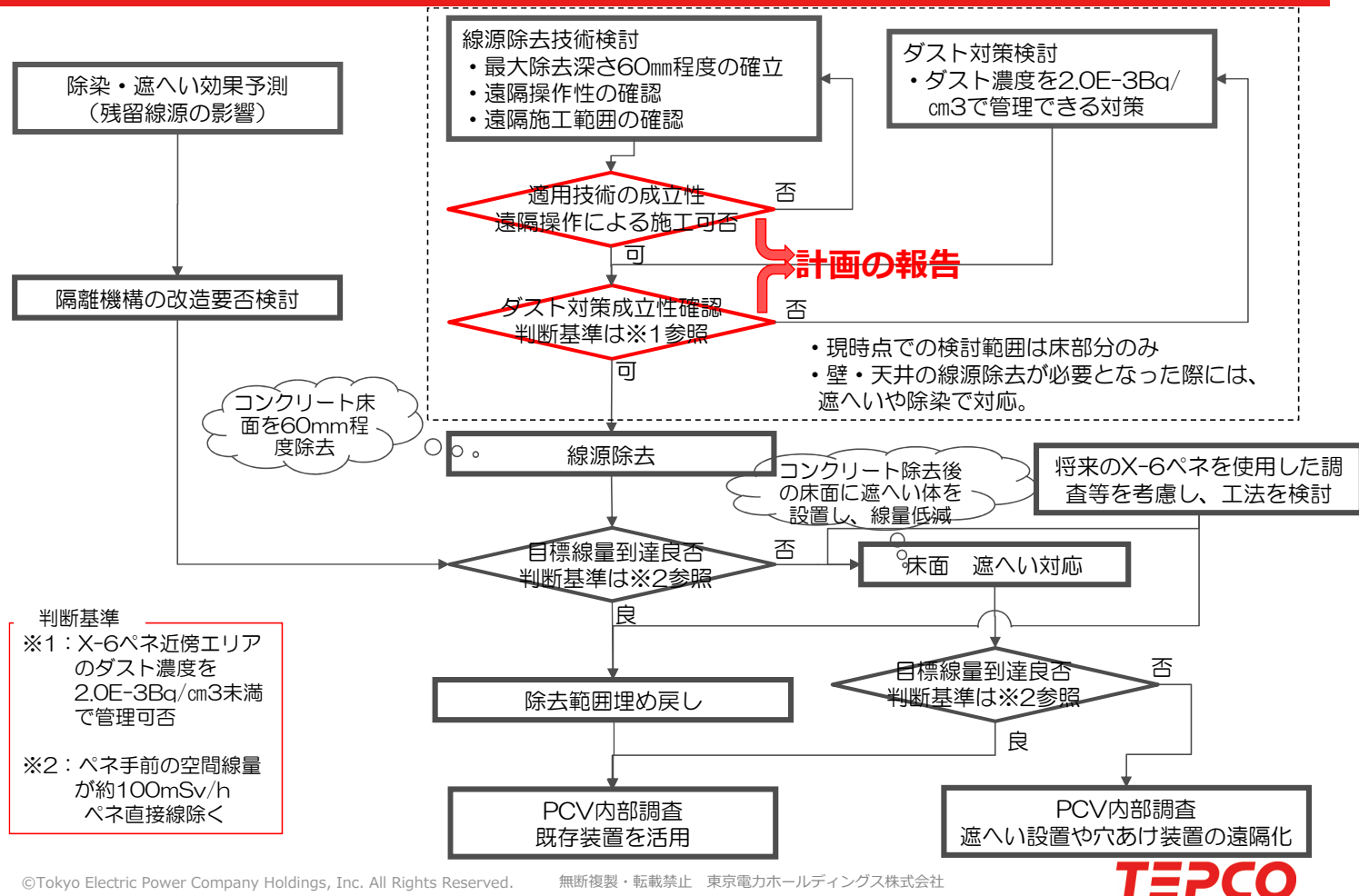
■検討中のコリメータ
コリメータ鉛厚さ約6cm
→BGを1/500にする能力



天井面BG : 1.0±0.3mSv/h
壁面中央高さBG : 2.2±0.66mSv/h
壁面下部高さBG : 5.6±1.68mSv/h

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





(参考) 除染技術の検討

● 浸透深さに関する技術検討

- 文献調査※1によると、コンクリートに対するCs線源の浸透深さは約数ミリ～50mm程度。クラック、金属面との隙間からさらに浸透している可能性がある。

※1：Farfan,E.B., et al.:Assessment of (90)Sr and (137)Cs penetration into reinforced concrete(extent of" deepening") under natural atmospheric conditions, Health physics, Vol.101, No.3, pp.311-320, 2011

● 浸透汚染深さに関する技術検討

- コンプトン散乱測定器による確認では、浸透汚染の有無を判断できるが、X-6ペネ廻りは測定器の使用上限（表面線量 $200mSv/h$ ）を超えているため使用ができない。
- 乾式コア抜きは、コア抜きの技術的成立性とダスト対策の成立性の確認が必要
- 湿式コア抜きは、コア抜き時に使用する水により、コア側面が汚染する可能性があり、汚染計測が不明瞭になる可能性がある。

● 浸透速度に関する技術検討

- コンクリート内の汚染浸透係数（水）は、 $2.0E-11cm/sec$ 程度（文献参照値※2、ボーリング後の水洗い回収を1時間程度と想定すると、 $7.2E-8cm$ 程度となる。速やかに、水を回収すれば汚染は深く浸透しないと考える。

※2：土木学会論文集 No. 620/V-43, 291-302, 1999. 5 不均質材料としてのコンクリートの均質化透水係数に関する解析的研究