

2号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の準備状況

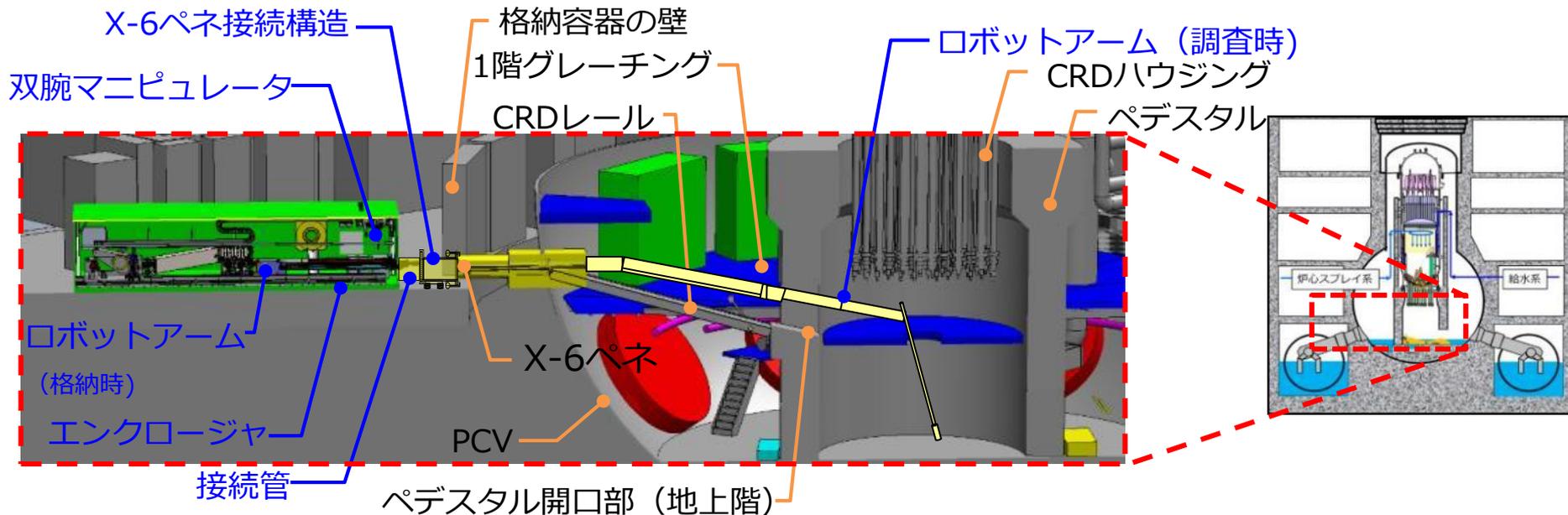
2023年6月29日

IRID **TEPCO**

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
東京電力ホールディングス株式会社

1. PCV内部調査及び試験的取り出しの計画概要

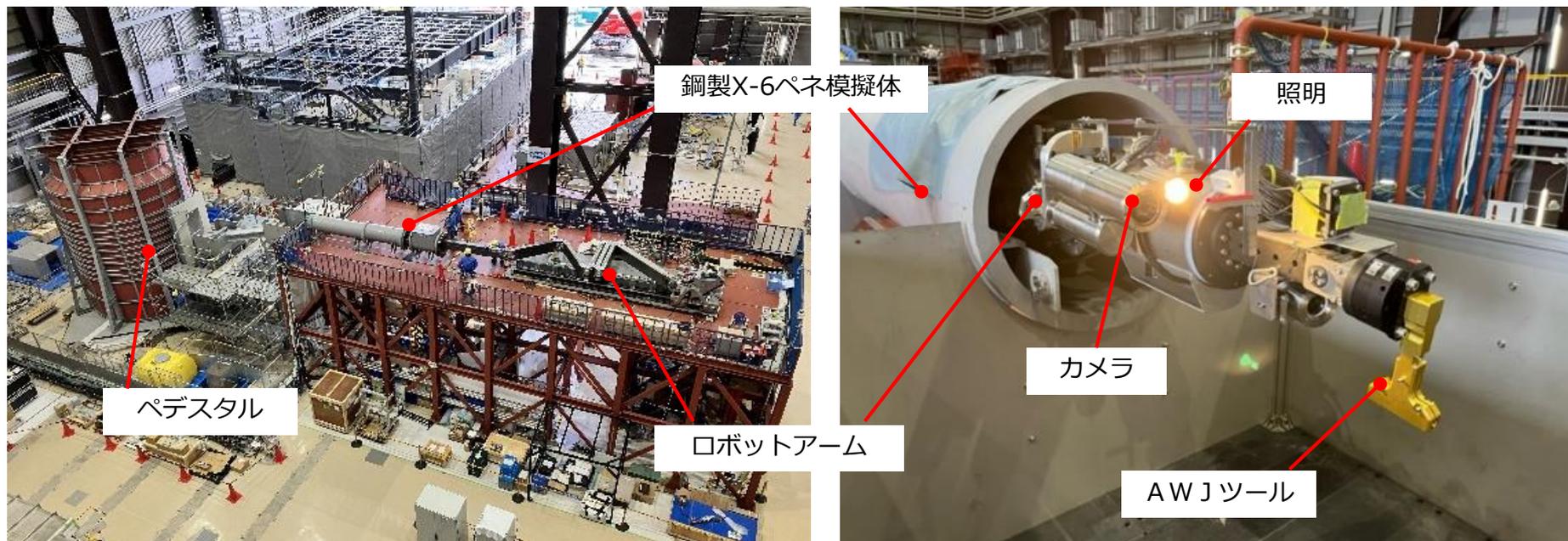
- 2号機においては、PCV内部調査及び試験的取り出し作業の準備段階として、作業上の安全対策及び汚染拡大防止を目的として、今回使用する格納容器貫通孔（以下、X-6ペネ）に下記設備を設置する計画
 - X-6ペネハッチ開放にあたり、PCVとの隔離を行うための作業用の部屋（隔離部屋）
 - PCV内側と外側を隔離する機能を持つ X-6ペネ接続構造
 - 遮へい機能を持つ 接続管
 - ロボットアームを内蔵する金属製の箱（以下、エンクロージャ）
- 上記設備を設置した後、アーム型装置をX-6ペネからPCV内に進入させ、PCV内障害物の除去作業をいつつ、内部調査や試験的取り出しを進める計画



2号機 内部調査・試験的取り出しの計画概要

2-1. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況 (ロボットアームの性能確認試験)

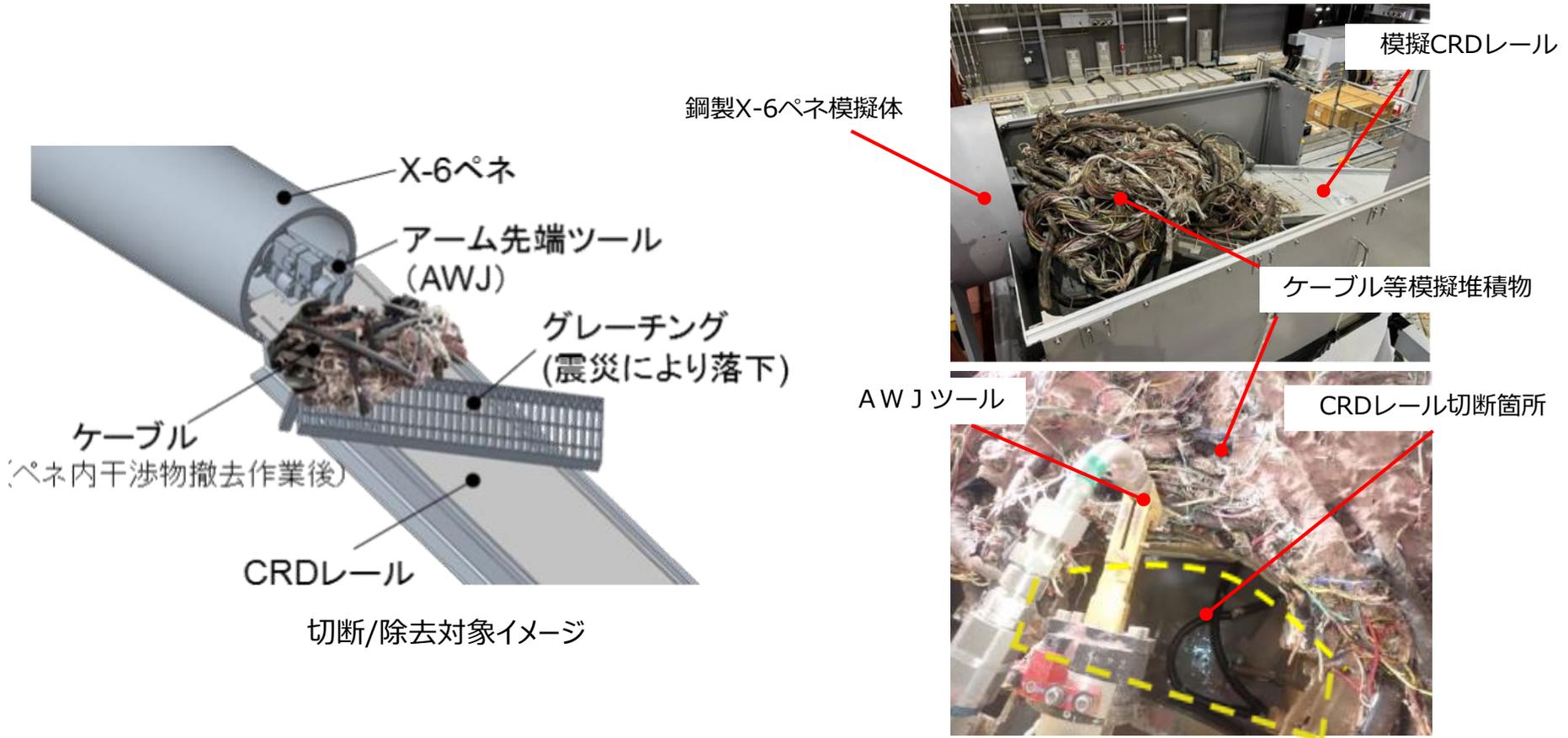
- ・ 手動運転にてアクリル製X-6ペネ模擬体に接触なく通過することを確認できたため、今般、制御プログラムの改善を行った上で、全自動運転にて鋼製X-6ペネ模擬体の通過性試験を実施し接触なく伸長、格納できることを確認。
- ・ AWJツールを搭載した状態でロボットアーム搭載のカメラ映像を運転員が視認しつつ全自動運転によりロボットアームが鋼製X-6ペネ模擬体に接触することなく通過（往復）することを確認。
- ・ X-6ペネ模擬体との最小クリアランスは30mm程度であったが、接触リスクの低減の観点で、引き続き制御プログラムの改善、最適化を図る予定。



X-6ペネ通過性確認試験の状況

2-2. 2号機 燃料デブリの試験的取り出し装置の試験状況 (ロボットアームの性能確認試験)

- ・ロボットアームの先端にAWJツールを搭載し、アームアクセス時に干渉するケーブル・CRDレール等の切断及び除去試験を実施中。

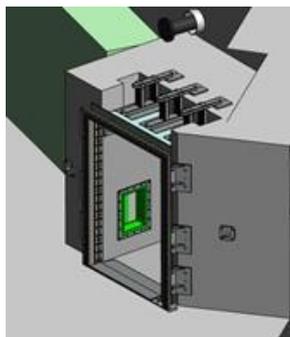


AWJによるX-6ペネ出口の障害物撤去試験の状況

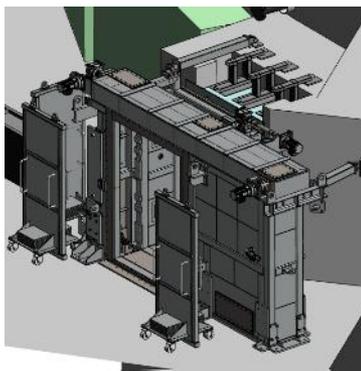
(注記)
・ CRD : 制御棒駆動機構

3 - 1. 現場作業の進捗状況

- X-6ペネ開放時のバウンダリとなる隔離部屋を設置し、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えないよう作業する。
- これまでの作業と同様に、PCV内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えていないことを確認するため、作業中はダストモニタによるダスト測定を行い、作業中のダスト濃度を監視する。



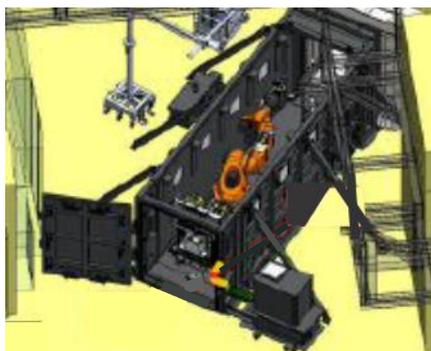
隔離部屋①の設置



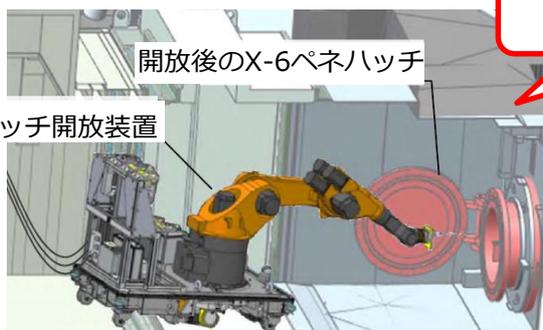
隔離部屋②の設置



隔離部屋③の設置
※ロボットアーム設置前まで使用



ハッチ開放装置の
隔離部屋③への搬入



ハッチ開放装置による
X-6ペネハッチ開放

赤枠内：現在の状況
ハッチ開放作業実施中

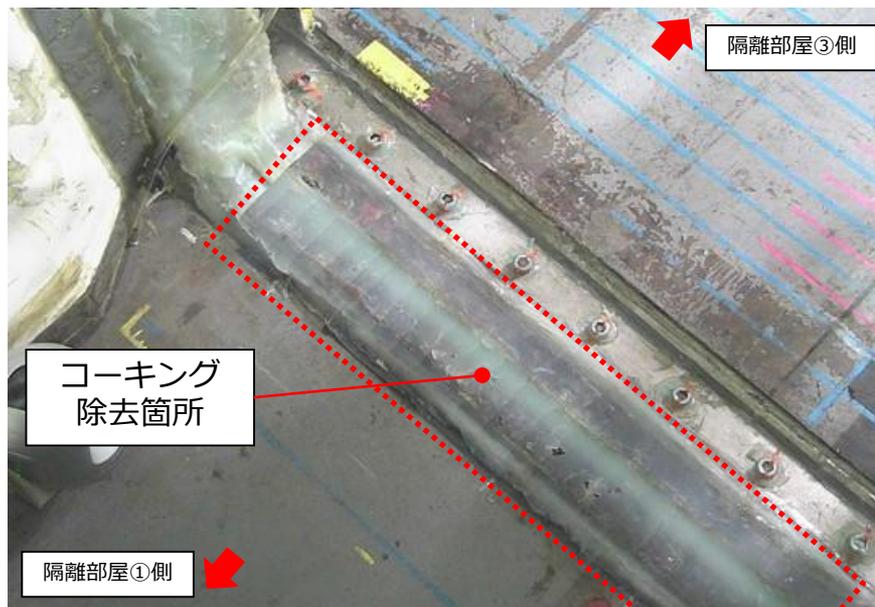
次工程へ
X-6ペネ内堆積物除去

- X-6ペネハッチのボルト切断 (実施中)
- ハッチ開放
- ハッチ把手の切断
- ペネフランジ面他清掃

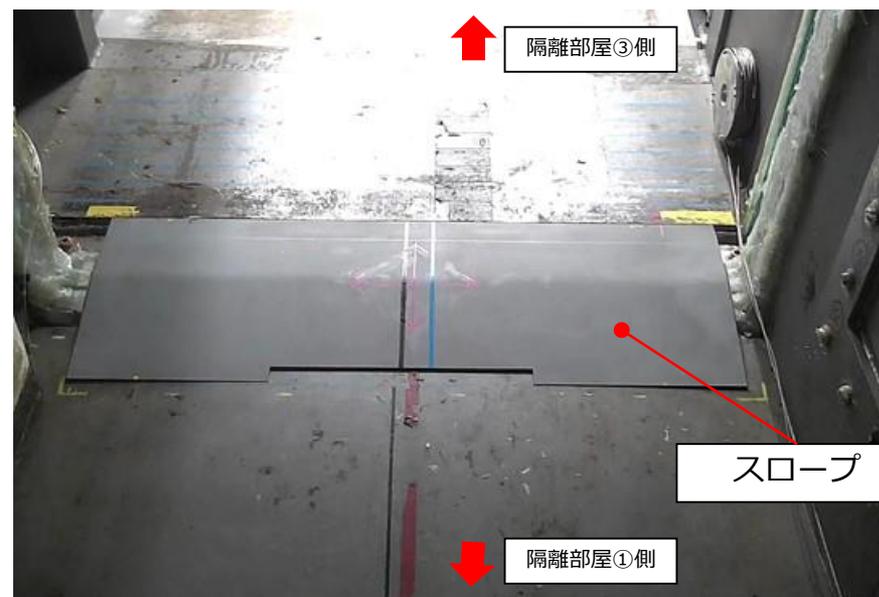
3 - 2. 現場作業の進捗状況

(X-6ペネ隔離部屋①②接続部スロープ設置)

- ・ 隔離部屋①②接続部のコーキング箇所盛り上がり部の除去作業を実施し、**スロープを設置**。
- ・ **スロープの設置状態及び堆積物除去装置等の走行に影響がない**ことを確認したことから、X-6ペネハッチボルトの切断作業に着手。



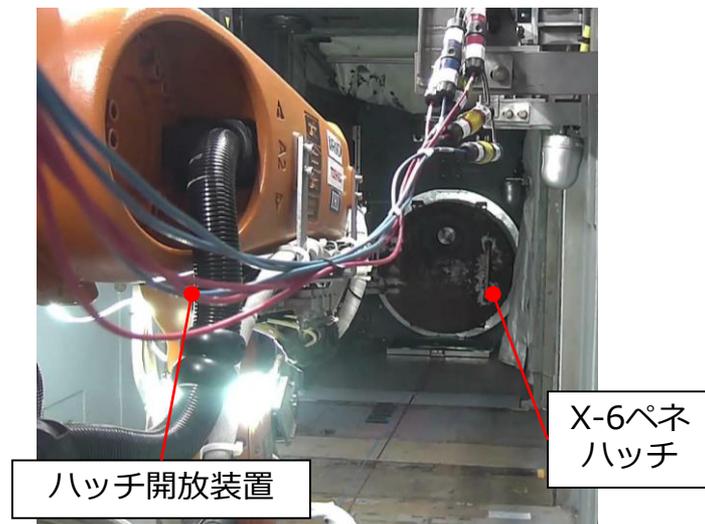
コーキング除去後



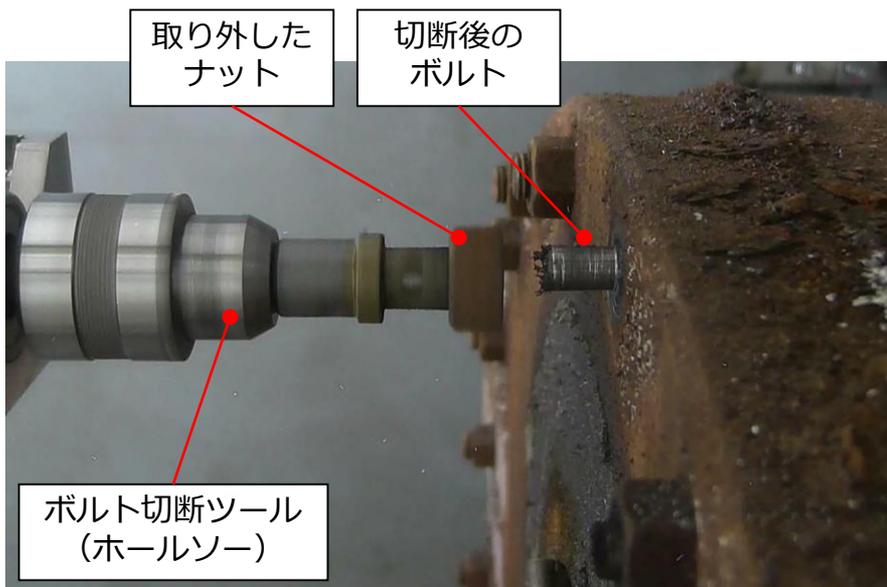
スロープ設置後

3 - 3. 現場作業の進捗状況 (X-6ペネハッチボルト切断)

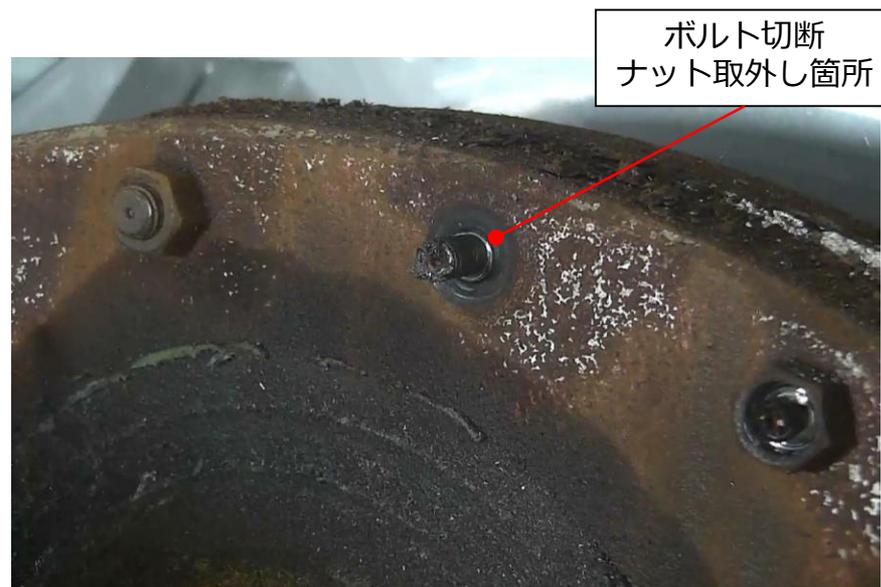
- ボルト切断ツールを使用し、ボルトのねじ部をくり抜くことで、**ボルトとナットの締結を解除**。
- ハッチボルト (**20本/24本中**) の締結解除が完了。
- 残りのボルトの切断及び押し込み治具を用いてナットとの締結を解除したボルトのハッチ奥側への押し込みが完了後、ハッチを開放予定。
- なお、一部のボルトについて固着を確認。
- 作業にあたり、フィルタ付き局所排風機の運転やダストモニタによるダスト濃度を監視しながら、周辺環境に影響を与えないように、安全最優先で作業を進める。



ボルト切断作業状況



ボルト切断作業状況



ボルト切断後

4. 工程

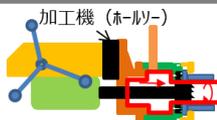
- ロボットアームについて、2022年2月より実施している現場を模擬した楢葉モックアップ試験を通じて把握した情報と、事前シミュレーション結果との差異を補正することで、燃料デブリ取り出し時の接触リスクを低減するべく、現在、制御プログラム修正等の改良（※）に取り組んでいる。
（※改良点：制御プログラム修正・精度向上、アーム動作速度上昇、ケーブル取付治具の改良、視認性向上、把持部の改良等）
- また、2号機現場の準備工事として、2021年11月よりX-6ペネハッチ開放に向けた隔離部屋設置作業に着手しており、2023年4月に隔離部屋の設置が完了したことから、現在、X-6ペネハッチ開放に向けてハッチボルトの切断作業を実施しているところ。その後も、X-6ペネ内の堆積物除去作業等を控えており、安全かつ慎重に作業を進める必要がある。

	~2021年度	2022年度	2023年度
ロボットアーム・ エンクロージャ 装置開発		性能確認試験・モックアップ・訓練（国内）	
・スプレー治具取付作業 ・隔離部屋設置	X-53ペネ孔径拡大作業	隔離部屋設置	スプレー治具取付け
・X-6ペネハッチ開放			
・X-6ペネ内の堆積物除去 ・試験的取り出し装置設置			
試験的取り出し作業 （内部調査・デブリ採取）			

▽6月現在

試験的取り出し作業（内部調査・デブリ採取）の主なステップ

0. 事前準備作業



- 事前にスプレイ治具取付事前作業（X-53ペネ孔径拡大）を実施

1. 隔離部屋設置



- ハッチ開放にあたり事前に隔離部屋を設置

2. X-6ペネハッチ開放

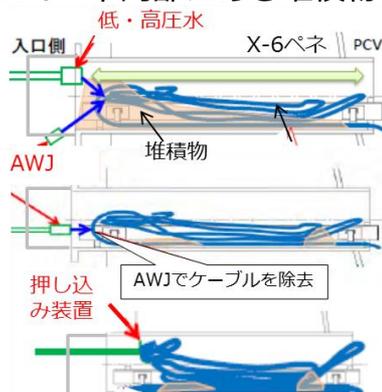
ハッチ開放装置



- ハッチ開放装置によりハッチを開放

3. X-6ペネ内堆積物除去

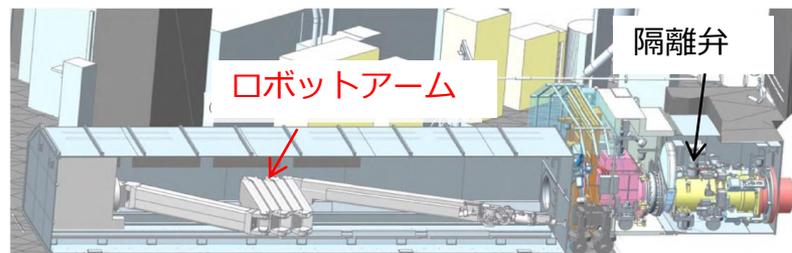
X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する



- 【低・高圧水】で堆積物の押し込み
- 【AWJ】でケーブル除去
- 【押し込み装置】でケーブルを押し込み

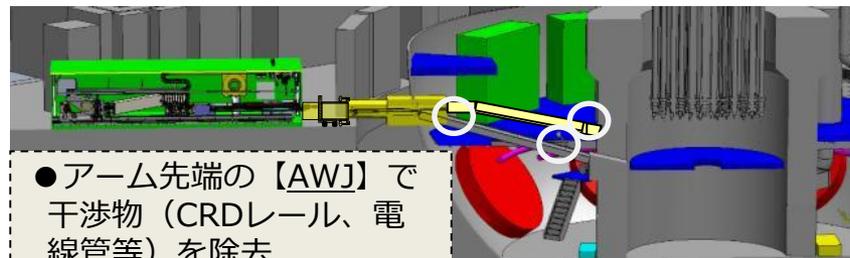
4. ロボットアーム設置

認可済



5. 試験的取り出し作業（内部調査・デブリ採取）

① ロボットアームによるPCV内部調査



② ロボットアームによるデブリ採取

申請予定

燃料デブリ回収装置先端部



<金ブラシ型> <真空容器型>

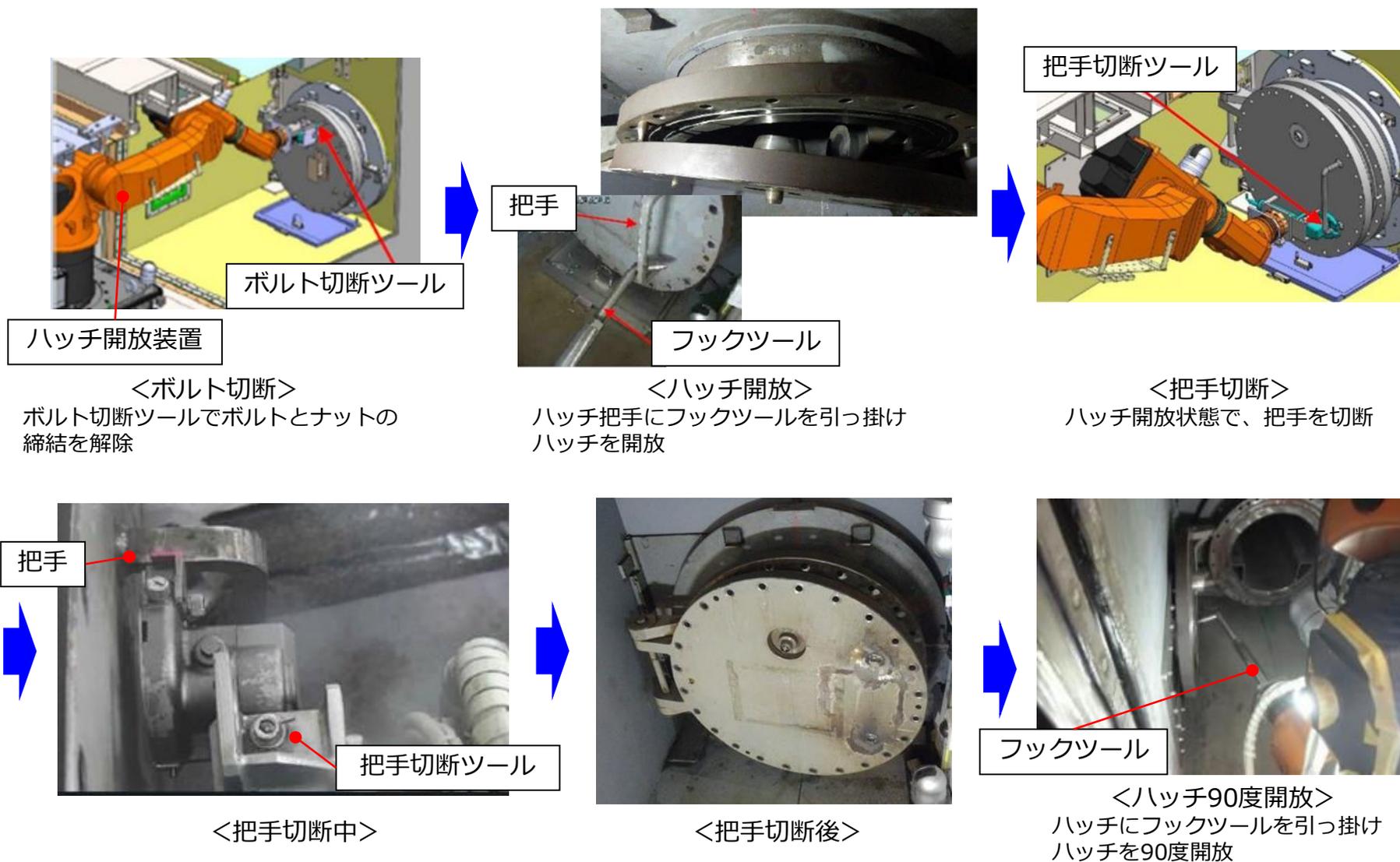


(注記)

- ・ 隔離弁：PCV内/外を仕切るために設置した弁
- ・ AWJ（アブレシブウォータージェット）：高圧水に研磨材（アブレシブ）を混合し、切削性を向上させた加工機

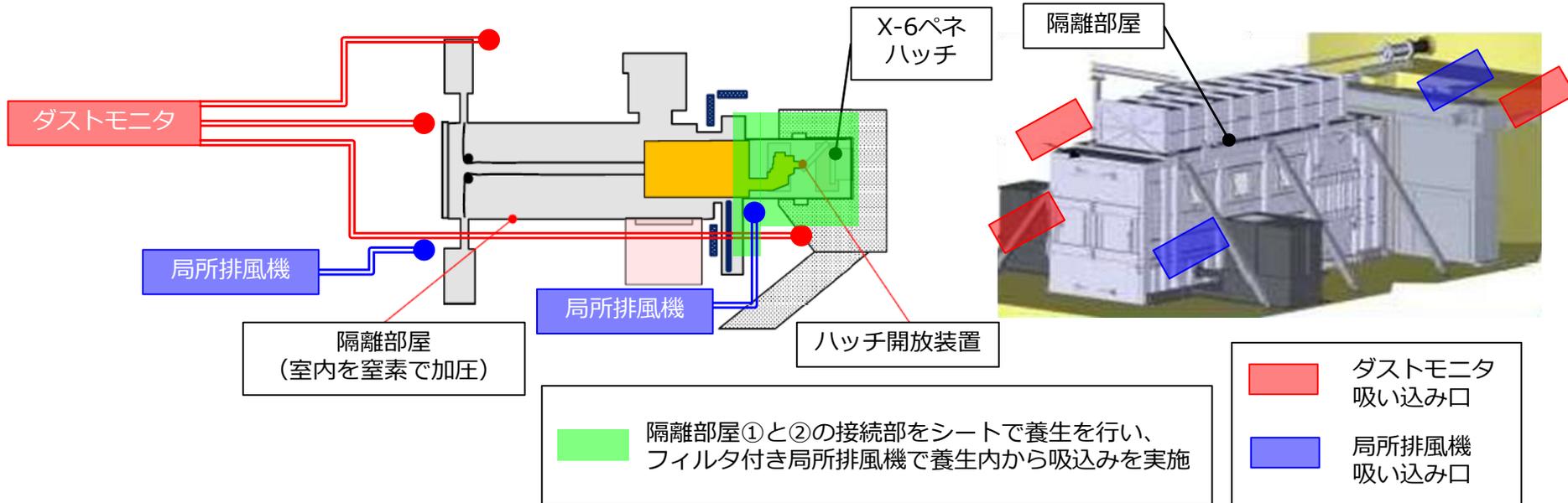
参考. X-6ペネハッチ開放手順

- 工場でのモックアップ試験において、ハッチ開放装置でX-6ペネハッチの把手が切断できることを確認。
- ハッチ開放作業の確実性を高めるため、ハッチ開放後に把手を切断する手順で実施。



参考. ハッチ開放作業時のダスト対策

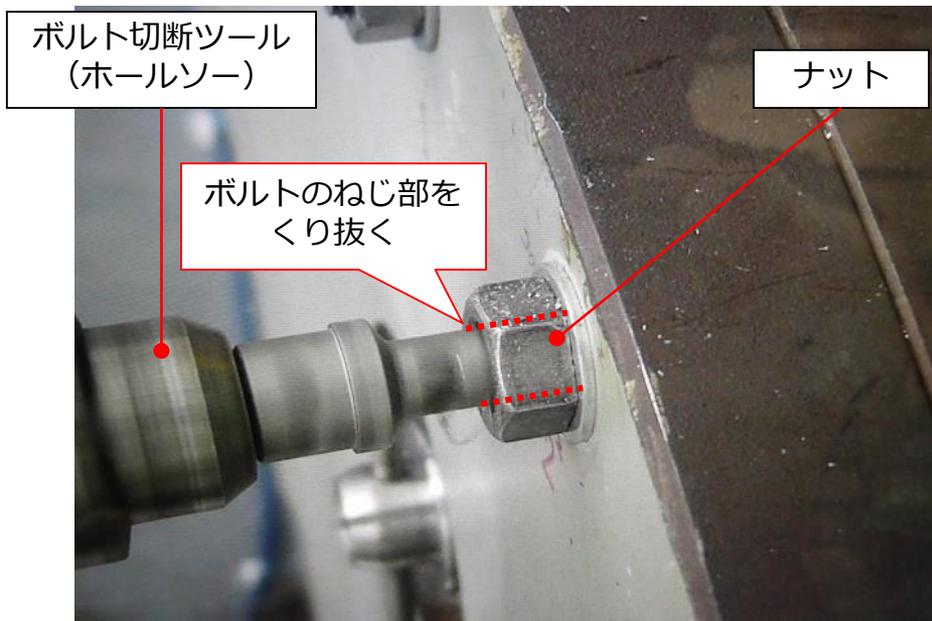
- ハッチ開放作業時の汚染の拡大防止対策を行い、ダスト濃度を監視しながら、周辺環境に影響を与えないように、安全最優先で作業を進める計画。
 - 作業中は隔離部屋内を窒素で加圧し、PCV内の気体がX-6ペネハッチより外部に漏れ出て、周辺環境へ影響を与えないように作業を行う。
 - これまでの作業と同様に、PCV内の気体がX-6ペネハッチより外部に漏れ出て、周辺環境へ影響を与えていないことを確認するため、ダストモニタによるダスト濃度の測定を行い、作業中のダスト濃度の監視を行う。
 - 隔離部屋周辺にフィルタ付き局所排風機を設置し、汚染の拡大防止を行う。



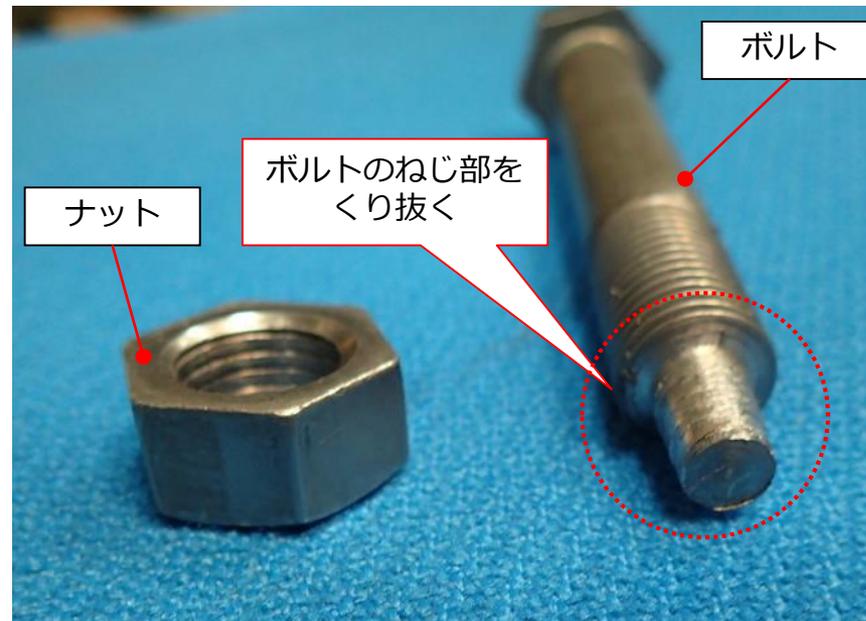
<ハッチ開放作業ダスト対策 状況図>

ダスト濃度管理基準	
β核種	1.0E-03Bq/cm ³
α核種	1.0E-05Bq/cm ³

- 以下、X-6ペネハッチボルト切断作業のモックアップ試験時の状況。



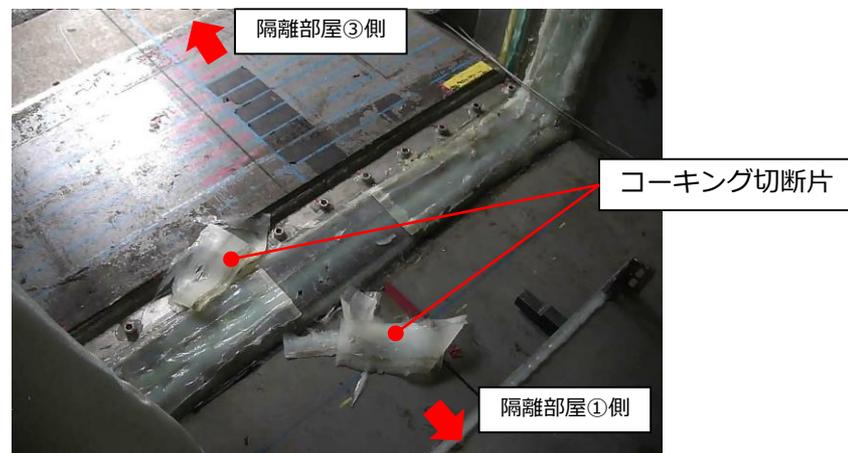
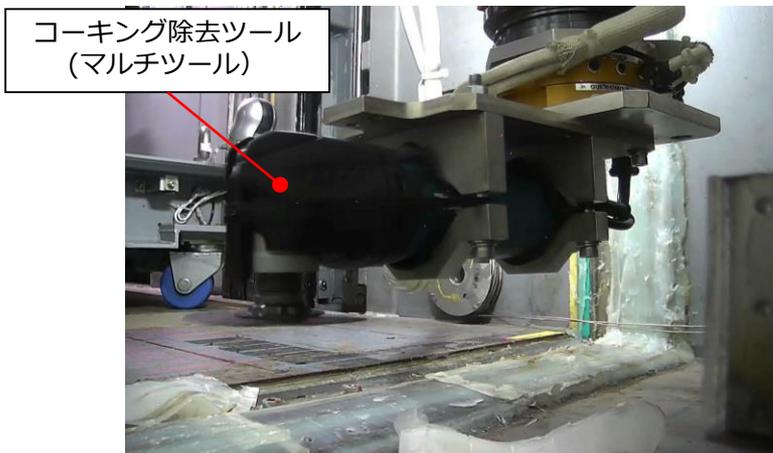
ボルト切断作業状況 (モックアップ試験)



ボルト切断後 (モックアップ試験)

参考. 隔離部屋①②接続部コーキング箇所盛り上がり部の除去作業

- 以下、隔離部屋①②接続部のコーキング箇所盛り上がり部の除去作業の実施状況。

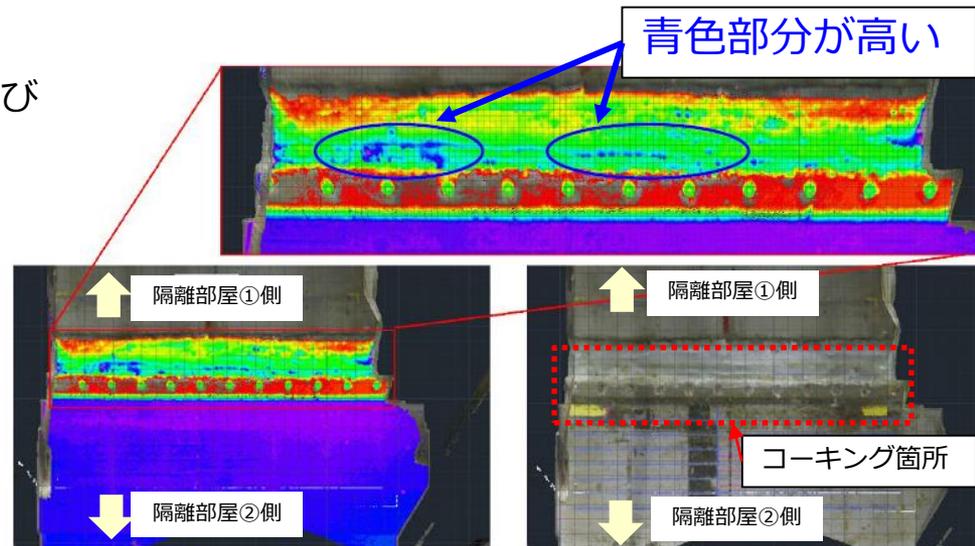


参考. X-6 ペネ隔離部屋スロープの浮き上がり事象の原因と対策

- スロープ取り付け箇所の3Dスキャンデータを確認し、隔離部屋①と②の接続部に塗布したコーキング箇所の一部がスロープに干渉していることを確認。現状のスロープでは、堆積物除去装置の走行が不可と判断。

対策：コーキング箇所の盛り上がり部の除去

- コーキング箇所の盛り上がり部の除去方法の検討及び除去作業の成立性を検証実施。
- コーキング除去ツールの選定、要素試験を実施。
- 遠隔作業用のコーキング除去ツールを製作。
- 工場のモックアップ試験にて、遠隔操作ロボットによるコーキング除去作業の成立性を検証。
- 工場検証の結果、作業成立性が見込みが得られたことから、コーキング箇所の盛り上がり部の除去作業を実施。

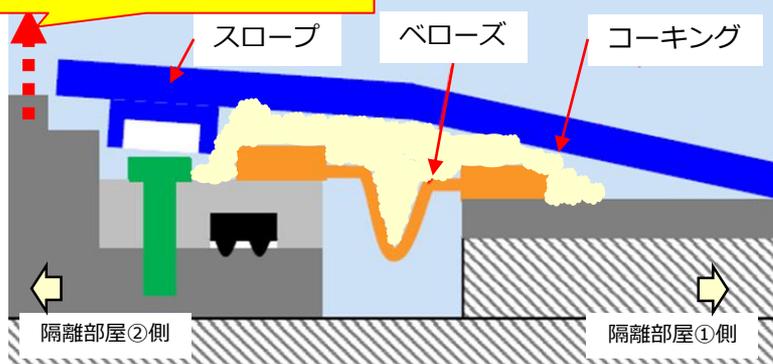


隔離部屋①と②の段差部の3Dスキャンデータ (平面図)

※副案として検討していた「形状変更スロープの設置」については、堆積物除去装置、X-6ペネ接続構造のスロープ走行試験を実施し、左右方向にずれることから、走行不可と判断

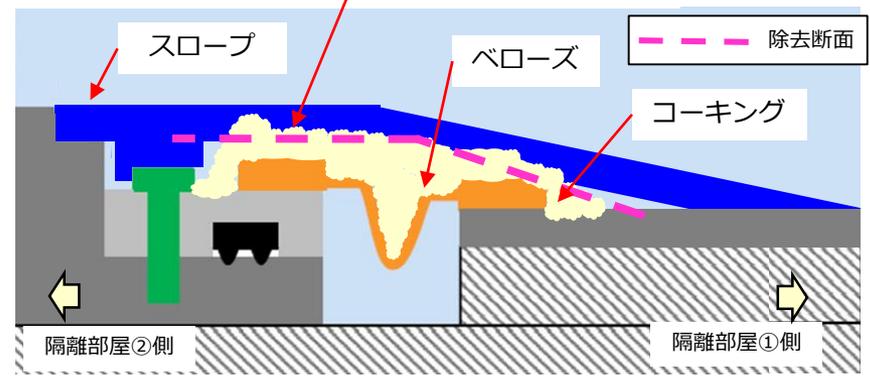
＜スロープ取り付け箇所のイメージ図 (断面図) ＞

スロープの浮き上がりを確認



現状

コーキング箇所の盛り上がり部の除去



対策