

2号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の準備状況

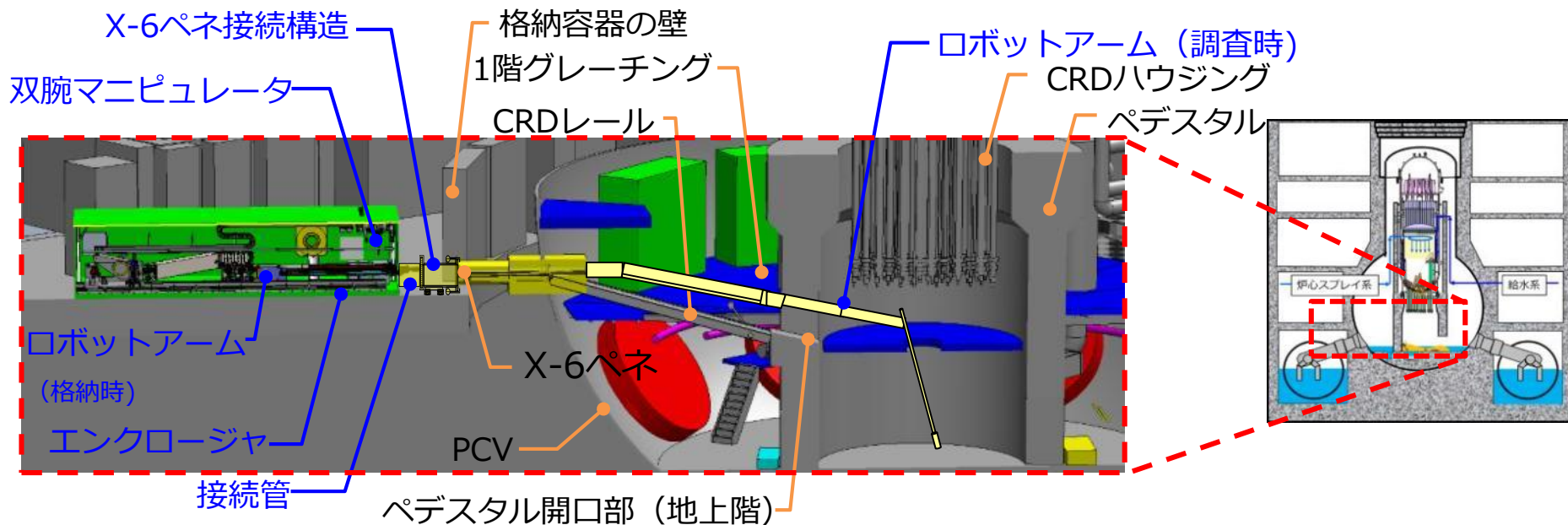
2023年8月31日



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

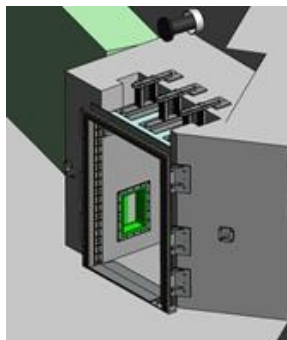
- 2号機においては、PCV内部調査及び試験的取り出し作業の準備段階として、作業上の安全対策及び汚染拡大防止を目的として、今回使用する格納容器貫通孔（以下、X-6ペネ）に下記設備を設置する計画
 - X-6ペネハッチ開放にあたり、PCVとの隔離を行うための作業用の部屋（隔離部屋）
 - PCV内側と外側を隔離する機能を持つ X-6ペネ接続構造
 - 遮へい機能を持つ 接続管
 - ロボットアームを内蔵する金属製の箱（以下、エンクロージャ）
- 上記設備を設置した後、アーム型装置をX-6ペネからPCV内に進入させ、PCV内障害物の除去作業をいくつか、内部調査や試験的取り出しを進める計画



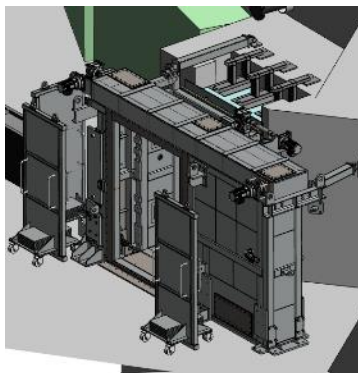
2号機 内部調査・試験的取り出しの計画概要

2-1. 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

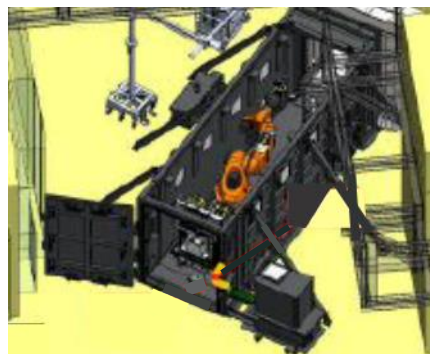


隔離部屋②の設置

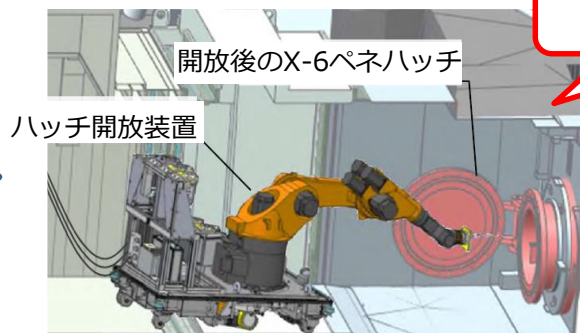


隔離部屋③の設置

※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

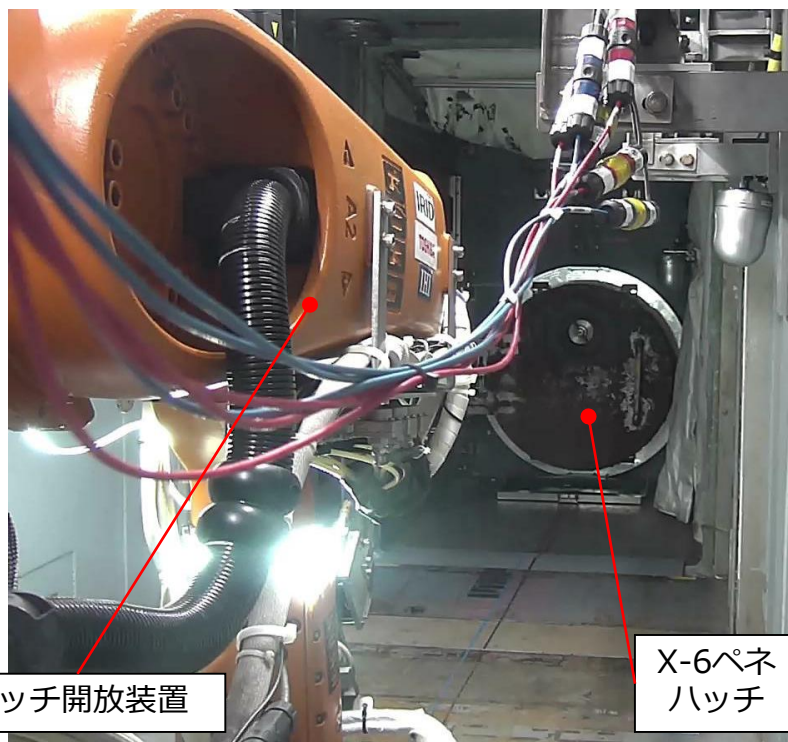
赤枠内：現在の状況
ハッチ開放作業実施中

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除去 (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

2 - 2. 現場作業の進捗状況（X-6ペネハッチボルト除去）

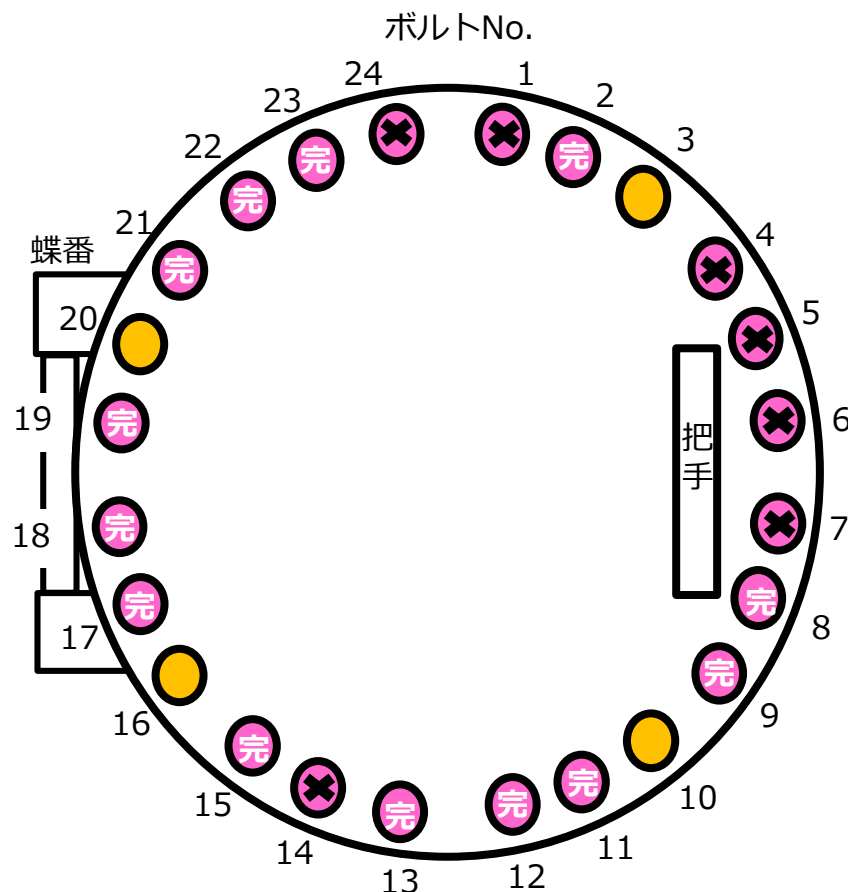
- X-6ペネハッチの24本の除去対象ボルトのうち、意図しないハッチの開放防止のために残す4本を除いた20本のボルトについて、ボルト切削ツール（ホールソー）を使用し、ボルトのねじ部外周を削り細くすることで、**ボルトとナットの締結を解除**。
 - 締結解除後、押し込みツールを使用し、ボルトを奥側へ押し出して落下させることで、**ボルトを取り外す**。
 - その後、残りの4本のボルトとナットの締結を解除、ボルトを押し込んで取り外し、ハッチを開放する予定。
- 除去対象ボルト：24本のうち、締結解除完了：20本、取り外し完了：13本



ボルト除去作業状況

2－3．現場作業の進捗状況（ボルト切削・取り外し進捗状況）

- ボルト切削及び取り外し作業の進捗状況は以下の通り。

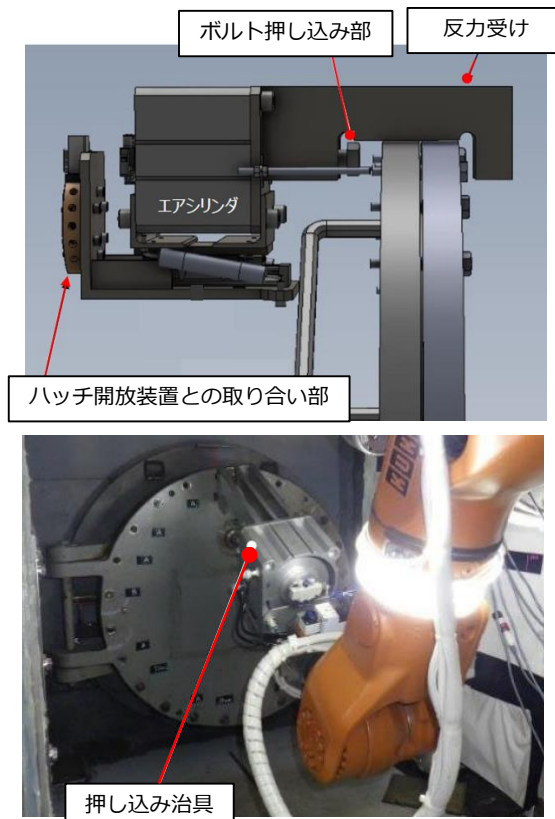


- : ボルト・ナット締結解除完了（20本／24本中）
- : ボルト取り外し完了（13本／24本中）
- : 最終取り外しボルト（4本／24本中）
- : 固着しているボルト（7本）

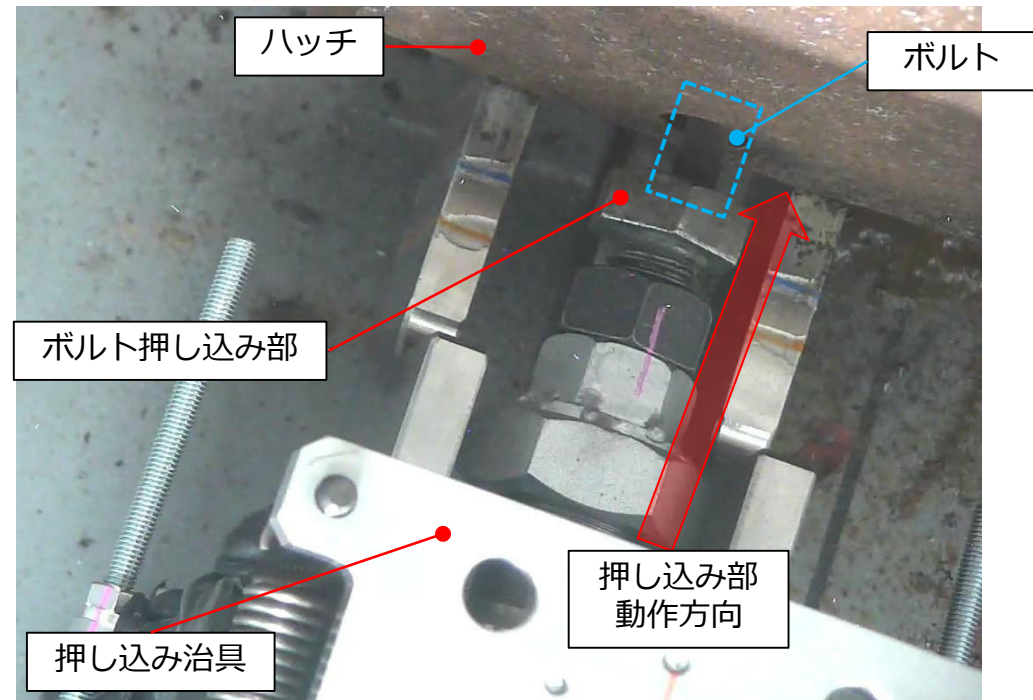
- ・押し込み治具による押し込み
：9本実施（No.1,4,5,6,7,13,14,15,24）
- ・電動ドリルによる先端部切削、長尺ホールソーで深めに切削
：8本実施（No.1,4,5,6,7,13,14,24）
- ・電動ドリルによるボルトの切削
：8本実施中（No.1,4,5,6,7,13,14,24）※No.13除去済

2-4. 現場作業の進捗状況（押し込み治具による押し込み）

- 固着しているボルトについて、長尺ホールソーを使用し追加切削を実施し、押し込みツール等を使用し、ボルトの押し込みを実施したが、押し込めなかった。
- 新たな押し込み治具として、これまでの押し込みツールよりも強い力でボルトをペネ蓋フランジ面まで押し込む治具を検討、新規製作。
- 工場検証により、作業成立性が確認できたことから、現場へ適用し、**固着しているボルト9本（No.1,4,5,6,7,13,14,15,24）の押し込みを実施し、No.15ボルトのみ固着解除でき、ボルト除去まで完了。**
（他の固着しているボルトは動かず）



押し込み治具の工場検証状況

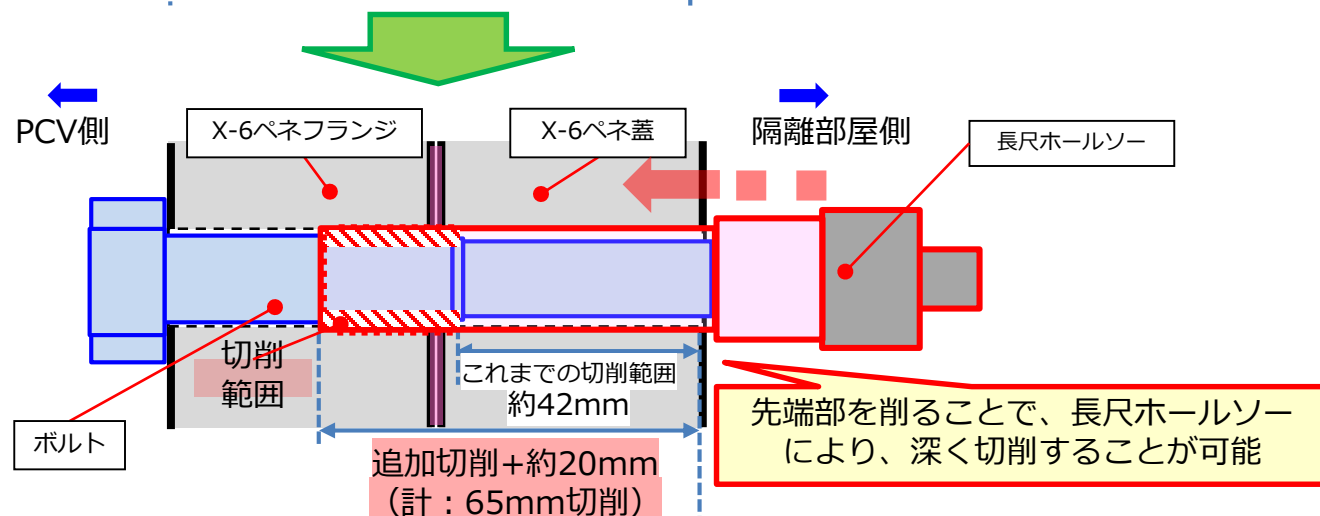
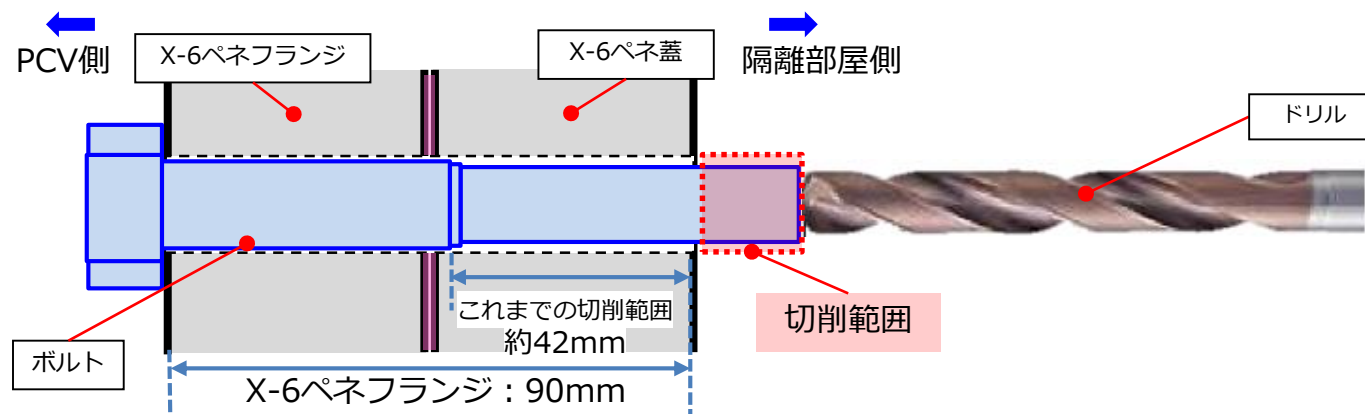


押し込み治具による押し込み状況

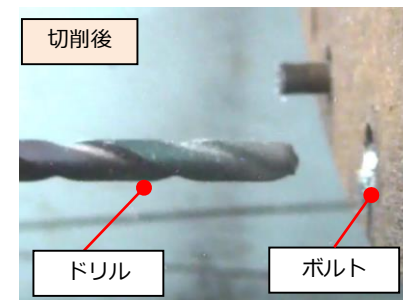
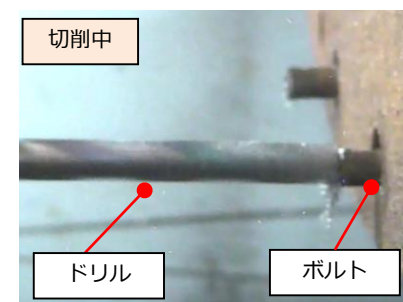
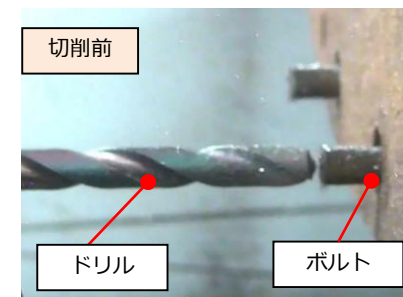
2 - 5. 現場作業の進捗状況

(長尺ホールソーによる更に深めに追加切削)

- 固着しているボルト8本 (No.1,4,5,6,7,13,14,24) について、長尺ホールソーによる深めに追加切削、新規製作の押し込み治具による押し込みでボルトの固着が解除できなかったことから、**電動ドリルによるボルト先端部の切削を実施**。
- 先端部を切削後、長尺ホールソーによる追加切削を行い、新規押し込み治具を改良し（フランジ面から更に深く押し込み）で押し込みを実施したが、**ボルトは動かず**。



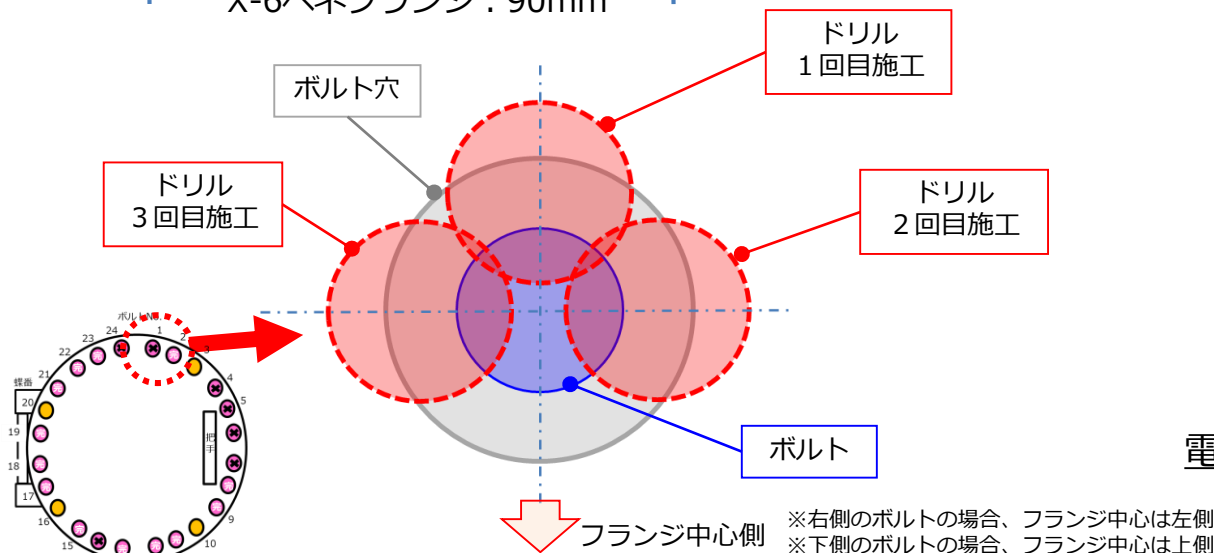
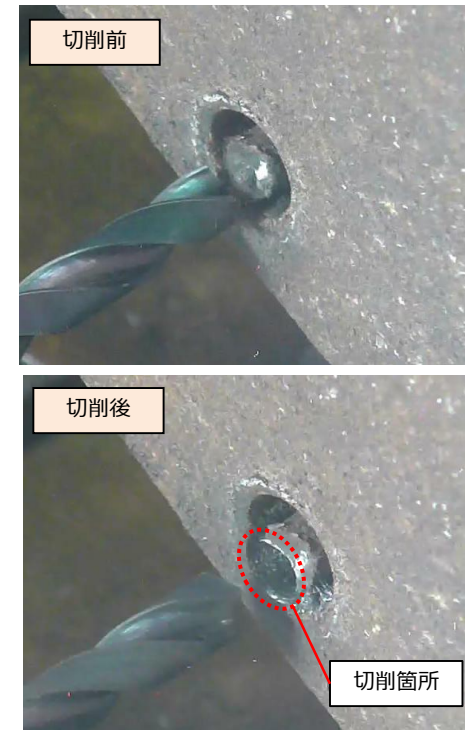
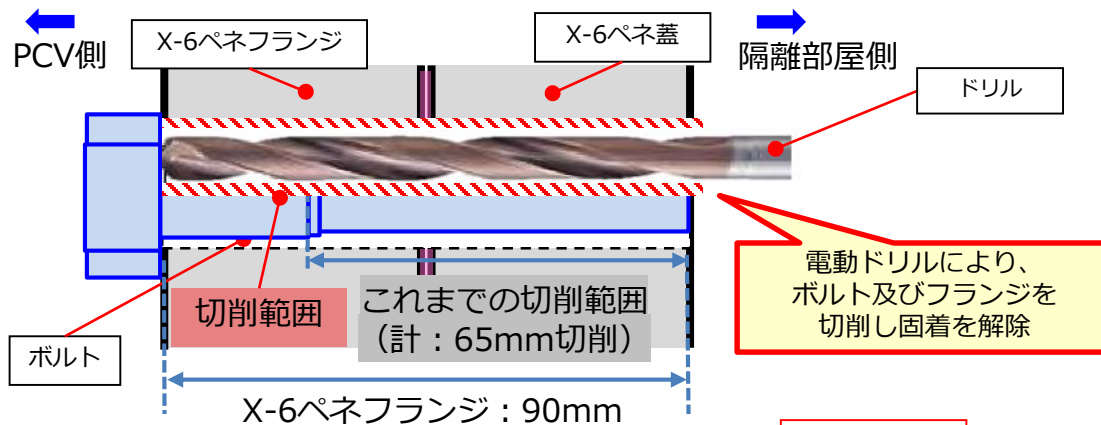
電動ドリルによるボルト先端部切削のイメージ



ボルト先端部切削状況

2-6. 現場作業の進捗状況 (電動ドリルによるボルト切削)

- 固着しているボルト8本（No.1,4,5,6,7,13,14,24）について、電動ドリルで更に深め（ハッチを貫通する程度）にボルトを切削する工法について、工場検証を行い、作業成立性が確認できたことから、現場に適用し、**ボルトの切削を実施し、No.13ボルトの除去が完了。**



電動ドリルによるボルト切削のイメージ

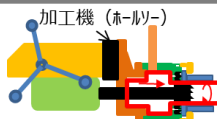
電動ドリルによるボルト切削状況

3. 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桙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除去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）		▽8月現在
・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）			↓

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

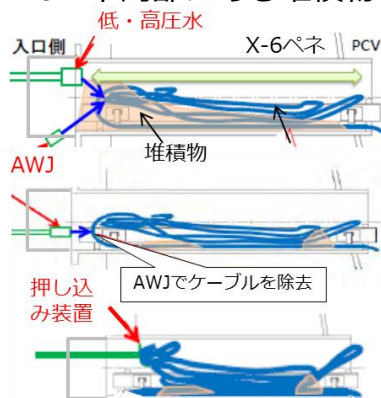
ハッチ開放装置



- 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

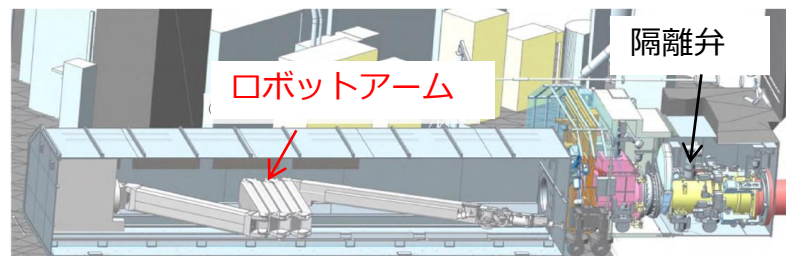
X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する



- 【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

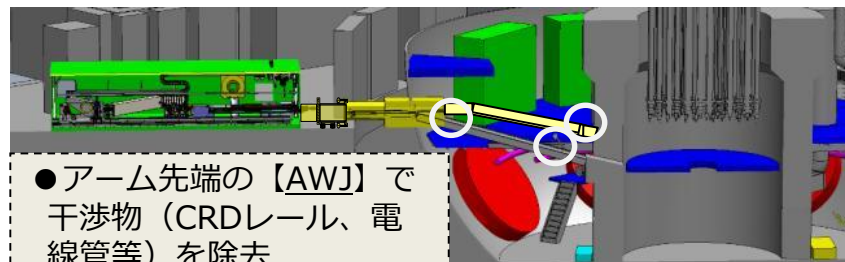
4. ロボットアーム設置

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



- アーム先端の【AWJ】で干渉物（CRDレール、電線管等）を除去

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>

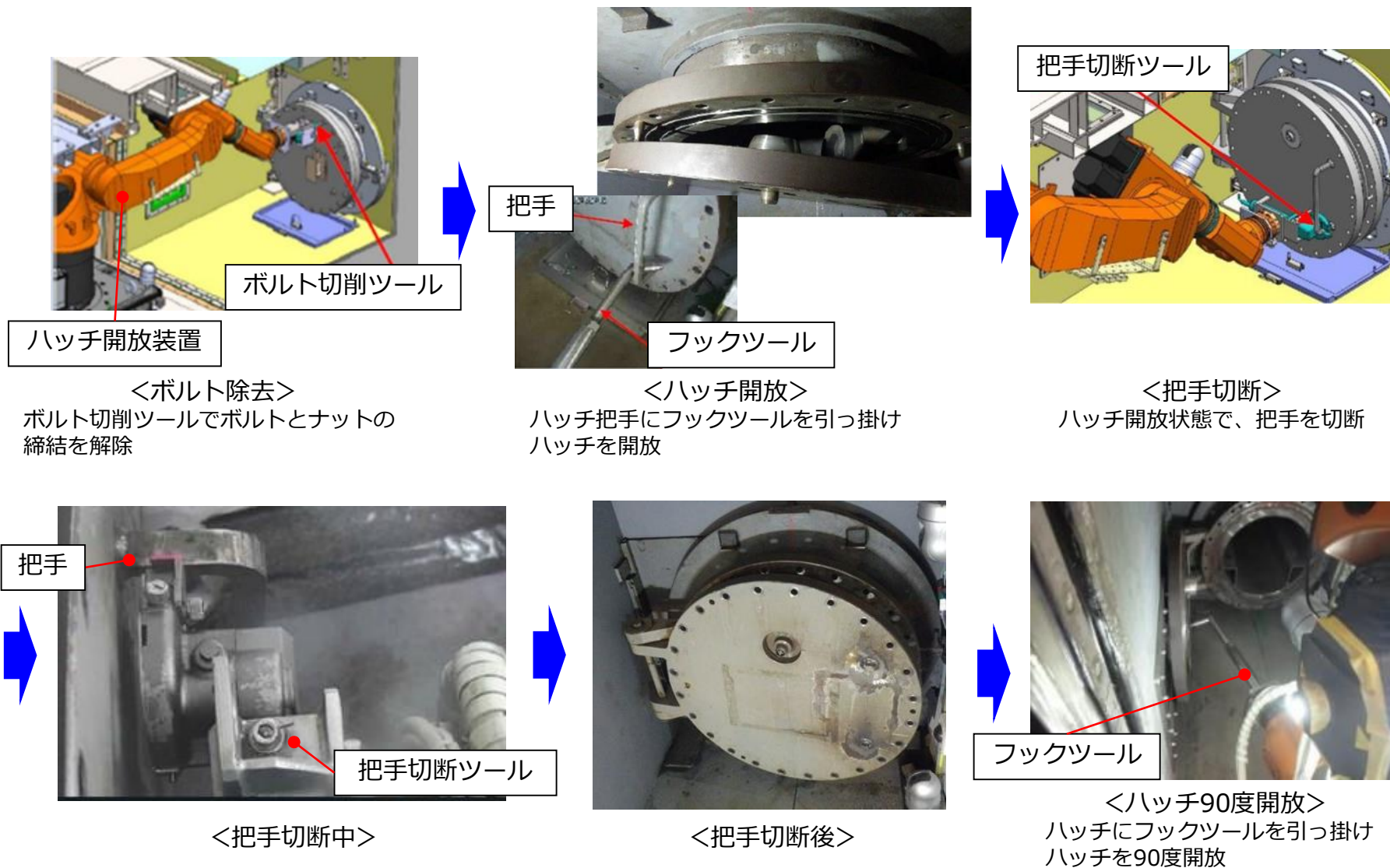


（注記）

- ・ 隔離弁：PCV内/外を仕切るために設置した弁
- ・ AWJ（アブレイシブウォータージェット）：高圧水に研磨材（アブレイシブ）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. 取り外したボルトの状況

- 震災時、X-6ペネハッチフランジ面間に隙間が生じた可能性があり、その隙間からハッチ外側に溶出物が漏れ出て、X-6ペネフランジ下部や床面に付着していることを確認。（過去の除染作業時に回収）
- 今回のボルト除去作業時に取り外したボルトの変色範囲から、**溶出物はX-6ペネフランジ面間の中心から、ボルト軸方向に広がっている**と推定。
- 長尺ホールソー及び電動ドリルで追加切削を実施することで、ボルト中央部からハッチ奥側まで切削できれば、ボルトの固着を低減する効果があると考え、固着対策を検討し、作業を実施中。



取り外したボルトの状況