

2号機原子炉建屋オペレーティングフロア フェンス撤去およびコアサンプル採取について (結果報告)

2014年3月27日
東京電力株式会社



IRID

国プロにおいて実施している内容に関しては東京電力株式会社と連携し、技術研究組合国際廃炉研究開発機構(IRID)の成果を活用しております。

1. 概要

- 作業目的：2号機燃料取り出し工法決定の判断材料に資するため、原子炉建屋オペレーティングフロア（以降、R/Bオペフロ）床面のコンクリートコアをロボットで採取する。
また、原子炉ウェルフェンス他をロボットで撤去することで、コアサンプル採取場所への動線を確保する。
- 実施日：フェンス撤去：平成26年3月13日（木）、14日（金）
コアサンプル採取：平成26年3月21日（金）、22日（土）
- 使用ロボット
フェンス撤去：iRobot Warrior（改）
 - ・電動はさみカッター装備
 - ・外部電源供給機能追加装備iRobot Packbot
 - ・監視用
 - ・バッテリー駆動コアサンプル採取：三菱 MEISTeR（マイスター）



Warrior



Packbot



MEISTeR

2. 作業内容（フェンス撤去）

3月13日（木）

- 2号機BOP（ブローアウトパネル）構台上にロボットを積載したコンテナを吊降し、BOPスライドドアを開け、ロボットを遠隔操作にてオペフロに投入。
- 撤去予定のフェンス（2カ所）のうち、東側の原子炉ウェルフェンス1カ所の撤去に成功。
- 2カ所目の異物混入防止フェンスへのアプローチ時にWarriorが横方向へバランスを崩し半転倒状態となった。
- 監視用Packbotのバッテリー残量および作業員の管理区域内作業時間制限を考慮して、翌日、復旧を試みることにした。その際、Warriorへの外部電源供給は維持継続した。

3月14日（金）

- 朝、Warriorのバッテリー残量がゼロになり、通信が途絶している状態を確認。
- 関係者で検討の結果、Warriorの遠隔での復旧は絶望的と判断し、残りのフェンス撤去およびWarriorの回収を断念した。

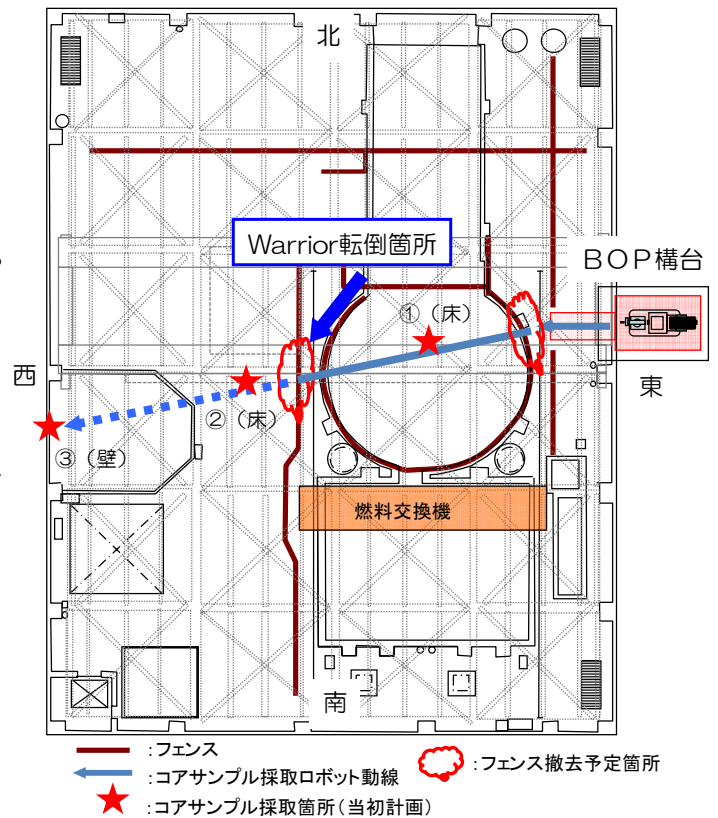


図1 フェンス撤去予定箇所

3. 東側の原子炉ウェルフェンス撤去状況



図2 フェンス脚部切断前



図3 フェンス脚部切断後



図4 フェンス撤去後

4. 作業内容（コアサンプル採取）

コンクリートコアサンプルの採取箇所について、右図の通り計画を見直し、採取した。また、追加で原子炉ウェル上の養生シートの一部を採取した。

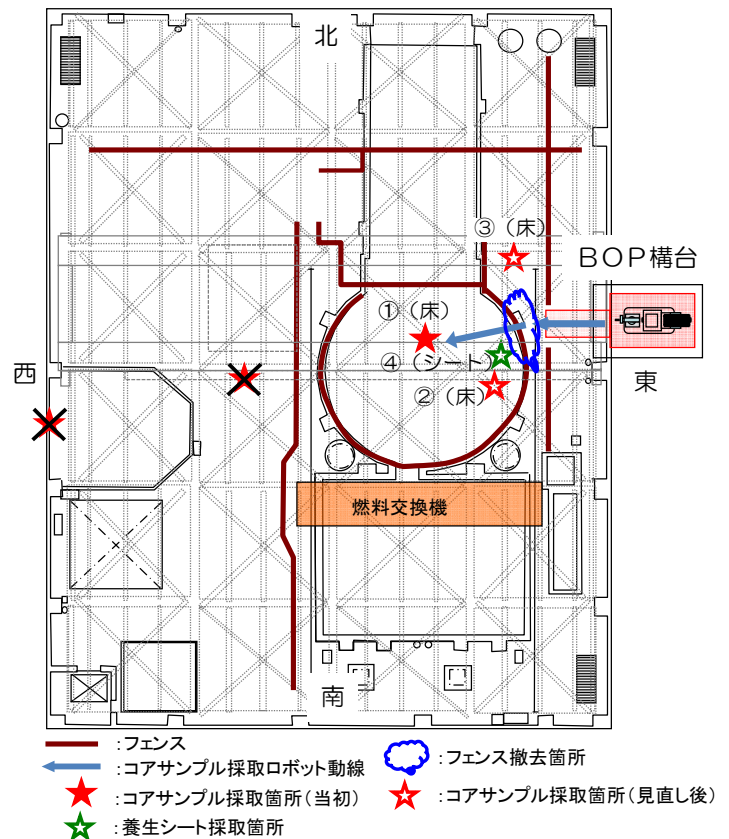
3月21日（金）

- 2号機BOP（ブローアウトパネル）構台上にロボットを積載したコンテナを吊降し、BOPスライドドアを開け、ロボットを遠隔操作にてオペフロに投入。
- ①および②の箇所のコアサンプルの採取に成功。

3月22日（土）

- ③の箇所のコアサンプルおよび④の箇所の養生シートの採取に成功。

今後、採取したコアサンプルおよび養生シートの一部は、JAEA大洗研究開発センターに輸送し詳細分析を行う。



5. コアサンプリング採取状況



図6 R/Bオペフロ移動

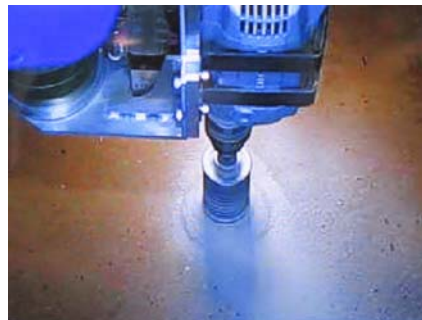


図7 コア切削



図8 コア回収



図9 コア収納



図10 シート採取

【参考】Warriorのトラブル事象について

【事象1】Warriorの半転倒について

- ・フェンスの反対側にアームを回し脚部を切断するため、アームを上げた状態でフェンスに接近し、燃料交換機のレール部乗り越え時にバランスを崩し、半転倒状態になった。
- ・事前に入念にモックアップや操作訓練を実施していたが、レール部周辺の凹凸状態や足下の資機材の散乱状況までは模擬出来ておらず想定より転倒リスクが高かったことが要因と考察。



【事象2】Warriorへの電源供給停止について

- ・外部電源の供給により、本体バッテリーが満充電になると自動的にバッテリー消費モードに切り替わる設定になっている一方、バッテリーを消耗しても外部電源には手動でしか切り替わる設定になっていなかったことを認識していなかったことが要因。
- ・バッテリー残量ゼロからの再起動は、Warrior本体の起動スイッチを操作する必要があり、スイッチの位置・大きさ・操作内容等を確認しPackbotでの対応を検討したが難易度が高く、対応は不可能と判断した。
- ・後工程を勘案し、Warriorの回収を断念。電源ケーブルを切断し、Packbotのみを回収した上でコンテナをBOP構台から下ろした。

【参考】ブローアウトパネル(BOP)部からの調査について

- 作業台車を搭載したコンテナボックスをブローアウトパネル部の構台に配置し、スライドドアから作業台車を遠隔操作にて投入する。
- 最初に原子炉ウェルフェンス等の切断を行うための遠隔作業台車を投入し、オペレーティングフロア内の移動動線を確保する。その後、コアサンプル採取用の遠隔作業台車を投入する。

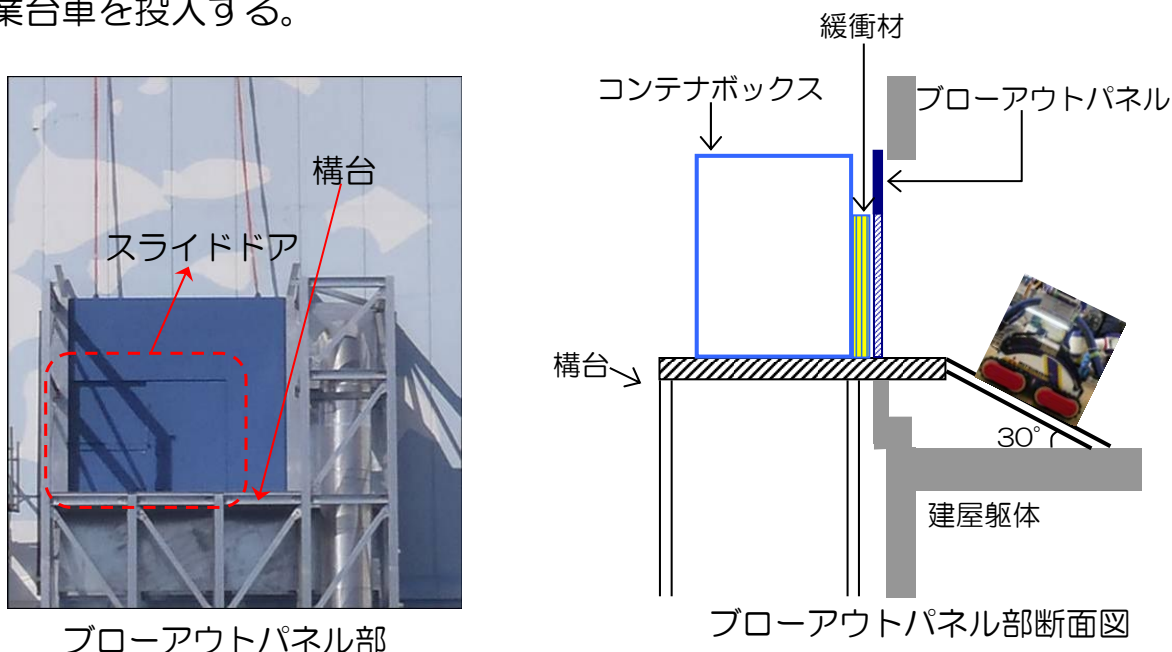


図 ブローアウトパネル部からの調査工法概要

【参考】フェンス切断工法について

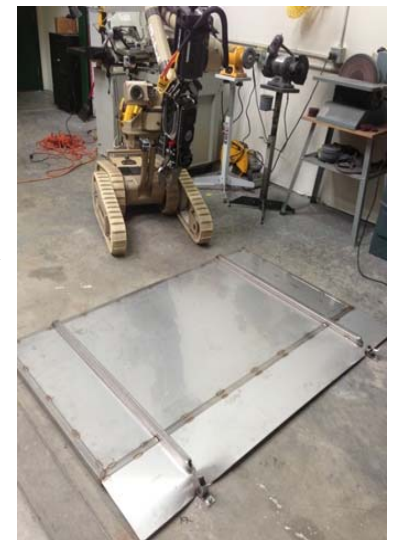
- 福島第一原子力発電所にて所有している、iRobot社製ROV「Warrior」のアーム部に切断ツールを装着し、オペフロ内を自走してフェンスを撤去する。
- 作業による油漏れや火災発生のリスクを低減するため、電動作動／ハサミ式カッターを採用。



1枚のフェンスにつき2箇所が地面に固定されており、最初に脚部を切断する。



切断治具先端に取り付けるカメラにより、切断を確認する。



脚部切断後、ウォーリアーのアームにより、手前or奥に倒す。

切断の流れ

【参考】コアサンプル採取方法について

三菱重工が開発した遠隔作業台車「MEISTeR」の先端アームの片腕にコアボーリング装置を装備し、もう方腕にはコアを切り離すためのタガネを装備する。装置は全て電動駆動であり、油漏れの危険性はない。



階段昇降時



コアボーリング時

- 台車寸法：全長1250mm、幅700mm、全高1300mm
- 質量：約550kg(本体480kg、コアボーリング装置約70kg)
- 対地自動追従式独立4クローラにより、階段や不整地の走行が容易
(原子炉建屋内の階段走行は、寸法上おどりで引っかけってしまうためNG)
- スロープや階段昇降時は自動で重心位置を検知し、上物の位置を変えることで適切な重心位置の確保が可能(左上図参照)。
- 双腕7軸ロボットアームによりコアボーリング等の作業が可能(右上図参照)。