

## 総合講演・報告 1

「福島第一原子力発電所使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた取り組みについて」

## (6) 3号機 燃料取扱設備等の設計および施工計画

## (6) Design and Construction plan of Spent Fuel Removal System for Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Unit 3

諏訪 蘭 司<sup>1</sup>, 東倉 一郎<sup>1</sup>, 伊藤 悠貴<sup>1</sup>, \*篠崎 史人<sup>1</sup>, 山口 貫太<sup>2</sup><sup>1</sup>株式会社 東芝, <sup>2</sup>東京電力ホールディングス株式会社

## 1. はじめに

福島第一原子力発電所第3号機（以下、3号機）オペレーションフロアは雰囲気線量が高く、被ばく低減の観点から有人作業による使用済燃料プールからの燃料取り出し作業が困難であるため、遠隔操作にて燃料を安全確実に取り出す設備が必要である。また燃料を取り出すためには、使用済燃料プール内の特に燃料上部に堆積した瓦礫（以下、小型瓦礫）の撤去を行うことが必要である。

株式会社東芝は東京電力ホールディングス株式会社と共に、小型瓦礫撤去と燃料取り出し、及び燃料を収納した構内用輸送容器を原子炉建屋地上階に移送するまでの一連の作業を遠隔にて実施可能な燃料取扱設備を開発した。ここでは燃料取扱設備の概要と各機器を用いた施工計画、及び燃料取扱設備の操作訓練実施状況を紹介する。

## 2. 燃料取扱設備の設備概要

燃料取扱設備は、3号機使用済燃料プール上部に懸架されたFHMガーダ上に設置され、さらに全体を燃料取り出し用カバーで覆われる。燃料取扱設備の設置イメージを図1に示す。

燃料取扱設備は、小型瓦礫撤去、燃料取り出し及び構内用輸送容器への収納を行うための燃料取扱機、構内用輸送容器の一次蓋ボルトの締付と、原子炉建屋の地上階まで移送するクレーン、各機器を駆動するための制御盤コンテナ内の制御盤及び水圧ユニット、及び一連の作業を遠隔監視するためのITVシステム等で構成される。各機器の操作は別建屋内（事務本館）に設置される遠隔操作室から操作する。燃料取扱設備の主構成機器の概要を次項以降に示す。

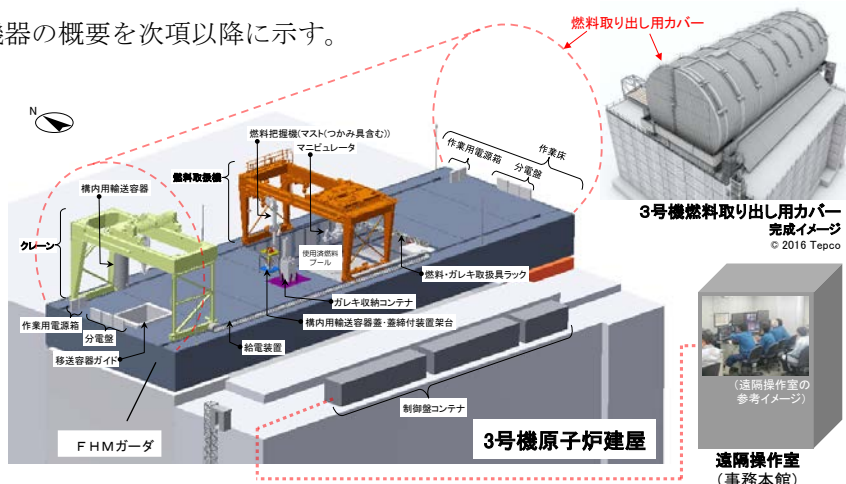


図1 燃料取扱設備の設置イメージ

## 2-1. 燃料取扱機

燃料取扱機は、ブリッジ、燃料把持機、テンシルトラス、マニピュレータ及び補助ホイスト（東西各1基）で主に構成され、FHMガーダに設けられたレール上に設置し、遠隔操作室内に設置する操作卓にて遠

隔操作する。テンシルトラスは図2に示すように、ブリッジ上のテンシルトラス・トロリに設置され、ブリッジ上を横行し、燃料把持機、補助ホイストはブリッジ側面を横行する。

使用済燃料プール内の燃料は、燃料把持機先端の燃料つかみ具にて取り扱い、また小型瓦礫撤去は主にテンシルトラスに設置されたマニピュレータと吸引装置にて行う。マニピュレータは両腕タイプでテンシルトラスに取り付けられており、小型瓦礫の把持、切断、燃料取り出し時の作業補助等を行う。マニピュレータの左腕先端には標準つかみ具が取り付けられ、右腕先端には瓦礫の切断、把持などの作業に応じた各種の瓦礫取扱具に取替えができる構造となっている。吸引装置は、水中ポンプと吸引した小型瓦礫を集積するフィルタ付きの容器（遠隔操作にて取替可能）からなり、マニピュレータでの取扱いでは時間を要する細かな瓦礫を回収する。

燃料取扱機には、3台の気中用の耐放射線性カメラと水中でも使用可能な7台の耐放射線性カメラが取り付けられている。燃料取扱機の操作は、遠隔操作室に設置される操作卓を用いてカメラ画像等を確認しながら遠隔操作にて行う。ブリッジ、トロリ、燃料把持機、補助ホイスト等にはインターロック機能を設け、燃料の落下防止、クレーンとの衝突防止、使用済燃料プールから燃料が過度に吊り上げられるのを防止する等の安全対策を設けている。

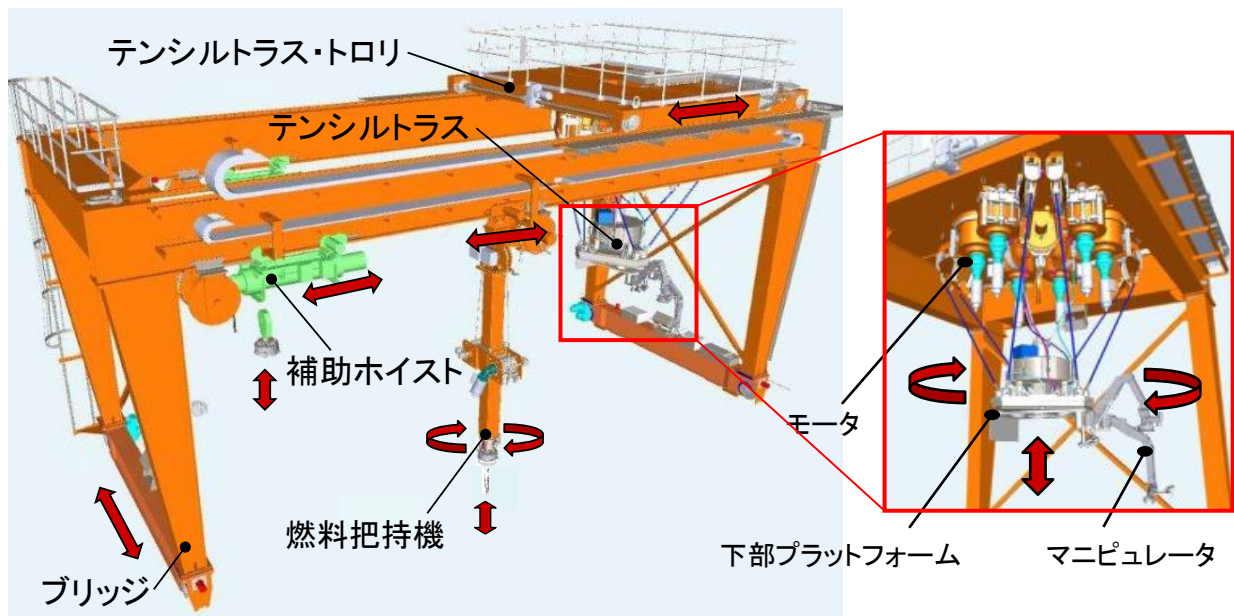


図2 燃料取扱機概略図

## 2-2. クレーン

クレーンは、ブリッジ、トロリ、主巻及び補巻で主に構成され、遠隔操作室内に設置される操作卓にて操作し、FHMガーダに設けられた走行レール上を走行する。図3に示すように、トロリには主巻と補巻を備え、ブリッジ上のトロリレールを横行する。

構内用輸送容器と瓦礫収納コンテナの地上階までの吊下げ及びFHMガーダ上への吊り上げは、主巻にて行う。補巻の先端は各種ツールが付け替え可能な構造となっており、遠隔操作による構内用輸送容器の一次蓋の取り付け・取り外し等が可能な蓋締付装置等を接続可能である。クレーンには、3台の気中用の耐放射線性カメラと水中でも使用可能な2台の耐放射線性カメラが取り付けられている。

クレーンの操作は、燃料取扱機の操作と同様に遠隔操作室に設置される操作卓を用いてカメラ画像等を確認しながら遠隔操作にて行う。ブリッジ、トロリ等にはインターロック機能を設け、構内用輸送容器の安全輸送経路の設定、クレーンの衝突防止等の安全対策を設けている。

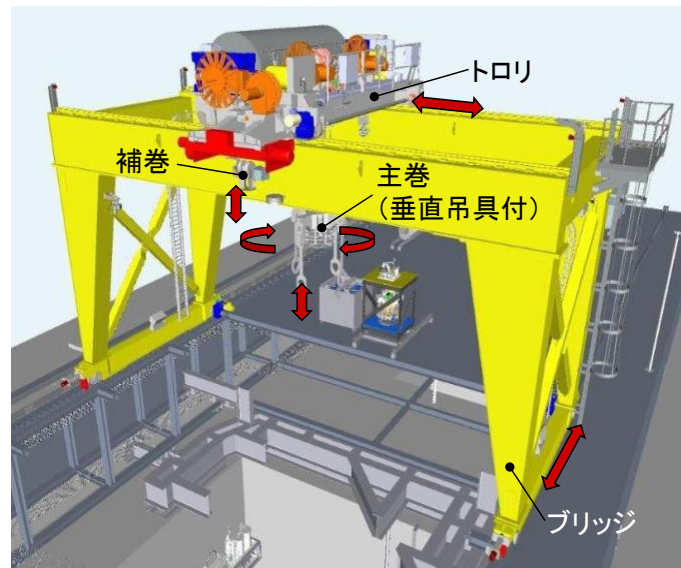


図3 クレーン概略図

### 3. 施工計画

燃料取り出し作業は、①小型瓦礫撤去、②使用済燃料プール内の燃料を構内用輸送容器へ充填、③構内用輸送容器の地上階とFHMガーダ上への搬出入の3つに大きく分類される。作業フローを図4に示す。

小型瓦礫撤去は、主に燃料取扱機のマニピュレータと吸引装置等を用いて実施され、撤去した瓦礫は瓦礫収納バスケット及び瓦礫収納コンテナに集められ、クレーン主巻にて地上階に搬出される。使用済燃料プール内の566体の燃料取り出し及び構内用輸送容器への燃料充填は、燃料把持機先端の燃料つかみ具を用いて実施する。構内用輸送容器には7体の燃料を充填でき、構内用輸送容器の搬出入は、クレーン主巻で実施する。また使用済燃料プール内に設置した構内用輸送容器の一次蓋ボルトの緩めと取り外し、及び燃料充填後の一次蓋の取り付けと一次蓋ボルトの締め付けは、クレーン補巻先端に接続した蓋締付装置で実施する。各作業では、機器の細かな位置合わせ等の作業補助のためマニピュレータを使用する。またマニピュレータ、テンシルトラス、補助ホイスト、マスト等に設置されたカメラを用いて各作業時の視野を確保しながら施工する計画となっている。

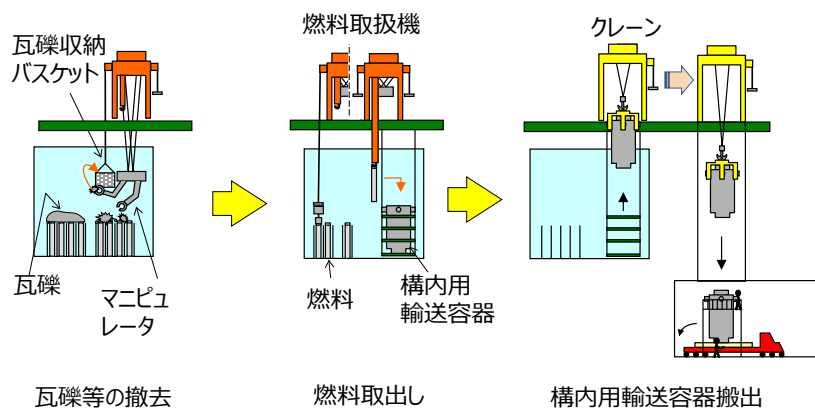


図4 作業フロー

### 4. 操作訓練状況

燃料取り出し作業は、現場に作業員を配置することなく遠隔操作室からカメラ映像を確認しながらの遠隔操作となるため、操作技術の習熟が必要である。このため、実機環境を模擬した訓練設備を準備して燃料取

扱設備を用いた操作訓練を実施した。操作訓練は、①小型瓦礫撤去、②模擬燃料の取り出し及び構内用輸送容器への充填、③模擬構内用輸送容器の取扱い等について実施した。またこの操作訓練によって得られた知見（作業員の改善要望等）に基づき設備の細かな修正を図るだけでなく、実機での作業要領に反映し、現場作業の更なる安全性の向上を図っている。水中での瓦礫把持・切断訓練の状況を図5、図6に示す。

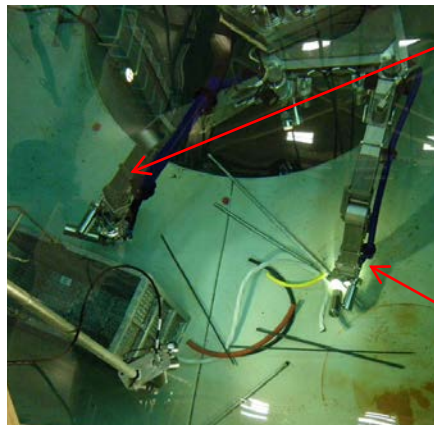


図5 瓦礫を左腕で把持している状態

右腕

左腕

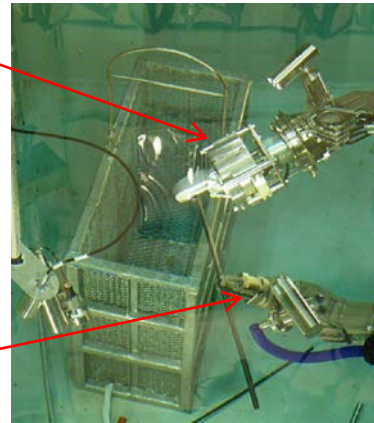


図6 左腕で把持した瓦礫を右腕で切断する状態

## 5. まとめ

3号機は現場の雰囲気線量が高いため、遠隔操作にて小型瓦礫の撤去と燃料取り出しを安全確実に実施できる設備が必要である。そこで、小型瓦礫撤去と燃料の取り出しから構内用輸送容器による燃料の原子炉建屋地上階への搬出までの一連の作業を、遠隔にて実施可能な燃料取扱設備を開発した。また開発した燃料取扱設備の操作技術の習得を目的とした操作訓練を実施することで、設備改善要望等の知見（作業員の改善要望等）を得られた。今後、得られた知見を実機及び各作業要領に反映することで、現場作業における更なる安全性の向上を図り実機に適用する。

Tsukasa Suwazono<sup>1</sup>, Ichiro Tohkura<sup>1</sup>, Yuki Itoh<sup>1</sup>, \*Fumihito Shinozaki<sup>1</sup>, Kanta Yamaguchi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>TOSHIBA CORPORATION, <sup>2</sup>Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc