

福島第一原子力発電所3号機 使用済燃料取り出し完了までの道のり

Completion of Spent Fuel Removal from Fukushima Daiichi NPS Unit 3

東京電力HD(株)	中島 典昭	Noriaki NAKASHIMA	Non-Member
東京電力HD(株)	土井 秀信	Hidenobu DOI	Non-Member
東京電力HD(株)	清水 研司	Kenji SHIMIZU	Non-Member
東京電力HD(株)	野田 浩志	HIROSHI NODA	Non-Member
東京電力HD(株)	原 貴	TAKASHI HARA	Non-Member

Abstract

At Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Unit 3, the Spent Fuel Pool(SFP) was buried in rubble due to the hydrogen explosion. In order to keep the Spent Fuel stored in the SFP safe, we removed them to the Common Spent Fuel Pool, which is not damaged by the explosion. This paper describes rubble removal, installation of Spent Fuel Removal System and Spent Fuel Removal at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Unit 3.

Keywords: Spent Fuel Pool, Spent Fuel Removal, Fukushima Daiichi NPS, Decommissioning, Remote control system

1. はじめに

震災が発生した2011年3月の時点で、福島第一原子力発電所の1~4号機の使用済燃料プールには、あわせて約3000体の燃料を保管していた。震災後1~4号機は爆発による建屋損傷、または放射性物質放出による放射線量上昇等により、震災前と大きく異なる厳しい環境となったことから、使用済燃料プール内の燃料をより安定な状態で保管・管理するため、同じ発電所構内にある別の建屋のプール（共用プール）へ移送する計画とした。

3号機では、爆発により建屋上部に散乱した瓦礫を撤去し、放射線量を低減させるため、除染・遮へいを行った。さらに放射性物質の飛散を抑制するため建屋上部にドーム型のカバーを設置した。また作業員の被ばく線量を抑えるため遠隔操作できる燃料取扱設備を設置し、2019年4月より燃料取り出し作業を開始し、2021年2月に燃料取り出し作業を完了した。

本稿では3号機における燃料取り出しの取り組みについて紹介する。

2. 瓦礫撤去及び除染・遮へい・カバー設置

2011年3月時点で、3号機使用済燃料プール内には、566体の燃料を保管していた。原子炉建屋の天井と変形した燃料交換機がプール内に落下していた。これらの大型瓦礫は遠隔操作式のクローラークレーンを用いて撤去した。現場には複数台のカメラを配置し、立体感や遠近感を得て操作しやすくした。大型瓦礫撤去後に集積・吸引・はつりの機能を備えた遠隔操作の装置により散在していた小型瓦礫の撤去や床表面のはつりを実施した。

その後、最大厚さ250mmの鋼板の遮へい体を設置し、燃料取扱設備等の設置に要する有人作業が可能なレベル（1mSv/hオーダー）まで線量低減を図った。

線量低減後、門型架構と門型架構上部にドーム屋根を設置する構造で、燃料取り出し用カバーを設置した。

3. 主要設備

燃料取り出し作業には、燃料上部に堆積した瓦礫を撤去し、燃料を取り出すための燃料取扱機、燃料を共用プールまで移送するための輸送容器、輸送容器を移送するためのクレーンが必要となる。また作業員の被ばく線量を抑えるため、燃料取扱機、クレーン、輸送容器は遠隔操作が可能な仕様とした。

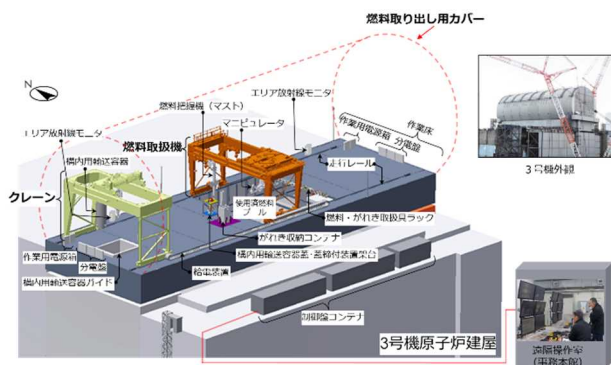


Fig.1 Appearance of Unit 3 Spent Fuel Removal System

3.1 燃料取扱設備

燃料取扱設備は燃料取扱機、クレーンで構成される。これらはいずれも門型構造であり、使用済燃料プール上部に設置した。

燃料取扱機はブリッジ、燃料把握機、テンシルトラス、マニピュレータ等で主に構成される。燃料把握機、テンシルトラスはブリッジ上を横行する。テンシルトラスには2本のマニピュレータを取り付けており、片方のマニピュレータの先端は瓦礫の把持、切断など作業に応じて各種の治具に取り替えることが可能な構造となっている。燃料取扱機は吊りワイヤーの二重化やインターロック機能等により、燃料の落下防止や、燃料が過度に吊り上げられることを防止する等の安全対策を講じた。

クレーンはブリッジ、トロリ、主巻、補巻で主に構成される。トロリには主巻と補巻を備え、ブリッジ上を横行する。輸送容器の吊り上げは主巻で行う。補巻の先端は輸送容器の蓋を締め付ける装置（蓋締付装置）を接続することが可能な構造となっている。クレーンは吊りワイヤーの二重化やインターロック機能等により、輸送容器の落下防止や、予め定められた動作範囲から逸脱することを防止する等の安全対策を講じた。

燃料取扱機及びクレーンは、放射線量の低い遠隔操作室内に設置された操作卓にて操作する。また燃料取扱機、クレーン等に取り付けた耐放射線カメラからの映像を遠隔操作室内のモニターで確認する。

3.2 輸送容器

震災前に使用していた輸送容器は作業員が蓋締めや、容器表面の除染等を行う設計であったため、これらを遠隔操作で対応可能な輸送容器を新たに設計、製造した。輸送容器は7体の燃料を収納することが可能であり、密封、除熱、遮へい、未臨界の安全機能及び構造強度を有

している。

輸送容器の蓋締めは、蓋締付装置を遠隔操作して蓋ボルトを締め付けることができる。また蓋のシール部に空気を加えて密封性を確認する。輸送容器の表面には突起物を設けず、塗装には除染性に優れた塗料を採用しており、使用済燃料プールから吊り上げた後、容器表面の洗浄が容易な構造としている。

4. 遠隔操作訓練

燃料取り出し作業は、使用済燃料プール近傍に作業員を配置せず、遠隔操作室にてカメラ映像を確認しながら燃料取扱設備を操作するため、操作技術の習熟が必要である。このため、メーカーの工場内に模擬のプールを準備し、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瓦礫撤去、②模擬燃料の取り出し、③模擬輸送容器の取扱い等について実施した。また操作訓練によって得られた知見に基づき、設備改善を図る他、作業手順書を改善し、現場作業の更なる安全性向上を図った。

また3号機に燃料取扱設備を設置した後も、模擬燃料を用いて遠隔操作の訓練を行った。

5. 燃料取り出し作業

燃料取扱設備を用いて燃料上部に堆積した瓦礫を撤去する作業を進め、2019年4月から燃料取り出し作業を開始した。2021年2月に84回目の燃料取り出し作業を終え、全566体の燃料取り出しを完了した。燃料取扱設備に発生した不具合に対しては、一つひとつ原因を究明し、再発防止対策に取り組むとともに、迅速な復旧、対応が可能なよう交換用部品の手配、対応手順の整備を行った。

一部の燃料は瓦礫落下の影響で燃料のハンドルが変形しており、専用のつかみ具や輸送容器の改造等、特別な対応を要した。また、一部の燃料は隙間に入り込んだ瓦礫の影響で引き抜けない状態となっており、治具による干渉解除対応を要した。

6. おわりに

協力企業と連携し、遠隔操作による3号機の燃料取り出し作業を安全に完了することができた。今回得られた知見を活かし、引き続き他号機の燃料取り出しを着実に進めていく。