

福島廃炉に向けた燃料取出しのための技術開発

Development of technology for fuel removal of the Fukushima Decommissioning

日立 GE ニュークリア・エナジー(株)	木下 博文	Hirofumi KINOSHITA	Non member
日立 GE ニュークリア・エナジー(株)	吉田 拓真	Takuma YOSHIDA	Non member
日立 GE ニュークリア・エナジー(株)	清水 禎人	Sadato SHIMIZU	Non member
日立 GE ニュークリア・エナジー(株)	米谷 豊	Yutaka KOMETANI	Non member

The decommissioning work at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station needs to plan based on the information of investigation in the reactor building and the environmental status such as radiation dose rate.

It is necessary to develop the remote operation technologies for investigation in the reactor building, radiation measurement, removal of spent fuel and fuel debris.

Hitachi Group is developing the various remote operation technologies for removal of spent fuels from the spent fuel pool and fuel debris from the reactor.

For planning of removal of spent fuel from the spent fuel pool at unit No.1, we have developed and utilized the long pole-type remote investigation tools coincide with the dismantling of the existing reactor building cover.

Also, we are considering some fuel removal procedure assuming a variety of environments. And furthermore, we have developed the remote investigation technologies inside the reactor or the primary containment vessel.

Keywords: decommissioning work, high-dose radiation, rubble removal, investigation, fuel, fuel debris

1. はじめに

福島第一原子力発電所の廃炉作業は、震災後の建屋、機器の損傷状況や雰囲気線量等の現場情報の収集結果をその後の作業計画等へ反映しながら進められる。

また、災害現場においては、高い放射線環境となる等、情報収集や建屋内での各種作業に対して遠隔操作型ロボットの適用を求められる状況にある。

このような環境の中、日立グループでは、廃炉作業を進めるための大きな作業ステップとなる使用済燃料プールに保管中の使用済燃料取り出し、原子炉圧力容器から格納容器内に一部が溶出したと推定される燃料デブリの取り出しに向けた技術開発を進めている。^{[1][2]}

本稿では、使用済燃料プールからの燃料取出し、原子炉あるいは格納容器内の燃料デブリ取出しに向けた日立グループの取り組みについて紹介する。

2. 使用済燃料プールからの燃料取出し

使用済燃料プールからの使用済燃料取出しは、福島第一原子力発電所4号機で実施され、2014年12月に完了している。現在、1～3号機でも取り出しが計画されており、各号機の燃料状況や現場環境に合わせた作業計画、技術開発を行っている。

(1) 4号機での取り組み

4号機では、2013年11月～2014年12月の約1年間で使用済燃料プールに保管されていた1,533体の燃料の取出しが行われた。使用済燃料プール内の燃料取り出しに先立ち、既存の設備、床面や水中に堆積したコンクリート片等のガレキ撤去を行う必要があった。

このため、遠隔装置を用いた燃料プール内のガレキの落下状況や燃料状況を目的にした水中調査の実施、プール内ガレキ撤去のための遠隔ツールの開発を行い、燃料取り出しに向けた環境整備を行った。また、天井クレーン、燃料取扱機等の燃料取出し・移送に使用する設備の製作・納入を行った。

(2) 1号機での取り組み

1号機の使用済燃料プールからの燃料取出しを推進するためには、4号機での取り組みと同様に最上階の状況を調査・把握する必要がある。

しかし、1号機では、爆発損傷により原子炉建屋の最上階が屋根・天井の鉄骨、コンクリート片等が堆積する環境であり、かつ、震災後に設置された建屋カバーにより覆われていたため、内部の状況把握が困難な状態が続いていた。

このような環境において、最上階のガレキ撤去・使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた作業準備として、2012年10月に原子炉建屋内の大物搬入口から気球を

用いた最上階の状況や雰囲気線量の遠隔調査，2015年9月以降の既存カバーの解体にあわせて実施した長尺ポールによる遠隔調査にて，建屋最上階の環境，構造物の状況把握を進めている。

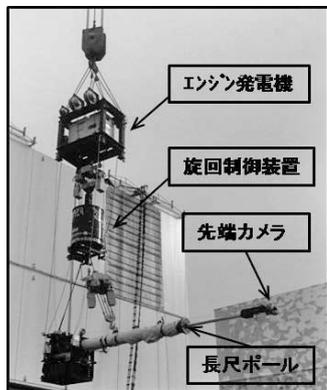


Fig.1 Outline of long pole-type remote investigation tool

今後は，これまでの調査結果と，必要に応じた追加調査による情報を元に，ガレキ撤去に必要となる遠隔技術の開発，および，使用済燃料プールの燃料取り出しに必要となる工法・遠隔技術の開発を行い，取出し作業への準備を進める。

3. 燃料デブリ取出しへの取り組み

福島第一原子力発電所では，格納容器内地下階まで溶融流出したと推定される燃料デブリを調査し，燃料デブリの取出し工法の検討を進めることが求められている。こうした状況に対して，日立GEニュークリア・エナジー（株）は，原子炉格納容器内部の調査ロボットの開発を行い，現地建屋内での調査を進めると共に，燃料デブリを取出す工法についての検討と工法を実現するための要素試験を実施している。

なお，これらの調査や工法の検討は，国際廃炉研究開発機構（IRID）の組合員として，資源エネルギー庁の補助事業の交付を受けて進めている。

(1) 原子炉格納容器内調査

原子炉格納容器内部の調査用ロボット投入には，開口となる直径100mmの管内走行と床面上の安定走行を両立する課題があった。この課題に対し，移動機構を変化させ，狭あい空間通過可能なI字型姿勢と，床面を安定走行可能なコの字型姿勢への変化を可能とした形状変化型ロボットの開発を行った。この形状変化型ロボットにより1号機の原子炉格納容器内部1階グレーチング上の調査を行い，地下階における燃料デブリの分布調査を進めるための有益な情報を得た（B1調査）^[3]。また，1号機の

地下階の調査に向けた準備を進めている（B2調査）。

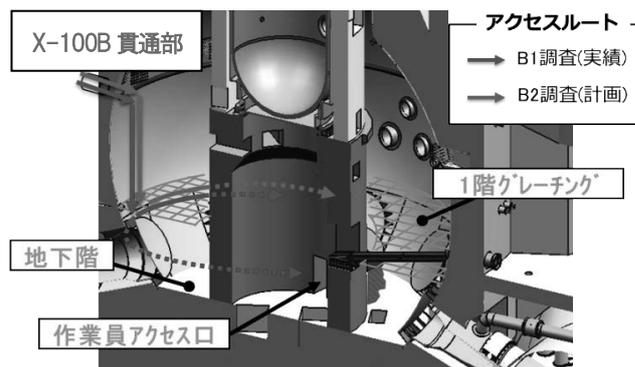


Fig.2 Access route of PCV interior investigation

(2) 燃料デブリ取出し工法の検討

燃料デブリを取出す工法について，実現性が高いと考えられる代表の3工法（冠水・上アクセス工法，気中・上アクセス工法，気中・横アクセス工法）を対象として燃料デブリ・炉内構造物取出し工法・システム・装置の検討を行うと共に，工法の実現性を評価するために必要なデータ・情報を取得するため，要素試験を実施している。

3工法の実現性を見極めるために必要な要素試験としては，燃料デブリ・炉内構造物の取り出しにおける汚染拡大防止技術に関する要素試験，燃料デブリへのアクセス技術に関する要素試験及び燃料デブリ取出しにおける遠隔操作技術に関する要素試験を実施している。

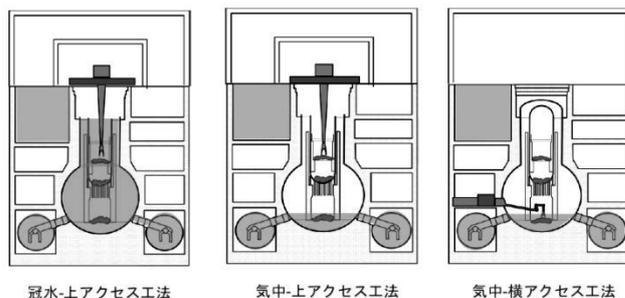


Fig.3 Conceptual plan of fuel debris removal

参考文献

- [1] 木下博文，米谷 豊 他，“福島復興に向けた新技術の開発”，日立評論，Vol.95，2013,12，pp.41-46.
- [2] 木下博文 他，“原子力発電の安全性向上技術”，日立評論，Vol.97，2015,12，pp.43-51
- [3] 東京電力ホールディングス(株) HP動画解説“前人未到の挑戦 ロボットが伝える原子炉格納容器内部” http://www.tepco.co.jp/tepconews/library/archive-j.html?video_uuid=q5o348ib&catid=69619