

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」

(8) 1号機 建屋カバー解体における遠隔誘導システム、ガレキ吸引装置等の開発

(8) Development of Remote Guiding System, Rubble Suction Device, etc.,

for Dismantling Building Cover of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Unit 1

*黒澤 到¹, 梶波 信一¹, 山崎 忍¹, 塚原 裕一¹, 廣瀬 豊¹, 木ノ下 英雄²¹清水建設株式会社, ²東京電力ホールディングス株式会社**1. はじめに**

水素爆発により原子炉建屋のオペフロ上部が損傷した福島第一原子力発電所1号機からの放射性ダストの飛散を抑制するため、2011年10月に原子炉建屋カバーを設置した。その後、原子炉の安定冷却の継続等によりダスト放出量が大幅に低減したことから、2015年4月より建屋カバーの解体に着手した。建屋カバー解体後は原子炉建屋オペフロのガレキ撤去、燃料取り出し用カバー架構等を設置した後、使用済み燃料プールから燃料を取り出すことを計画している。

ここでは、建屋カバー解体技術である遠隔誘導システムの開発、万一の放射性ダストの飛散に備えた、ミスト散布装置の設置に干渉する小ガレキを吸引する装置の開発、及び、支障鉄骨を撤去する装置の開発について報告する。

2. 建屋カバー解体技術遠隔誘導システムの開発**2-1. 遠隔誘導システムの開発**

原子炉建屋カバーの設置や解体は、作業員が近づけない高線量環境下での作業となるため、遠隔誘導により部材の設置や取外しを行う必要不可欠な技術として、2011年の着工時（カバー設置時）に開発したものである。図1及び写真1に、誘導システムの概念及び誘導システムのモニター画面を示す。

原子炉建屋の周囲に配置したレーザー計測器を免震重要棟から遠隔操作し、吊り治具に取り付けたプリズムの位置を正確に把握するシステムを構築した。このシステムを用いることで、カメラワークに頼る施工を計測数値による正確な施工に変えることができ、玉掛け時間が短縮し、解体作業の安全性が飛躍的に高まった。

このシステムは、建屋カバーの設置や解体のみならず、ガレキ状況を把握するための各種調査機械の誘導、飛散防止剤散布装置の誘導等、主な工事の誘導ツールとして幅広く活用している。

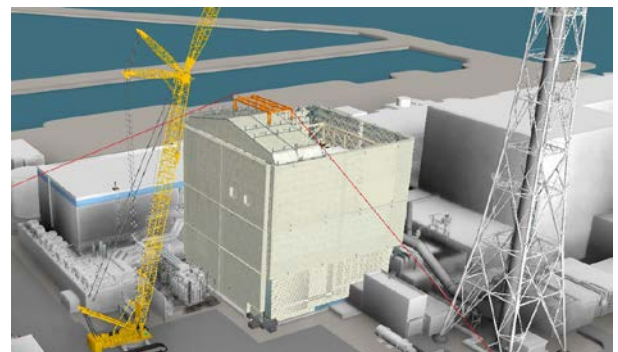


図1 誘導システム
(レーザー計測器による吊り治具の位置把握)



写真1 誘導モニター
(複数のカメラ映像、吊り治具の位置を数値で表示)

2-2. 自動玉掛装置の開発

自動玉掛装置は、2011年の着工時（カバー設置時）に開発した技術である。建屋カバーは応急措置として設置した構築物であり、解体することを見据え、あらかじめ自動玉掛装置を開発した。写真2に屋根パネルの吊り治具及び自動玉掛装置を示す。遠隔誘導システムを使って吊りピースとクランプの位置を一致させたのち、電動シリンダの遠隔操作によって、吊りピンを吊りピース孔に挿入することで玉掛けが完了する装置である。



写真2 屋根パネル吊り治具、自動玉掛装置

3. 小ガレキ吸引装置【 Karuwaza-1 】の開発

3-1. 背景

1号機は原子炉建屋オペフロ上部の鉄骨構造のうち、屋根部材の大部分は最上階の上に崩落しているが、壁を構成していた鉄骨部材は外周に残存している。この残存鉄骨を利用し、ガレキ撤去作業時の万一の放射性ダストの飛散に備え、舞い上がった放射性ダストを抑え込むミスト散布装置の設置を計画したが、残存鉄骨上に堆積した小ガレキが計画の障害となっていた。そこで、小ガレキを吸引する装置を開発した。

3-2. 開発のポイントと対応

図2、写真3にガレキ吸引装置の概要を、写真4に狭隘部での小ガレキの吸引状況を示す。開発のポイントは以下に示す通りである。

- ①狭隘部の小ガレキを吸引できること
- ②放射性ダストを排気ガスと一緒に排出しないこと
- ③吸引した小ガレキを容易に、安全にサイト内の保管箱に移動できること

①については、伸縮式吸引ダクトおよびダクト旋回装置を組み込むことで、ブレース用ガセット付近等の狭隘部にある小ガレキの吸引を可能とした。また、排気ガスノズルに水平旋回装置を組込むことで、吸引装置のより細かい姿勢制御を可能とした。②については、HEPAフィルタを備えたガレキ収納BOXを内部に持つ構成とした。また、万一のフィルタの損傷に備えて、排気ガス出口にさらに同種のフィルタを組み込むことによって、2重化した。③については、上記のガレキ収納BOXをそのまま家庭用掃除機の紙パックの要領で回収ボックス（保管容器）に収納できるサイズとした。

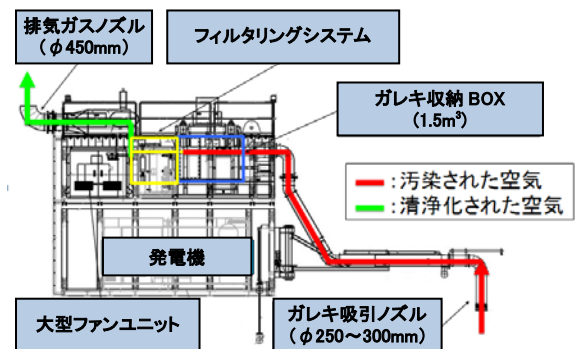


図2 ガレキ吸引装置

- ・重量：約22t（ガレキ回収前）
- ・ガレキ吸引能力（小ガレキ1個）
- ・寸法：約250mm
- ・重量：約20kg

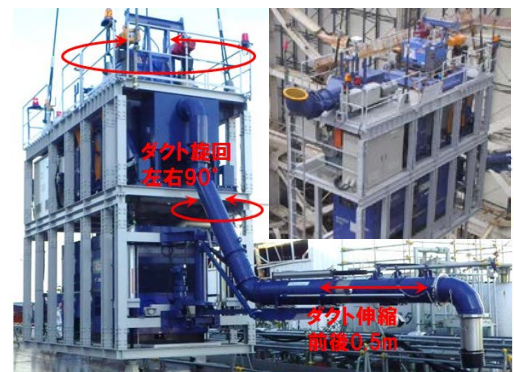


写真3 ガレキ吸引装置



写真4 小ガレキの吸引状況

4. 支障鉄骨撤去装置【Hitokuchi】の開発

4-1 背景

前章で述べた原子炉建屋最上階の外周の残存鉄骨には、小ガレキだけではなく、折れ曲がった鉄骨や配管等が引っかかっており、ミスト散布装置を残存鉄骨に引っ掛ける計画の障害となっていた。このため、これらを撤去する装置を開発した。

4-2 開発のポイントと対応

開発のポイントは以下に示す通りである。

- ①撤去時・切断時に撤去対象物を落下させないこと
- ②細かな位置合わせができること
- ③狭隘部でも安全に作業できること

写真5～写真7に装置全景、切断ツール及び把持ツールの概要を示す。①については、鉄骨の切断ならびに確実な把持力を確保するために油圧駆動方式を採用し、切断ツールにも把持機能を設けた。200kgまでのガレキの保持・切断が可能とした。②、③については、装置上部に巡回制御装置を具備することで、クレーンでの大まかな位置決めと方向制御を可能とした。また、装置のアーム部分から先に5つの自由度を設けることで、最適な姿勢でのアプローチを可能とした。更に、全体の機器構成を縦型とすることで、残存鉄骨コーナ部等の狭隘部での作業も可能とした。

装置各所にカメラを合わせて6台装備しているが、それでもクレーンオペレータが対象物と装置の距離感をつかむことは極めて難しい。今回の作業では、高い安全性と精度が要求されるため、本装置に並行して盛替可能な昇降式俯瞰カメラを合わせて開発した。本カメラは、作業部位の位置に合わせて設置し、対象作業の高さに合わせて高さを変えて俯瞰した画像を取得できるので、対象部位への衝突を回避しつつ、把持、切断作業が効率的に行えた。あわせて、クレーンオペレータの負荷が大きく軽減された。

5. おわりに

建屋カバーの屋根パネルを撤去し、更にミストノズルユニットに干渉する小ガレキの吸引、鉄骨や配管等の撤去後、写真8に示す通り原子炉建屋オペフロ既存鉄骨にミストノズルユニットを設置した。

今後も作業員の被ばく低減に資する省人化・無人化機器を活用し、廃炉に向け安全・着実に作業を進めていく。



写真5 装置全景
(クレーンで吊り下げて使用)
重量：約18t
駆動装置：油圧



写真6 切断ツール



写真7 把持ツール



写真8 ミストノズルユニット設置状況
(東面) (東面7箇所、西面6箇所)

* Itaru Kurosawa¹, Shinichi Kajinami¹, Shinobu Yamazaki¹, Yuichi Tukahara¹ and Yutaka Hirose¹, Hideo Kinoshita²

¹ Shimizu Corporation, ² Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc