

高線量環境下に於ける低床式台車による遠隔搬送工法について

Remote control transportation system by low body dolly

三菱重工業(株)	三輪 泰寛	Yasuhiro MIWA	member
三菱重工業(株)	岡村 祥典	Yoshinori OKAMURA	Non-member
三菱重工業(株)	南山 彰男	Akio MINAMIYAMA	Non-member
三菱重工業(株)	松村 匠	Takumi MATSUMURA	Non-member
三菱重工業(株)	黒見 吉雄	Yoshio KUROMI	Non-member
三菱重工業(株)	上田 剛史	Takeshi UEDA	Non-member

Abstract

To remove fuel debris accumulated in pressure containment vessel (PCV) of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, detail investigation of PCV inside will be performed by an investigation equipment called the “Arm Enclosure” designed in order to reveal the characteristic of the fuel debris before performing the removal of fuel debris. MHI is developing a remote control transportation system for the Arm Enclosure which is 30ton and 9m to ensure heavy load operation under high-radiation and narrow space condition at lower corridor in reactor building to minimize labor safety risk. The outline of the transportation system and its validation activity is showed here.

Keywords: Fukushima-Daiichi, PCV inside detail investigation, Decommissioning,

1. 諸言

東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所廃炉の一環として、原子炉建屋（以下 R/B）内の燃料デブリ取出しを計画である。これに先立ち、原子炉格納容器（以下 PCV）の内部に於いて、燃料デブリの分布状況やペDESTAL周辺状況を確認する（Fig.1）調査を行うこととしている。そのためには燃料デブリ調査装置であるアームエンクロージャ（以下、エンクロージャ：総重量約 30ton、長さ約 9m の箱型コンテナ）を R/B 内の PCV ペネトレーション前まで搬入する必要がある。しかし、R/B 内は高線量環境かつ非常に狭隘で、さらに搬入ルートは屈折し、垂直方向にも機器・配管類が点在している。その環境下で確実にエンクロージャを搬入するため、遠隔操作の低床式台車システムによる搬送工法を開発した。

本搬送工法は、本調査に後続する燃料デブリサンプリング工事や燃料デブリ取出し工事等における R/B 内での重量物の搬送全般に展開可能である。ここでは、その搬送工法及びその検証試験の概要を報告する。

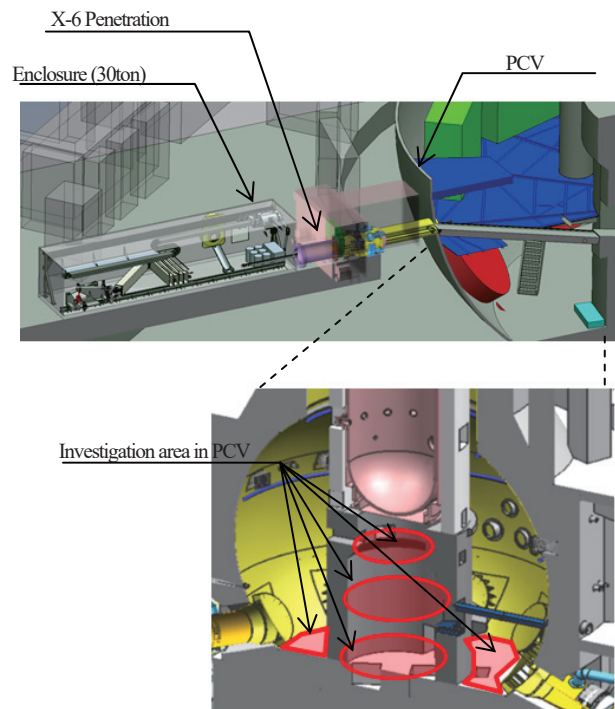


Fig.1 Concept of PCV inside detail investigation

連絡先: 三輪泰寛

〒652-8585 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号
三菱重工業(株)

E-mail: yasuihiro1_miwa@mhi.co.jp

2. 搬送工法

2.1 搬送対象物

エンクロージャは調査用アームを格納したステンレス鋼の格納箱である。以下にエンクロージャの外観と外寸を示す (Fig.2)。

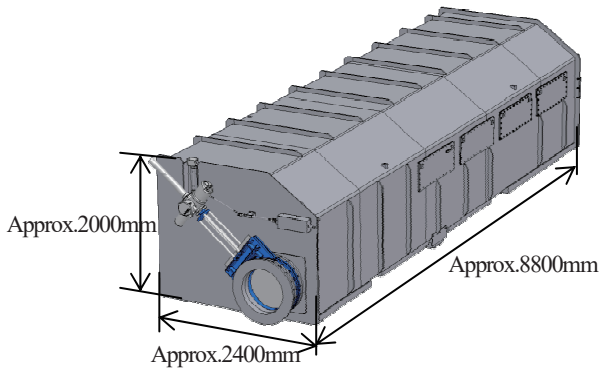


Fig.2 Enclosure

2.2 環境条件

エンクロージャはR/Bの大物搬入口からR/B内のX-6ペネトレーション前に搬送する。大物搬入口を直進し、南西エリアにて旋回、西側通路を直進し、北西エリアにて旋回及び切り替えしを経て据付位置に搬送する。南西エリアや北西エリアは躯体支柱や機器類が点在するため、複雑な走行が必要となる。また、西側通路に於いては、左右のクリアランスは数十mmであり、垂直方向にも機器類があるため、エンクロージャの搬送システムが、低床であることが必須である。さらに、搬送ルート上のエリア全域が高線量環境下であるため、作業員の被ばく低減を図るため、R/B外の低線量域からの遠隔操作が必要になる。

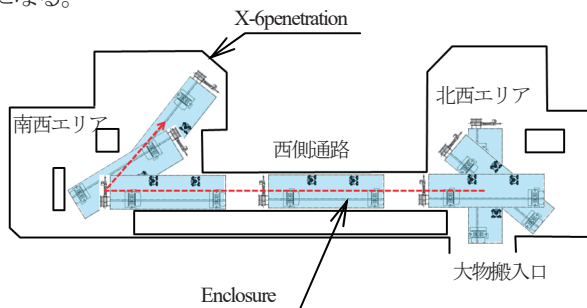


Fig.3 Transportation route in reactor building

2.3 搬送システム

搬送工法に使用する搬送システムは、複数の低床台車を遠隔操作で連係動作するシステムを開発した。使用する

る低床台車は、国内外の搬送技術を調査した結果、重量物の搬送で実績がある独HTS社の低床式台車 eMotion40を採用することとした。eMotion40は電動モーター駆動の低床式台車であり、前進/後進/旋回が可能である。また、eMotion40と搭載物の設置面(パッド:φ220)はターンテーブル構造で、回転し、舵切りが可能な構造となっている。(Fig.4)

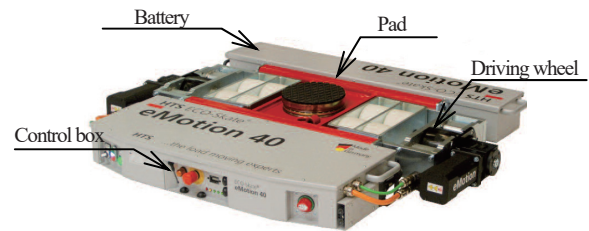


Fig.4 eMotion40

3. 2台の低床式台車による連携走行

低床式台車として採用した eMotion40 は通常、eMotion40を1台と補助輪を使用して搬送するが、eMotion40単体での最大積載重量は20tonであり、また信地旋回や切り替えしといった走行を可能にする必要がある。そのため、本搬送システムでは低床式台車を2台、補助輪を2台配置して連係動作させることとし、走行成立性の検証を行った (Fig.5)。走行検証の結果、搬送台車を2台連携させて、直進、横行や旋回といった走行が可能であることを確認した。(Fig.6)

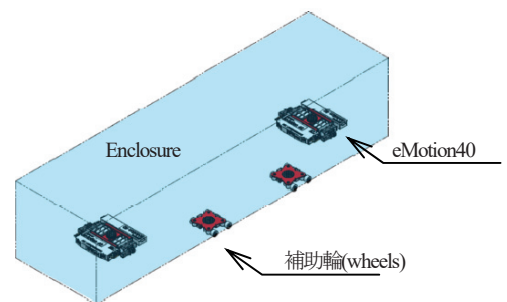


Fig.5 Arrangement of eMotion40s and wheels

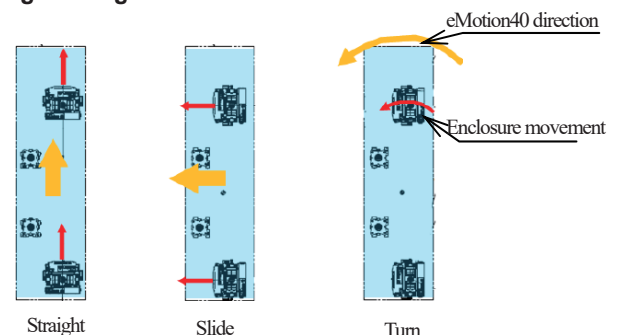


Fig.6 Enclosure movement (straight, slide, turn)

4. 遠隔搬送システムの設計計画

4.1 低床式台車を用いた遠隔搬送システム

R/B 内の搬送ルート上は高線量環境下であり、作業員の被ばく低減のためには、R/B 外の低線量域からの遠隔無線操作が必須である。R/B 外からの無線遠隔通信に於ける R/B コンクリート壁の電波遮蔽を克服するため、低床式台車を無線 LAN 中継器による通信が可能な仕様を付加する。無線 LAN 中継器は、R/B 内に於いて通信不良がないように、搬送ルート上に一定間隔で配置する計画である。また、遠隔搬送中にエンクロージャの動きを常に監視するために、エリアセンサーと監視カメラを用いた遠隔監視システムを構築する。監視カメラについては、狭隘箇所のカLEARランスを監視可能な位置、且つ搬送軌跡上干渉の恐れがない領域に配置する計画である。

(Fig.7)

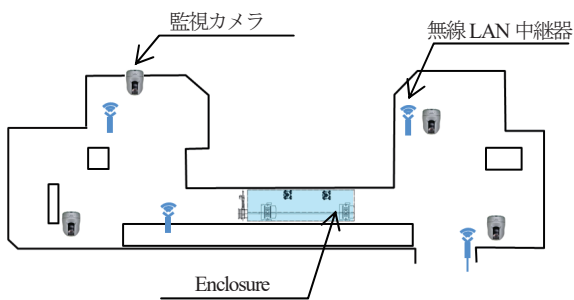


Fig.7 Arrangement of cameras and wireless repeaters in reactor building

4.2 エリアセンサーによる干渉回避の検討

エンクロージャ搬送中に於ける周辺機器類や躯体との干渉回避のため、搬送ルート上に配置する監視カメラに加えて、エンクロージャ前後に周辺監視用のカメラ及び前後左右4箇所エリアセンサーを配置する。エリアセンサーは、レーザータイプの距離センサーで、エンクロージャの全周囲を検知エリア(赤破線)で囲むことで機器類との干渉を回避する。(Fig.8)

エンクロージャ搬送中に機器類が接近し、検知エリアに進入すると、自動的に低床式台車が減速し、停止するように設計する。エリアセンサーの検知エリアはその形状及び寸法を設定することが可能であるため、走行検討試験の結果と現地搬送ルート上に於ける狭隘箇所のカLEARランス状況を踏まえ、最終的な設定を行えるようにしている。

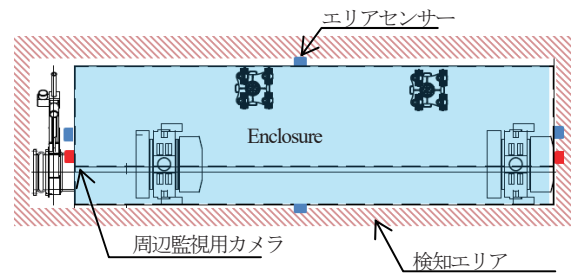


Fig.8 Arrangement of cameras and area sensors on Enclosure

5. 走行検証試験計画

本遠隔搬送システムによるエンクロージャ搬送工法確立ため、モックアップを製作し検証試験を実施中である。走行検証試験では、外寸及び重量を再現したエンクロージャ模擬体と南西エリアから北西エリアまでの搬送ルートを模擬することとし、モックアップを製作した。搬送ルートモックアップの寸法については、現地調査による計測寸法と点群データによる計測寸法を基に製作した。

(Fig.9)

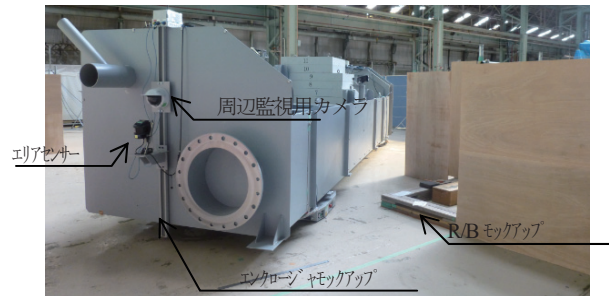


Fig.9 Performance test with mock-up

6. 結言

今後モックアップ試験にて本搬送工法の確立を目指す。本搬送工法により、高線量環境下での重量物搬送の遠隔自動化、また搬送作業員の被ばく低減が見込め、福島第一原子力発電所の安定化に貢献できるものと考えている。

この成果は、IRID(技術研究組合 国際廃炉研究開発機構)の組合員として三菱重工業株が経済産業省/平成29年度補正予算廃炉・汚染水対策事業費補助金により、開発して得られたものです。