

放射線環境下における搬送作業の自動化（その1） ー システム概要とクローラダンプ自律走行システム

鹿島建設（株） ○黒沼 出，片村 立太
小林 弘茂，田中 秀昭，日比 康生

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の建屋解体・瓦礫撤去工事では，工事で発生する放射線ガレキの構内保管施設への搬送作業において，遠隔操縦型や放射線遮蔽型の重機を導入し作業員の被ばく線量低減対策が従来から実施されてきたが，より一層の被ばく低減，作業効率向上，操作ミス低減が求められていた．筆者らは，搬送作業に使用する重機の自動化検討を進め，今般，クローラダンプおよびフォークリフトの自律走行システムを開発し，実作業への適用を行った¹⁾．本報告では，搬送システム全体とクローラダンプ自律走行システムについて概説し，フォークリフトに関しては報文（その2）で報告する．

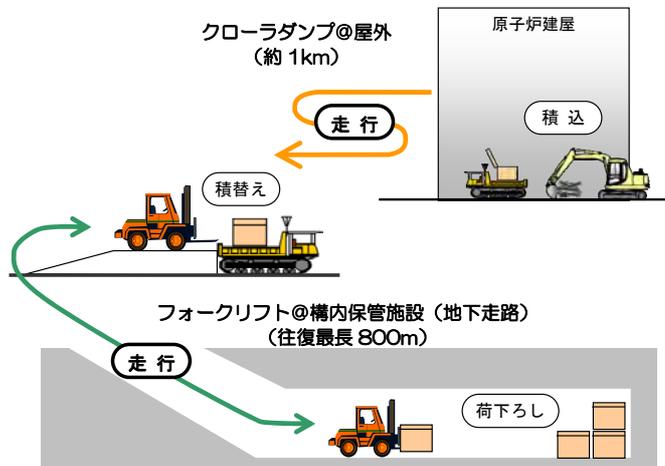


図-1 搬送作業全体イメージ

離から目視で確認しており，被ばく線量低減策が求められた．また，ヒューマンエラーによる誤操作や作業効率の低下についても懸念され，これら課題への対策として自律走行システムの開発を行った．

2. 全体システム概要

放射線ガレキの構内保管施設への搬送作業においては，建屋解体箇所においてガレキを鋼製コンテナに積み込み，構内を走行後，保管施設のコンテナ貯蔵場所に荷下ろしを行う（図-1）．このうち，本システムでは以下の2機種²⁾の重機において走行の自動化を行った．

- a. クローラダンプによる屋外での搬送作業(原子炉建屋～構内保管施設:図-1の上側の部分ー約1km)
- b. フォークリフトによる構内保管施設内での搬送作業(図-1の下側の部分ー約800m)

(2) システム概要

自動化改造の対象は遠隔操縦型 11t クローラダンプである（写真-1）．予め設定する目標経路に沿って自律的に走行，停止をさせるために必要な各種センサや制御機器，通信機器を既存機体に取り付け，現地にて改造を行った．主な機器は次の通りである．



写真-1 クローラダンプ概観

3. クローラダンプ自律走行システム

(1) 従来方法での課題

従来は先導車にオペレータが搭乗し，後ろ向きにクローラダンプと対面する形で無線遠隔操縦によりクローラダンプを走行させていた．積荷の鋼製コンテナからの被ばくをさけるためにはクローラダンプから離れて操縦することが求められるが，狭隘な経路を走行させるために，重機の周囲状況などを近距

キーワード 自動化，ガレキ搬送，放射線，自律走行，クローラダンプ，GPS

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設（株）技術研究所 TEL 042-489-6245



写真-2 先導車内の自律走行確認状況

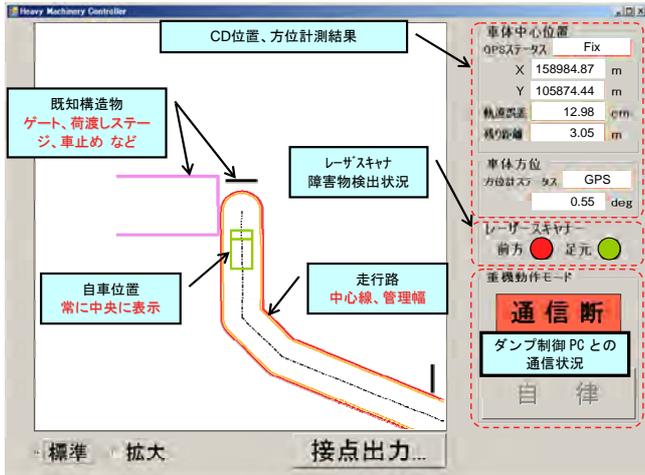


図-2 目標経路に対する機体位置などの表示画面

- ・ 機体位置を cm 精度で計測するための RTK-GPS
- ・ 機体方位計測のためのジャイロ及び GPS 方位計
- ・ 障害物検出用レーザスキャナ（前方、足元）
- ・ 周囲状況確認のための車載カメラ（5 箇所）
- ・ 自律走行制御のためのコンピュータ
- ・ 計測や制御データ通信のための無線機器

クローラダンプへの自律走行指示や車載カメラ映像の確認は、先導車から無線通信を介して行う（写真-2）。先導車では目標経路に対するクローラダンプの位置や方位、及び障害物の検出状況をリアルタイムで PC 画面上に表示しており、車載カメラ映像と合わせて、オペレータは状況を確認し、安全性を確保することができる（図-2）。

本システムにより走行状況の目視確認が不要となり、従来は 30m 弱だった離隔距離を 100m 程度まで離すことで被ばく線量を大幅に低減させることが可能となった。

(3) 走行制御方法

クローラダンプの走行制御の概略イメージを図-3 に示す。制御ステップは次の通りである。

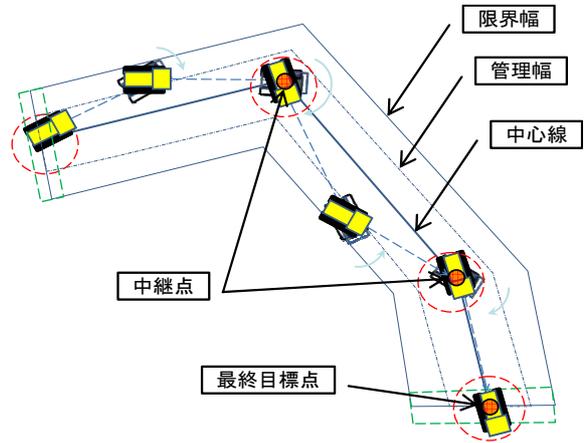


図-3 走行制御方法イメージ

ステップ 0) 予め現地測量により目標経路（図-3 中心線）を設定し、目標経路の折れ点部分を中継点とする。また、走行状況や走行幅に応じて区間ごとに目標経路からの誤差の管理値及び限界値を設定する。

ステップ 1) 自律走行指示を受けると目標経路上に設定された次の中継点を目標点に設定する。

ステップ 2) 目標点に方位を定め走行を開始する。

ステップ 3) 機体の目標経路からの誤差が管理値に達した場合は、再度目標点に向けて方位を修正し、走行を続ける（何らかの原因で管理値を超えて外側に走行した場合は、限界値で非常停止する）。

ステップ 4) 目標点に到達後、次の中継点を目標点に設定し、ステップ 2 に戻る。最終目標点（構内保管施設敷地内にあるフォークリフトへの荷渡し場所）であれば停止し走行を完了する。

以上の動作は全て全自動で行われるため、オペレータは先導車に送られてくる重機の動作状況を監視するだけでよく、ヒューマンエラーによる誤操作や運転熟練度の違いによる作業時間のバラツキを防ぐことができる。

4. おわりに

クローラダンプの目標経路は狭隘であり、且つ走路周辺には重要構造物や配管が多数設置されているため、従来作業においては被ばくの問題以外にもオペレータの心的疲労は大変なものであったが、本システムにより軽減することができた。本システムが迅速な復旧の一助になれば幸いである。

参考文献

- 1) 三浦悟ほか:放射線環境下における搬送作業の自動化, 土木施工, Vol. 54, No. 1, 2013, pp. 52 - 55.
- 2) 浜本研一ほか:放射線環境下における搬送作業の自動化(その2), 土木学会第 68 回年次学術講演会, 2013