

# ごみピット管理とごみクレーン運転を行う遠隔運用技術



平林	照司	㊦
川端	馨	㊧
小浦	洋平	㊧
伊瀬	顕史	㊧
小貫	由樹雄	㊧
矢路	隼斗	㊨
益岡	俊勝	㊦
木村	友哉	㊦
平子	基	㊨
小田	浩充	㊨

## 要旨

当社はAI技術を活用したごみクレーン完全自動化の開発を進め、安定操炉を確保したうえでごみクレーンの自動化率（自動運転時間／稼働時間）を向上させてきた。独自に開発した「ごみピット&ごみクレーン3Dシステム」を核にAIアルゴリズムを実装し、本システムを用いた実証試験を松山市西クリーンセンターで実施した結果、100%に近い自動化率を達成した。さらに、搬入ごみ性状の急激な変動などにより手動介入が必要な施設や、パンデミックや災害などで通常の運転体制が確保できなくなった施設に備え、遠隔地からのごみピット管理とごみクレーン運転が可能な遠隔運用技術を開発した。このシステムをはだのクリーンセンター（秦野市）に構築し、ごみピット&ごみクレーン遠隔運用を実証した結果、当社A.I/TEC（大阪市）からの平日1日間（24時間）の完全連続運用を達成した。

## キーワード

ごみクレーン、AI、遠隔監視、遠隔運転、安定操炉、省力化、省人化

## 1. 緒言

少子高齢化に伴う清掃工場運転員の労働力不足、技能伝承の途切れが懸念されている。また、昨今のコロナ禍により、ごみ収集員だけでなく清掃工場の運転員もエッセンシャルワーカーであることが改めて認識させられた。

当社では、運転員の省人化を目標にAI技術を活用したごみクレーン完全自動化の開発を進め、安定操炉を確保したうえで自動化率の向上を達成してきた。しかしながら、搬入されるごみの性状、搬入量、ごみピット残量など、条件により手動介入に頼らざるを得ない状況になることもある。また、コロナ禍のようなパンデミックの際には、通常の運転体制が確保できないことも予想される。

今回、既報<sup>1)</sup>で報告したごみクレーンAI自動運転を松山市西クリーンセンターにも適用して、その有効性を確認した。さらに、遠隔地からごみピットとごみクレーンを管理・運転することで現場自動運転をバックアップし、非常時には現場に代わってこれらの管理・運転を行う遠隔運用技術を開発した。そして、秦野市伊勢原市環境衛生組合の協力を得て遠隔運用技術の実証試験を実施した。

本稿では当社のごみクレーン完全自動化の取り組みと

して実施した、松山市西クリーンセンターでのごみクレーンAI自動運転の実証結果と、当社が開発した遠隔運用技術を実装した、はだのクリーンセンターにおけるごみピット&ごみクレーン遠隔運用の実証結果について報告する。

## 2. ごみクレーン完全自動化の取組み

**2.1 ごみピット&ごみクレーン3Dシステム** ごみピット内の攪拌をより効果的に行うために、当社のごみピット&ごみクレーン3Dシステム（以下、3Dシステム）を開発してきた。3Dシステムは、ごみ投入扉からの搬入、ごみクレーン動作、およびごみの堆積高さ（ごみレベル）の変化からごみピット内のごみの移動をトレースし、ごみピット全域のごみ情報（攪拌度、搬入日）をマッピングして管理するもので、**図1**に示すように三次元のごみピット情報を可視化できるシステムである。

ここで、攪拌度はごみの混ざり具合を示す指標であり、ごみクレーンによるごみのつかみ、投下によって値を加算し、その度合いは投下高さなどにより変動する。

**2.2 ごみクレーンAI自動運転** 可視化したごみピット情報に基づいて効果的にごみクレーンを自動運転するため、3DシステムにAIアルゴリズムを実装した。AIで算出した3Dシステムからの指令に従ってごみクレーンを自動運転することで、運転員の手動介入を不要とした完全自動化を目指している。

㊦ 機械・インフラ事業本部 電子制御ビジネスユニット 制御機器部

㊧ 環境事業本部 開発センター

㊨ 開発本部 技術研究所 知能機械研究センター

㊩ 富士ホイスト工業株式会社

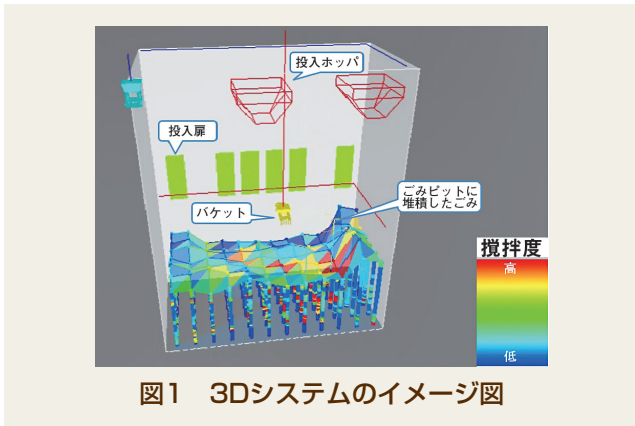


図1 3Dシステムのイメージ図

**2.2.1 AI投入(攪拌度優先投入)** 焼却炉の安定燃焼には、均質化されたごみを継続的に投入することが重要である。ごみピット情報に基づき攪拌度の高いごみを優先的に投入することで安定操炉に寄与できる。しかし、攪拌度の指標のみで運転を継続するとごみピットのごみレベルが偏ったり、段差ができたりすることで、ごみがつかみ難い状態になり、供給量が安定しなくなる。

供給量を安定させるために、当社のAI投入は攪拌度とごみレベルの二つの指標から投入に最適なごみのつかみ位置を決定し、ごみクレーン自動運転装置に指令するシステムである。

**2.2.2 昼間AI自動運転** 一般的な昼間のごみクレーンの運転では、搬入ごみがプラットホームに溢れないよう、搬入ごみが堆積するごみ投入扉下のエリア(受入エリア)からごみの積替えが必要である。燃焼状態に影響を及ぼす異質ごみ(剪定ごみ、破碎ごみ、汚泥など)が纏まって搬入された場合には、ごみピット内の広い範囲にばら撒いて攪拌している。

当社の昼間AI自動運転では、上述した運転を自動で行うために、ごみ搬入時間帯には搬入車両をできる限り妨げないよう、ごみ投入扉からのごみ搬入とごみクレーンの干渉が最小限になるようなつかみ位置に変更して運転している。また、ごみピット上方に監視カメラを設置して、映像を解析することで異質ごみの搬入を検出し、検出された異質ごみの位置と優先的なばら撒き運転をごみクレーンに自動的に指令するシステムである。

**2.2.3 夜間AI自動運転** 一般的な夜間のごみクレーンの運転では、翌日に焼却炉へ供給するごみの攪拌・積上げと、翌日の搬入に備えて受入エリアのごみを掘下げる。

当社の夜間AI自動運転は、昼間AI自動運転で積替えたごみと受入エリアのごみを混合しながら(攪拌度を上げながら)積替えることで翌日のごみを確保するため、遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm)を用いて最適な積替え手順を決定し、ごみクレーンに自動的に指令するシステムである。また、一定以上の攪拌度まで均質化したごみを所定量確保できた時点でごみクレーンを自動的に休止させることで、無駄な運転を少なくし省エネおよび消耗部品の劣化抑制にも寄与するシステムである。

**2.3 3Dシステム・AI自動運転の実証** 東京二

十三区清掃一部事務組合の協力のもと、2017~2020年度にかけて杉並清掃工場で3Dシステムの試験運用を行った<sup>1)</sup>。

既報<sup>1)</sup>でも報告した通り、3Dシステムの運用により、均質化されていないごみの投入頻度が低減し、これに伴って発生蒸気量の変動が抑えられた結果、3Dシステムは安定操炉に大きく貢献することができた<sup>1)</sup>。また、昼間AI自動運転により、従来は2基のごみクレーンで受入を行うような搬入量であっても1基の自動運転で対応可能となり、消費電力量を削減できた<sup>1)</sup>。1週間の試験運用期間においては100%に近い自動化率を達成した。

杉並清掃工場の試験運用で得られた成果について、条件の異なる他施設の効果を確認するため、2021年度からは、松山市の協力を得て、松山市西クリーンセンターで3Dシステムの実証試験を行った。

杉並清掃工場は元々のごみクレーン自動化率が90%以上と高かったが、松山西クリーンセンターの従来の自動化率は60%程度にとどまっていた。これは昼間の搬入時間帯は概ね手動運転で対応していたためである。その主な要因は異質ごみ(破碎ごみ、汚泥など)が搬入された場合に運転員が判断して手動運転でばら撒きを行っていたためである。また、ごみ投入扉もプラットホームの係員が手動で開閉しており、ごみクレーン自動運転と連携ができないことも影響していた。

**2.3.1 実証方法** 受入エリアからごみの積替え・ばら撒きを自動運転で行うには、安全上、該当するごみ投入扉を閉めた状態でごみクレーンを動作させる必要がある。そのため手動開閉していたごみ投入扉を、搬入車両毎に自動開閉する運用とした。また、プラットホームの係員が搬入車両をごみ投入扉へ誘導する際に、3Dシステムとごみクレーン自動運転装置にも誘導先のごみ投入扉番号を送信できるように、無線式の誘導ボタンを導入した。係員が誘導するごみ投入扉のボタンを押すと、該当するごみ投入扉の信号灯が点滅するとともに、ネットワークを経由して誘導先のごみ投入扉番号を送信し、誘導したごみ投入扉付近でのごみクレーンの稼働を回避するシステムにした。

本システムの導入効果を検証するため、3Dシステムの有効時と無効時の自動化率を比較した。評価期間のごみピット状況は表1に示す通り同程度の条件であった。

表1 評価期間のごみピット状況

3Dシステム	無効	有効
対象期間	6/20~6/26	6/13~6/19
平均ごみピット	3,424m <sup>3</sup>	3,555m <sup>3</sup>
残量・占有率	46%	48%
平均搬入量	249t/day	243t/day
平均焼却量	257t/day	255t/day

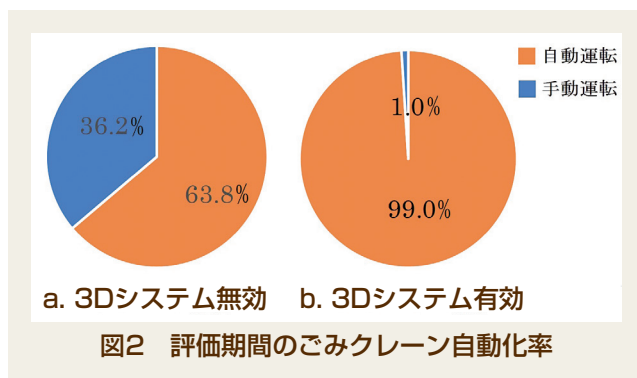
**2.3.2 実証結果** 評価期間のごみクレーン自動化率を表2および図2に示す。3Dシステム有効時は自動化率が35.2ポイント向上した。特に昼間の自動化率が大きく向上(60.8ポイント)しており、昼間AI自動運転に

よって効率的に受入エリアからの積替えと、異質ごみのばら撒きができたことで、手動介入することなく運転できたと言える。また、3Dシステムの有効期間を通じて燃焼に影響を与える問題は発生しなかった。

ただし、本結果は評価期間のごみピット状況と搬入状況におけるものである。今後、異なる状況下での確認を長期的に行い、AI自動運転の安定化を図る予定である。

表2 評価期間のごみクレーン自動化率

3D システム	無効	有効	差分
自動化率	63.8%	99.0%	35.2%
昼間の自動化率 7時～16時	38.3%	99.1%	60.8%
夜間の自動化率 16時～翌7時	89.4%	98.9%	9.5%



### 3. ごみピット&ごみクレーン遠隔運用技術

**3.1 ごみピット&ごみクレーン遠隔運用** 前章では3Dシステムを導入することで、自動化率の向上と安定操炉の効果が得られることを説明した。

しかし、焼却炉の共通停止期間や災害ごみ受入れなど、搬入量、ごみピット残量などの条件が変わることにより、手動介入に頼らざるを得ない状況になることもある。

また、昨今のコロナ禍のようなパンデミックの際には通常の運転体制が確保できないことも予想される。

これらの問題を解決するため、遠隔地からごみピットとごみクレーンの管理・運転を行うことで現場自動運転をバックアップし、非常時には現場に代わって管理・運転ができる遠隔運用技術を開発した。

遠隔運用技術を用いれば、一人の遠隔運転員が複数の施設を巡回して管理・運転することができ、早期に現場運転員の省人化が実現可能と考えた。

**3.1.1 ごみピット遠隔管理** ごみピットを遠隔で管理するには、ごみピット残量やごみレベルの他に、いつ搬入されたごみがどのエリアに堆積しているか、また、十分に攪拌され投入に適したごみがどのエリアに堆積しているかなどの情報が必要である。すなわち、3Dシステムで管理している情報を遠隔で監視できる必要がある。

当社ではHitz先端技術センター(以下、A.I/TEC)内でROC(Remote monitoring Operation support Center)を運用しており、当社が運営している30以上の施設をイ

ンターネットVPN(Virtual Private Network)で接続している(以下、remon<sup>®</sup>ネットワーク)。このremon<sup>®</sup>ネットワークを経由することで、現場の3Dシステムを安全に監視・操作できる。

当然であるが、ごみピットの管理方針については、現場運転員とも意思疎通を行い情報共有しておくことが重要である。

**3.1.2 ごみクレーン遠隔自動運転** ごみクレーンの自動運転についても、remon<sup>®</sup>ネットワークを経由して遠隔から監視・操作を行うことが可能である。

ごみピットの管理方針にしたがって、遠隔から運転エリアなどの自動運転パラメータや運転スケジュールなどを設定し、自動運転の発停を操作できる。

**3.1.3 ごみクレーン遠隔手動運転** 現場の状況によっては手動介入せざるを得ない場合も予想される。

このような場合に備え、遠隔から現場のごみクレーンを手動運転する仕組みを構築した。次節ではごみクレーン遠隔運転システムについて述べる。

### 3.2 ごみクレーン遠隔運転システム

**3.2.1 通信方式** ごみクレーン操作信号の遅れはそのままごみクレーン制御の遅れとなり、場合によっては事故を誘発しかねない。remon<sup>®</sup>ネットワークはインターネットを経由するベストエフォート型のネットワークであり帯域保証がないことや、リアルタイム性を確保するには対策が大掛かりになることから、ごみクレーンの操作信号は別の系統で伝送することとした。通信方式には次の項目を要件とし、VoLTE(Voice over LTE)を選定した。

- ① 低遅延で帯域保証がある
- ② 強固なセキュリティ(1対1で回線を確立)
- ③ 通信回線切断を瞬時に把握できる
- ④ 可搬性がある(遠隔操作の場所を選ばない)

VoLTEは携帯電話のLTEネットワーク上で音声通話を行う規格であるが、電話としての品質を確保するため、LTEネットワークのQoS制御によって他のデータ通信よりも最上位の優先順位と音声データ用に一定の帯域が確保されており、特にリアルタイム性に優れている<sup>2)</sup>。なお、5G回線においてはVoLTEの後継となるVoNR(Voice over New Radio)を用いて5G対応通信モジュールへの換装だけで移行可能である。

**3.2.2 ごみクレーン操作信号** 現場でごみクレーンを動かすには、ごみクレーン操作卓にある2本の操作レバーを前後左右に倒して操作する。図3にごみクレーン操作卓の例、図4に操作レバー位置と操作出力の関係図を示す。

左側の操作レバーは横行・走行用で、操作レバーを倒した方向へ、倒した操作量(1~3ノッチ)に応じた速度でごみクレーンが動作する。

右側の操作レバーは巻上・開閉用で、前に倒すとバケットを巻下げ、後に倒すと巻上げる。それぞれ操作レバーを倒した操作量(1~3ノッチ)に応じた速度でバケットが動作する。また、操作レバーを左に倒すとバケットが閉まり、右に倒すとバケットが開く。



図3 ごみクレーン操作卓の例

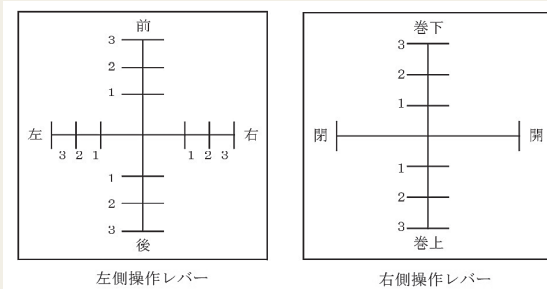


図4 操作レバー位置と操作出力の関係

これらの操作信号をVoLTEで伝送するため、送信側で操作レバーの位置や操作ボタンの指令を低周波数信号に変換し送信した。受信側では低周波信号を操作信号に復元し、ごみクレーンに出力することとした。この低周波信号はVoLTEの伝送仕様に合わせて周波数やタイミングを最適化している。これらの装置一式を図5に示す。

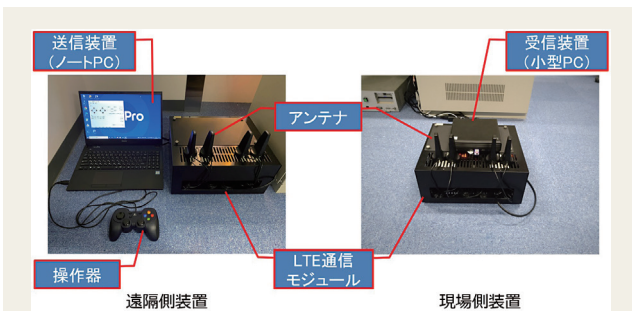


図5 遠隔操作LTE送受信機および制御PC

**3.2.3 遠隔操作器** ごみクレーンの遠隔操作器には、次の項目を要件とし、ゲーム用コントローラを選定した。遠隔操作器の外観と操作方法を図6に示す。

- ① ごみクレーンのすべての操作が可能
- ② 誰もが使いやすい(直感的操作が可能)
- ③ 耐久性、メンテナンス性が良い
- ④ 可搬性がある(遠隔操作の場所を選ばない)

今回は可搬型の操作器を製作したが、将来的には現場と同様の操作感がある据置型の操作器も計画している。



図6 遠隔操作器の外観と操作方法

**3.2.4 現場情報** ごみクレーンを遠隔から運転するには、現場の状況把握が必要である。本項では遠隔運転に必要な情報と、その取得方法について述べる。

(1) **ごみピット、ごみクレーン映像** 遠隔運転においても目視で操作するため、操作対象となるごみクレーンとごみピットの映像が必要である。現場運転員が操作する際の視点と同等の映像が得られるようごみクレーン操作卓付近にネットワークカメラ(以降、IPカメラ)を設置した。また、ごみピット上部からバケットの位置を確認できるようにランウェイガード下にもIPカメラを設置した。なお、IPカメラはマイク付きであり、遠隔でごみクレーンの動作音、ごみの落下音などを聞きながら操作できる。

IPカメラの映像はremon<sup>®</sup>ネットワークを経由してA.I/TECで監視可能である。しかし、カメラ映像は二次元のため、奥行き情報が欠落してしまう。

このため、IPカメラの設置場所、監視モニタの配置については、遠隔運転員が複数のカメラ映像を同時に見ることでバケットの位置を正確に把握できるよう考慮した。

(2) **ごみ投入ホップ、ごみ投入扉映像** 現場でごみクレーンを手動運転する際は、各炉のごみ投入ホップのレベルや各ごみ投入扉の搬入状況をITVカメラ映像で監視している。既設のITVカメラの映像を分配しremon<sup>®</sup>ネットワークを経由してA.I/TECで監視することとした。

(3) **ごみクレーン情報** ごみクレーンを手動運転する際に必要な情報として次の項目があげられる。

- ① つかみ重量
- ② 各炉への投入データ
- ③ ごみクレーンの異常(重故障、軽故障)

これらの情報はごみクレーン自動運転装置のコンソールPCから得ることができる。remon<sup>®</sup>ネットワークを経由して、A.I/TECでこれら情報を入手して監視・操作することとした。

(4) **ごみピット管理方針** 清掃工場運転員は班単位で交代勤務をしており、交代時には前直から次直へ運転の引継ぎが行われる。ごみピットの状況や以降の管理方針も重要な引継ぎ事項である。

遠隔運転する場合にもこれらの情報を現場運転班と共有しておく必要がある。現在では様々なコミュニケー

ションツールが存在するが、今回は、IP無線を採用した。IP無線はインターネットを介して通話する装置で、運転員が普段使い慣れているトランシーバの感覚で遠隔の運転員と通話することが可能なのである。

**3.2.5 ごみクレーン遠隔運転システム** 上述した遠隔運用技術を実証するため、秦野市伊勢原市環境衛生組合の協力を得て、はだのクリーンセンター(秦野市)と当社A.I/TEC(大阪市)の間にごみクレーン遠隔運転の実証システムを構築した。図7にシステム構成図を示す。

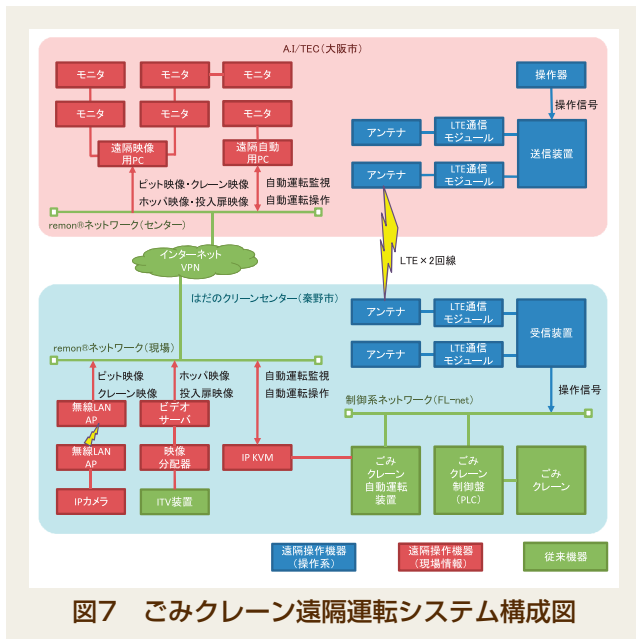


図7 ごみクレーン遠隔運転システム構成図

4. ごみピット&ごみクレーン遠隔運用実証

**4.1 実証施設** 実証を行ったはだのクリーンセンターはストーク式のごみ焼却発電施設で、ごみ処理能力は100 t/day×2炉である。本施設のごみクレーン諸元を表3に示す。

表3 はだのクリーンセンター ごみクレーン諸元

形式	電動油圧クラブバケット付き 天井走行クレーン
数量	2基 (同時稼働可能)
吊上荷重・定格荷重	6.05t・2.45t
揚程・巻上・巻下速度	39.2m・60m/min・80m/min
横行距離・横行速度	19.3m・40m/min
走行距離・走行速度	29.4m・40m/min
バケット切り取り容量	7m <sup>3</sup>

**4.2 実証方法** 実証システムを用いて段階的にごみクレーン遠隔運転のテストを重ね、2022年3月に平日1日間(24時間)のごみピット&ごみクレーン遠隔運用実証を行った。

A.I/TECに3名の遠隔運転員を配置し、2交代(日勤1名、夜勤2名)で遠隔監視・運転を実施した。実証期間中は現場側にも担当者を配置し、現場運転班と遠隔運転員間の連絡を中継した。

ごみクレーンは遠隔からの自動運転を基本とし、状況に応じて遠隔手動運転を行う。安全確保と安定操炉に支障を生じる場合は、現場運転班の判断により遠隔運用を中断し現場手動介入することとした。

なお、ごみクレーンの遠隔運転は前例がなく、本実証前には所轄官庁に確認し、法令・規則上、問題がないとの見解を得て実施した。

図8にごみクレーンの遠隔手動運転の状況を示す。



図8 ごみクレーンの遠隔手動運転の状況

4.3 実証結果

(1) **実証期間** 2022年3月23日(水) 10時5分から、翌日24日(木) 10時5分までの間、中断することなく24時間の遠隔運用を継続できた。

(2) **遠隔運転** 現場運転班のごみピット管理方針に沿って、遠隔から自動運転パラメータ設定、運転エリア変更、作業モード変更などの操作を行った。また、状況に応じて次の内容を遠隔からの手動運転により実施した。

- ① 焼却炉へ投入するごみの重量調整
- ② 焼却炉へ投入するごみのつかみ直し
- ③ 纏まって搬入された布ごみのばら撒き
- ④ ごみピットの整地

実証期間に遠隔から実施した自動/手動運転の割合と各作業時間を表4および図9に示す。

表4 遠隔自動/手動運転の割合と各作業時間

運転・作業	時間	割合
遠隔自動運転	22 時間 27 分	93.5%
投入作業	7 時間 31 分	
積替作業	3 時間 15 分	
攪拌作業	11 時間 29 分	
非稼働・その他	0 時間 12 分	
遠隔手動運転	1 時間 33 分	6.5%
投入作業	0 時間 29 分	
積替作業	0 時間 35 分	
攪拌作業	0 時間 01 分	
非稼働・その他	0 時間 28 分	

9割以上はごみピットの状態を監視しながら自動運転で対応した。時間当たりの投入量を管理するため、現場運転班からの連絡により投入するごみの重量調整(つかみ重量を減らす)や、つかみ直し(つかみ重量を増やす)を手動運転で行った。また、布ごみが纏まって搬入され

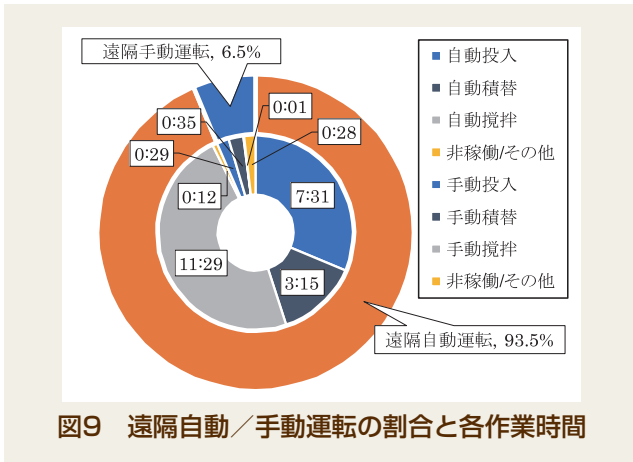


図9 遠隔自動/手動運転の割合と各作業時間

た際には、燃焼に悪影響をあたえないよう、ごみピット内へのばら撒きを手動運転で行った。

今回の実証試験により、遠隔地からごみピット&ごみクレーンを管理・運転できることを確認できた。

## 5. 結 言

独自開発したごみピット&ごみクレーン3DシステムにAIアルゴリズムを実装し、松山市西クリーンセンターでごみクレーンAI自動運転の実証試験を行った。その結果、100%に近い自動化率を達成し良好な結果を得ることができた。

また、手動介入せざるを得ない施設や、パンデミックなどで通常の運転体制を確保できない施設に対して、遠隔地からのごみピット管理とごみクレーン運転により現場をバックアップする遠隔運用技術を開発した。このシステムをはだのクリーンセンターに構築し、ごみピット&ごみクレーン遠隔運用を実証した結果、当社A.I./TECからの、平日1日間(24時間)の完全連続運用を達成できた。

今回開発したごみピット&ごみクレーン遠隔運用技術は、現場運転員の省人化を実現するだけでなく、パンデミックや災害時におけるサステナブルな運転体制、運営体制を提供できるものと考えている。

当社では現在もごみクレーンの完全自動化に様々なアプローチで取り組んでいる。熟練の運転員に代わっていかなる状況にも対応できる自動運転を実現するため、引き続き開発を推進する所存である。

## SDGsに貢献する技術

本稿で紹介した技術により、ごみ焼却発電施設の「さらなる安定操炉の実現、運転管理の省力化、消費電力量の低減」に貢献できることを確認した。

## 謝 辞

実証試験において、多大なご協力をいただきました松山市ならびに秦野市伊勢原市環境衛生組合に心よりお礼を申し上げます。

## 参考文献

- 1) 西原智佳子, 小浦洋平, 益岡俊勝ほか: AI技術を活用したごみ焼却施設の安定操炉と省力化の実現, 日立造船技報Vol.82 2021, 2-8.
- 2) 徳永和仁, 南本真一, 金子真菜ほか: NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル「新たな音声サービスを実現するVoLTEの開発」Vol.22 No.2, 7-23.

## 文責者

日立造船株式会社 機械・インフラ事業本部  
電子制御ビジネスユニット  
制御機器部 制御装置1グループ  
平林照司  
E-mail : hitzgiho001@hitachizosen.co.jp

## Remote Management and Operation Technology for Waste Pit & Waste Crane

### Abstract

In our efforts to develop completely automated waste crane control systems using AI technology, we at Hitachi Zosen have worked to improve automation rates (i.e., the percentage of automated control time to total uptime of a crane system) while ensuring stable furnace operations. The results of a demonstration test we performed on a system based on our proprietary "Waste Pit & Waste Crane 3D System" equipped with an AI algorithm at the Matsuyama Nishi Clean Center (Ehime Prefecture) show that we achieved an automation rate of close to 100%. To back up on-site operations in case a plant requires manual control owing to sudden changes in waste properties or a disruption of normal operations by a pandemic or disaster, we also developed a control technology for managing waste pits and operating waste cranes from a remote location. We performed demonstrations with this remote system at the Hadano Clean Center (Kanagawa Prefecture), and as a result, achieved complete continuous operation for 24 hours on one weekday from our facility A.I./TEC in Osaka.

### Authors

Terushi Hirabayashi (Hitachi Zosen Corporation, E-mail : hitzgiho001@hitachizosen.co.jp)  
Kaoru Kawabata Yohei Oura Akifumi Ise Yukio Onuki Hayato Yaji  
Toshikatsu Masuoka Yuya Kimura Motoshi Hirako Hiromitsu Oda