

（株）川崎技研のAIごみクレーン全自動システム ～ 運転技術の継承はAIへ～

株式会社川崎技研
鍋島 隆房

1. はじめに

近年、日本は少子高齢化が進み、労働を担う若者が減少傾向にある。このため、廃棄物処理施設においても、運転人員の確保、運転技術の継承などに苦勞する状況である。一方、環境問題への意識の高まり、地方財政の逼迫などから、安全かつ適切な廃棄物処理および合理化による処理コスト低減が廃棄物処理施設に求められる。

このような要求に対応するため、株式会社川崎技研(以下、当社)はAI(人工知能)によるごみクレーンの全自動システムを開発した。ごみクレーンの全自動化により、運転作業の合理化、ごみピットの適切な管理を行い、省力化、高精度化および低コスト化を図る。

2. AIごみクレーン全自動システム

2.1 概要

開発したAIごみクレーン全自動システムは、当社独自開発のごみクレーン自動制御システムに、AIによる画像認識機能を組み込んだ。AI画像認識により、ごみピット内のごみ種別、攪拌状態などをリアルタイムで識別すると共に焼却量および焼却状況や搬入車両情報など様々なデータを元に自動で投入、攪拌、積み替えのモード選択を行う。(図-1参照)

ごみクレーン全自動システムは、日処理量100t以



図-1 AIごみクレーン全自動システムの概要

下の小規模施設では、ごみピットが小さいことから実運用において難しいケースとされていた。それゆえ、当社のAIごみクレーン全自動システムの開発は、小規模施設での運用が可能なシステムを構築することを目標とした。AI画像認識は、ごみピット画像を元に攪拌状態、ごみ種別などの状態を学習させ、識別精度の向上を行った。

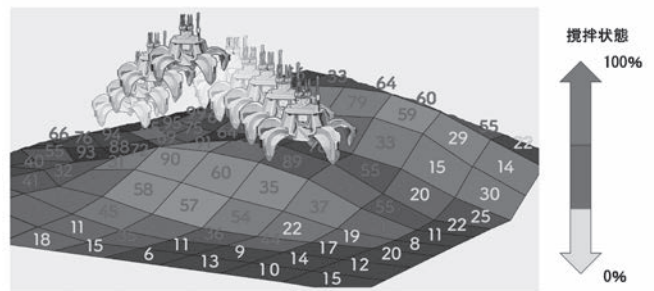


図-2 ごみピット管理図面3Dイメージ

攪拌状態の認識は、クレーンバケットの4分の1サイズを1ブロックとして、ごみピットを細分化し、数値化した。攪拌状態をリアルタイムで管理することで、ごみ状況の把握と投入ごみの選択が可能となった。十分に攪拌されたごみを常時焼却炉に投入することで、安定した焼却を維持する。(図-2参照)

ごみ種別の認識は、可燃ごみ、汚泥、剪定枝をそれぞれ識別する。ごみピット内での可燃ごみに対する汚泥と剪定枝の各混入率を数値化して管理することを可能とした。燃焼状況に大きな影響を与えるごみ種の混入率を管理コントロールすることで、投入ごみの均質化を図った。

2.2 システム構成

AIごみクレーン全自動システムは、ごみピット内に設置したカメラ、AIユニット、ごみクレーンコントロールユニットなどで構成される。操作端末は、ごみ焼却炉のオペレータコンソール画面を共用すること

で、運転員が焼却炉の運転とごみクレーンの稼働状況を離席せずに監視できるようにした。

オペレータコンソール画面では、ごみクレーン稼働状況、ごみピット内の攪拌状態およびごみ積み上げ高さなどがリアルタイムで表示され、ごみの攪拌状態は、段階的な色表示を行い、運転員に視覚認識されやすいよう配慮している。

2.3 主要開発要素

AIごみクレーン全自動システムの開発は、前述した小規模施設での運用の他に、熟練運転員によるごみクレーン動作およびごみ質把握の再現、リアルタイム判断での運用管理を開発目標とした。

熟練運転員によるごみクレーン操作は、走行・横行・巻き上げ下げを同時に行うことにより最短距離で目標位置までごみクレーンを移動させる。これらの制御を個別に行うと移動距離が長くなるため、AIごみクレーン全自動システムでは、ごみクレーンの位置を空間座標としてリアルタイムで3D認識させ、ごみの高低差を考慮した最短コースでの移動を可能とした。さらに、動作精度は±3cm程度で、機械制御だからないうる高精度で無駄の少ない運転を実現した。

ごみ質についても、熟練運転員は視覚情報の他にクレーンバケットでのつかみ重量、容量など、様々な要素からごみの状態を判別しており、AIごみクレーン全自動システムにおいても画像認識情報に加え、計量データなどから総合的にごみ質の把握を可能とした。(図-3参照)



図-3 AIによるごみの自動識別

ごみクレーンの運用においては、焼却炉へのごみ投入、ピット内でのごみ移動、ごみ均質化のための破袋攪拌などの動作がある。一般的な自動運転制御では、運転員のモード選択により動作を確定する必要があるが、AIごみクレーン全自動システムはごみ処理量、投入ホッパ残量、ごみピット受入エリアや貯留エリアの貯留量、攪拌状態などを総合的に判断して自動でモード選択を行う。これにより、運転員によるモード選択のタイムラグを減少させ、効率的なごみクレーン運用を可能とした。

3. AIごみクレーン全自動システム実証運転結果

AIによる画像識別精度は98.9%以上と高く、ごみピット内のごみ質把握を確実にできるレベルとなった。小規模の間欠運転式ごみ焼却施設において、通常運転時のAIごみクレーン全自動システムの稼働率を88%以上で運用することに成功した。稼働率が低下した要因としては、剪定枝や汚泥などの特殊ごみ搬入対応、ごみ搬入車両集中による受け入れ対応である。(図-4参照)

今後はAIの学習量を増やしごみ質の識別精度を向上させるだけでなくごみピット設計も含めて検討を行い稼働率が100%となるよう開発を継続する。

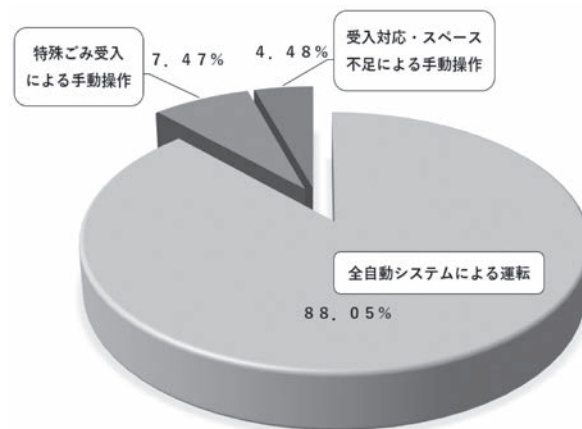


図-4 全自動システム稼働率

4. おわりに

当初目標である『小規模施設での運用が可能ながごみクレーン全自動システム構築』は、今回の実証運転により達成した。当社のAIごみクレーン全自動システムが、廃棄物処理施設の適正かつ合理的な運営の一助となることを期待し、さらなる開発・改良を進めていく。