

AI ごみクレーン全自動システムを開発

株式会社 川崎技研

営業本部 営業部
〒 815-0035 福岡市南区向野 1 丁目 22 番 11 号
TEL 092-551-2121
FAX 092-561-5100

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には、東芝デジタルソリューションズ株式会社の AI「SATLYS（サトリス）」を採用。ごみクレーン運転技術を反映させた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み、AI ごみクレーン全自動システムを開発した。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、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。

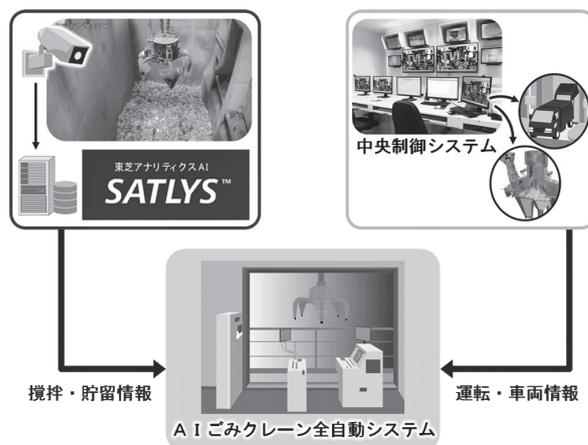


図1 AI ごみクレーン全自動システムの概要

ごみクレーン全自動システムは、様々なタイプが大規模施設において運用されているが、日処理量 100t 以下の小規模施設での運用は、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が多かった。それゆえ、当社の AI ごみクレーン全自動システムの開発においては、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。開発および実証運転においては、山鹿市環境センターにご協力頂いた。本施設は日処理量 46t、16 時間稼働の施設である。

AI 画像認識に関しては、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。現在も学習を継続しており、状態画像のパターンを増やすことで、より高い識別精度を目指している。

攪拌状態の認識に関しては、クレーンバケツ

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、ブロックごとに識別して数値化。攪拌状態をリアルタイムで数値化して管理することで、ごみピット内のごみ状況の把握と投入ごみの選択が可能となった。AI 画像認識により攪拌がしっかり行わ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。

ごみ種別の認識に関しては、可燃ごみ、汚泥、剪定枝を識別。汚泥と剪定枝は、ごみピット搬入段階での識別だけでなく、ごみピット内での可燃ごみに対する混入状況を識別し、各混入率を数値化して管理することを可能とした。汚泥や剪定枝のような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り、安定した焼却を維持する。

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表示される。特にごみの攪拌状態は、ごみピットグラフィック上で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

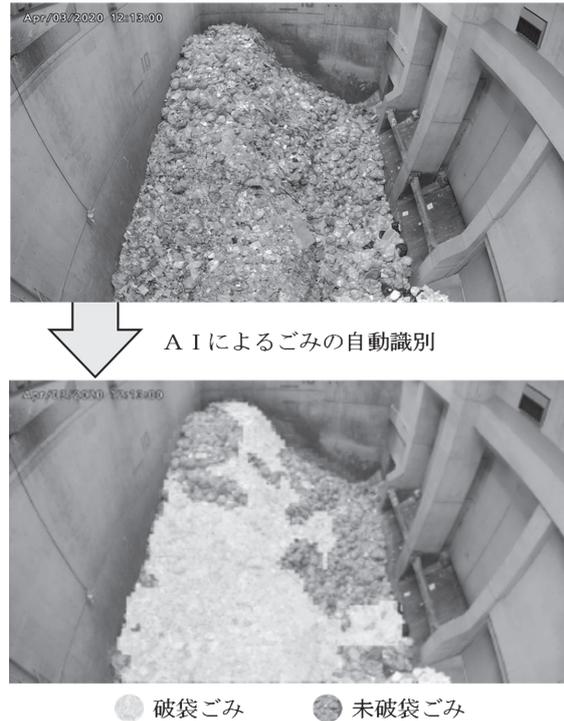


図2 AIによるごみの自動識別

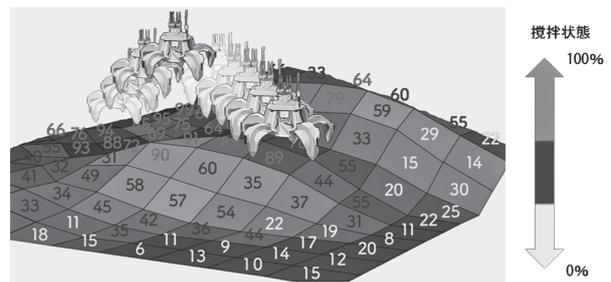


図3 ごみピット管理画面 3D イメージ

最短距離で目標位置までごみクレーンを移動させる。一方、汎用的な自動運転制御では、これらの制御を個別に行うため、移動距離が比較的長くなる。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認識しているため、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、容量等、

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、計量データ等から総合的にごみ質を把握している。

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。汎用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ではごみ処理量、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. 山鹿市環境センターにおける実証運転結果

3.1 山鹿市環境センターについて

AI ごみクレーン全自動システムの開発にご協力頂いた山鹿市環境センターは、熊本県の北部に位置する山鹿市が管理運営する一般廃棄物処理施設である。古来より温泉地として栄えた街で、市内には山鹿温泉、平山温泉等、多くの温泉がある。また、金、銀のきらびやかな金灯籠かなとうろうを頭にのせ踊り歩く山鹿灯籠まつりもこの地で行われ、観光名所としても有名な地である。

本施設の運転は、包括運転委託を拝命した当社の山鹿事業所が担当している。実証運転に際し、AI ごみクレーン全自動システムを本施設に設置したことにより、当社山鹿事業所の運転管理がより精度の高い効率的なものとなり、長期に亘り安定した施設運転を維持できると期待している。

3.2 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。

日処理量 46t の山鹿市環境センターのごみピットにおいて、AI ごみクレーン全自動システムの稼働率を通常運転時に 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、ごみ搬入車両集中による受入対応、攪拌・積み替えスペース不足による作業効率低下が挙げられる。

これらの稼働率低下要因は、ごみピット面積を従来設計より広く確保し、受入および攪拌・積み替えスペースに余裕を持たせることで解消することが可能である。AI ごみクレーン全自動システムに対応したごみピット設計を行うことで、100% 近い稼働率での運用が可能と期待できる。

今後は、ごみ積み上げ高さおよびごみ質の識別精度向上を図るため、AI の学習量を増加させ、より信頼性の高いシステムとなるよう開発を継続する。

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。

最後となりますが、本実証運転を行うにあたり、多大なご協力を頂きました山鹿市様に心よりお礼申し上げます。



図 4 山鹿市環境センター