

明 細 書

発明の名称： 制御システムおよび運転計画方法

技術分野

[0001] 本開示は、制御システムおよび運転計画方法に関する。

本願は、2022年6月14日に日本に出願された特願2022-096009号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、ごみ貯留部を複数のエリア（攪拌エリア、受入エリア、非攪拌エリアなど）に分けて管理するクレーン制御装置が開示されている。このクレーン制御装置は、ごみ貯留部の長手方向（ごみ貯留部からホッパに向かう方向とは直交する方向）の大部分に亘り1つの攪拌エリアを配置したり、互いに積み替えを行う複数の攪拌エリアを上記長手方向に並べて配置したりするものであり、クレーンが1台のみ存在する焼却設備で利用されるものである。また、このクレーン制御装置は、攪拌エリアとして設定された領域からごみを掴んでホッパに投入させるものである。

[0003] 特許文献2には、ごみピットを撮影して画像を生成するカメラと、カメラにより撮影された画像に基づいて単位区画ごとのごみ種を表すごみ種マップを作成するマップ作成部と、バケットの大きさに対応するフィルタをごみ種マップ内で走査して各位置におけるごみの攪拌度を評価する攪拌度評価部と、各位置におけるごみの攪拌度に基づいてバケットの行先を決定する行先決定部とを備えたクレーン制御システムが開示されている。このクレーン制御システムでは、カメラにより撮影された画像のうち全域またはごみピットの壁領域が除外された全域にごみ種マップが作成され、積替操作などの行先決定に用いられる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2017-218316号公報

特許文献2：特開2022-029405号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、複数のクレーンが運転されるごみピットにおいてクレーンの運転自動化を行う場合、その制御内容は、複数のクレーンが互いに干渉しないように管理するとともに、焼却設備のごみ受入処理量、炉処理能力、炉配置、炉数、ごみピットの規模、クレーンの台数、および焼却設備の運用方針などのうち1つ以上に応じて焼却設備ごとに個別に設計する必要があり、運転自動化が困難であった。

[0006] 本開示は、上記課題を解決するためになされたものであって、複数のクレーンの運転自動化を容易に行うことができる制御システムおよび運転計画方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本開示の制御システムは、被焼却物が堆積されるピット内の複数のエリアに対して、所定時間におけるエリア利用方法をそれぞれ設定するエリア機能設定部と、複数のクレーンに対して動作モードをそれぞれ設定する動作設定部と、前記エリア機能設定部により設定される前記エリア利用方法と、前記動作設定部により設定される前記動作モードとの組み合わせに基づき、前記複数のクレーンをそれぞれ制御する制御部と、を備える。前記複数のエリアは、少なくとも、第1エリアと、第2エリアとを含む。前記エリア機能設定部は、第1時間における前記エリア利用方法として、焼却炉のホッパに前記被焼却物を投入することを抑制して前記被焼却物を受け入れる受入先エリアを前記第1エリアに設定し、前記ホッパに前記被焼却物を投入する投入エリアを前記第2エリアに設定し、前記第1時間とは異なる第2時間における前記エリア利用方法として、前記投入エリアを前記第1エリアに設定し、前記受入先エリアを前記第2エリアに設定する。

[0008] 上記課題を解決するために、本開示の運転計画方法は、被焼却物の貯留部で運転される複数のクレーンの運転計画方法であって、コンピュータに、前

記貯留部のピット内の複数のエリアに対して設定可能な複数のエリア利用方法を登録させ、前記複数のクレーンに対して設定可能な複数の動作モードを登録させ、前記貯留部の設備内容または運用方針に応じて、前記複数のエリア利用方法と前記複数の動作モードとを選択的に組み合わせて前記複数のクレーンの運転計画を導出させる。前記複数のエリアは、少なくとも、第1エリアと、第2エリアとを含む。前記複数のエリア利用方法は、第1時間におけるエリア利用方法として、焼却炉のホッパに前記被焼却物を投入することを抑制して前記被焼却物を受け入れる受入先エリアを前記第1エリアに設定し、前記ホッパに前記被焼却物を投入する投入エリアを前記第2エリアに設定することと、前記第1時間とは異なる第2時間における前記エリア利用方法として、前記投入エリアを前記第1エリアに設定し、前記受入先エリアを前記第2エリアに設定することと、を含む。

発明の効果

[0009] 本開示の制御システムおよび運転計画方法によれば、複数のクレーンの運転自動化を容易に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本開示の実施形態の焼却設備を示す概略構成図である。

[図2]本開示の実施形態の燃焼設備を上方から見た場合を示す断面図である。

[図3]本開示の実施形態の制御装置に関連する機能構成を示すブロック図である。

[図4]本開示の実施形態のエリア機能設定部の機能を説明するための図である。

[図5]本開示の実施形態のエリア機能設定部の機能を説明するための図である。

[図6]本開示の実施形態の動作設定部の機能を説明するための図である。

[図7]本開示の実施形態の垂直攪拌を説明するためのフローチャートである。

[図8]本開示の実施形態の移動攪拌を説明するためのフローチャートである。

[図9]本開示の実施形態の移動散乱攪拌を説明するためのフローチャートである。

る。

[図10]本開示の実施形態の投入動作を説明するためのフローチャートである。

。

[図11]本開示の実施形態の制御部の機能構成を示すブロック図である。

[図12]本開示の実施形態の運転計画方法の流れを示すフローチャートである。

。

[図13]本開示の実施形態のクレーンの制御の流れを示すフローチャートである。

る。

[図14]本開示の実施形態のクレーンの制御の流れを示すフローチャートである。

る。

[図15]本開示の実施形態のクレーンの制御の流れを示すフローチャートである。

る。

[図16]本開示の実施形態のクレーンの制御の流れを示すフローチャートである。

る。

[図17]本開示の実施形態のコンピュータの構成を示すハードウェア構成図である。

ある。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本開示の実施形態の制御システムおよび運転計画方法を、図面を参照して説明する。以下の説明では、同一または類似の機能を有する構成に同一の符号を付す。そして、それら構成の重複する説明は省略する場合がある。本開示で「XXに基づく」とは、「少なくともXXに基づく」ことを意味し、XXに加えて別の要素に基づく場合も含み得る。また「XXに基づく」とは、XXを直接に用いる場合に限定されず、XXに対して演算や加工が行われたものに基づく場合も含み得る。本開示で「XXまたはYY」とは、XXとYYのうちいずれか一方の場合に限定されず、XXとYYの両方の場合も含み得る。これは選択的要素が3つ以上の場合も同様である。「XX」および「YY」は、任意の要素（例えば任意の情報）である。本開示で「取得」とは、送信要求を送信して能動的に取得する場合に限定されず、他の装置

から送信される情報を受動的に受信することで取得する場合も含み得る。また、本開示ではデータベースを「DB」と表記する。

[0012] ここで先に、+X方向、-X方向、+Y方向、-Y方向、およびZ方向を定義する。+X方向、-X方向、+Y方向、および-Y方向は、水平面に沿う方向である。+X方向は、後述するごみピット21からホッパ11に向かう方向である（図1参照）。-X方向は、+X方向の反対方向である。+X方向と-X方向を区別しない場合、単に「X方向」と称する。+Y方向および-Y方向は、X方向とは交差する（例えば直交する）方向である。+Y方向は、後述する第1ホッパ11Aから第2ホッパ11Bに向かう方向である（図2参照）。-Y方向は、+Y方向の反対方向である。+Y方向と-Y方向を区別しない場合、単に「Y方向」と称する。Z方向は、X方向およびY方向とは交差する（例えば直交する）方向である。Z方向は、例えば鉛直方向である（図1参照）。

[0013] （実施形態）

＜1. 焼却設備の全体構成＞

図1は、実施形態の焼却設備1を示す概略構成図である。焼却設備1は、例えば、都市ごみ、産業廃棄物、またはバイオマスなどを被焼却物Gとするストーカ炉である。なお、焼却設備1は、ストーカ炉に限定されるものではなく、別タイプの焼却設備でもよい。以下では説明の便宜上、「被焼却物」を「ごみ」と称する場合がある。焼却設備1は、例えば、貯留部2と、焼却炉3とを備える。

[0014] （貯留部）

貯留部2は、収集された被焼却物Gを貯留し、貯留した被焼却物Gを焼却炉3に投入する設備である。貯留部2については、詳しく後述する。

[0015] （焼却炉）

焼却炉3は、被焼却物Gを搬送しながら燃焼させる炉である。焼却炉3は、例えば、ホッパ11と、炉本体12とを備える。

[0016] ホッパ11は、炉本体12の内部へ被焼却物Gを供給するために設けられ

た一時貯留部である。ホッパ11は、上方に向けて開口している。ホッパ11には、後述する貯留部2のクレーン30によって被焼却物Gが投入される。ホッパ11には、不図示のフィーダが設けられている。フィーダは、ホッパ11の内部に貯留された被焼却物Gを炉本体12の内部に向けて移動させる。

[0017] ホッパ11は、レベル計11s（図3参照）を有する。レベル計11sは、ホッパ11に貯留された被焼却物Gの量を検出するセンサである。レベル計11sは、ホッパ11に貯留された被焼却物Gの上面が所定位置より低くなった場合、被焼却物Gをホッパ11へ投入することを要求する信号（以下「投入要求信号」と称する）を、後述する貯留部2の制御装置100に送信する。

[0018] 炉本体12は、被焼却物Gを搬送しながら燃焼させる設備である。炉本体12は、ホッパ11に隣接して設けられている。炉本体12は、被焼却物Gを燃焼させる処理空間Vを含む。

[0019] 図2は、焼却設備1を上方から見た場合を示す断面図である。本実施形態では、焼却炉3は、ホッパ11および炉本体12をそれぞれ複数備える。例えば、焼却炉3は、複数の炉本体12として、－Y方向側に配置された第1炉本体12Aと、＋Y方向側に配置された第2炉本体12Bとを有する。同様に、焼却炉3は、複数のホッパ11として、－Y方向側に配置されて第1炉本体12Aに接続された第1ホッパ11Aと、＋Y方向側に配置されて第2炉本体12Bに接続された第2ホッパ11Bとを有する。第1ホッパ11Aおよび第2ホッパ11Bは、Y方向に並んで配置されている。本実施形態では、第1ホッパ11Aと第2ホッパ11Bとを区別しない場合、単に「ホッパ11」と称する。なお、焼却炉3に設けられるホッパ11および炉本体12の数は、それぞれ2つに限定されず、それぞれ1つでもよいし、それぞれ3つ以上でもよい。

[0020] <2. 貯留部の構成>

次に、貯留部2について説明する。

図2に示すように、貯留部2は、例えば、ごみピット21、プラットフォーム22、複数のごみ受入扉23、複数のクレーン30、およびごみ高さ検出装置41（図1参照）を備える。

[0021] （ごみピット）

ごみピット21は、焼却炉3の前段に設けられ、焼却炉3に投入される前の被焼却物Gが貯留される収容部である。ごみピット21は、上方から見た場合、Y方向に沿う長辺、X方向に沿う短辺を有する長形状である。ごみピット21は、ごみピット21の上部に被焼却物Gを受け入れるための開口を有する（図1参照）。

[0022] （プラットフォーム）

プラットフォーム22は、外部で被焼却物Gを収集した作業車P（以下「パッカー車P」と称する）が到着する搬入部である。プラットフォーム22は、ごみピット21の-X方向側の一端に隣接して設けられている。

[0023] （ごみ受入扉）

複数のごみ受入扉23は、ごみピット21とプラットフォーム22との間に設けられている。複数のごみ受入扉23は、Y方向に並べて配置されるとともに、互いに独立して開閉可能である。パッカー車Pがプラットフォーム22に到着した場合、複数のごみ受入扉23のなかで、到着したパッカー車Pの位置に対応するごみ受入扉23が開かれる。

[0024] 各ごみ受入扉23は、開閉センサ23s（図3参照）を有する。開閉センサ23sは、当該開閉センサ23sが設けられたごみ受入扉23が開かれたことを検知するセンサである。開閉センサ23sは、当該開閉センサ23sが設けられたごみ受入扉23が開かれた場合、ごみ受入扉23が開かれたことを示す信号（以下「受入扉開信号」と称する）を、貯留部2の制御装置100に送信する。

[0025] （クレーン）

図1に示すように、クレーン30は、ごみピット21に貯留された被焼却物Gの一部を把持し、把持した被焼却物Gを焼却炉3のホッパ11まで運ん

でホッパ11に投入する。クレーン30は、ごみピット21の上方に設けられている。クレーン30は、例えば、移動機構31、ワイヤ32、巻上機33、およびグラップル34を有する。

[0026] 移動機構31は、例えば、一对のレール31a、ガーダ31b、およびトロリ31cを有する。一对のレール31aは、貯留部2の上部に設けられている。一对のレール31aは、ごみピット21のX方向の両側に分かれて配置され、それぞれY方向に延びている。ガーダ31bは、一对のレール31aの上に跨るように配置され、レール31aに沿ってY方向に移動可能である。トロリ31cは、ガーダ31bの上に配置され、ガーダ31bに沿ってX方向に移動可能である。

[0027] ワイヤ32は、トロリ31cから吊り下げられている。巻上機33は、トロリ31cに設けられ、ワイヤ32の巻き上げおよび巻き下げを行う。グラップル34は、ワイヤ32の先端に取り付けられている。グラップル34は、被焼却物Gを把持するための複数の爪34aを有する。グラップル34は、被焼却物Gを把持する「把持部」の一例である。グラップル34は、移動機構31および巻上機33によって、X方向、Y方向、およびZ方向の任意の位置に移動可能である。

[0028] 図2に示すように、本実施形態の貯留部2は、複数のクレーン30として、-Y方向側に配置された第1クレーン30Aと、+Y方向側に配置された第2クレーン30Bとを有する。第1クレーン30Aおよび第2クレーン30Bは、Y方向に並べて配置されている。第1クレーン30Aおよび第2クレーン30Bは、一对のレール31aを共有している。このため、第1クレーン30Aは、第2クレーン30Bを超えて+Y方向側には移動できない。また、第2クレーン30Bは、第1クレーン30Aを超えて-Y方向側には移動できない。本実施形態では、第1クレーン30Aと第2クレーン30Bとを区別しない場合、単に「クレーン30」と称する。なお、貯留部2に設けられる複数のクレーン30は、2台のクレーン30に限定されず、3台以上のクレーン30でもよい。

[0029] 各クレーン３０は、位置センサ３５および重量センサ３６を有する（図３参照）。位置センサ３５は、当該位置センサ３５が設けられたクレーン３０のＸ方向およびＹ方向の位置を検出する。位置センサ３５により検出されたクレーン３０の位置を示す情報（以下「位置情報」と称する）は、貯留部２の制御装置１００に送信される。なお本開示で「クレーンの位置」とは、グラップル３４の位置を意味する。一方で、重量センサ３６は、当該重量センサ３６が設けられたクレーン３０のグラップル３４が把持した被焼却物Ｇの重量を検出する。重量センサ３６により検出された被焼却物Ｇの重量を示す情報（以下「重量情報」と称する）は、貯留部２の制御装置１００に送信される。

[0030] （ごみ高さ検出装置）

図１に示すように、ごみ高さ検出装置４１は、ごみピット２１に貯留された被焼却物Ｇの上面の高さを検出する。ごみ高さ検出装置４１は、例えば、レーザスキャナであり、ごみピット２１に貯留された被焼却物Ｇの表面にレーザ光を照射して走査し、レーザ光を照射してから被焼却物Ｇの表面で反射したレーザ光を受光するまでの時間（TOF：Time of flight）を計測し、計測した情報をごみ高さ検出装置４１の検出結果として貯留部２の制御装置１００に送信する。ごみ高さ検出装置４１は、所定の周期（例えば１時間ごと）で被焼却物Ｇの上面の高さを検出する。

[0031] なお、ごみ高さ検出装置４１は、上記例に代えて、ステレオ画像の視差に基づいて距離を計測する装置や、所定パターンの画像を投影した画像を撮像し、撮像されたパターンのずれに基づいて距離を計測する装置、赤外線、音波または電波を照射することで被焼却物Ｇの上面の高さを検出する装置などであってもよい。ごみ高さ検出装置４１は、「センサ」の一例である。

[0032] 次に、貯留部２に含まれる他の構成について説明する。

図３は、制御装置１００に関連する機能構成を示すブロック図である。貯留部２は、上述した構成に加え、例えば、入力装置５１、表示装置５２、操作盤５３、および制御装置１００を備える。

[0033] (入力装置)

入力装置 5 1 は、キーボードまたはタッチパネルなどを有し、オペレータによる入力を受け付け可能な装置である。入力装置 5 1 は、例えば、燃焼設備 1 の設備内容（焼却設備 1 のごみ受入処理量、炉処理能力、炉配置、炉数、ごみピットの規模、クレーンの台数などのうち 1 つ以上）または焼却設備 1 の運用方針が変更される場合、変更後の設備内容または運用方針に関する情報の入力を受け付ける。「変更後の設備内容または運用方針に関する情報」は、例えば、変更後の設備内容または運用方針に応じて設定される判定用（選択用）の指標値や閾値を示す情報を含む。これら情報については後述する。入力装置 5 1 により受け付けられた情報は、設定用情報として制御装置 1 0 0 に送信される。

[0034] (表示装置)

表示装置 5 2 は、種々の情報を表示可能な表示画面を有し、制御装置 1 0 0 から受信する表示情報を表示させる。表示装置 5 2 には、例えば、制御装置 1 0 0 によって生成される複数のクレーン 3 0 の運転計画が表示される。また、表示装置 5 2 には、制御装置 1 0 0 によってアラームが発報される場合、発報されるアラームの内容が表示される。

[0035] (操作盤)

操作盤 5 3 は、クレーン 3 0 に関するオペレータの操作を受け付ける装置である。例えば、制御装置 1 0 0 によってアラームが発報される場合、オペレータは、操作盤 5 3 を操作することで自動運転中のクレーン 3 0 を手動運転に切り替える。操作盤 5 3 により受け付けられた情報は、操作信号として制御装置 1 0 0 に送信される。

[0036] <3. 制御装置の構成>

次に、制御装置 1 0 0 について説明する。

制御装置 1 0 0 は、ごみピット 2 1 で運転される複数のクレーン 3 0 の自動運転を行うための制御装置である。制御装置 1 0 0 は、「制御システム」の一例である。なお、制御装置 1 0 0 に含まれる機能部の一部または全部は

、貯留部 2 の制御装置 100 に代えて、焼却設備 1 の全体を制御する制御装置の一部として設けられてもよい。

[0037] 本実施形態の制御装置 100 は、例えば、情報取得部 110、エリア機能設定部 120、動作設定部 130、制御部 140、設定受付部 150、および記憶部 160 を有する。

[0038] <3. 1 情報取得部>

情報取得部 110 は、制御装置 100 に必要な各種情報を取得する。例えば、情報取得部 110 は、ホッパ 11 から送信される投入要求信号、ごみ受入扉 23 から送信される受入扉開信号、クレーン 30 の位置センサ 35 から送信される位置情報、クレーン 30 の重量センサ 36 から送信される重量情報、ごみ高さ検出装置 41 から送信される検出結果などを取得する。

[0039] <3. 2 エリア機能設定部>

エリア機能設定部 120 は、ごみピット 21 内の複数のエリアに対して、所定時間ごとのエリア利用方法をそれぞれ設定する。エリア利用方法とは、例えば、特定の焼却設備に対して作成されたものではなく、任意の焼却設備に対して設定可能なように予めパターン化（汎用化）された各エリアの運用パターンである。

[0040] 図 4 および図 5 は、エリア機能設定部 120 の機能を説明するための図である。本実施形態では、エリア機能設定部 120 は、ごみピット 21 内に仮想的な複数の区画 R を設定する。複数の区画 R は、例えば、格子状に配置される。図 4 および図 5 では、説明の便宜上、X 方向に 6 行、Y 方向に 10 列で合計 60 個の区画 R がごみピット 21 内に設定される例である。ただし、区画 R の数は、上記例に限定されず、上記例よりも少なくてもよく、上記例よりも多くてもよい。例えば、区画 R は、1 つのごみ受入扉 23 に対して、Y 方向に並ぶ 2 つ以上の区画 R が対応する程度に小さく設定される。各区画 R は、正方形に限定されず、長方形でもよい。また、ごみピット 21 内の全ての領域において区画 R の大きさが同じである必要はなく、異なる大きさの区画 R が存在してもよい。

- [0041] 本実施形態では、エリア機能設定部120は、ごみピット21内の複数のエリアとして、第1から第3のエリアA1～A3を設定する。第1エリアA1は、例えば、上述した複数の区画Rのなかで＋X方向側の4行と－Y方向側の5列により規定される20個の区画Rを含む。第2エリアA2は、例えば、上述した複数の区画Rのなかで＋X方向側の4行と＋Y方向側の5列とにより規定される20個の区画Rを含む。第3エリアA3は、上述した複数の区画Rのなかで最も－X方向側の1行に含まれる9個の区画Rを含む。なお、第3エリアA3には、第1専従エリアC1と、第2専従エリアC2とがさらに設定されてもよい。第1専従エリアC1は、第3エリアA3のなかで、最も－Y方向側である1つ以上の区画Rを含む。第2専従エリアC2は、第3エリアA3のなかで、最も＋Y方向側である1つ以上の区画Rを含む。
- [0042] なお、第1から第3のエリアA1～A3は、仮想的なエリアでもよいし、土手などによって実際に区分されたエリアでもよい。また、第1から第3のエリアA1～A3の設定は、上記例に限定されない。例えば、第1エリアA1と第2エリアA2とは大きさが異なってもよい。また、第1専従エリアC1および第2専従エリアC2の設定は、省略されてもよい。
- [0043] 本実施形態では、エリア機能設定部120は、第1から第3のエリアA1～A3のそれぞれに対して、所定時間におけるエリア利用方法を設定する。本実施形態では、エリア利用方法として、「受入元エリア」、「受入先エリア」、「投入エリア」、「第1クレーン専従受入元エリア」、および「第2クレーン専従受入元エリア」が予めパターン化されて準備され、記憶部160のエリア機能DB161に登録されている。
- [0044] 「受入元エリア」は、パッカー車Pから被焼却物Gを受け入れるエリアである。「受入元エリア」は、第1クレーン30Aおよび第2クレーン30Bのいずれでも被焼却物Gを把持可能なエリアである。
- [0045] 「受入先エリア」は、「受入元エリア」から移動される被焼却物Gを受け入れるエリアである（図4中の矢印参照）。「受入先エリア」は、当該受入先エリア内の被焼却物Gがホッパ11に投入されることを抑制するエリアで

ある。「受入先エリア」では、当該受入先エリア内で被焼却物Gの積み替えが行われ、被焼却物Gの性状が均される。本実施形態では、「受入先エリア」は、後述する「第1クレーン専従受入元エリア」および「第2クレーン専従受入元エリア」からも被焼却物Gを受け入れる。

[0046] 「投入エリア」は、焼却炉3からの要求（例えばホッパ11からの投入要求信号）が受信される場合に、当該投入エリア内の被焼却物Gをホッパ11に投入するエリアである（図5中の矢印参照）。なお、上記投入作業は断続的であるため、「投入エリア」では、投入作業の合間に投入エリア内で被焼却物Gの積み替えが行われ、被焼却物Gの性状が均される。

[0047] 「第1クレーン専従受入元エリア」および「第2クレーン専従受入元エリア」は、「受入元エリア」における他の区画Rと同様に、パッカー車Pから被焼却物Gを受け入れるエリアである。「第1クレーン専従受入元エリア」は、例えば、第1クレーン30Aと第2クレーン30Bとが干渉するため、第1クレーン30Aのみが被焼却物Gを把持可能なエリアである。なお「第1クレーン専従受入元エリア」は、第1クレーン30Aと第2クレーン30Bの干渉と関連することなく、単に第1クレーン30Aに割り当てられた受入元エリアとして設定されてもよい。「第2クレーン専従受入元エリア」は、例えば、第1クレーン30Aと第2クレーン30Bとが干渉するため、第2クレーン30Bのみが被焼却物Gを把持可能なエリアである。なお「第2クレーン専従受入元エリア」は、第1クレーン30Aと第2クレーン30Bの干渉と関連することなく、単に第2クレーン30Bに割り当てられた受入元エリアとして設定されてもよい。

[0048] 本実施形態では、エリア機能設定部120は、ごみピット21内の複数のエリアに対して、所定時間におけるエリア利用方法として、「受入元エリア」、「受入先エリア」、「投入エリア」、「第1クレーン専従受入元エリア」、および「第2クレーン専従受入元エリア」を設定する。例えば、エリア機能設定部120は、第1時間（例えば、ある1日の24時間）におけるエリア利用方法として、「受入先エリア」を第1エリアA1に設定し、「投入

エリア」を第2エリアA2に設定し、「受入元エリア」を第3エリアA3に設定し、「第1クレーン専従受入元エリア」を第1専従エリアC1に設定し、「第2クレーン専従受入元エリア」を第2専従エリアC2に設定する。

[0049] 一方で、エリア機能設定部120は、第1時間とは異なる第2時間（例えば、翌日の24時間）におけるエリア利用方法として、「投入エリア」を第1エリアA1に設定し、「受入先エリア」を第2エリアA2に設定し、「受入元エリア」を第3エリアA3に設定し、「第1クレーン専従受入元エリア」を第1専従エリアC1に設定し、「第2クレーン専従受入元エリア」を第2専従エリアC2に設定する。すなわち本実施形態では、第1エリアA1および第2エリアA2は、各エリアに貯留された被焼却物Gはそのままで、所定時間ごと（例えば日替わりで）に割り当てられる機能が交互に入れ替えられる。

[0050] 本実施形態では、「投入エリア」は、例えば、ごみピット21内の複数のエリアのなかで1つのエリアのみが設定される。すなわち、上記第1時間では、第1ホッパ11Aから投入要求信号を受信する場合と、第2ホッパ11Bから投入要求信号を受信する場合との両方で、第2エリアA2から被焼却物Gが第1ホッパ11Aまたは第2ホッパ11Bに投入される。一方で、上記第2時間では、第1ホッパ11Aから投入要求信号を受信する場合と、第2ホッパ11Bから投入要求信号を受信する場合との両方で、第1エリアA1から被焼却物Gが第1ホッパ11Aまたは第2ホッパ11Bに投入される。

[0051] <3.3 動作設定部>

次に、動作設定部130について説明する。動作設定部130は、複数のクレーン30に対して、所定時間ごとの動作モードをそれぞれ設定する。動作モードとは、特定の焼却設備に対して作成されたものではなく、任意の焼却設備に対して設定可能なように予めパターン化（汎用化）された各クレーン30の動作パターンである。

[0052] 図6は、動作設定部130の機能を説明するための図である。本実施形態

では、動作設定部130は、第1クレーン30Aおよび第2クレーン30Bのそれぞれに対して、所定時間における動作モードを設定する。本実施形態では、動作モードとして、「投入モード」および「受入モード」が予めパターン化されて準備され、記憶部160の動作モードDB162に登録されている。

[0053] 「投入モード」は、焼却炉3からの要求（例えばホッパ11からの投入要求信号）が受信される場合に、投入エリア内の被焼却物Gをホッパ11に投入する動作モードである。なお、上記投入作業は断続的であるため、「投入モード」では、投入作業の合間に投入エリア内で被焼却物Gの積み替えが行われ、被焼却物Gの性状が均される。また本実施形態では、「投入モード」は、投入作業の合間に、受入元エリアから受入先エリアに被焼却物Gを移動させる。例えば、「投入モード」は、投入モードが設定されたクレーン30が専従する受入元エリア（「第1クレーン専従受入元エリア」または「第2クレーン専従受入元エリア」）から受入先エリアに被焼却物Gを移動させる。なお、投入モードが設定されたクレーン30は、受入元エリアのなかで当該クレーン30が専従する区画R（「第1クレーン専従受入元エリア」または「第2クレーン専従受入元エリア」）以外の区画Rからも受入先エリアに被焼却物Gを移動させるようにしてもよい。

[0054] 本実施形態では、「投入モード」には、それぞれ単位作業として予めパターン化（汎用化）された複数の作業内容が対応付けられている。複数の作業内容は、例えば、「受入作業」、「積替作業」、および「投入作業」を含む。「受入作業」は、投入モードが設定されたクレーン30が受入元エリア（例えば、投入モードが設定されたクレーン30が専従する専従受入元エリア）から受入先エリアに被焼却物Gを移動させる作業である。「積替作業」は、投入エリア内で被焼却物Gを積み替える作業である。「投入作業」は、投入エリア内の被焼却物Gをホッパ11に投入する作業である。これら単位作業としての作業内容は、記憶部160の動作モードDB162に登録されている。

[0055] 一方で、「受入モード」は、ホッパ11に被焼却物Gを投入することを抑制して、受入元エリアから受入先エリアに被焼却物Gを受け入れる動作モードである。「受入モード」では、受入作業の合間に受入先エリア内で被焼却物Gの積み替えが行われ、被焼却物Gの性状が均される。また本実施形態では、「受入モード」は、受入元エリアから受入先エリアに被焼却物Gを移動させる。例えば、「受入モード」では、受入元エリアのなかで投入モードが設定されたクレーン30が専従する専従受入元エリア以外の区画R（以下「特定領域の区画R」と称する場合がある）から受入先エリアに被焼却物Gを移動させる。

[0056] 本実施形態では、「受入モード」には、それぞれ単位作業として予めパターン化（汎用化）された複数の作業内容が対応付けられている。複数の作業内容は、例えば、「受入作業」および「積替作業」を含む。「受入作業」は、受入元エリアのなかで上記特定領域の区画Rから受入先エリアに被焼却物Gを移動させる作業である。「積替作業」は、受入先エリア内で被焼却物Gを積み替える作業である。

[0057] また本実施形態では、それぞれ単位作業として、予めパターン化（汎用化）された複数の攪拌方法が準備されている。複数の攪拌方法は、例えば、「垂直攪拌」、「移動攪拌」、および「移動散乱攪拌」を含む。また、攪拌方法と同列の単位作業として、予めパターン化された投入動作が準備されている。これら単位作業としての攪拌方法および投入動作は、記憶部160の動作モードDB162に登録されている。

[0058] 図7は、「垂直攪拌」を説明するためのフローチャートである。単位作業としての「垂直攪拌」は、被焼却物Gの把持位置までクレーン30を移動させ（S11）、クレーン30によって被焼却物Gを把持して持ち上げ（S12）、持ち上げた位置で被焼却物Gに対する把持を開放して垂直攪拌を実行する（S13）、ことを含む一連の作業を含む。

[0059] 図8は、「移動攪拌」を説明するためのフローチャートである。単位作業としての「移動攪拌」は、被焼却物Gの把持位置までクレーン30を移動さ

せ（S 2 1）、クレーン 3 0 によって被焼却物 G を把持して持ち上げ（S 2 2）、被焼却物 G を持ち上げた位置から X 方向および Y 方向のうち少なくとも一方にクレーン 3 0 を移動させ（S 2 3）、その後、被焼却物 G に対する把持を開放して移動攪拌を実行する（S 2 4）、ことを含む一連の作業を含む。

[0060] 図 9 は、「移動散乱攪拌」を説明するためのフローチャートである。単位作業としての「移動散乱攪拌」は、被焼却物 G の把持位置までクレーン 3 0 を移動させ（S 3 1）、クレーン 3 0 によって被焼却物 G を把持して持ち上げ（S 3 2）、被焼却物 G を持ち上げた位置から移動散乱攪拌の開始位置まで X 方向および Y 方向のうち少なくとも一方にクレーン 3 0 を移動させ（S 3 3）、その後、クレーン 3 0 を移動させながら被焼却物 G に対する把持を徐々に開放して移動散乱攪拌を実行する（S 3 4）、ことを含む一連の作業を含む。

[0061] 図 1 0 は、「投入動作」を説明するためのフローチャートである。単位作業としての「投入動作」は、クレーン 3 0 によって被焼却物 G を把持して持ち上げ（S 4 1）、被焼却物 G を持ち上げた位置からホッパ 1 1 までクレーン 3 0 を移動させ（S 4 2）、その後、被焼却物 G に対する把持を開放することで被焼却物 G をホッパ 1 1 に投入する（S 4 3）、ことを含む一連の作業を含む。

[0062] 本実施形態では、受入モードに対応付けられた受入作業および積替作業の各々、並びに、投入モードに対応付けられた受入作業および積替作業の各々には、被焼却物 G の攪拌方法として、単位作業としてパターン化された垂直攪拌、移動攪拌、および移動散乱攪拌のうち 1 つ以上（例えば 2 つ以上）が候補として対応付けられており、任意に選択可能である。

[0063] 例えば、図 6 に示すように、「投入モード」の「受入作業」には、「移動散乱攪拌」および「移動攪拌」が候補として対応付けられており、任意に選択可能である。「投入モード」の「積替作業」には、「移動散乱攪拌」および「移動攪拌」が候補として対応付けられており、任意に選択可能である。

「投入モード」の「投入作業」には、「垂直攪拌」が候補として対応付けられており、任意に選択可能である。一方で、「受入モード」の「受入作業」には、「移動散乱攪拌」および「移動攪拌」が候補として対応付けられており、任意に選択可能である。「受入モード」の「積替作業」には、「垂直攪拌」および「移動攪拌」が候補として対応付けられており、任意に選択可能である。

[0064] 本実施形態では、後述する制御部140は、受入モードに対応付けられた複数の作業（例えば受入作業および積替作業）の各々、並びに、投入モードに対応付けられた複数の作業（例えば受入作業および積替作業）の各々において、後述する設定受付部150により受け付けられた設定または1つ以上のセンサの検出結果に基づき（例えば、後述するごみ山高さ、ごみの性状（攪拌進捗度など）、およびごみ受入扉23の開閉状況などのうち1つ以上に基づき）、被焼却物Gの攪拌方法として、候補として対応付けられた1つ以上の攪拌方法のなかから任意の1つ以上の攪拌方法を対応付けて実行する。

[0065] 例えば、制御部140は、設定受付部150により受け付けられた設定または1つ以上のセンサの検出結果に基づき、「投入作業」に「垂直攪拌」を対応付け、「受入作業」に「移動攪拌」を対応付け、「積替作業」に「移動攪拌」を対応付ける。なお、制御部140は、各作業において、候補として対応付けられた複数の攪拌方法のなかから任意の2つ以上の攪拌方法を対応付けて実行してもよい。例えば、制御部140は、設定受付部150により受け付けられた設定または1つ以上のセンサの検出結果に基づき、「積替作業」に「移動攪拌」および「垂直攪拌」を対応付けて実行してもよく、「積替作業」に2回以上の「移動攪拌」を対応付けて実行してもよい。

[0066] 本実施形態では、動作設定部130は、複数のクレーン30に対して、所定時間における動作モードとして、「投入モード」または「受入モード」を設定する。例えば、動作設定部130は、上記第1時間における動作モードとして、第1クレーン30Aに「受入モード」を設定し、第2クレーン30Bに「投入モード」を設定する。一方で、動作設定部130は、上記第2時

間における動作モードとして、第1クレーン30Aに「投入モード」を設定し、第2クレーン30Bに「受入モード」を設定する。すなわち本実施形態では、第1クレーン30Aおよび第2クレーン30Bは、所定時間ごと（例えば日替わりで）に割り当てられる動作モードが交互に入れ替えられる。

[0067] 本実施形態では、「投入クレーン」は、複数のクレーン30のなかで1つのクレーン30のみが設定される。すなわち、上記第1時間では、第1ホッパ11Aから投入要求信号を受信する場合と、第2ホッパ11Bから投入要求信号を受信する場合との両方で、第2クレーン30Bによって投入エリアから被焼却物Gが第1ホッパ11Aまたは第2ホッパ11Bに投入される。一方で、上記第2時間では、第1ホッパ11Aから投入要求信号を受信する場合と、第2ホッパ11Bから投入要求信号を受信する場合との両方で、第1クレーン30Aによって投入エリアから被焼却物Gが第1ホッパ11Aまたは第2ホッパ11Bに投入される。

[0068] <3.4 制御部>

次に、制御部140について説明する。制御部140は、エリア機能設定部120により設定されるエリア利用方法と、動作設定部130により設定される動作モードとの組み合わせに基づき、複数のクレーン30をそれぞれ制御する。

[0069] 例えば、制御部140は、上記第1時間において、第1エリアA1に設定された「受入エリア」と、第1クレーン30Aに設定された「受入モード」との組み合わせにより、受入元エリアに堆積された被焼却物Gを把持して第1エリアA1に移動させる。また、制御部140は、上記第1時間において、第2エリアA2に設定された「投入エリア」と、第2クレーン30Bに設定された「投入モード」との組み合わせにより、第2エリアA2に堆積された被焼却物Gを把持してホッパ11に投入する。このため、上記第1時間では、第1エリアA1で主たる動作を行うクレーン30が第1クレーン30Aに限定され、第2エリアA2で主たる動作を行うクレーン30が第2クレーン30Bに限定される。

[0070] 一方で、制御部140は、上記第2時間において、第1エリアA1に設定された「投入エリア」と、第1クレーン30Aに設定された「投入モード」との組み合わせにより、第1エリアA1に堆積された被焼却物Gを把持してホッパ11に投入する。また、制御部140は、上記第2時間において、第2エリアA2に設定された「受入エリア」と、第2クレーン30Bに設定された「受入モード」との組み合わせにより、受入元エリアに堆積された被焼却物Gを把持して第2エリアA2に移動させる。このため、上記第2時間でも、第1エリアA1で主たる動作を行うクレーン30が第1クレーン30Aに限定され、第2エリアA2で主たる動作を行うクレーン30が第2クレーン30Bに限定される。

[0071] 次に、制御部140の機能についてより詳しく説明する。

図11は、制御部140の機能構成を示すブロック図である。制御部140は、例えば、ごみ高さ算出部141、攪拌回数算出部142、かさ比重算出部143、評価値算出部144、選択部145、および動作制御部146を含む。

[0072] (ごみ高さ算出部)

ごみ高さ算出部141は、ごみ高さ検出装置41の検出結果に基づき、ごみピット21内に堆積された被焼却物Gの高さ（以下「ごみ山高さ」と称する）を算出する。ごみ山高さは、ごみピット21に設定された複数の区画Rの各々について算出される。

[0073] (攪拌回数算出部)

攪拌回数算出部142は、例えばクレーン30による攪拌作業の履歴に基づき、被焼却物Gの攪拌回数を算出する。被焼却物Gの攪拌回数は、ごみピット21に設定された複数の区画Rの各々について算出される。

[0074] (かさ比重算出部)

かさ比重算出部143は、クレーン30の重量センサ36からの重量情報に基づき、被焼却物Gのかさ比重を算出する。「かさ比重」とは、対象物固有の比重ではなく、「空隙を含む単位体積当たりの重量」から算出される比

重である。被焼却物Gのかさ比重は、ごみピット21に設定された複数の区画Rの各々について算出される。

[0075] (評価値算出部)

評価値算出部144は、例えば、攪拌回数算出部142により算出された各区画Rにおける攪拌回数と、かさ比重算出部143により算出された各区画Rにおけるかさ比重とに基づき、各区画Rにおける攪拌進捗度を示す評価値（以下では説明の便宜上「総合評価値」と称する）を算出する。なお、評価値算出部144は、攪拌回数およびかさ比重に代えて／加えて、ごみピット21内を撮影した画像に対する画像解析に基づき、各区画Rにおける総合評価値を算出してもよい。

[0076] (選択部)

選択部145は、作業選択部145aと、把持位置選択部145bとを含む。

[0077] 作業選択部145aは、受入モードおよび投入モードにそれぞれ対応付けられた複数の作業のなかから、ごみピット21または焼却炉3の状況に応じて各クレーン30に適した作業を選択し、各クレーン30が実行する作業を切り替える。例えば、作業選択部145aは、複数のクレーン30のうち受入モードが設定されたクレーン30に関して、焼却炉3からの要求（例えばホッパ11からの要求）または焼却設備1に設けられた1つ以上のセンサの検出結果に基づき（例えば、ごみ山高さ、ごみの性状（攪拌進捗度など）、およびごみ受入扉23の開閉状況などのうち1つ以上に基づき）、受入モードに対応付けられた複数の作業（例えば、受入作業および積替作業）のなかで実行させる作業を切り替える。例えば、作業選択部145aは、上記1つ以上のセンサの検出結果と、予め設定された閾値Taとの比較に基づき、受入モードに対応付けられた複数の作業のなかで実行させる作業を切り替える。

[0078] 同様に、作業選択部145aは、複数のクレーン30のうち投入モードが設定されたクレーン30に関して、焼却炉3からの要求（例えばホッパ11

からの要求) または焼却設備 1 に設けられた 1 つ以上のセンサの検出結果に基づき (例えば、ごみ山高さ、ごみの性状 (攪拌進捗度など)、およびごみ受入扉 2 3 の開閉状況などのうち 1 つ以上に基づき)、投入モードに対応付けられた複数の作業 (例えば、受入作業、積替作業、および投入作業) のなかで実行させる作業を切り替える。例えば、作業選択部 1 4 5 a は、上記 1 つ以上のセンサの検出結果と、予め設定された閾値 T_b との比較に基づき、投入モードに対応付けられた複数の作業のなかで実行させる作業を切り替える。これら内容については、後述する制御フローの説明のなかで詳しく説明する。

[0079] また本実施形態では、作業選択部 1 4 5 a は、後述する設定受付部 1 5 0 により受け付けられた設定内容、または上記 1 つ以上のセンサの検出結果に基づき (例えば、ごみ山高さやごみの性状 (攪拌進捗度など) などのうち 1 つ以上に基づき)、受入モードの受入作業および積替作業、並びに投入モードの受入作業および積替作業の各々において、それぞれ対応付けられた 1 つ以上 (例えば 2 つ以上) の攪拌方法のなかから少なくとも 1 つの攪拌方法を選択して実行させる。

[0080] 例えば、作業選択部 1 4 5 a は、上記 1 つ以上のセンサの検出結果と、予め設定された閾値 T_c との比較に基づき、2 つ以上の攪拌方法のなかから 1 つ以上の攪拌方法を選択して実行させる。例えば、特定の区画 R のみの攪拌進捗度が所定の閾値よりも低い場合に、当該特定の区画 R に対する垂直攪拌が選択されて実行される。また、ある区画 R のごみ山高さと別の区画 R のごみ山高さとの差が所定の閾値よりも大きい場合などに、それら 2 つの区画 R のうち一方から他方へ被焼却物 G を移動させる移動攪拌が選択されて実行される。また、エリア全体の攪拌進捗度を高める場合や、垂直攪拌および移動攪拌が不適切である場合などに、移動散乱攪拌が選択されて実行される。

[0081] 把持位置選択部 1 4 5 b は、受入作業、積替作業、または投入作業において被焼却物 G を移動させる場合に、上記 1 つ以上のセンサの検出結果に基づき (例えば、ごみ山高さ、ごみの性状 (攪拌進捗度など)、およびごみ受入

扉 2 3 の開閉状況などのうち 1 つ以上に基づき)、被焼却物 G を把持する位置を選択する。例えば、把持位置選択部 1 4 5 b は、受入元エリアから受入先エリアに被焼却物 G を移動させる場合に、受入元エリアにおいて被焼却物 G を把持する位置を選択する。また、把持位置選択部 1 4 5 b は、受入先エリアまたは投入エリアにおいて被焼却物 G を積み替える場合に、受入先エリアまたは投入エリアにおいて被焼却物 G を把持する位置を判定する。また、把持位置選択部 1 4 5 b は、投入エリアからホッパ 1 1 に被焼却物 G を投入する場合に、投入エリアにおいて被焼却物 G を把持する位置を選択する。例えば、把持位置選択部 1 4 5 b は、上記 1 つ以上のセンサの検出結果と、予め設定された閾値 T d との比較に基づき、被焼却物 G を把持する位置を選択する。

[0082] (動作制御部)

動作制御部 1 4 6 は、各クレーン 3 0 の制御盤に対して制御信号を送信することで、各クレーン 3 0 の移動および被焼却物 G の把持を実行させる。例えば、動作制御部 1 4 6 は、作業選択部 1 4 5 a により選択された作業や攪拌方法をクレーン 3 0 に実行させる。また、動作制御部 1 4 6 は、把持位置選択部 1 4 5 b により選択された把持位置にクレーン 3 0 を移動させ、被焼却物 G を把持させる。

[0083] また、動作制御部 1 4 6 は、複数のクレーン 3 0 が干渉する可能性がある場合、各クレーン 3 0 が実行中または実行予定の作業の種別に基づき、複数のクレーン 3 0 の優先順位を判定する。そして、動作制御部 1 4 6 は、干渉する可能性がある複数のクレーン 3 0 のうち優先順位が低いクレーン 3 0 に退避指示を送信することで、クレーン 3 0 同士の干渉を回避する。作業の種別に対して設定される優先順位としては、例えば、「投入作業」の優先順位が最も高く、「受入作業」の優先順位が次いで高く、「積替作業」の優先順位が低い。ただし、これら優先順位は、各エリアの攪拌進捗度や受入元エリアのごみ高さなどに応じて随時入れ替えられてもよい。これら優先順位を示す情報は、記憶部 1 6 0 の優先情報 D B 1 6 3 に登録されている。

[0084] <3. 5 設定受付部>

次に、設定受付部 150 について説明する。

設定受付部 150 は、入力装置 51 から送信される設定用情報を受信することで、オペレータによって指定された各種設定を受け付ける。各種設定は、例えば、判定や選択に用いられる指標の種類および各種閾値の大きさを含む。各種閾値は、例えば、受入モードまたは投入モードに対応して設定された複数の作業のなかから実行する作業を選択するために用いられる閾値 T_a 、 T_b 、2 つ以上の攪拌方法のなかから実行する攪拌方法を選択するために用いられる閾値 T_c 、被焼却物 G の把持位置を選択するために用いられる閾値 T_d などを含む。上記各種設定は、記憶部 160 の判定条件 DB 164 に登録されている。

[0085] 上記指標の種類や各種閾値（例えば閾値 T_a 、 T_b 、 T_c 、 T_d ）は、焼却設備 1 の設備内容（焼却設備 1 のごみ受入処理量、炉処理能力、炉配置、炉数、ごみピットの規模、クレーンの台数などのうち 1 つ以上）または焼却設備 1 の運用方針に応じて設定される。また、上記指標の種類や各種閾値（例えば閾値 T_a 、 T_b 、 T_c 、 T_d ）は、焼却設備 1 の設備内容または運営方針が変更される場合に、変更後の焼却設備 1 の設備内容または運営方針に応じて再設定される。

[0086] 言い換えると、設定受付部 150 は、焼却設備 1 の設備内容または運営方針が変更される場合に、受入モードまたは投入モードに対応付けられた複数の作業のなかで実行させる作業を選択する作業選択部 145 a の選択結果が異なることになるように閾値 T_a 、 T_b の変更を受け付け可能である。また、設定受付部 150 は、焼却設備 1 の設備内容または運営方針が変更される場合に、複数の攪拌方法のなかで実行させる攪拌方法を選択する作業選択部 145 a の選択結果が異なることになるように閾値 T_c の変更を受け付け可能である。また、設定受付部 150 は、焼却設備 1 の設備内容または運営方針が変更される場合に、複数の把持位置候補のなかで被焼却物 G を実際に把持する把持位置を選択する把持位置選択部 145 b の選択結果が異なること

になるように閾値 T_d の変更を受け付け可能である。

[0087] <3. 6 記憶部>

記憶部 160 は、各種情報を記憶する。例えば、記憶部 160 は、上述したエリア機能 DB 161、動作モード DB 162、優先情報 DB 163、判定条件 DB 164 などを記憶する。

[0088] <4. 運転計画の導出>

次に、クレーン 30 の運転計画の導出について説明する。本開示で「運転計画」とは、クレーン 30 の基本動作を示す計画であり、上述した指標の種類や各種閾値（例えば閾値 T_a 、 T_b 、 T_c 、 T_d ）を変更することで制御内容が変更可能な計画を意味する。

[0089] 図 12 は、クレーン 30 の運転計画方法の流れを示すフローチャートである。まず、ごみピット 21 内の複数のエリアに対して設定可能な複数のエリア利用方法を、エリア機能 DB 161 として登録させる（S101）。設定受付部 150 は、上記複数のエリア利用方法の登録を受け付ける。これら複数のエリア利用方法は、上述したように、特定の焼却設備用に対して作成されたものではなく、任意の焼却設備に対して設定可能なように予めパターン化された各エリアの運用パターンである。

[0090] 次に、複数のクレーン 30 に対して設定可能な複数の動作モードを、動作モード DB 162 として登録させる（S102）。設定受付部 150 は、上記複数の動作モードの登録を受け付ける。これら動作モードは、上述したように、特定の焼却設備用に対して作成されたものではなく、任意の焼却設備に対して設定可能なように予めパターン化された各クレーン 30 の動作パターンである。各動作モードには、受入作業、積替作業、または投入作業など複数の作業内容が対応付けられている。また、各動作モードの複数の作業内容の各々には、1 つ以上（例えば 2 以上）の攪拌方法が対応付けられている。

[0091] 次に、焼却設備 1 の設備内容または運用方針に応じて複数のエリア利用方法と複数の動作モードとを選択的に組み合わせて複数のクレーン 30 の運転

計画を導出させる（S103）。本開示で「組み合わせる」とは、エリア利用方法との動作モードとを直接に対応付けることに限定されず、特定のエリアに特定のエリア利用方法を設定し、特定のクレーン30に特定の動作モードを設定することで、上記特定のエリアで主として動作するクレーン30を規定することや上記特定のクレーン30が移動する領域を限定することなども該当し得る。制御部140は、焼却設備1の設備内容または運用方針に応じて設定された複数のエリア利用方法と複数の動作モードの選択的な組み合わせに基づき、複数のクレーン30の運転計画を導出する。本開示で「設備内容または運用方針に応じて…運転計画を導出させる」とは、例えば、設備内容または運用方針に応じてピット内の複数のエリアに対する所定時間ごとのエリア利用方法と複数のクレーンに対する動作モードとを設定し、その組み合わせにより複数のクレーン30の運転計画を規定することを含む。「設備内容または運用方針に応じて」とは、例えば、設備内容に含まれるごみ受入処理量や、炉処理能力、炉数、ごみピットの規模などのうち1つ以上に基づき、エリア利用方法やクレーンの動作モードを設定することを意味する。

[0092] 次に、焼却設備1の設備内容または運用方針に応じて、各動作モードにおけるクレーン30の作業内容または攪拌方法などを選択する（切り替える）ための指標の種類や各種閾値（例えば閾値Ta, Tb, Tc, Td）が登録される（S104）。設定受付部150は、上記指標の種類や各種閾値の登録を受け付ける。これにより、上記運転計画におけるクレーン30の制御内容の詳細が規定される。

[0093] <5. クレーンの制御の流れ>

次に、クレーン30の制御の流れについて説明する。ここでは、まず、投入モードが設定されたクレーン30の制御の流れについて説明する。

[0094] <5. 1 投入モードのクレーンの制御>

図13から図15は、投入モードのクレーン30の制御の流れを示すフローチャートである。以下では、投入モードが設定されたクレーン30を「投入クレーン30T」と称する。一方で、受入モードが設定されたクレーン3

0を「受入クレーン30U」と称する。また以下では、受入先エリアが第1エリアA1に設定され、投入エリアが第2エリアA2に設定された状態「エリア設定A」と称する。また、投入エリアが第1エリアA1に設定され、受入先エリアが第2エリアA2に設定された状態を「エリア設定B」と称する。

[0095] (投入作業)

まず、選択部145は、ホッパ11からの投入要求信号があるか否かを判定する(S201)。選択部145は、ホッパ11からの投入要求信号が無い場合(S201; NO)、投入作業が不要と判定し、受入作業または積替作業に関する処理に進む。

[0096] 一方で、選択部145は、ホッパ11からの投入要求信号がある場合(S201; YES)、投入エリア内の複数の区画Rのなかから総合評価値またはごみ高さが所定基準値以上である任意の1箇所の区画Rを、被焼却物Gを把持する区画Rとして選択する(S202)。

[0097] 次に、動作制御部146は、投入モードに対応付けられた「垂直攪拌」を実行させる指示を投入クレーン30Tに送信する(S203)。これにより、S202の処理で選択された区画Rに対して垂直攪拌が行われる。次に、動作制御部146は、投入モードに対応付けられた「投入動作」を実行させる指示を投入クレーン30Tに送信する(S204)。これにより、S202の処理で選択された区画Rで被焼却物Gが把持され、ホッパ11に被焼却物Gが投入される。

[0098] (受入作業)

図14に示すように、受入作業を行う場合、選択部145は、受入元エリア(例えば投入クレーン30Tに対応付けられた専従受入元エリア)に含まれる複数の区画Rのなかでごみ山高さが予め設定された閾値T1以上の区画Rが存在するか否かを判定する(S301)。選択部145は、S301の判定結果が否定的である場合(S301; NO)、受入作業が不要と判定し、積替作業に関する処理に進む。

[0099] 一方で、選択部145は、S301の判定結果が肯定的である場合（S301；YES）、受入作業を実行する。この場合、選択部145は、S301の処理で判定された複数の区画Rのなかでごみ山高さが最も高い区画Rを1箇所選択する（S302）。なお、ごみ山高さが同じで最も高い複数の区画Rが存在する場合、当該複数の区画Rのなかで投入クレーン30Tに最も近い区画Rが選択される。

[0100] 次に、選択部145は、受入先エリアのなかでごみ高さが最も低い区画Rを含む列を選択する（S303）。次に、動作制御部146は、投入モードの積替作業に対応付けられた「移動散乱攪拌」を実行させる指示を投入クレーン30Tに送信する（S304）。これにより、S302の処理で選択された区画Rで被焼却物Gが把持され、把持された被焼却物GがS303で選択された列に沿って移動散乱攪拌が行われる。なお、本実施形態では、投入クレーン30Tの専従受入元エリアから受入先エリアに被焼却物Gが移動される場合、受入クレーン30Uは退避させられる。すなわち、投入モードに含まれる「受入作業」を行う投入クレーン30Tは、受入モードに含まれるいずれの作業を行う受入クレーン30Uよりも優先される。

[0101] （積替作業）

図15に示すように、積替作業を行う場合、選択部145は、投入エリア内の複数の区画Rのなかからごみ山高さが予め設定された閾値T2以上の区画Rがあるか否かを判定する（S401）。選択部145は、投入エリア内の複数の区画Rにおいてごみ山高さが閾値T2以上の区画Rが存在しない場合（S401；NO）、S201の処理に戻る。

[0102] 一方で、選択部145は、投入エリア内の複数の区画Rにおいてごみ山高さが閾値T2値以上の区画Rが存在する場合（S401；YES）、当該複数の区画Rのなかからごみ山高さが最も高い区画Rを積替元候補として選択する（S402）。なお、ごみ山高さが同じ複数の区画Rが検出される場合、選択部145は、当該複数の区画Rのなかから総合評価値が最も高い区画Rを1つ選択する。なお、上記複数の区画Rにおいて総合評価値が同じで最

も高い複数の区画 R が検出される場合、選択部 145 は、総合評価値が同じで最も高い複数の区画 R のなかから投入クレーン 30T に最も近い区画 R を選択する。

[0103] 次に、選択部 145 は、投入エリア内の複数の区画 R において、ごみ山高さが最も低い区画 R を積替先候補として選択する（S403）。なお、ごみ山高さが同じ複数の区画 R が検出される場合、選択部 145 は、当該複数の区画 R のなかから総合評価値が最も低い区画 R を 1 つ選択する。なお、上記複数の区画 R において総合評価値が同じで最も低い複数の区画 R が検出される場合、選択部 145 は、総合評価値が同じで最も低い複数の区画 R のなかから投入クレーン 30T に最も近い区画 R を選択する。

[0104] ここで、選択部 145 は、受入クレーン 30U が受入先エリアと投入エリアとの境界近くの所定領域（例えば受入エリアと投入エリアとの境界に近い 2 列以内の区画 R）に存在する場合）、投入エリアのなかで受入先エリアと投入エリアとの境界近くの所定領域（例えば受入エリアと投入エリアとの境界に近い 2 列以内の区画 R）を除いた複数の区画 R のなかから上記積替元候補の区画 R および積替先候補の区画 R を選択する。言い換えると、投入モードに含まれる「積替作業」を行う投入クレーン 30T よりも、受入モードに含まれるいずれかの作業を行う受入クレーン 30U が優先される。

[0105] 次に、動作制御部 146 は、投入モードの積替作業に対応付けられた「移動攪拌」を実行するための指示を投入クレーン 30T に送信する（S404）。これにより、S402 の処理で選択された区画 R で被焼却物 G が把持され、把持された被焼却物 G が S403 の処理で選択された区画 R に対して移動攪拌により積み替えられる。

[0106] <5. 2 受入モードのクレーンの制御>

次に、受入クレーン 30U の制御について説明する。

図 16 は、受入クレーン 30U の制御の流れを示すフローチャートであり、受入モードに含まれる「受入作業」の流れを示す。受入クレーン 30U による受入作業は、受入元エリアのなかで投入モードが設定されたクレーン 3

0が専従する専従受入元エリア以外の区画R（特定領域の区画R）から被焼却物Gを受入先エリアに移動させることを除き、投入クレーン30Tによる受入作業と同様である。このため、投入クレーン30Uによる受入作業の説明は、投入クレーン30Tによる受入作業に関する上記説明において、「投入クレーン30T」を「投入クレーン30U」と読み替え、「投入クレーン30Tに対応付けられた専従受入元エリア」を、「受入元エリアにおける特定領域の区画R」と読み替えればよい。

[0107] また、投入クレーン30Uによる積替作業の説明は、投入クレーン30Tによる積替作業に関する上記説明において、「投入クレーン30T」を「投入クレーン30U」と読み替え、「投入エリア」を「受入先エリア」と読み替えればよい。

[0108] 以上の説明で登場した閾値T1、T2は、上述した閾値Ta、Tb、Tc、Tdのいずれかに含まれる閾値であり、焼却設備1の設備内容または運用方針に応じて変更可能である。

[0109] <5. 利点>

近年のごみピットは、後段焼却炉が左右に配置されることから横長のエリアとなる場合が多く、ごみ受入量や焼却炉の大きさに応じて複数のクレーンにより、被焼却物Gの受入、攪拌、および投入が行われる。しかしながら、複数のクレーンを同時に操作して作業を行う場合、クレーン同士の干渉が生じるリスクがあり、自動運転化が困難であった。また、焼却設備のごみ受入処理量、炉処理能力、炉配置、炉数、ごみピットの規模、クレーンの数など、クレーンの自動運転を制御するロジックは、焼却設備ごとに計画や方針の検討、変更が必要となっていた。

[0110] 一方で、本実施形態では、制御装置100は、エリア機能設定部120と、動作設定部130と、制御部140とを備える。エリア機能設定部120は、被焼却物Gが堆積されるごみピット21内の複数のエリアに対して、所定時間におけるエリア利用方法をそれぞれ設定する。動作設定部130は、複数のクレーン30に対して動作モードをそれぞれ設定する。制御部140

は、エリア機能設定部１２０により設定されるエリア利用方法と、動作設定部１３０により設定される動作モードとの組み合わせに基づき、複数のクレーン３０をそれぞれ制御する。

[0111] このような構成によれば、複数のエリア利用方法および複数の動作モードを予め定義しておき、対象設備の規模や設備数などで都度変更が複雑化する制御ロジック内部をパターン化し、適宜組み合わせで運転計画を導出することで、複数のクレーン３０の運転自動化を容易に行うことができる。例えば、エリア利用方法と動作モードとにより、エリアごとに主として動作するクレーン３０が限定される（または、クレーン３０ごとに移動範囲が限定される）ことになり、クレーン３０同士の干渉リスクを低減することができる。これにより、複数のクレーン３０の運転自動化を容易に行うことができる。

[0112] 以上、本開示の実施の形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施の形態に限られるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲の設計変更なども含まれる。

[0113] 図１７は、本実施形態に係るコンピュータ１１００の構成を示すハードウェア構成図である。コンピュータ１１００は、例えば、プロセッサ１１１０、メインメモリ１１２０、ストレージ１１３０、およびインターフェース１１４０を備える。

[0114] 上述の制御装置１００の各機能部は、コンピュータ１１００に実装される。そして、上述した各機能部の動作は、プログラムの形式でストレージ１１３０に記憶されている。プロセッサ１１１０は、プログラムをストレージ１１３０から読み出してメインメモリ１１２０に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。また、プロセッサ１１１０は、プログラムに従って、上述した各機能部が使用する記憶領域をメインメモリ１１２０に確保する。

[0115] プログラムは、コンピュータ１１００に発揮させる機能の一部を実現するためのものであってもよい。例えば、プログラムは、ストレージ１１３０に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせ、または他の装置に実装

された他のプログラムとの組み合わせによって機能を発揮させるものであってもよい。また、コンピュータ 1100 は、上記構成に加えて、または上記構成に代えて PLD (Programmable Logic Device) などのカスタム LSI (Large Scale Integrated Circuit) を備えてもよい。PLD の例としては、PAL (Programmable Array Logic)、GAL (Generic Array Logic)、CPLD (Complex Programmable Logic Device)、FPGA (Field Programmable Gate Array) が挙げられる。この場合、プロセッサ 1110 によって実現される機能の一部または全部が当該集積回路によって実現されてよい。

[0116] ストレージ 1130 の例としては、磁気ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリなどが挙げられる。ストレージ 1130 は、コンピュータ 1100 のバスに直接接続された内部メディアであってもよいし、インターフェース 1140 又は通信回線を介してコンピュータ 1100 に接続される外部メディアであってもよい。また、このプログラムが通信回線によってコンピュータ 1100 に配信される場合、配信を受けたコンピュータ 1100 が当該プログラムをメインメモリ 1120 に展開し、上記処理を実行してもよい。また、当該プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、当該プログラムは、前述した機能をストレージ 1130 に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせで実現するもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

[0117] <付記>

各実施形態に記載の制御システムおよび運転計画方法は、例えば以下のよう
に把握される。

[0118] (1) 第 1 態様の制御システムは、被焼却物 G が堆積されるピット（例えば
ごみピット 21）内の複数のエリアに対して、所定時間におけるエリア利用
方法をそれぞれ設定するエリア機能設定部 120 と、複数のクレーン 30 に
対して動作モードをそれぞれ設定する動作設定部 130 と、エリア機能設定
部 120 により設定されるエリア利用方法と、動作設定部 130 により設定
される動作モードとの組み合わせに基づき、複数のクレーン 30 をそれぞれ

制御する制御部 140 とを備える。このような構成によれば、エリア利用方法と動作モードとの組み合わせにより運転計画を導出することで、複数のクレーン 30 の運転自動化を容易に行うことができる。例えば、エリア利用方法と動作モードとにより、エリアごとに主として動作するクレーン 30 が限定される（またはクレーン 30 ごとの移動範囲が限定される）ことになり、クレーン 30 同士の干渉リスクを低減することができる。

[0119] (2) 第 2 態様の制御システムは、前記第 1 態様の制御システムであって、上記複数のエリアは、少なくとも、第 1 エリア A1 と、第 2 エリア A2 とを含み、エリア機能設定部 120 は、第 1 時間におけるエリア利用方法として、ホッパ 11 に被焼却物 G を投入することを抑制して被焼却物 G を受け入れる受入先エリアを第 1 エリア A1 に設定し、ホッパ 11 に被焼却物 G を投入する投入エリアを第 2 エリア A2 に設定し、第 1 時間とは異なる第 2 時間におけるエリア利用方法として、上記投入エリアを第 1 エリア A1 に設定し、上記受入先エリアを第 2 エリア A2 に設定する。このような構成によれば、受入に関するエリアと、投入に関するエリアとでクレーン 30 の動きを分けて管理することができる。これにより、複数のクレーン 30 の運転自動化をさらに容易に行うことができる。例えば、クレーン 30 同士の干渉リスクをさらに低減することができる。

[0120] (3) 第 3 態様の制御システムは、前記第 1 態様または第 2 態様の制御システムであって、複数のクレーン 30 は、少なくとも、第 1 クレーン 30 A と、第 2 クレーン 30 B とを含み、動作設定部 130 は、上記第 1 時間における動作モードとして、ホッパ 11 に被焼却物 G を投入することを抑制して被焼却物 G を受け入れる受入モードを第 1 クレーン 30 A に設定し、ホッパ 11 に被焼却物 G を投入する投入モードを第 2 クレーン 30 B に設定し、上記第 2 時間における動作モードとして、上記投入モードを第 1 クレーン 30 A に設定し、上記受入モードを第 2 クレーン 30 B に設定する。このような構成によれば、受入を担当するクレーンと、投入を担当するクレーンとでクレーン 30 の動きを分けて管理することができる。これにより、複数のクレーン

ン30の運転自動化をさらに容易に行うことができる。例えば、クレーン30同士の干渉リスクをさらに低減することができる。

[0121] (4) 第4態様の制御システムは、前記第3態様の制御システムであって、上記受入モードには、被焼却物Gを受け入れる受入作業と、上記受入先エリア内で被焼却物Gを積み替える積替作業とを含む複数の作業が対応付けられ、上記投入モードには、ホッパ11に被焼却物Gを投入する投入作業と、上記投入エリア内で被焼却物Gを積み替える積替作業とを含む複数の作業が対応付けられ、制御部140は、複数のクレーン30のうち上記受入モードが設定されたクレーン30に関して、焼却炉3からの要求または1つ以上のセンサの検出結果に基づき、上記受入モードに対応付けられた複数の作業のなかで実行させる作業を切り替え、複数のクレーン30のうち上記投入モードが設定されたクレーン30に関して、焼却炉3からの要求または上記1つ以上のセンサの検出結果に基づき、上記投入モードに対応付けられた複数の作業のなかで実行させる作業を切り替える。このような構成によれば、動作モードに複数の作業が対応付けられて定義されており、焼却炉3からの要求または1つ以上のセンサの検出結果に基づき、実際に実行される制御が切り替えられる。これにより、クレーン30の自動運転化をより容易に行うことができる。

[0122] (5) 第5態様の制御システムは、前記第4態様の制御システムであって、オペレータによる設定を受け付け可能な設定受付部150をさらに備え、上記受入モードまたは上記投入モードに対応付けられた前記複数の作業のうち少なくとも1つの作業は、設定受付部150により受け付けられた設定または上記1つ以上のセンサの検出結果に基づき、被焼却物Gの攪拌方法として、垂直攪拌、移動攪拌、および移動散乱攪拌のうち1つ以上が対応付けられて実行される。このような構成によれば、上記少なくとも1つの作業に対して、予め定義された任意の攪拌方法を組み合わせて（例えば適宜組み替えて）実行させることができる。これにより、クレーン30の自動運転化をより容易に行うことができる。

[0123] (6) 第6の態様に係る運転計画方法は、被焼却物Gの貯留部2で運転される複数のクレーン30の運転計画方法であって、コンピュータに、貯留部2のピット（例えばごみピット21）内の複数のエリアに対して設定可能な複数のエリア利用方法を登録させ、複数のクレーン30に対して設定可能な複数の動作モードを登録させ、貯留部2の設備内容または運用方針に応じて、上記複数のエリア利用方法と上記複数の動作モードとを選択的に組み合わせることで複数のクレーン30の運転計画を導出させる。このような構成によれば、エリア利用方法と動作モードとの組み合わせにより運転計画を導出することで、複数のクレーン30の運転自動化を容易に行うことができる。例えば、エリア利用方法と動作モードとにより、エリアごとに主として動作するクレーン30が限定されることになり、クレーン30同士の干渉リスクを低減することができる。

産業上の利用可能性

[0124] 本開示によれば、複数のクレーンの運転自動化を容易に行うことができる。

符号の説明

- [0125] 1…焼却設備
2…貯留部
3…焼却炉
11…ホッパ
11A…第1ホッパ
11B…第2ホッパ
21…ごみピット
30…クレーン
30A…第1クレーン
30B…第2クレーン
100…制御装置（制御システム）
110…情報取得部

1 2 0 …エリア機能設定部

1 3 0 …動作設定部

1 4 0 …制御部

1 4 1 …ごみ高さ算出部

1 4 2 …攪拌回数算出部

1 4 3 …かさ比重算出部

1 4 4 …評価値算出部

1 4 5 …選択部

1 4 6 …動作制御部

1 5 0 …設定受付部

請求の範囲

- [請求項1] 被焼却物が堆積されるピット内の複数のエリアに対して、所定時間におけるエリア利用方法をそれぞれ設定するエリア機能設定部と、
複数のクレーンに対して動作モードをそれぞれ設定する動作設定部と、
前記エリア機能設定部により設定される前記エリア利用方法と、前記動作設定部により設定される前記動作モードとの組み合わせに基づき、前記複数のクレーンをそれぞれ制御する制御部と、
を備え、
前記複数のエリアは、少なくとも、第1エリアと、第2エリアとを含み、
前記エリア機能設定部は、
第1時間における前記エリア利用方法として、焼却炉のホッパに前記被焼却物を投入することを抑制して前記被焼却物を受け入れる受入先エリアを前記第1エリアに設定し、前記ホッパに前記被焼却物を投入する投入エリアを前記第2エリアに設定し、
前記第1時間とは異なる第2時間における前記エリア利用方法として、前記投入エリアを前記第1エリアに設定し、前記受入先エリアを前記第2エリアに設定する、
制御システム。
- [請求項2] 前記複数のクレーンは、少なくとも、第1クレーンと、第2クレーンとを含み、
前記動作設定部は、
前記第1時間における前記動作モードとして、前記ホッパに前記被焼却物を投入することを抑制して前記被焼却物を受け入れる受入モードを前記第1クレーンに設定し、前記ホッパに前記被焼却物を投入する投入モードを前記第2クレーンに設定し、
前記第2時間における前記動作モードとして、前記投入モードを前

記第 1 クレーンに設定し、前記受入モードを前記第 2 クレーンに設定する、

請求項 1 に記載の制御システム。

[請求項 3]

前記受入モードには、前記被焼却物を受け入れる受入作業と、前記被焼却物を積み替える積替作業とを含む複数の作業が対応付けられ、

前記投入モードには、前記ホッパに前記被焼却物を投入する投入作業と、前記被焼却物を積み替える積替作業とを含む複数の作業が対応付けられ、

前記制御部は、

前記複数のクレーンのうち前記受入モードが設定されたクレーンに関して、前記焼却炉からの要求または 1 つ以上のセンサの検出結果に基づき、前記受入モードに対応付けられた前記複数の作業のなかで実行させる作業を切り替え、

前記複数のクレーンのうち前記投入モードが設定されたクレーンに関して、前記焼却炉からの要求または前記 1 つ以上のセンサの検出結果に基づき、前記投入モードに対応付けられた前記複数の作業のなかで実行させる作業を切り替える、

請求項 2 に記載の制御システム。

[請求項 4]

オペレータによる設定を受け付け可能な設定受付部をさらに備え、

前記受入モードまたは前記投入モードに対応付けられた前記複数の作業のうち少なくとも 1 つの作業には、前記設定受付部により受け付けられた設定または前記 1 つ以上のセンサの検出結果に基づき、前記被焼却物の攪拌方法として、垂直攪拌、移動攪拌、および移動散乱攪拌のうち 1 つ以上が対応付けられて実行される、

請求項 3 に記載の制御システム。

[請求項 5]

被焼却物の貯留部で運転される複数のクレーンの運転計画方法であって、

コンピュータに、

前記貯留部のピット内の複数のエリアに対して設定可能な複数のエリア利用方法を登録させ、

前記複数のクレーンに対して設定可能な複数の動作モードを登録させ、

前記貯留部の設備内容または運用方針に応じて、前記複数のエリア利用方法と前記複数の動作モードとを選択的に組み合わせて前記複数のクレーンの運転計画を導出させる、

ことを含み、

前記複数のエリアは、少なくとも、第 1 エリアと、第 2 エリアとを含み、

前記複数のエリア利用方法は、

第 1 時間におけるエリア利用方法として、焼却炉のホッパに前記被焼却物を投入することを抑制して前記被焼却物を受け入れる受入先エリアを前記第 1 エリアに設定し、前記ホッパに前記被焼却物を投入する投入エリアを前記第 2 エリアに設定することと、

前記第 1 時間とは異なる第 2 時間における前記エリア利用方法として、前記投入エリアを前記第 1 エリアに設定し、前記受入先エリアを前記第 2 エリアに設定することと、

を含む、

運転計画方法。