

明 細 書

発明の名称：建設機械の作業管理方法

技術分野

[0001] 本発明は、建設機械の作業管理方法に関する。

背景技術

[0002] JP2008-8183Aには、オペレータによる操作を必要としない自動運転が可能な建設機械が開示されている。

発明の概要

[0003] 近年、施工効率を向上させるために、JP2008-8183Aに記載されるような自動運転可能な建設機械の導入が進められている。しかしながら、自動運転可能な建設機械が単独で作業を行ってすべての施工を完了させるわけではなく、自動運転可能な建設機械を含む複数の建設機械が、予め指定された作業をそれぞれ順番に行うことによって施工を完了させるのが一般的である。

[0004] このように自動運転可能な建設機械を含む複数の建設機械が所定の作業領域内で作業を行う場合に、各建設機械が指示された作業を銘々に実行してしまうと、例えば、先行工程を行う建設機械による作業が後行工程を行う建設機械によって阻害され、結果として施工効率が低下するおそれがある。

[0005] 本発明は、自動運転可能な建設機械を含む複数の建設機械が所定の作業領域内で作業を行う場合の施工効率を向上させることを目的とする。

[0006] 本発明のある態様によれば、所定の作業領域内において、自動運転可能な建設機械を含む複数の建設機械によって、それぞれ順番に行われる複数の構成作業を管理する作業管理システムによる作業管理方法は、先行構成作業が行われる先行作業エリアと、先行構成作業が行われた後に行われる後行構成作業が行われる後行作業エリアと、を作業領域内に順次設定する作業エリア設定工程と、先行作業エリア内で行われる先行構成作業の完了を判定する作業完了判定工程と、を含み、先行構成作業及び後行構成作業の何れかは自動

運転の建設機械により行われ、作業エリア設定工程において、後行作業エリアは、作業完了判定工程で先行構成作業が完了したと判定された先行作業エリアの領域の範囲に設定され、新たな先行作業エリアは、作業完了判定工程で先行構成作業が完了したと判定された先行作業エリアの領域と重複しないように設定される。

[0007] また、本発明の別のある態様によれば、所定の作業領域内において、自動運転可能な建設機械を含む複数の建設機械によって（ $N-1$ ）番目（ N は2以上の自然数）の構成作業が行われた後に N 番目の構成作業が順番に行われる N 個の構成作業を管理する作業管理システムによる作業管理方法は、1番目の構成作業が行われる第1作業エリアから N 番目の構成作業が行われる第 N 作業エリアまでの N 個の作業エリアを作業領域内に順次設定する作業エリア設定工程と、第1作業エリア内で行われる1番目の構成作業から第（ $N-1$ ）作業エリア内で行われる（ $N-1$ ）番目の構成作業までの（ $N-1$ ）個の構成作業の完了を判定する作業完了判定工程と、を含み、（ $N-1$ ）番目の構成作業及び N 番目の構成作業の何れかは自動運転の建設機械により行われ、作業エリア設定工程において、第 N 作業エリアは、作業完了判定工程で（ $N-1$ ）番目の構成作業が完了したと判定された第（ $N-1$ ）作業エリアの領域の範囲に設定され、新たな第（ $N-1$ ）作業エリアは、作業完了判定工程で（ $N-1$ ）番目の構成作業が完了したと判定された第（ $N-1$ ）作業エリアの領域と重複しないように設定される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本発明の実施形態に係る作業管理方法の実行に適した作業管理システムの全体構成を示す概念図である。

[図2]図2は、作業管理システムにおける現場管理部及び建設機械の概略構成を示す構成図である。

[図3]図3は、作業管理システムの作業管理部の機能を説明するためのブロック図である。

[図4A]図4Aは、作業エリアで行われる作業の一例を説明するための図であ

る。

[図4B]図4 Bは、作業エリアで行われる作業の一例を説明するための図である。

[図4C]図4 Cは、作業エリアで行われる作業の一例を説明するための図である。

[図4D]図4 Dは、作業エリアで行われる作業の一例を説明するための図である。

[図5A]図5 Aは、図4 A，図4 B，図4 C及び図4 Dに示される作業の作業エリアについて説明するための図である。

[図5B]図5 Bは、図5 Aに示される作業エリアに続いて設定される作業エリアについて説明するための図である。

[図5C]図5 Cは、図5 Bに示される作業エリアに続いて設定される作業エリアについて説明するための図である。

[図5D]図5 Dは、図5 Cに示される作業エリアに続いて設定される作業エリアについて説明するための図である。

[図5E]図5 Eは、図5 Dに示される作業エリアに続いて設定される作業エリアについて説明するための図である。

[図5F]図5 Fは、図5 Aに示される作業エリアに続いて設定される作業エリアの他の例について説明するための図である。

[図6]図6は、本発明の実施形態に係る作業管理方法の処理の流れを示す図である。

[図7A]図7 Aは、作業エリアで行われる作業の他の例を説明するための図である。

[図7B]図7 Bは、作業エリアで行われる作業の他の例を説明するための図である。

[図7C]図7 Cは、作業エリアで行われる作業の他の例を説明するための図である。

[図8A]図8 Aは、図7 A，図7 B及び図7 Cに示される作業の作業エリアに

ついて説明するための図である。

[図8B]図8Bは、図8Aに示される作業エリアに続いて設定される作業エリアについて説明するための図である。

[図8C]図8Cは、図8Bに示される作業エリアに続いて設定される作業エリアについて説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態に係る作業管理方法について説明する。

[0010] まず、図1～3を参照して、本発明の実施形態に係る作業管理方法の実行に適した作業管理システム100について説明する。

[0011] 作業管理システム100は、図1に示すように、複数の作業現場1A、1B、1Cに配備された自動運転及び手動運転可能な複数の建設機械2による作業を一括して管理するために構築されたシステムである。作業管理システム100により管理される複数の作業現場1A、1B、1Cは、例えば、互いに数百km以上離れた場所に設定された土木作業領域である。なお、複数の作業現場1A、1B、1Cは、1つの土木工事現場内に設定された複数の作業領域であってもよい。

[0012] また、作業現場1A、1B、1Cは、国内の土木作業現場に限らず、海外の土木作業現場であってもよいし、月面といった地球外の土木作業現場であってもよい。また、管理される作業現場1A、1B、1Cの数は、2か所以上であれば、何か所であってもよい。

[0013] 作業管理システム100は、各作業現場1A、1B、1C（作業領域）にそれぞれ設置される現場管理部30と、各作業現場1A、1B、1Cに配備された複数の建設機械2の作業状況を、現場管理部30を介して管理する作業管理部10と、を備える。作業管理部10と各現場管理部30とは、公衆回線等の通信ネットワーク50を介して互いに接続される。なお、以下では、作業管理システム100が、CSG（Cemented Sand and Gravel）等の盛土材を盛って台形ダム等の堤体を構築する土木作業に携わる建設機械2の作

業を管理する場合について説明する。

- [0014] 作業管理部 10 は、制御部 11 としての CPU (Central Processing Unit) や、記憶部 15 としての ROM (Read Only Memory) 及び RAM (Random Access Memory)、入出力インタフェース (I/O インタフェース) を備えたマイクロコンピュータと、通信ネットワーク 50 を介して各現場管理部 30 とデータのやり取りを行う通信部 12 と、制御部 11 で演算された結果や各作業現場 1A, 1B, 1C の作業状況をリアルタイムで表示可能な表示部 13 と、作業を管理するオペレータの入力操作を受け付ける入力部 14 と、で主に構成される。記憶部 15 には、制御部 11 で実行されるプログラムやプログラムの実行に必要なデータが予め記憶されるとともに、制御部 11 において演算された結果が順次記憶される。なお、制御部 11 により行われる具体的な制御については、後述する。
- [0015] 作業管理部 10 は、各作業現場 1A, 1B, 1C に配備された複数の建設機械 2 の作業を一括して管理するために、各作業現場 1A, 1B, 1C から離れた場所に設置される。なお、作業管理部 10 は、何れかの作業現場 1A, 1B, 1C に設置されてもよい。
- [0016] 次に、図 2 を参酌し、各作業現場 1A, 1B, 1C に設置される現場管理部 30 及び各作業現場 1A, 1B, 1C に配備される建設機械 2 について説明する。なお、図 2 には、複数の作業現場 1A, 1B, 1C のうちの 1 つの作業現場 1A における概略構成が示されている。
- [0017] 現場管理部 30 は、作業管理部 10 と同様に、制御部 31 としての CPU (Central Processing Unit) や、記憶部 35 としての ROM (Read Only Memory) 及び RAM (Random Access Memory)、入出力インタフェース (I/O インタフェース) を備えたマイクロコンピュータと、通信ネットワーク 50 を介して作業管理部 10 とデータのやり取りを行う通信部 32 と、作業管理部 10 の制御部 11 で演算された結果や作業現場 1A 内の状況、各建設機械 2 の状態をリアルタイムで表示可能な表示部 33 と、作業を管理するオペレータの入力操作を受け付ける入力部 34 と、で主に構成される。

- [0018] また、現場管理部 30 は、各建設機械 2 とデータのやり取りを行う送受信部 36 と、作業現場 1A 内を撮像する撮像部 37 と、をさらに備える。送受信部 36 は、L T E (Long Term Evolution) や 5 G、W i - F i (登録商標) 等の無線通信手段であり、撮像部 37 は、作業現場 1A 内の複数個所に設置されたカメラである。なお、他の作業現場 1B, 1C に設置された現場管理部 30 も同様の構成となっている。
- [0019] 作業現場 1A に配備された建設機械 2 は、全球測位衛星システム (GNSS : Global Navigation Satellite System) を構成する G P S 衛星等からの信号を受信可能な位置取得部 42 と、加速度、角速度及び地磁気を検知可能な状態検知部 43 と、周囲の障害物等を検知可能な周囲検知部 44 と、現場管理部 30 とデータのやり取りを行う送受信部 45 と、これら各部で取得された情報に基づいて建設機械 2 の作動を制御する制御部 41 と、を汎用の建設機械に搭載することによって、自動 (自律) 運転することが可能な構成となっている。
- [0020] 位置取得部 42 は、複数の測位衛星からの信号に基づいて建設機械 2 の位置 (緯度, 経度, 高度) を検出可能な測位センサであり、状態検知部 43 は、建設機械 2 の状態を検知可能な加速度センサ、ジャイロセンサ、気圧センサ及び地磁気センサがユニット化された、いわゆる、慣性計測装置 (I M U : Inertial Measurement Unit) であり、また、状態検知部 43 は、建設機械 2 の状態である稼働状況を検知するエンジン稼働検知センサ、建設機械 2 のバッテリーや電装品の電圧・電流を検知する電圧計・電流計等である。周囲検知部 44 は、光を照射し物体で反射された反射光を計測することで周囲の空間を認識可能なレーザスキャナ等の三次元測域センサ、いわゆる、3 D - L i D A R (light detection and ranging) センサや電波を使って計測対象物までの距離を計測可能なレーダセンサ (R A D A R : Radio Detection and Ranging) であり、送受信部 45 は、現場管理部 30 の送受信部 36 と同様の無線通信手段である。
- [0021] 制御部 41 は、C P U (Central Processing Unit) を主体として構成され

、建設機械２に予め設置されている既存制御部４８に接続されることにより、周囲検知部４４により検知された結果から盛土材等の被作業物の状態や形状を検出するとともに周囲の安全性を確認する一方、位置取得部４２や状態検知部４３により検知された結果から自己位置や姿勢を確認することによって、指示された作業を自律して行うように建設機械２の操舵等を制御する。なお、建設機械２の自動（自律）運転は、予め定められた順番や判断に基づいて制御するシーケンス制御によって行われてもよいし、周囲検知部４４によって計測された盛土材等の被作業物の形状や量に基づいて制御するフィードバック制御によって行われてもよいし、これらの制御を組み合わせることで行われてもよい。

[0022] ここで、既存制御部４８は、操舵等を手動で行うために建設機械２に予め設置されたハンドルやレバー等の既存操作部４９がオペレータによって操作されることに応じて建設機械２の操舵やエンジン出力等を制御するものである。つまり、既存操作部４９を操作した際に生じる信号と同等の信号を制御部４１において生成し、生成された擬似信号を既存制御部４８へと送信することにより、あたかもオペレータが操作しているかのように建設機械２を動かすこと、遠隔操作により運転することが可能である。

[0023] なお、建設機械２には、既存操作部４９が設置されたままとなっているため、オペレータが搭乗することにより建設機械２を手動で操作することが可能である。

[0024] また、建設機械２には、離れた場所からオペレータが建設機械２を操縦できるようにするために、運転室から見える作業現場１Ａの状況を撮像可能な撮像部４６や建設機械２の作業音等を拾う図示しない集音装置がさらに設けられる。撮像部４６は、例えば、建設機械２の全周囲の状況を撮像可能なステレオカメラであり、後述の遠隔操縦部２０で操作を行うオペレータの頭の向きや動きに応じて撮像方向が変化するものであることが好ましい。

[0025] このように建設機械２は、自動（自律）運転可能であるとともに、オペレータが搭乗した状態での手動運転や、遠隔地でオペレータが操作することに

よる手動運転が可能な構成となっている。つまり、以下で説明される建設機械 2 の手動運転には、オペレータが建設機械 2 に搭乗して建設機械 2 の操縦を行う場合と、建設機械 2 には搭乗せず後述の遠隔操縦部 20 から遠隔操作によってオペレータが建設機械 2 の操縦を行う場合とが含まれる。

- [0026] 自動運転及び手動運転可能に構成された建設機械 2 としては、例えば、ブルドーザやダンプトラック、振動ローラ、バックホウであり、作業現場 1 A に配備されたこれら異なる種類の建設機械 2 による作業は、現場管理部 30 によって管理されるとともに、現場管理部 30 を介して作業管理部 10 により管理される。なお、建設機械 2 の種類によって既存操作部 49 の構成は異なるが、自動運転や遠隔操作を可能とするために必要な構成はほぼ同じである。
- [0027] 作業管理システム 100 は、各作業現場 1 A, 1 B, 1 C に配備された建設機械 2 を各作業現場 1 A, 1 B, 1 C から離れた場所から遠隔で操縦するための遠隔操縦部 20 をさらに備える。
- [0028] 遠隔操縦部 20 は、図 1 に示されるように、遠隔制御部 21 としての CPU (Central Processing Unit) を備えたマイクロコンピュータと、遠隔制御部 21 に接続される複数の遠隔操縦装置 24 と、遠隔操縦が行われるスケジュールや遠隔操縦される建設機械 2 の作業状況をリアルタイムで表示可能な表示部 22 と、で主に構成される。遠隔操縦部 20 は、作業管理部 10 の制御部 11 に直接接続されていてもよいし、通信ネットワーク 50 を介して作業管理部 10 と接続されていてもよい。また、遠隔操縦部 20 は、作業管理部 10 と同じ場所に設置されてもよいし、作業管理部 10 から離れた場所や何れかの作業現場 1 A, 1 B, 1 C に設置されてもよい。
- [0029] 遠隔操縦装置 24 は、建設機械 2 の操縦を行うためのハンドルやレバー等の操作部 27 や、建設機械 2 に設けられた撮像部 46 が撮像した映像や作業内容が表示される表示部 26、建設機械 2 の周囲の音を出すための図示しないスピーカ等が設けられ、これらの作動は CPU (Central Processing Unit) を主体として構成された制御部 25 によって制御される。表示部 26 は、

例えば、オペレータが装着するヘッドマウントディスプレイであってもよい。

[0030] 続いて、このように構成された作業管理システム１００において、作業管理部１０の制御部１１が実行する制御について、図３を参酌して説明する。

[0031] 制御部１１は、図３に示すように、各作業現場１Ａ，１Ｂ，１ＣのＣＩＭ（Construction Information Modeling）データ等の３次元データに基づいて、自動運転可能な建設機械を含む複数の建設機械２がそれぞれ順番に構成作業を行う作業エリアを各作業現場１Ａ，１Ｂ，１Ｃ内に設定する作業エリア設定部１１Ａと、作業エリア設定部１１Ａにより設定された各作業エリアにおいて各建設機械２が行う作業の内容を各建設機械２の諸元等に基づいて計画する作業計画部１１Ｂと、作業エリア設定部１１Ａにより設定された各作業エリアを表示部１３や各現場管理部３０の表示部３３、遠隔操縦部２０の表示部２２に表示する告知部１１Ｃと、各建設機械２の位置情報や各建設機械２から送信される信号に基づいて、作業計画部１１Ｂにより計画された作業の完了を判定する判定部１１Ｄと、を有する。

[0032] 作業エリア設定部１１Ａにおいて用いられるＣＩＭデータ等の３次元データは、予め記憶部１５や各現場管理部３０の記憶部３５に保存されている。なお、作業エリア設定部１１Ａにおいて用いられるデータは、入力部１４を介してオペレータにより入力されてもよい。

[0033] 作業エリア設定部１１Ａは、先行構成作業が行われる先行作業エリアと、先行構成作業が行われた後に行われる後行構成作業が行われる後行作業エリアと、を各作業現場１Ａ，１Ｂ，１Ｃ（作業領域）内に順次設定する。なお、先行構成作業及び後行構成作業の具体例については後述する。

[0034] 作業エリア設定部１１Ａにおいて、後行作業エリアは、判定部１１Ｄにより先行構成作業が完了したと判定された先行作業エリアの領域の範囲に、先行作業エリアの領域を超えない範囲内に設定され、先行作業エリアは、判定部１１Ｄにより先行構成作業が完了したと判定された先行作業エリアに隣接し、この領域と重複しないように設定される。このように、作業エリア設定

部 1 1 A は、構成作業の完了に応じて、自動運転可能な建設機械を含む複数の建設機械 2 がそれぞれ順番に構成作業を行う作業エリア（先行作業エリア，後行作業エリア）を各作業現場 1 A，1 B，1 C 内に順次設定する。

[0035] 作業計画部 1 1 B において用いられる各建設機械 2 の諸元は、予め現場管理部 3 0 の入力部 3 4 を介してオペレータにより入力される。例えば、建設機械 2 がブルドーザである場合にはブレード幅等が、ダンプトラックである場合には最大積載量や走行速度が、振動ローラである場合にはローラ幅等が諸元として入力される。

[0036] また、作業計画部 1 1 B において作業内容を計画する際、各作業現場 1 A，1 B，1 C に配備された建設機械 2 のうち、点検中や修理中の建設機械 2 については計画の対象から除外され、作業を行うことが可能な状態にある建設機械 2 のみが計画の対象とされる。建設機械 2 が作業可能な状態にあるか否かについては、現場管理部 3 0 の入力部 3 4 を介してオペレータにより随時入力される。また、各建設機械 2 は、元々、図示しない作動油圧力センサや作動油温度センサに基づいて作業機械を作動させるアクチュエータ等の異常を検知する異常検知機能を有していることから、各建設機械 2 から送信される異常の有無に基づいて建設機械 2 が作業可能な状態にあるか否かを随時判定するようにしてもよい。

[0037] 作業計画部 1 1 B において計画される作業内容には、作業エリア内において建設機械 2 が自動運転により作業を行う自動運転作業内容、具体的には、自動運転作業を開始する開始位置や自動運転作業を終了する終了位置、開始位置から終了位置に至るまでの経路等が含まれており、これらはデータ化されて、現場管理部 3 0 を介して作業を担当する建設機械 2 へと送信される。自動運転作業内容は、例えば、盛土材等の被作業物に対する作業の内容であって、作業が行われる作業範囲に関する情報と作業範囲内における目標値（目標形状、目標仕様）であり、後述のように各建設機械 2 が行う作業に応じてそれぞれ設定される。作業範囲と作業範囲内における目標値が設定されることにより、建設機械 2 は目標値を達成するように作業範囲内において自動

運転により作業を行う。

- [0038] また、作業計画部 1 1 B において計画される作業内容には、作業エリア内において建設機械 2 が手動運転により作業を行う手動運転作業内容も含まれる。作業計画部 1 1 B において計画された作業内容は、オペレータが建設機械 2 に搭乗する場合、現場管理部 3 0 を介して建設機械 2 に装備された端末やオペレータが所持するタブレット端末等に送信され、オペレータが遠隔操縦部 2 0 において建設機械 2 を遠隔操作する場合、遠隔操縦装置 2 4 に送信される。
- [0039] 判定部 1 1 D において判定された結果である作業の完了状況は、告知部 1 1 C を介して、作業エリア設定部 1 1 A により設定された各作業エリアと同様に、表示部 1 3 や各現場管理部 3 0 の表示部 3 3、遠隔操縦部 2 0 の表示部 2 2 に表示される。また、各表示部には、作業計画部 1 1 B により計画された作業が行われる順序や時刻がガントチャート等の工程表として表示される。これにより、作業の進捗状況を容易に把握することができる。
- [0040] また、判定部 1 1 D は、作業エリア設定部 1 1 A により設定された各作業エリア内での各建設機械 2 の作業を監視する監視部としても機能する。判定部 1 1 D は、作業エリア設定部 1 1 A により設定された作業エリア（先行作業エリア、後行作業エリア）において構成作業を行う建設機械 2 が作業エリア内において作業を行っているか否かを、位置取得部 4 2 で取得された建設機械 2 の位置情報等に基づいて監視し、建設機械 2 が作業エリアの外に移動したと判定されると、告知部 1 1 C を介して警報を発する。警報は、例えば、表示部 1 3 や各現場管理部 3 0 の表示部 3 3、遠隔操縦部 2 0 の表示部 2 2、建設機械 2 の図示しない表示部に、警告メッセージ等を点滅表示させるとともに、警告音を流すことによってオペレータに報知される。
- [0041] なお、これら作業エリア設定部 1 1 A 等は、制御部 1 1 の各機能を、仮想的なユニットとして示したものであり、物理的に存在することを意味するものではない。また、上記機能は、制御部 1 1 が実行する制御の一部であり、制御部 1 1 では、これら以外の機能に関連する制御も随時実行される。

[0042] 次に、図4～6を参酌し、上記構成の作業管理システム100により行われる建設機械2の作業管理方法について、具体的に説明する。以下では、図4A、図4B、図4C及び図4Dに示されるような複数の構成作業を繰り返すことで複数の層を形成し、堤体を構築する土木工事を例にして説明する。

[0043] 図4Aに示す構成作業は、自動運転のダンプトラック2B（運搬機械）によって運搬された盛土材を自動運転のブルドーザ2A（敷均し機械）によって敷き均す第1構成作業であり、図4Bに示す構成作業は、手動運転のブルドーザ2C（敷均し機械）によって盛土材をさらに敷き均す第2構成作業であり、第1構成作業が行われた後に行われる構成作業である。また、図4Cに示す構成作業は、自動運転の振動ローラ2D（転圧機械）によって盛土材の表面を転圧により締め固める第3構成作業であり、第2構成作業が行われた後に行われる構成作業である。また、図4Dに示す構成作業は、手動運転の振動ローラ2E（転圧機械）によって盛土材の表面を転圧によりさらに締め固める第4構成作業であり、第3構成作業が行われた後に行われる構成作業である。

[0044] つまり、一つの作業箇所における一つの層は以下の手順で形成される。

- ・ダンプトラック2B（運搬機械）により盛土材が運搬される。
- ・ブルドーザ2A、2C（敷均し機械）により運搬された盛土材を所定の厚さ（敷き均し厚さ25cm）に敷き均す。
- ・振動ローラ2D（転圧機械）により敷き均しされた盛土材の表面を介して盛土材を締め固める。例えば、所定の回数（3回）にわたって往復して転圧する。
- ・振動ローラ2E（転圧機械）により転圧された盛土材の表面に部分的に発生した不陸や轍を整形しながら転圧する。

[0045] このように、所定の領域である作業エリアに対して、複数の構成作業が順番に行われることで一つの全体作業である盛土作業が完了し、堤体の一つの層が構築される。

[0046] なお、自動運転により行われる第1構成作業、第3構成作業の作業完了後

に、手動運転による第2構成作業、第4構成作業を行うことで、自動運転では不十分だった作業箇所（部分的に発生する不陸や轍）を手動運転により修正することができる。また、自動運転により行われる第1構成作業、第3構成作業は大型の建設機械により作業を行ったり、複数台の建設機械により作業を行い、手動運転により行われる第2構成作業、第4構成作業は小型の建設機械により精度が要求される作業を行ったり、より少ない台数の建設機械により作業を行うことにより、省力化及び施工品質の向上が可能となる。

[0047] 具体的には、例えば、第1構成作業では、3台の大型のブルドーザ2Aで自動運転により作業を行う一方、第2構成作業では、1台の小型のブルドーザ2Cで手動運転により作業を行うようにしてもよく、また、第3構成作業では、5台の振動ローラ2Dで自動運転により作業を行う一方、第4構成作業では、2台の振動ローラ2Eで手動運転により作業を行うようにしてもよい。

[0048] 本実施形態において、被作業物は土砂やセメント混合物といったいわゆる盛土材である。ダンプトラック2Bによって運搬され荷卸しされた盛土材はブルドーザ2Aによって、予め設定された目標厚さ（目標形状）、例えば、25cmとなるように、すなわち、高さが25cm高くなるように敷き均しされる。その後、振動ローラ2Dによって、目標仕様である所定の回数（例えば6回）にわたって転圧される。

[0049] したがって、作業計画部11Bにおいて計画される作業内容としては、ブルドーザ2Aの場合は、所定の範囲内において盛土材を目標形状（敷き均し厚さ25cm）に敷き均すことであり、振動ローラ2Dの場合は、所定の範囲に敷き均しされた盛土材の表面を往復移動することによって目標仕様（所定の回数（例えば6回））転圧することである。

[0050] 次に、上述のような4つの構成作業がそれぞれ順番に行われる場合に、作業エリア設定部11Aによって設定される作業エリアについて、図5Aから図5Fを参照し、具体的に説明する。

[0051] 図5Aには、1番目の構成作業である自動運転のブルドーザ2Aによる第

1 構成作業が行われる第 1 作業エリア A 1 が、何れかの作業現場 1 A, 1 B, 1 C (作業領域) の作業予定エリア A の未施工エリアに設定された状態が示されている。

[0052] 図 5 A に示される第 1 作業エリア A 1 での第 1 構成作業が完了すると、図 5 B に示されるように、作業完了済みの第 1 作業エリア D A 1 に隣接し、この領域と重複しないように新たな第 1 作業エリア A 1 が作業予定エリア A の未施工エリアに設定される。また、これと同時に、2 番目の構成作業である手動運転のブルドーザ 2 C による第 2 構成作業が行われる第 2 作業エリア A 2 が、作業完了済みの第 1 作業エリア D A 1 の領域の範囲に、好ましくは第 1 作業エリア D A 1 の領域を超えない範囲内に設定される。図 5 B に示す例では、第 2 作業エリア A 2 の大きさが作業完了済みの第 1 作業エリア D A 1 の大きさと同じ大きさになっている。

[0053] この場合、自動運転のブルドーザ 2 A による第 1 構成作業は、手動運転のブルドーザ 2 C による第 2 構成作業の前に行われる先行構成作業であり、手動運転のブルドーザ 2 C による第 2 構成作業は、自動運転のブルドーザ 2 A による第 1 構成作業の後に行われる後行構成作業であり、第 1 作業エリア A 1 は、先行作業エリアであり、第 2 作業エリア A 2 は、後行作業エリアである。

[0054] そして、図 5 B に示される第 1 作業エリア A 1 での第 1 構成作業が完了すると、図 5 C に示されるように、作業完了済みの第 1 作業エリア D A 1 に隣接し、この領域と重複しないように新たな第 1 作業エリア A 1 が作業予定エリア A の未施工エリアに設定される。また、図 5 B に示される第 2 作業エリア A 2 での第 2 構成作業が完了すると、図 5 C に示されるように、作業完了済みの第 2 作業エリア D A 2 に隣接し、この領域と重複しないように新たな第 2 作業エリア A 2 が作業完了済みの第 1 作業エリア D A 1 の領域の範囲に、好ましくは第 1 作業エリア D A 1 の領域を超えない範囲内に設定される。また、これと同時に、3 番目の構成作業である自動運転の振動ローラ 2 D による第 3 構成作業が行われる第 3 作業エリア A 3 が、作業完了済みの第 2 作

業エリアD A 2の領域の範囲に、好ましくは第2作業エリアD A 2の領域を超えない範囲内に設定される。

[0055] この場合、手動運転のブルドーザ2 Cによる第2構成作業は、自動運転の振動ローラ2 Dによる第3構成作業の前に行われる先行構成作業であり、自動運転の振動ローラ2 Dによる第3構成作業は、手動運転のブルドーザ2 Cによる第2構成作業の後に行われる後行構成作業であり、第2作業エリアA 2は、先行作業エリアであり、第3作業エリアA 3は、後行作業エリアである。つまり、第2構成作業は、第1構成作業に対しては後行構成作業であるが、第3構成作業に対しては先行構成作業となる。

[0056] そして、図5 Cに示される第1作業エリアA 1での第1構成作業が完了すると、図5 Dに示されるように、作業完了済みの第1作業エリアD A 1に隣接し、この領域と重複しないように新たな第1作業エリアA 1が作業予定エリアAの未施工エリアに設定される。また、図5 Cに示される第2作業エリアA 2での第2構成作業が完了すると、図5 Dに示されるように、作業完了済みの第2作業エリアD A 2に隣接し、この領域と重複しないように新たな第2作業エリアA 2が作業完了済みの第1作業エリアD A 1の領域の範囲に、好ましくは第1作業エリアD A 1の領域を超えない範囲内に設定される。また、図5 Cに示される第3作業エリアA 3での第3構成作業が完了すると、図5 Dに示されるように、作業完了済みの第3作業エリアD A 3に隣接し、この領域と重複しないように新たな第3作業エリアA 3が作業完了済みの第2作業エリアD A 2の領域の範囲に、好ましくは第2作業エリアD A 2の領域を超えない範囲内に設定される。また、これと同時に、4番目の構成作業である手動運転の振動ローラ2 Eによる第4構成作業が行われる第4作業エリアA 4が、作業完了済みの第3作業エリアD A 3の領域の範囲に、好ましくは第3作業エリアD A 3の領域を超えない範囲内に設定される。

[0057] この場合、自動運転の振動ローラ2 Dによる第3構成作業は、手動運転の振動ローラ2 Eによる第4構成作業の前に行われる先行構成作業であり、手動運転の振動ローラ2 Eによる第4構成作業は、自動運転の振動ローラ2 D

による第3構成作業の後に行われる後行構成作業であり、第3作業エリアA3は、先行作業エリアであり、第4作業エリアA4は、後行作業エリアである。つまり、第3構成作業は、第2構成作業に対しては後行構成作業であるが、第4構成作業に対しては先行構成作業となる。

[0058] そして、図5Dに示される各作業エリアA1, A2, A3, A4での各構成作業が完了すると、上述と同様にして、図5Eに示されるように、新たな各作業エリアA1, A2, A3, A4が設定される。なお、この例では、第4構成作業が最終構成作業となるため、作業完了済みの第4作業エリアDA4は、作業完了エリアとなる。

[0059] このようにして作業予定エリアAは、すべての構成作業が完了したエリアから順に堤体の高さが高くなっていく。

[0060] なお、例えば、手動運転のブルドーザ2Cが担当する第2構成作業が完了しても、先行構成作業であるが第1構成作業まだ完了しておらず次に第2構成作業を行う作業エリアが設定されていない場合、ブルドーザ2Cは作業完了済みの第2作業エリアDA2から移動することができなくなる。このように作業完了済みの第2作業エリアDA2にブルドーザ2Cが留まってしまうと、後行構成作業を行う自動運転の振動ローラ2Dに作業エリアを明け渡すことができず、第3構成作業やさらにその後行構成作業である第4構成作業の進行に遅れが生じてしまうおそれがある。

[0061] このため、このような場合には、後行構成作業を行う建設機械2に対して速やかに作業エリアの大部分を明け渡すようにするために、作業完了済みの第2作業エリアDA2の一部分にブルドーザ2Cが一時的に待機可能な図示しない待機エリアを設定することが好ましい。

[0062] また、図5Bに示す例では、新たな第1作業エリアA1は、作業完了済みの第1作業エリアDA1に隣接して設定されているが、障害物等がある場合には、図5Fに示すように、作業完了済みの第1作業エリアDA1から離れた場所に新たな第1作業エリアA1が設定されてもよい。換言すれば、新たな第1作業エリアA1が設定される場所は、作業完了済みの第1作業エリア

D A 1 の領域と重複しない場所であれば何処であってもよく、新たな第 1 作業エリア A 1 と作業完了済みの第 1 作業エリア D A 1 との間には、作業が行われない非作業エリアがあってもよい。但し、建設機械 2 の移動距離を短くし構成作業の施工効率を向上させるには、新たな第 1 作業エリア A 1 は、作業完了済みの第 1 作業エリア D A 1 の近隣に設定されることが好ましい。

[0063] また、図 5 B に示す例では、第 2 作業エリア A 2 の大きさが作業完了済みの第 1 作業エリア D A 1 の大きさと同じ大きさになっているが、後行作業エリアである第 2 作業エリア A 2 は、先行作業エリアである第 1 作業エリア A 1 の作業完了済みのエリアの範囲内に設定されていれば、好ましくは作業完了済みのエリアを超えない範囲であれば、どのような大きさであってもよく、図 5 F に示すように、作業完了済みの第 1 作業エリア D A 1 よりも小さい範囲であってもよい。

[0064] また、構成作業は、上述のような作業に限定されるものではなく、例えば、上述の第 2 構成作業と第 3 構成作業との間には、自動運転または手動運転のバックホウ（端部整形機械）により法面の端部を整形する構成作業や振動目地切機により目地切板を打ち込む構成作業が行われてもよい。また、構成作業の数は、4 つに限定されるものではなく、順番に行われる複数の作業であれば、2 つの作業であってもよいし、5 つ以上の作業であってもよい。

[0065] 換言すれば、順番に行われる N 個（N は 2 以上の自然数）の構成作業があり、（N - 1）番目の構成作業が行われた後に N 番目の構成作業が行われる場合、1 番目の構成作業が行われる第 1 作業エリア A 1 から N 番目の構成作業が行われる第 N 作業エリアまでの N 個の作業エリアが、作業エリア設定部 1 1 A によって、上述のような手順により、作業現場 1 A、1 B、1 C（作業領域）の作業予定エリア A に順次設定される。

[0066] 続いて、図 6 に示されるフロー図を参酌して、作業管理部 1 0 において実行される制御の流れについて具体的に説明する。

[0067] まず、ステップ S 1 0 において、作業管理部 1 0 は、制御部 1 1 の作業エリア設定部 1 1 A により、図 5 A から図 5 F を参照して上述したように、各

作業現場 1 A, 1 B, 1 C (作業領域) 内の作業予定エリア A に、先行構成作業が行われる先行作業エリアと、先行構成作業が行われた後に行われる後行構成作業が行われる後行作業エリアと、を設定する (作業計画工程)。

[0068] また、作業エリア設定部 1 1 A によって設定された各作業エリア (先行作業エリア, 後行作業エリア) の範囲は、ステップ S 1 0 において、制御部 1 1 の告知部 1 1 C により、表示部 1 3 や各現場管理部 3 0 の表示部 3 3、遠隔操縦部 2 0 の表示部 2 2 に表示される (表示工程)。

[0069] 続いて、ステップ S 1 1 において、作業管理部 1 0 は、制御部 1 1 の作業計画部 1 1 B により、各作業エリア (先行作業エリア, 後行作業エリア) 内で行われる作業内容を、各構成作業 (先行構成作業, 後行構成作業) を行う各建設機械 2 の諸元等に基づいて計画する (作業計画工程)。

[0070] また、作業計画部 1 1 B により計画された作業内容は、ステップ S 1 1 において、作業の開始を指令する開始指令とともに、制御部 1 1 から各建設機械 2 へと送信される (作業内容送信工程)。なお、建設機械 2 が手動運転であり、オペレータが建設機械 2 に搭乗する場合、作業内容及び開始指令は、現場管理部 3 0 を介して建設機械 2 に装備された端末やオペレータが所持するタブレット端末等に送信され、建設機械 2 が手動運転であり、オペレータが遠隔操縦部 2 0 において建設機械 2 を遠隔操作する場合、作業内容及び開始指令は、遠隔操縦装置 2 4 に送信される。

[0071] 作業内容及び開始指令を受信した各建設機械 2 は、割り当てられた各作業エリアにおいて、作業内容に基づいて構成作業を開始する。

[0072] 各建設機械 2 が構成作業を開始すると、作業管理部 1 0 は、続くステップ S 1 2 において、制御部 1 1 の判定部 1 1 D の監視機能により各建設機械 2 の作業を監視する (監視工程)。

[0073] 建設機械 2 が割り当てられた作業エリアの外に移動したと判定されると、上述のように告知部 1 1 C を介して警報が発せられる。また、作業エリアの外に移動した建設機械 2 が自動運転である場合、安全を確保するため、その建設機械 2 の作動は、その場で停止される。作業エリアの外に移動した建設

機械 2 が手動運転である場合、その建設機械 2 を操縦するオペレータに対して所定の作業エリア内に戻るよう警告が行われ、例えば、所定時間内に作業エリア内へ戻らない場合には、安全を確保するため、その建設機械 2 の作動は、その場で停止される。

[0074] 続いて、ステップ S 1 3 において、作業管理部 1 0 は、制御部 1 1 の判定部 1 1 D により、何れかの作業エリアでの構成作業が完了したか否かを判定する（作業完了判定工程）。

[0075] 建設機械 2 による構成作業が完了したか否かは、例えば、建設機械 2 から作業完了信号を受信したか否かや建設機械 2 が作業エリア内において作業完了位置として指定された位置に到達したことが確認されたか否かにより判定される。

[0076] また、自動運転の建設機械 2 による構成作業が完了したか否かは、上記判定に代えて、または、上記判定に加えて、盛土材（被作業物）に対する各建設機械 2 による作業が目標値に達したか否かで判定されてもよく、ブルドーザ 2 A の場合、盛土材の敷き均し厚さが設定された目標値（例えば、2 5 c m）に達したか否か、例えば、位置取得部 4 2 や状態検知部 4 3 の検出値から求められるブルドーザ 2 A の高さ（高度）が、作業エリア内において目標とされる敷き均し厚さ分だけ高くなったか否かにより判定され、振動ローラ 2 D の場合は、例えば、位置取得部 4 2 の検出値に基づいて求められる盛土材の表面を振動ローラ 2 D が移動した軌跡が目標軌跡（例えば転圧 6 回）となっているか否かで判定され、法面の端部整形を行う図示しないバックホウの場合は、例えば、締固めアタッチメントの角度が目標角度（例えば 4 5 度）となっているか否かで判定されてもよい。

[0077] ステップ S 1 3 において、何れかの作業エリアでの構成作業が完了したと判定されると、ステップ S 1 4 に進み、作業予定エリア A で予定された全ての構成作業が完了したか否かの判定が制御部 1 1 の判定部 1 1 D において行われる。

[0078] 一方、ステップ S 1 3 において、何れの作業エリアにおいても構成作業が

完了していないと判定されると、ステップS 1 2に戻り、各建設機械2の作業の監視が継続される。

[0079] ステップS 1 4において、作業予定エリアAで予定された全ての構成作業が完了したと判定された場合、作業エリア設定部1 1 Aによって新たに設定される作業エリアがもう無いことから制御を一旦、終了する。

[0080] 一方、作業予定エリアAで予定された全ての構成作業がまだ完了していない場合は、ステップS 1 0に戻り、次の構成作業が行われる作業エリアの設定が作業エリア設定部1 1 Aによって行われる。

[0081] 以上のような工程を経て、各作業現場1 A, 1 B, 1 C（作業領域）内の作業予定エリアAに、各作業エリア（先行作業エリア, 後行作業エリア）が順次設定され、各作業エリアにおいて各建設機械2がそれぞれ所定の構成作業を行うことにより徐々に堤体が構築される。

[0082] 以上の実施形態によれば、以下に示す効果を奏する。

[0083] 上述のように、本実施形態に係る作業管理方法は、所定の作業現場1 A, 1 B, 1 C（作業領域）内において、自動運転可能な建設機械2を含む複数の建設機械2によって（N－1）番目（Nは2以上の自然数）の構成作業が行われた後にN番目の構成作業が順番に行われるN個の構成作業を管理する作業管理システム1 0 0による作業管理方法であり、1番目の構成作業が行われる第1作業エリアA 1からN番目の構成作業が行われる第N作業エリアまでのN個の作業エリアを作業領域内に順次設定する作業エリア設定工程と、第1作業エリアA 1内で行われる1番目の構成作業から第（N－1）作業エリア内で行われる（N－1）番目の構成作業までの（N－1）個の構成作業の完了を判定する作業完了判定工程と、を含む。そして、（N－1）番目の構成作業及びN番目の構成作業の何れかは自動運転の建設機械2により行われ、作業エリア設定工程において、第N作業エリアは、作業完了判定工程で（N－1）番目の構成作業が完了したと判定された第（N－1）作業エリアの領域の範囲に、好ましくは第（N－1）作業エリアの領域を超えない範囲内に設定され、新たな第（N－1）作業エリアは、作業完了判定工程で（

N－１）番目の構成作業が完了したと判定された第（N－１）作業エリアに隣接し、この領域と重複しないように設定される。

[0084] このように、本実施形態に係る作業管理方法によれば、先行構成作業が行われる先行作業エリアと、先行構成作業が行われた後に行われる後行構成作業が行われる後行作業エリアと、が全く別々に設定されるため、先行構成作業を行う建設機械２と後行構成作業を行う建設機械２とが同じエリア内で作業を行うことが避けられる。したがって、先行構成作業及び後行構成作業の何れかが自動運転の建設機械２により行われる場合であっても、互いの構成作業の進行を阻害するおそれがないことから、構成作業を効率よく行うことが可能になる。このため、自動運転可能な建設機械を含む複数の建設機械が所定の作業領域内で作業を行う場合の施工効率を向上させることができる。また、自動運転の建設機械２と手動運転の建設機械２とが同じ作業エリア内に混在することがないことから、建設機械２同士が衝突することが避けられるため安全性を確保することができる。

[0085] なお、次のような変形例も本発明の範囲内であり、変形例に示す構成と上述の実施形態で説明した構成を組み合わせたり、以下の異なる変形例で説明する構成同士を組み合わせたりすることも可能である。

[0086] 上記実施形態に係る作業管理方法は、堤体を構築する土木作業に携わる建設機械２の作業を管理している。これに代えて、作業管理システム１００により行われる建設機械２の作業管理方法は、図７Ａ、図７Ｂ及び図７Ｃに示されるような、掘削工事に携わる建設機械２Ｇ、２Ｈ、２Ｊの作業を管理するものであってもよく、また、作業管理システム１００で管理される各作業現場１Ａ、１Ｂ、１Ｃで行われる土木工事は、盛土工事と掘削工事とのように異なる形態の工事であってもよい。

[0087] この変形例では、図７Ａ、図７Ｂ及び図７Ｃに示されるような複数の構成作業を繰り返すことで地山に所定の幅の施工基面が形成される。図７Ａに示す構成作業は、自動運転のブルドーザ２Ｇ（掘削機械）によって地山を掘削し掘削床を形成する第１構成作業であり、図７Ｂに示す構成作業は、手動運

転のブルドーザ 2 H（掘削機械）によって法尻近傍を精度よく掘削する第 2 構成作業であり、第 1 構成作業が行われた後に行われる構成作業である。また、図 7 C に示す構成作業は、自動運転または手動運転のバックホウ 2 J（法面整形機械）によって法面を締固める第 3 構成作業であり、第 2 構成作業が行われた後に行われる構成作業である。

- [0088] つまり、一つの作業箇所における掘削床は以下の手順で形成される。
- ・ブルドーザ 2 G（掘削機械）により地山を所定の深さだけ掘削する。
 - ・ブルドーザ 2 H（掘削機械）により掘削が不十分である箇所、例えば法尻近傍を掘削する。
 - ・バックホウ 2 J（法面整形機械）により掘削によって生じた法面を締固める。
- [0089] このように、所定の領域である作業エリアに対して、複数の構成作業が順番に行われることで一つの全体作業である掘削作業が完了し、掘削床の高さが低くなる。
- [0090] この変形例においても、自動運転により行われる第 1 構成作業の作業完了後に、手動運転による第 2 構成作業を行うことで、自動運転では不十分だった掘削作業箇所（例えば法尻近傍や部分的に発生する不陸）を手動運転により修正することができる。また、自動運転により行われる第 1 構成作業は大型の建設機械により作業を行ったり、複数台の建設機械により作業を行い、手動運転により行われる第 2 構成作業は小型の建設機械により精度が要求される作業を行ったり、より少ない台数の建設機械により作業を行うことにより、省力化及び施工品質の向上が可能となる。
- [0091] 具体的には、例えば、第 1 構成作業では、3 台の大型のブルドーザ 2 G で自動運転により作業を行う一方、第 2 構成作業では、1 台の小型のブルドーザ 2 H で手動運転により作業を行うようにしてもよい。
- [0092] 図 7 A、図 7 B 及び図 7 C に示される例において、被作業物は地山であり、地山は、掘削床の高さが所定の高さ（目標形状）となるように、ブルドーザ 2 G、2 H によって徐々に掘削され、その後、法面がバックホウ 2 J によ

って目標形状である所定の形状に締め固められる。なお、掘削によって生じた掘削土砂は図示しないダンプトラックにより随時搬出される。

[0093] この例において、作業計画部 11B において計画される作業内容としては、ブルドーザ 2G の場合は、所定の範囲内において掘削床の高さが所定の高さだけを低くなるように掘削することであり、バックホウ 2J の場合は、所定の範囲内において法面を目標形状（所定の角度（例えば 45 度））で締め固めることである。

[0094] 次に、上述のような 3 つの構成作業がそれぞれ順番に行われる場合に、作業エリア設定部 11A によって設定される作業エリアについて、図 8A から図 8C を参照し、具体的に説明する。

[0095] 図 8A には、1 番目の構成作業である自動運転のブルドーザ 2G による第 1 構成作業が行われる第 1 作業エリア A1 が、何れかの作業現場 1A, 1B, 1C（作業領域）の作業予定エリア A の未施工エリアに設定された状態が示されている。

[0096] 図 8A に示される第 1 作業エリア A1 での第 1 構成作業が完了すると、図 8B に示されるように、作業完了済みの第 1 作業エリア DA1 に隣接し、この領域と重複しないように新たな第 1 作業エリア A1 が作業予定エリア A の未施工エリアに設定される。また、これと同時に、2 番目の構成作業である手動運転のブルドーザ 2H による第 2 構成作業が行われる第 2 作業エリア A2 が、作業完了済みの第 1 作業エリア DA1 の領域の範囲に、好ましくは第 1 作業エリア DA1 の領域を超えない範囲内に設定される。なお、上述のように第 2 構成作業は、法尻近傍を掘削する作業であることから、第 2 作業エリア A2 は、作業完了済みの第 1 作業エリア DA1 の法尻側の一部分に設定される。

[0097] この場合、自動運転のブルドーザ 2G による第 1 構成作業は、手動運転のブルドーザ 2H による第 2 構成作業の前に行われる先行構成作業であり、手動運転のブルドーザ 2H による第 2 構成作業は、自動運転のブルドーザ 2G による第 1 構成作業の後に行われる後行構成作業であり、第 1 作業エリア A

1 は、先行作業エリアであり、第 2 作業エリア A 2 は、後行作業エリアである。

[0098] そして、図 8 B に示される第 1 作業エリア A 1 での第 1 構成作業が完了すると、図 8 C に示されるように、作業完了済みの第 1 作業エリア D A 1 に隣接し、この領域と重複しないように新たな第 1 作業エリア A 1 が作業予定エリア A の未施工エリアに設定される。また、図 8 B に示される第 2 作業エリア A 2 での第 2 構成作業が完了すると、図 8 C に示されるように、作業完了済みの第 2 作業エリア D A 2 に隣接し、この領域と重複しないように新たな第 2 作業エリア A 2 が作業完了済みの第 1 作業エリア D A 1 の領域の範囲に、好ましくは第 1 作業エリア D A 1 の領域を超えない範囲内に設定される。また、これと同時に、3 番目の構成作業である自動運転または手動運転のバックホウ 2 J による第 3 構成作業が行われる第 3 作業エリア A 3 が、作業完了済みの第 2 作業エリア D A 2 の領域の範囲に、好ましくは第 2 作業エリア D A 2 の領域を超えない範囲内に設定される。なお、上述のように第 3 構成作業は、法面を締固める作業であることから、第 3 作業エリア A 3 は、作業完了済みの第 2 作業エリア D A 2 の法面側（法尻側）の一部分に設定される。

[0099] この場合、手動運転のブルドーザ 2 H による第 2 構成作業は、自動運転または手動運転のバックホウ 2 J による第 3 構成作業の前に行われる先行構成作業であり、自動運転または手動運転のバックホウ 2 J による第 3 構成作業は、手動運転のブルドーザ 2 H による第 2 構成作業の後に行われる後行構成作業であり、第 2 作業エリア A 2 は、先行作業エリアであり、第 3 作業エリア A 3 は、後行作業エリアである。つまり、第 2 構成作業は、第 1 構成作業に対しては後行構成作業であるが、第 3 構成作業に対しては先行構成作業となる。

[0100] そして、図 8 C に示される各作業エリア A 1, A 2, A 3 での各構成作業が完了すると、上述と同様にして、新たな各作業エリア A 1, A 2, A 3 が設定される。なお、この例では、第 3 構成作業が最終構成作業となるため、

作業完了済みの第3作業エリアD A 3は、作業完了エリアとなる。

- [0101] このようにして作業予定エリアAは、すべての構成作業が完了したエリアから順に掘削床の高さが低くなっていき、これらの構成作業は、掘削床の高さが施工基面に達するまで繰り返される。
- [0102] このように自動運転の建設機械2を含む複数の建設機械2によって施工されるような掘削工事においても、施工効率を向上させるには、先行構成作業を行う建設機械2による作業が後行構成作業を行う建設機械2によって阻害されることを避ける必要がある。
- [0103] したがって、図7A、図7B及び図7Cに示されるような掘削工事に携わる各建設機械2の作業についても、上述の作業管理システム100により行われる建設機械2の作業管理方法によって管理することで上記実施形態と同様に、先行構成作業及び後行構成作業の何れかが自動運転の建設機械2により行われる場合であっても、互いの構成作業の進行を阻害するおそれがないことから、構成作業を効率よく行うことができるとともに、建設機械2同士が衝突することが避けられるため安全性を確保することができる。
- [0104] 以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。
- [0105] 本願は2022年11月16日に日本国特許庁に出願された特願2022-183648に基づく優先権を主張し、この出願の全ての内容は参照により本明細書に組み込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 所定の作業領域内において、自動運転可能な建設機械を含む複数の建設機械によって、それぞれ順番に行われる複数の構成作業を管理する作業管理システムによる作業管理方法であって、
- 先行構成作業が行われる先行作業エリアと、前記先行構成作業が行われた後に行われる後行構成作業が行われる後行作業エリアと、を前記作業領域内に順次設定する作業エリア設定工程と、
- 前記先行作業エリア内で行われる前記先行構成作業の完了を判定する作業完了判定工程と、を含み、
- 前記先行構成作業及び前記後行構成作業の何れかは自動運転の前記建設機械により行われ、
- 前記作業エリア設定工程において、
- 前記後行作業エリアは、前記作業完了判定工程で前記先行構成作業が完了したと判定された前記先行作業エリアの領域の範囲に設定され、
- 新たな先行作業エリアは、前記作業完了判定工程で前記先行構成作業が完了したと判定された前記先行作業エリアの領域と重複しないように設定される、
- 作業管理方法。
- [請求項2] 請求項1に記載の作業管理方法であって、
- 前記作業エリア設定工程において設定された前記先行作業エリアの範囲及び前記後行作業エリアの範囲を表示する表示工程をさらに含む、
- 作業管理方法。
- [請求項3] 請求項1に記載の作業管理方法であって、
- 前記先行作業エリアにおいて前記先行構成作業を行う前記建設機械が前記先行作業エリアの外に移動したと判定された場合、または、前記後行作業エリアにおいて前記後行構成作業を行う前記建設機械が前

記後行作業エリアの外に移動したと判定された場合に警報を発する監視工程をさらに含む、
作業管理方法。

[請求項4]

請求項1に記載の作業管理方法であって、

前記作業管理システムが前記先行構成作業を行う前記建設機械から作業完了信号を受信した場合、前記作業完了判定工程において、前記先行作業エリア内で行われる前記先行構成作業が完了したと判定され、

前記先行作業エリアは、前記作業エリア設定工程において、前記後行作業エリアを設定可能なエリアとなる、
作業管理方法。

[請求項5]

請求項1に記載の作業管理方法であって、

前記先行構成作業を行う前記建設機械が前記先行作業エリアにおいて設定された作業完了位置に到達した場合、前記作業完了判定工程において、前記先行作業エリア内で行われる前記先行構成作業が完了したと判定され、

前記先行作業エリアは、前記作業エリア設定工程において、前記後行作業エリアを設定可能なエリアとなる、
作業管理方法。

[請求項6]

請求項1から5の何れか1つに記載の作業管理方法であって、

前記建設機械が前記構成作業を行う作業エリアのエリア範囲に関する情報を含む作業内容を前記建設機械に送信する作業内容送信工程をさらに含む、

前記作業内容を受信した前記建設機械は、前記作業内容に基づいて作業を行う、
作業管理方法。

[請求項7]

所定の作業領域内において、自動運転可能な建設機械を含む複数の建設機械によって（ $N - 1$ ）番目（ N は2以上の自然数）の構成作業

が行われた後にN番目の構成作業が順番に行われるN個の構成作業を管理する作業管理システムによる作業管理方法であって、

1番目の構成作業が行われる第1作業エリアからN番目の構成作業が行われる第N作業エリアまでのN個の作業エリアを前記作業領域内に順次設定する作業エリア設定工程と、

前記第1作業エリア内で行われる前記1番目の構成作業から第(N-1)作業エリア内で行われる(N-1)番目の構成作業までの(N-1)個の構成作業の完了を判定する作業完了判定工程と、を含み、

前記(N-1)番目の構成作業及び前記N番目の構成作業の何れかは自動運転の前記建設機械により行われ、

前記作業エリア設定工程において、

前記第N作業エリアは、前記作業完了判定工程で前記(N-1)番目の構成作業が完了したと判定された前記第(N-1)作業エリアの領域の範囲に設定され、

新たな第(N-1)作業エリアは、前記作業完了判定工程で前記(N-1)番目の構成作業が完了したと判定された前記第(N-1)作業エリアの領域と重複しないように設定される、

作業管理方法。

[請求項8]

請求項7に記載の作業管理方法であって、

前記作業エリア設定工程において、前記新たな第(N-1)作業エリアは、(N-2)番目の構成作業がある場合には、前記作業完了判定工程で前記(N-2)番目の構成作業が完了したと判定された前記第(N-2)作業エリアの領域の範囲内であって、前記作業完了判定工程で前記(N-1)番目の構成作業が完了したと判定された前記第(N-1)作業エリアの領域と重複しないように設定される、

作業管理方法。