

明 細 書

発明の名称：建設作業計画支援装置

技術分野

[0001] 本発明は、作業現場の状況に応じてクレーンの機種を選定する技術に関する。

背景技術

[0002] レンタル会社等の各拠点からレンタルされる建設機械の稼動時間又は貸出時間を収集可能な管理コンピュータを用いて上記各拠点における建設機械の配備計画を行う技術が提案されている（例えば、特許文献1参照）。クレーン分野について生産性および安全性の向上のため、BIM（Building Information Modeling）が採用されている。施工段階において、施工に必要な重機の選定およびクレーンなどの建設機械の揚重計画が必要となる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2002-099589号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、クレーンの機種および／または配置場所の選定作業は建設作業計画者の経験に依存している。このため、建設作業計画者の経験によっては、作業現場の状況に鑑みて不適切な機種のクレーンが選定されてしまい、実際の作業に際して支障が生じる可能性がある。また、作業内容に鑑みて過度に大型のクレーンが選定された場合、当該クレーンの仕様が適当する作業現場に当該クレーンが配備される時期が遅くなり、建設作業が遅延するまたは建設作業期間が制限される可能性がある。

[0005] そこで、本発明は、作業現場の状況に鑑みて適当な機種のクレーンの選定作業の容易化を図りうる技術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

- [0006] 本発明の建設作業計画支援装置は、
- 建造物の空間占有態様と、前記建造物の周囲領域の地形と、吊荷としての資材の吊り上げ時の空間占有態様と、を認識する第1計画支援処理要素と、
- 前記第1計画支援処理要素により認識された前記建造物の空間占有態様と、前記建造物の周囲領域に含まれる指定箇所の地形と、前記資材の空間占有態様と、に基づき、クレーンが前記指定箇所に配置され、かつ、アタッチメントが指定姿勢にある状態で、前記建造物の上端と前記資材の下端との間隔が閾値以上になるような地上揚程を有するという第1指定条件を含む指定条件を満たす機種のクレーンの有無を判定する機種選定支援処理要素と、
- 前記機種選定支援処理要素による判定結果に関する情報を出力インターフェースに出力させる第2計画支援処理要素と、
- を備えている。
- [0007] 当該構成の建設作業計画支援装置によれば、指定条件を満たす機種のクレーンの有無の判定結果に関する情報が選択的に出力インターフェースを通じて建設作業計画者等のユーザに対して提供される。該当機種のクレーンの有無は、あらかじめ定められた複数の機種のクレーンにより構成される機種群の中において判定される。指定条件に含まれている「第1指定条件」は、クレーンが建造物の周囲領域における指定箇所に配置され、かつ、アタッチメントが指定姿勢にある状態で、当該建造物の上端と吊荷である資材の下端との間隔が閾値以上になるような地上揚程を有するという条件である。このため、クレーンが指定箇所に配置され、かつ、アタッチメントが指定姿勢にある状態で、高さ方向について建造物と資材との干渉を回避しながら、当該資材を建造物の資材置場から吊り上げるまたは当該資材を建造物の資材置場に吊り下げる観点から適当な機種のクレーンのユーザによる選定作業、ひいてはクレーンを用いた建設計画作成作業の容易化が図られる。
- [0008] 本発明の構成要素（ハードウェア資源）が情報を「認識する」とは、当該情報を受信すること、当該情報を記憶装置から読み出すこと、受信情報およ

び／または読み出し情報に基づく演算処理を実行することにより当該情報を予測、決定または推定すること、当該情報を記憶装置に格納することなど、当該情報を後続の演算処理において利用可能な形態で準備するあらゆる情報処理を包含する概念である。

[0009] 本発明の建設作業計画支援装置において、

前記機種選定支援処理要素が、前記第1計画支援処理要素により認識された前記建造物の空間占有態様および前記指定箇所の空間座標値に基づき、クレーンが前記指定箇所に配置され、かつ、前記アタッチメントの姿勢が前記指定姿勢である状態で、前記建造物を包含するような作業半径を有するという第2指定条件をさらに含む前記指定条件を満たす機種のクレーンの有無を判定することが好ましい。

[0010] 当該構成の建設作業計画支援装置によれば、指定条件に含まれている「第2指定条件」は、クレーンが建造物の周囲領域における指定箇所に配置され、かつ、アタッチメントが指定姿勢にある状態で、当該建造物を包含するような作業半径を有するという条件である。このため、クレーンが指定箇所に配置され、かつ、アタッチメントが指定姿勢にある状態で、資材を建造物の資材置場の上方に水平方向に移動させるまたは資材を建造物の資材置場の上方から水平方向に移動させる観点から適当な機種のクレーンのユーザによる選定作業、ひいてはクレーンを用いた建設計画作成作業の容易化が図られる。

[0011] 本発明の建設作業計画支援装置において、

前記第1計画支援処理要素が、前記資材の周囲の空間余裕をさらに認識し、

前記機種選定支援処理要素が、前記第1計画支援処理要素により認識された前記建造物の空間占有態様、前記建造物の周囲領域に含まれる指定箇所の地形および前記資材の空間占有態様に加えて、前記空間余裕に基づき、前記第1指定条件の充足性を判定する

ことが好ましい。

[0012] 当該構成の建設作業計画支援装置によれば、建造物の空間占有態様、クレーンが配置される指定箇所の地形および資材の空間占有態様に加えて、空間余裕（例えば、フック巻上限界距離、スリング長さなど）が勘案された形で第1指定条件を満たす機種のクレーンのユーザによる選定作業が可能になる。

[0013] 本発明の建設作業計画支援装置において、
前記第1計画支援処理要素が、前記資材の質量をさらに認識し、
前記機種選定支援処理要素が、前記第1計画支援処理要素により認識された前記資材の質量以上の定格荷重を有しているという第3指定条件をさらに含む前記指定条件を満たす機種のクレーンの有無を判定することが好ましい。

[0014] 当該構成の建設作業計画支援装置によれば、指定条件に含まれている「第3指定条件」は、資材の質量以上の定格荷重を有するという条件である。このため、クレーンが指定箇所に配置され、かつ、アタッチメントが指定姿勢にある状態で、資材を安定に吊り上げる観点から適当な機種のクレーンのユーザによる選定作業、ひいてはクレーンを用いた建設計画作成作業の容易化が図られる。

[0015] 本発明の建設作業計画支援装置において、
前記第1計画支援処理要素が、前記資材の質量をさらに認識し、
前記機種選定支援処理要素が、前記資材の質量に対応しているフックを有しているという第4指定条件をさらに含む前記指定条件を満たす機種のクレーンの有無を判定することが好ましい。

[0016] 当該構成の建設作業計画支援装置によれば、指定条件に含まれている「第4指定条件」は、資材の質量に応じたフックを有しているという条件である。このため、クレーンが指定箇所に配置され、かつ、アタッチメントが指定姿勢にある状態で、資材をフックに安定に吊り上げる観点から適当な機種の

クレーンのユーザによる選定作業、ひいてはクレーンを用いた建設計画作成作業の容易化が図られる。

- [0017] 本発明の建設作業計画支援装置において、
- 前記機種選定支援処理要素が、前記指定条件を満たす機種のクレーンおよび前記指定箇所の組み合わせの有無を判定し、
- 前記第2計画支援処理要素が、前記機種選定支援処理要素により前記指定条件を満たす機種のクレーンおよび前記指定箇所の組み合わせが存在すると判定された場合、当該機種のクレーンおよび当該指定箇所の組み合わせに関する情報を出力インターフェースに出力させることが好ましい。

- [0018] 当該構成の建設作業計画支援装置によれば、指定条件を満たす機種のクレーンおよび当該クレーンが配置される指定箇所の組み合わせが存在する場合、当該組み合わせに関する情報が出力インターフェースに出力される。これにより、資材を建造物の資材置場から吊り上げる等の観点から適当な機種のクレーンのユーザによる選定作業および当該クレーンの配置計画を含む建設計画作成作業の容易化が図られる。

- [0019] 本発明の建設作業計画支援装置において、
- 前記第1計画支援処理要素が、入力インターフェースを通じて入力された前記指定箇所を認識し、
- 前記機種選定支援処理要素が、前記第1計画支援処理要素により認識された前記指定箇所について前記指定条件を満たす機種のクレーンが存在しないと判定した場合、前記指定条件を満たす機種のクレーンおよび新たな前記指定箇所の組み合わせの有無を判定することが好ましい。

- [0020] 当該構成の建設作業計画支援装置によれば、資材を建造物の資材置場から吊り上げる等の観点から適当な機種のクレーンのユーザによる選定作業および当該クレーンの配置計画を含む建設計画作成作業の容易化が図られる。

- [0021] 本発明の建設作業計画支援装置において、

前記第２計画支援処理要素が、前記建造物の空間占有態様と、前記資材の吊り上げ時の空間占有態様と、を前記出力インターフェースに出力させ、

前記第１計画支援処理要素が、前記出力インターフェースに接しているユーザにより入力インターフェースを通じて入力された前記指定箇所または前記指定箇所の地形を認識する

ことが好ましい。

- [0022] 当該構成の建設作業計画支援装置によれば、出力インターフェースを通じて建造物および吊荷としての資材のそれぞれの空間占有態様をユーザに認識させ、当該ユーザに入力インターフェースを通じてクレーンの配置箇所を指定させることができる。このため、資材を建造物の資材置場から吊り上げる等の観点から適当な機種のカレーンのユーザによる選定作業および当該クレーンの配置計画を含む建設計画作成作業の容易化が図られる。

図面の簡単な説明

- [0023] [図1]建設作業計画支援装置の構成説明図。
[図2]クレーンの概略説明図。
[図3]クレーンの構成説明図。
[図4]クレーン選定方法を示すフローチャート。
[図5]第１指定条件に関する説明図。
[図6]第２指定条件に関する説明図。
[図7]クレーンの配置態様の推奨に関する説明図。

発明を実施するための形態

- [0024] (建設作業計画支援装置の構成)

建設作業計画支援装置を構成する建設作業計画支援サーバ２０は、端末装置４０とネットワークを介して相互通信可能に接続されている一または複数のサーバにより構成されている。

- [0025] 建設作業計画支援サーバ２０は、第１計画支援処理要素２１と、第２計画支援処理要素２２と、機種選定支援処理要素２４と、ＢＩＭデータベース２８と、を備えている。ＢＩＭデータベース２８は、建設作業計画支援サーバ

20を構成するサーバとは別個のデータベースサーバにより構成されているもよい。

[0026] 第1計画支援処理要素21、第2計画支援処理要素22および機種選定支援処理要素24のそれぞれは、単一のまたは複数の演算処理装置（CPU、シングルプロセッサコア、マルチプロセッサコアなど）により構成されている。当該演算処理装置が記憶装置（メモリ、ハードディスクなど）に格納されているデータおよびプログラム（コンピュータソフトウェア）を読み取り、当該データに基づき、当該プログラムにしたがって演算処理を実行する機能を有している。

[0027] 端末装置40は、例えばスマートホン、タブレット端末およびノートパソコンなどの携帯可能な情報処理装置により構成されている。端末装置40は、端末入力インターフェース41と、端末出力インターフェース42と、端末制御装置44と、を備えている。端末入力インターフェース41は、手動操作式のキーおよび／またはボタン、ならびに必要に応じて音声認識装置により構成されている。「Aおよび／またはB」という表現は、「AおよびBのうち少なくとも一方」を意味している。同様に、「A、Bおよび／またはC」という表現は、「A、BおよびCのうち少なくとも1つ」を意味している。端末出力インターフェース42は、画像表示装置および必要に応じて音声出力装置により構成されている。端末入力インターフェース41および端末出力インターフェース42がタッチパネルにより構成されていてもよい。端末制御装置44は、演算処理装置（CPU、シングルプロセッサコア、マルチプロセッサコアなど）により構成されている。当該演算処理装置が記憶装置（メモリ、ハードディスクなど）に格納されているデータおよびプログラム（コンピュータソフトウェア）を読み取り、当該データに基づき、当該プログラムにしたがって演算処理を実行する機能を有している。

[0028] （クレーンの構成）

図2に示されている一の機種としての移動式のクレーン10は、下部走行体11と、上部旋回体12と、ブーム起伏装置121と、ジブ起伏装置12

2と、ブーム141と、ジブ142と、を備えている。下部走行体11および上部旋回体12により「クレーン本体」が構成されている。ブーム141（第1アタッチメント要素）およびジブ142（第2アタッチメント要素）により「アタッチメント14」が構成されている。BIMデータベース20に登録されているクレーンは、実際のクレーン10よりも構造が簡素化されていてもよい。

[0029] クレーン10の種類、仕様およびアタッチメント14には様々なものが含まれている。クレーン10の種類、仕様およびアタッチメント14の種類により、クレーン10の「機種」が定義されている。クレーン10は、クローラクレーンではなく、ホイールクレーン（タイヤ走行するクレーン、ラフレールクレーン、トラッククレーン、オールテレーンクレーン）などの異なる移動式クレーンであってもよく、ジブクレーン、クライミングクレーンまたはタワークレーンなどの固定式クレーンであってもよい。クレーン10が、タワークレーンのほか、ラフティングクレーンまたは固定ジブクレーンであってもよい。ジブ142が省略され、クレーン10が、ブーム141をアタッチメント14として備えていてもよい。ブーム141が、テレスコ（登録商標）（伸縮）ブームのほか、ラチスブームであってもよい。

[0030] クレーン10に対して位置および姿勢が固定されている実機座標系は、下部走行体11に対する上部旋回体12の旋回軸線に平行な z 軸と、上部旋回体12の前後方向に平行な x 軸と、 z 軸および x 軸のそれぞれに直交する y 軸と、により定義されている。クレーン10の構成要素の位置および／または姿勢を説明するために実機座標系が適宜参照される。

[0031] 下部走行体11は、例えば、原動機の動力をクローラおよび／またはホイールに伝達することにより当該クローラおよび／またはホイールが接している地面に対して移動する機能を有している。上部旋回体12は、下部走行体11の上側にあって下部走行体11に対して旋回可能に連結されている。上部旋回体12は、クレーン10の前後方向のバランスをとるためのカウンタウエイト120と、キャブ124（運転室）と、を備えている。

- [0032] ブーム１４１は、左右一对のブームフットピン１４１０（フットピン）のそれぞれを介して、上部旋回体１２の左右両側に対して起伏可能に取り付けられる。ブーム１４１は、パイプが組み合わされたラチス構造を有するラチスブームであってもよく、箱形構造を有する伸縮ブームであってもよい。
- [0033] ブーム１４１がラチスブームである場合、ブーム１４１の長手方向に垂直なブーム１４１の断面形状は、略四角形である。ブーム１４１は、左右の側面１４１１と、背面１４１２と、腹面１４１３と、を有している。ブーム１４１の左右の側面１４１１のそれぞれは、左方向（＋ｙ方向）および右方向（－ｙ方向）のそれぞれに向いている。ブーム１４１の背面１４１２は、当該ブーム１４１が起こされた状態においてブーム１４１の後方向（－ｘ方向）に向いている。ブーム１４１の腹面１４１３は、この状態においてブーム１４１の前方向（＋ｘ方向）に向いている。
- [0034] ブーム１４１が箱型構造の伸縮ブームである場合、ブーム１４１の長手方向に対してブーム１４１の断面形状は、略四角形である。この場合、当該断面における腹面１４１３に相当する輪郭線は略半円形状または略円弧状であってもよい。ブーム１４１がラチスブームである場合、ブーム１４１を構成するパイプには、主柱１４１４と、縦材１４１５と、横材（図示略）と、斜材１４１６と、がある。主柱１４１４は、ブーム１４１の四角形断面の４つの隅角部分に配置され、ブーム１４１の長手方向に延在しているパイプである。縦材１４１５は、側面１４１１を構成し、ブーム１４１の長手方向および横方向Ｙのそれぞれに直交する方向に延在している。図示しない横材は、背面１４１２および腹面１４１３を構成し、左右方向に延在しているパイプである。斜材１４１６は、ブーム１４１の表面を構成し、主柱１４１４、縦材１４１５および横材のそれぞれに対して傾斜する方向に延在している。
- [0035] ブーム１４１の背面１４１２の左右のそれぞれには、左右一对のブームバックストップ１２１０のそれぞれが取り付けられている。ブームバックストップ１２１０（バックストップ）は、ブーム１４１の回転を制限し、ひいては、上部旋回体１２に対するブーム１４１の後方向への回転を制限する。ブ

ームバックストップ1210の上端部は、ブーム141に接触可能であってもよく、ブーム141に接続されていてもよい。ブームバックストップ1210の下端部は、上部旋回体12に接触可能であってもよく、上部旋回体12に接続されていてもよい。ブームバックストップ1210の上端部および下端部のうち少なくとも一方の端部は、当該端部と隣り合う構造物（ブーム141または上部旋回体12）に対して連結されている。ブームバックストップ1210は、ばねにより伸縮可能であってもよく、油圧により伸縮可能であってもよく、ばねおよび油圧により伸縮可能であってもよい。ジブバックストップ1220も同様である。

- [0036] 上部旋回体12に対してブーム141をクレーン本体または上部旋回体12に対して起伏させるためのブーム起伏装置121は、マスト1211と、ブームガイライン1212（ガイライン）と、上部スプレッド1213と、下部スプレッド1214と、ブーム起伏ロープ1215と、を備えている。
- [0037] マスト1211は、上部旋回体12に起伏可能に取り付けられ、ブーム141よりも後方向に配置される。マスト1211は、左右の（2本の）支柱と、左右の支柱どうしをつなぐ部材と、を備えている。
- [0038] ブームガイライン1212（ガイライン）は、マスト1211の先端部（上部旋回体12に取り付けられる側とは反対側）とブーム141の先端部とに接続される。ブームガイライン1212は、リンク部材（ガイリンク）およびロープ（ガイロープ）の少なくともいずれかを有する部材である（後述するジブガイライン1223およびストラットガイライン1224も同様）。ブームガイライン1212は、左右に（2本）設けられ、ブーム141およびマスト1211のそれぞれの左右部分に取り付けられる。
- [0039] 上部スプレッド1213は、複数のシーブを有する装置であり、マスト1211の先端部に配置される。下部スプレッド1214は、複数のシーブを有する装置であり、上部旋回体12の後方向端部に配置される。ブーム起伏ロープ1215は、下部スプレッド1214および上部スプレッド1213に掛けられている。このため、ブーム起伏ロープ1215が、ウインチ（図

示略)により巻き取られまたは繰り出されると、下部スプレッド１２１４と上部スプレッド１２１３との間隔が変化する。その結果、マスト１２１１は、上部旋回体１２に対して起伏する。マスト１２１１とブーム１４１とがブームガイライン１２１２で接続されているので、上部旋回体１２に対してマスト１２１１が起伏すると、上部旋回体１２に対してブーム１４１が起伏する。

[0040] ジブ１４２は、左右一対のジブフットピン１４２０（フットピン）のそれぞれを介して、ブーム１４１の左右両側に対して起伏可能または回動可能に連結されている。ジブ１４２は、ブーム１４１を介して、クレーン本体または上部旋回体１２に対して起伏可能である。ジブ１４２は、ラチス構造を有するラチスジブでもよく、箱形構造を有してもよい。

[0041] ブーム１４１と同様に、ジブ１４２は、左右の側面１４２１と、背面１４２２と、腹面１４２３と、を有している。ブーム１４１と同様に、ジブ１４２を構成するパイプには、主柱１４２４と、縦材１４２５と、横材（図示略）と、斜材１４２６と、が含まれている。

[0042] ジブ１４２の背面１４２２の左右両側のそれぞれに、左右一対のジブバックストップ１２２０が取り付けられている。ジブバックストップ１２２０（バックストップ）は、ジブ１４２の回転を制限し、ひいてはブーム１４１に対するジブ１４２の後方向への回転を制限する。ジブバックストップ１２２０の長手方向の一端は、ジブ１４２に接続されてもよく、ジブ１４２に接触可能でもよい。ジブバックストップ１２２０の長手方向の他端（ジブ１４２に接続される側とは反対側の端）は、ブーム１４１の先端部に接触可能でもよく、ブーム１４１の先端部に接続されてもよい。ジブバックストップ１２２０の一端および他端の少なくともいずれかの端部は、この端部と隣り合う構造物（ジブ１４２またはブーム１４１）に接続されている。

[0043] ブーム１４１に対してジブ１４２を回動させるためのジブ起伏装置１２２は、フロントストラット１２２１と、リアストラット１２２２と、ジブガイライン１２２３（ガイライン）と、ストラットガイライン１２２４（ガイラ

イン) と、ジブ起伏ロープ 1 2 2 6 と、を備えている。ストラット 1 2 2 1、1 2 2 2 は、ブーム 1 4 1 の先端部に対して起伏可能であり、ジブ 1 4 2 よりも後方向に配置されている。フロントストラット 1 2 2 1 は、ブーム 1 4 1 の先端部に起伏可能に取り付けられていてもよく、ジブ 1 4 2 の基端部に起伏可能に取り付けられていてもよい。フロントストラット 1 2 2 1 は、ラチス構造を有していてもよく、箱形構造を有していてもよい。これは、リアストラット 1 2 2 2 についても同様である。フロントストラット 1 2 2 1 の先端部には、複数のシーブが設けられる。これは、リアストラット 1 2 2 2 についても同様である。リアストラット 1 2 2 2 は、ブーム 1 4 1 の先端部に起伏可能に取り付けられている。リアストラット 1 2 2 2 は、フロントストラット 1 2 2 1 よりも、下方向および後方向のうち少なくともいずれか一方に配置されている。

[0044] ストラットは、1 本のみ設けられていてもよく、3 本以上設けられていてもよい。リアストラット 1 2 2 2 にバックストップ (リアストラットバックストップ 1 2 2 5) が取り付けられているが、フロントストラット 1 2 2 1 にバックストップが取り付けられていてもよい。

[0045] ジブガイドライン 1 2 2 3 (ガイドライン) は、フロントストラット 1 2 2 1 の先端部とジブ 1 4 2 の先端部とに接続される。左右一対のジブガイドライン 1 2 2 3 は、ジブ 1 4 2 およびフロントストラット 1 2 2 1 のそれぞれの左側および右側のそれぞれに取り付けられている。

[0046] ストラットガイドライン 1 2 2 4 (ガイドライン) は、リアストラット 1 2 2 2 の先端部とブーム 1 4 1 とに接続されている。左右一対のストラットガイドライン 1 2 2 4 は、リアストラット 1 2 2 2 およびブーム 1 4 1 のそれぞれの左側および右側のそれぞれに取り付けられている。

[0047] ジブ起伏ロープ 1 2 2 6 は、フロントストラット 1 2 2 1 およびリアストラット 1 2 2 2 のそれぞれの先端部のシーブに掛けられている。このため、ジブ起伏ロープ 1 2 2 6 が、図示しないウインチにより巻き取られまたは繰り出されると、リアストラット 1 2 2 2 の先端部とフロントストラット 1 2

２１の先端部との間隔が変わる。この結果、フロントストラット１２２１が、ブーム１４１に対して起伏する。フロントストラット１２２１とジブ１４２とがジブガイライン１２２３で接続されているので、ブーム１４１に対してフロントストラット１２２１が起伏すると、ブーム１４１に対してジブ１４２が起伏する。

[0048] キャブ１２４の内部に配置されている操作レバーおよびペダルなどにより構成されている実機操作機構が、当該キャブ１２４の内部に搭乗したオペレータにより操作されることにより、クレーン１０の動作が制御される。遠隔操作装置を構成する操作レバーおよびペダルなどにより構成されている遠隔操作機構がオペレータにより操作されることにより、クレーン１０の動作が遠隔制御されてもよい。クレーン１０は、例えば、油圧ポンプ、油圧アクチュエータ、およびコントロールバルブなどを備えている油圧回路により構成されている駆動機構１０４によって駆動される。

[0049] クレーン１０は、主巻フック１６１と、補巻フック１６２と、主巻フック１６１を巻き上げるための主巻ワイヤロープ１６３と、補巻フック１６２を巻き上げるための補巻ワイヤロープ１６４と、をさらに備えている。主巻ワイヤロープ１６３および補巻ワイヤロープ１６４のそれぞれが別個のウインチ（図示略）により巻き上げられるまたは巻き下げられることにより主巻フック１６１および補巻フック１６２のそれぞれが昇降される。

[0050] 図３に示されているように、クレーン１０は、実機制御装置１００、センサ群１０１、実機操作機構１０２および駆動機構１０４を備えている。これらの構成は、ある機種のカレーン１０が選定され、かつ、作業現場に実際に配置される当該機種のクレーン１０（実機）が備えている構成である。

[0051] 実機操作機構１０２は、上部旋回体１２の一部を構成するキャブ１２４（運転室）に搭載されている。実機操作機構１０２は、実機入力インターフェース１０２１および実機出力インターフェース１０２２を備えている。実機入力インターフェース１０２１は、下部走行体１１の移動動作、下部走行体１１に対する上部旋回体１２の旋回動作など、クレーン１０を操作するため

の操作レバーおよび操作ボタンなどにより構成されている。実機出力インターフェース 1022 は、画像表示装置のほか、音響出力装置により構成されている。操作レバーおよび操作ボタン、ならびに、画像表示装置等は、キャブ 124 の内部においてオペレータが座るシートの周囲に配置されている。

[0052] センサ群 101 は、ブームフットピン 1410 まわりのブーム 141 の仰角（または起伏角）および方位を測定するためのセンサ、ジブフットピン 1420 まわりのジブ 142 の回動角（または起伏角）および方位を測定するためのセンサ、吊荷用のワイヤに生じる張力およびワイヤの繰り出し長さを測定するためのセンサ、ならびに、下部走行体 11 に対する上部旋回体 12 の旋回角度を測定するためのセンサなどにより構成されている。ブーム 141 がラチスブームである場合、当該ブーム 141 の延在長さを測定するためのセンサは省略される。

[0053] 駆動機構 104 は、実機入力インターフェース 1021 を構成する実機操作レバー等の操作態様に応じて、下部走行体 11 の移動、下部走行体 11 に対する上部旋回体 12 の旋回、ブーム 141 およびジブ 142 のそれぞれの起伏および／または伸縮、ウインチによるワイヤロープ 163、164 の巻き取りまたは繰り出し等を実現するためのアクチュエータおよび力伝達機構等により構成されている。

[0054] （機能）

前記構成の建設作業計画支援サーバ 20 の機能について図 4 のフローチャートを用いて説明する。

[0055] 端末装置 40 において端末入力インターフェース 41 を通じて指定アプリ（アプリケーションソフトウェア）が起動されるなどの指定操作があったことに応じて、クレーンの作業条件を指定するための画面が端末制御装置 44 によって端末出力インターフェース 42 に出力される（図 4／STEP 402）。当該画面の出力のため、端末装置 40 と建設作業計画支援サーバ 20（サーバ）とが相互通信してもよい。

[0056] 端末制御装置 44 により、端末入力インターフェース 41 を通じて入力さ

れた指定作業条件が認識される（図4／STEP404）。指定作業条件が、BIMデータベース28に登録されている複数の建設計画のうちの建設計画を指定するための計画名称または地域名称などにより特定される。当該作業条件が端末装置40から送信され、建設作業計画支援サーバ20において第1計画支援処理要素21により受信される（図4／矢印X1）。第1計画支援処理要素21により、当該作業条件に合致する建設計画に応じたBIMデータとして、建造物の空間占有態様、当該建造物を含む地域の地形および資材の空間占有態様がBIMデータベース28から検索または認識される（図4／STEP210）。

- [0057] 端末制御装置44における端末入力インターフェース41を通じた指定作業条件の入力（図4／STEP404参照）が省略され、建設作業計画支援サーバ20において第1計画支援処理要素21によりあらかじめ定められている指定作業条件に応じたBIMデータが認識されてもよい。
- [0058] BIMデータとしての地域の地形は、仮想空間座標系におけるX座標値（経度）およびY座標値（緯度）の組み合わせ、または、X-Y平面を構成するメッシュ（例えば正形状）ごとのZ座標値（標高または海拔）により定義されている。BIMデータとしての建造物の空間占有態様は、図5に示されている建造物Bの地面からの高さ H_1 （仮想空間座標系におけるZ座標値の範囲）および図6に示されている建造物Bの水平方向におけるサイズ（仮想空間座標系におけるX座標値の範囲およびY座標値の範囲）により定義されている。同様に、BIMデータとしての資材の空間占有態様は、図5に示されている資材Wの高さ H_2 （仮想空間座標系におけるZ座標値の範囲）および図6に示されている資材Wの水平方向におけるサイズ（仮想空間座標系におけるX座標値の範囲およびY座標値の範囲）により定義されている。
- [0059] 仮想空間における実機座標系のz軸方向は、仮想空間座標系のZ軸方向に対して平行であってもよく、傾斜していてもよい。すなわち、仮想空間においてクレーン10が配置される指定箇所の地面が水平方向に対して傾斜していてもよい。この場合、当該傾斜角度が勘案されたうえで、機種選定支援処

理要素 2 4 により各機種のクレーンについて指定条件の充足性が判定される。

- [0060] 第 2 計画支援処理要素 2 2 により、B I M データが建設作業計画支援サーバ 2 0 から端末装置 4 0 に対して送信される（図 4 / 矢印 X 2）。これに応じて、端末制御装置 4 4 により当該 B I M データに応じた仮想作業現場を表わす 3 次元画像が端末出力インターフェース 4 2 に出力される（図 4 / S T E P 4 1 0）。端末入力インターフェース 4 1 を通じて仮想作業現場を表わす 3 次元画像の視点の位置が任意に調節されてもよい。
- [0061] 端末入力インターフェース 4 1 を通じて、仮想空間においてクレーンが配置される指定箇所が入力される（図 4 / S T E P 4 1 2）。例えば、端末出力インターフェース 4 2 に出力されている仮想作業現場を表わす 3 次元画像において建造物の周囲の地面の一箇所が端末入力インターフェース 4 1 を構成するマウスポインティング装置におけるクリック操作により指定されることにより、当該箇所が指定箇所または指定エリアとして端末制御装置 4 4 により認識される。
- [0062] 当該指定箇所が端末装置 4 0 から送信され、建設作業計画支援サーバ 2 0 において第 1 計画支援処理要素 2 1 により受信される（図 4 / 矢印 X 3）。第 1 計画支援処理要素 2 1 により、当該指定箇所の地形が B I M データに基づいて認識される（図 4 / S T E P 2 1 2）。指定箇所の地形は、図 4 に示されているように、仮想空間において建造物 B が立っている地面の高さを基準とした、クレーン 1 0 が配置される場所の地面の高さ H_0 により定義されている。建造物 B の周囲領域における地面の高さ H_0 は、建造物 B が立っている地面の高さを基準として低い場合は正值、同じ場合は 0、高い場合は負値として定義されている。端末入力インターフェース 4 1 を通じてユーザにより地面の高さ H_0 が指定されてもよい。
- [0063] 機種選定支援処理要素 2 4 により、指定条件を満たす機種のクレーンの有無が判定される（図 4 / S T E P 2 1 4）。指定条件には、第 1 指定条件が含まれている。「第 1 指定条件」は、クレーン 1 0 が指定箇所に配置され、

かつ、アタッチメント 14 が指定姿勢にある状態で、建造物の上端と資材の下端との間隔が閾値以上になるような地上揚程を有するという条件である。例えば、図 5 に示されているように、ブーム 141 の水平面に対する傾斜角度 θ_1 およびジブ 142 の水平面に対する傾斜角度 θ_2 によりアタッチメント 14 の指定姿勢が定義されている状態について考察する。クレーン 10 の地上揚程は、当該クレーン 10 が配置されている指定箇所の地面の高さ H_0 、建造物 B の高さ H_1 、建造物 B の上端と資材 W の下端との高さ方向の間隔 C_1 、資材 W の高さ H_2 および資材 W の上端とフック 161 との高さ方向の間隔 C_2 (スリング長さ) の和 $H_0 + H_1 + C_1 + H_2 + C_2$ により表わされる。地上揚程が「最大地上揚程」であってもよい。この場合、角度 θ_1 がブーム 141 の最大起伏角度に相当し、かつ、角度 θ_2 がジブ 142 の最大起伏角度に相当する。

[0064] この状態で、地面からジブフットピン 1420 までの高さ H 、ブーム 141 の長さ L_1 、ジブ 142 の長さ L_2 およびフック巻上限距離 Q 、ならびに、建造物 B の上端と資材 W の下端との間隔 C_1 の閾値 C_{1th} に基づき、第 1 指定条件が関係式 (01) により表わされる。ブーム 141 が伸縮する場合はその最大長さ L_1 がクレーンの諸元として勘案される。同様に、ジブ 142 が伸縮する場合はその最大長さ L_2 がクレーンの諸元として勘案される。

[0065] $H + L_1 \sin \theta_1 + L_2 \sin \theta_2 - Q \geq H_0 + H_1 + C_{1th} + H_2 + C_2 \quad \cdots (01)$)。

[0066] 閾値 C_{1th} 、資材 W の高さ H_2 および資材 W の上端とフック 161 との間隔 C_2 、および、フック巻上限距離 Q のそれぞれは、端末入力インターフェース 41 を通じて入力されることにより、あるいは、BIM データベース 28 から検索されることにより、第 1 計画支援処理要素 41 により認識されてもよい。間隔 C_2 および／またはフック巻上限距離 Q は「空間余裕」に該当する。

[0067] フック巻上限距離 Q は、端末入力インターフェース 41 を通じて入力されることにより、あるいは、BIM データベース 28 から検索されることにより第 1 計画支援処理要素 41 により認識された資材 W の質量または最大質

量に応じて、第1計画支援処理要素41により可変に認識されてもよい。

[0068] 指定条件には、第2指定条件がさらに含まれている。「第2指定条件」は、クレーン10が指定箇所に配置され、かつ、アタッチメント14の姿勢が指定姿勢である状態で、建造物を包含するような作業半径を有するという条件である。例えば、図6に示されているように、上部旋回体12の旋回中心軸線を中心とし、当該中心からアタッチメント14の先端またはジブポイントピンまでの間隔Dを半径とする円形領域に、資材置場P_Wが含まれていることが第2指定条件に相当する。

[0069] 上部旋回体12の旋回中心軸線（～指定箇所の位置）からジブフットピン1420までの水平方向の間隔d、ブーム141の長さL₁、ジブ142の長さL₂およびフック巻上限界距離Q、ならびに、上部旋回体12の旋回中心軸線と資材置場との水平方向の間隔D₀に基づき、第1指定条件が関係式(02)により表わされる。

[0070] $D = d + L_1 \sin \theta_1 + L_2 \sin \theta_2 \geq D_0 \quad \cdots (02)$ 。

[0071] 第2計画支援処理要素22により、機種選定支援処理要素24による判定結果が建設作業計画支援サーバ20から送信され、端末装置40により受信される（図4／矢印X4）。端末制御装置44により、当該判定結果が肯定的であるか否定的であるかが判定される（図4／STEP414）。当該判定結果が否定的である場合（図4／STEP414・2）、当該判定結果、すなわち、該当する機種のクレーンが存在しないと判定された旨の通知が端末制御装置44により端末出力インターフェース42に出力される（図4／STEP418）。その後、再び、仮想空間においてクレーン10が配置される指定箇所の再入力が可能になる（図4／STEP412参照）。

[0072] その一方、当該判定結果が肯定的である場合（図4／STEP414・1）、該当する一または複数の機種のクレーンに関する情報が端末制御装置44により端末出力インターフェース42に出力される（図4／STEP416）。

[0073] さらに、端末出力インターフェース42に情報が出力された機種のクレー

ンが、端末入力インターフェース41を通じて一定時間以内に指定されたか否かが端末制御装置44により判定される（図4／STEP420）。当該判定結果が否定的である場合（図4／STEP420・NO）、仮想空間においてクレーン10が配置される指定箇所の再入力が可能になる（図4／STEP412参照）。

[0074] その一方、当該判定結果が肯定的である場合（図4／STEP420・YES）、指定された機種に関する情報が、端末制御装置44により端末装置40から送信され、建設作業計画支援サーバ20により受信される（図4／矢印X5）。これに応じて、第2計画支援処理要素22により、指定箇所に当該指定機種のクレーンが配置された建設作業計画が認識される（図4／STEP216）。この際、BIMデータベース28に登録されている当該機種の配備可能なクレーンの台数が「1」だけ減じられてもよい。配備可能なクレーンの台数が限られているにもかかわらず、複数の指定箇所または複数の建設作業現場に各種のクレーンを配置する計画を作成する際に有効である。

[0075] 第2計画支援処理要素22により、当該建設作業計画に関する情報が、建設作業計画支援サーバ20から送信され、端末装置40により受信される（図4／矢印X6）。これに応じて、端末制御装置44により、端末出力インターフェース42に出力される（図4／STEP422）。例えば、BIMデータに応じた仮想作業現場を表わす2次元画像または3次元画像に、指定箇所に配置されたクレーン10が重畳または追加された画像が端末出力インターフェース42に出力される（図4／STEP410）。端末入力インターフェース41を通じてクレーン10を含む仮想作業現場を表わす3次元画像の視点の位置が任意に調節されてもよい。

[0076] （作用効果）

前記機能を発揮する建設作業計画支援サーバ20によれば、指定条件を満たす機種のクレーンの有無に関する情報が選択的に端末出力インターフェース42を通じて建設作業計画者等のユーザに対して提供される（図4／ST

EP214→STEP416、STEP418参照)。該当機種のクレーンの有無は、あらかじめBIMデータベース28に登録されている複数の機種のクレーンにより構成される機種群の中において判定される。

[0077] 前記のように、指定条件に含まれている「第1指定条件」は、クレーン10が建造物Bの周囲領域における指定箇所に配置され、かつ、アタッチメント14が指定姿勢にある状態で、当該建造物Bの上端と吊荷である資材Wの下端との間隔 C_1 が閾値 C_{1th} 以上になるような地上揚程を有するという条件である(図5および関係式(01)参照)。また、指定条件に含まれている「第2指定条件」は、クレーン10が建造物Bの周囲領域における指定箇所に配置され、かつ、アタッチメントが指定姿勢にある状態で、当該建造物Bの資材置場を包含するような作業半径Dを有するという条件である(図6および関係式(02)参照)。

[0078] このため、この状態で、高さ方向について建造物Bと資材Wとの干渉を回避しながら、当該資材を建造物Bの資材置場 P_W から吊り上げるまたは当該資材Wを建造物Bの資材置場 P_W に吊り下げ、かつ、資材Wを建造物の資材置場 P_W の上方に水平方向に移動させるまたは資材Wを建造物Bの資材置場 P_W の上方から水平方向に移動させる観点から適当な機種のクレーンのユーザによる選定作業、ひいてはクレーンを用いた建設計画作成作業の容易化が図られる。

[0079] (本発明の他の実施形態)

前記実施形態では、建設作業計画支援装置が端末装置40とネットワークを介して相互通信機能を有する建設作業計画支援サーバ20により構成されていたが、他の実施形態として建設作業計画支援装置が端末装置40の端末制御装置44により構成されていてもよい。すなわち、端末制御装置44が、第1計画支援処理要素21、第2計画支援処理要素22および機種選定支援処理要素24としての機能を有していてもよい。

[0080] 端末装置40と建設作業計画支援サーバ20との相互通信回数は変更されてもよい(図4/矢印X1~X6参照)。例えば、端末装置40から建設作

業計画支援サーバ20への送信X1およびX3が単一の送信にまとめられ、建設作業計画支援サーバ20から端末装置40への別個の送信X2およびX4（または送信X2、X4およびX6）が単一の送信にまとめられてもよい。この場合、送信X5が省略されてもよい。また、端末装置40から建設作業計画支援サーバ20への送信X3が、複数の指定条件のそれぞれが指定されるごとの複数の送信に分割されてもよい。

[0081] 前記実施形態では、指定条件に第1指定条件および第2指定条件が含まれていたが、指定条件に第1指定条件のみが含まれていてもよい。

[0082] クレーン10が資材Wの質量以上の定格荷重を有しているという「第3指定条件」が指定条件に含まれていてもよい。資材Wの質量に対応しているフックを有しているという「第4指定条件」が指定条件に含まれていてもよい。この場合、第1計画支援処理要素21により、端末入力インターフェース41を通じて入力された、あるいは、BIMデータベース28に登録されている資材Wの質量が認識される。例えば、120tの吊荷Wを吊る場合に、吊れるフック161、162として150tフックおよび200tフックが該当し、150tフックが選択された場合、130tまでは2本掛け、それ以上は3本掛けということになるので、2本掛けが選択される。選定されたフックに対応する巻き掛け数が指定数であることが第4指定条件に含まれていてもよい。

[0083] 当該構成の建設作業計画支援装置によれば、クレーン10が指定箇所に配置され、かつ、アタッチメント14が指定姿勢にある状態で（図4参照）、資材Wを安定に吊り上げる観点から適当な機種のカレーン10のユーザによる選定作業、ひいてはクレーン10を用いた建設計画作成作業の容易化が図られる。

[0084] 機種選定支援処理要素24が、指定条件を満たす機種のカレーンおよび指定箇所の組み合わせの有無を判定し、第2計画支援処理要素22が、機種選定支援処理要素24により指定条件を満たす機種のカレーンおよび指定箇所の組み合わせが存在すると判定された場合、当該機種のクレーンおよび当該

指定箇所の組み合わせに関する情報を端末出力インターフェース42に出力させてもよい。この場合、第1計画支援処理要素21が、端末入力インターフェース41を通じて入力された指定箇所を認識し、機種選定支援処理要素24が、第1計画支援処理要素21により認識された指定箇所について指定条件を満たす機種のクレーンが存在しないと判定した場合、指定条件を満たす機種のクレーンおよび新たな指定箇所の組み合わせの有無を判定してもよい。

[0085] これにより、例えば、図7に示されているように、建造物Bの周囲における第1周辺領域 A_1 では地面の高さ H_0 等に鑑みて、機種 T_1 および T_3 のクレーンが指定条件を満たす適当なクレーンであり、建造物Bの周囲における第1周辺領域 A_1 とは別の第2周辺領域 A_2 では地面の高さ H_0 等に鑑みて、機種 T_3 および T_5 のクレーンが指定条件を満たす適当なクレーンであることを示す情報が端末出力インターフェース42に出力されうる。

[0086] 当該構成の建設作業計画支援装置によれば、資材Wを建造物Bの資材置場から吊り上げる等の観点から適当な機種のクレーンのユーザによる選定作業および当該クレーンの配置計画を含む建設計画作成作業の容易化が図られる。

[0087] 第1計画支援処理要素21が、建造物Bの空間占有態様と、建造物Bの周囲領域の地形と、資材Wの吊り上げ時の空間占有態様と、の時系列を認識し、機種選定支援処理要素24が、第1計画支援処理要素21により認識された当該時系列に基づき、指定条件を満たす機種のクレーンの時系列的な有無を判定し、第2計画支援処理要素22が、機種選定支援処理要素24による指定条件を満たす機種のクレーンの時系列的な有無に関する判定結果を端末出力インターフェース42に出力させてもよい。

[0088] 当該構成の建設作業計画支援装置によれば、仮想空間においてクレーン10が指定箇所に配置され、かつ、アタッチメント14が指定姿勢にある状態が時系列的に変化する場合でも、高さ方向について建造物Bと資材Wとの干渉を回避しながら、当該資材Wを吊り上げる等の観点から適当な機種のクレーン

ーンの時系列のユーザによる選定作業、ひいてはクレーンを用いた時系列的な建設計画作成作業の容易化が図られる。

符号の説明

[0089] 10…クレーン、11…下部走行体、12…上部旋回体、14…アタッチメント、20…建設作業計画支援装置、21…第1計画支援処理要素、22…第2計画支援処理要素、24…機種選定支援処理要素、28…BIMデータベース、40…端末装置、41…端末入力インターフェース、42…端末出力インターフェース、44…端末制御装置、100…実機制御装置、101…センサ群、102…実機操作機構、104…駆動機構、124…キャブ（運転室）、141…ブーム、142…ジブ、1021…実機入力インターフェース、1022…実機出力インターフェース。

請求の範囲

- [請求項1] 建造物の空間占有態様と、前記建造物の周囲領域の地形と、吊荷としての資材の吊り上げ時の空間占有態様と、を認識する第1計画支援処理要素と、
- 前記第1計画支援処理要素により認識された前記建造物の空間占有態様と、前記建造物の周囲領域に含まれる指定箇所の地形と、前記資材の空間占有態様と、に基づき、クレーンが前記指定箇所に配置され、かつ、アタッチメントが指定姿勢にある状態で、前記建造物の上端と前記資材の下端との間隔が閾値以上になるような地上揚程を有するという第1指定条件を含む指定条件を満たす機種のクレーンの有無を判定する機種選定支援処理要素と、
- 前記機種選定支援処理要素による判定結果に関する情報を出力インターフェースに出力させる第2計画支援処理要素と、
- を備えている
- ことを特徴とする建設作業計画支援装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の建設作業計画支援装置において、
- 前記機種選定支援処理要素が、前記第1計画支援処理要素により認識された前記建造物の空間占有態様および前記指定箇所の空間座標値に基づき、クレーンが前記指定箇所に配置され、かつ、前記アタッチメントの姿勢が前記指定姿勢である状態で、前記建造物を包含するような作業半径を有するという第2指定条件をさらに含む前記指定条件を満たす機種のクレーンの有無を判定する
- ことを特徴とする建設作業計画支援装置。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の建設作業計画支援装置において、
- 前記第1計画支援処理要素が、前記資材の周囲の空間余裕をさらに認識し、
- 前記機種選定支援処理要素が、前記第1計画支援処理要素により認識された前記建造物の空間占有態様、前記建造物の周囲領域に含まれ

る指定箇所の地形および前記資材の空間占有態様に加えて、前記空間
余裕に基づき、前記第 1 指定条件の充足性を判定する
ことを特徴とする建設作業計画支援装置。

[請求項4] 請求項 1 ～ 3 のうちいずれか 1 項に記載の建設作業計画支援装置に
おいて、

前記第 1 計画支援処理要素が、前記資材の質量をさらに認識し、
前記機種選定支援処理要素が、前記第 1 計画支援処理要素により認
識された前記資材の質量以上の定格荷重を有しているという第 3 指定
条件をさらに含む前記指定条件を満たす機種のクレーンの有無を判定
する
ことを特徴とする建設作業計画支援装置。

[請求項5] 請求項 1 ～ 4 のうちいずれか 1 項に記載の建設作業計画支援装置に
おいて、

前記第 1 計画支援処理要素が、前記資材の質量をさらに認識し、
前記機種選定支援処理要素が、前記資材の質量に対応しているフッ
クを有しているという第 4 指定条件をさらに含む前記指定条件を満た
す機種のクレーンの有無を判定する
ことを特徴とする建設作業計画支援装置。

[請求項6] 請求項 1 ～ 5 のうちいずれか 1 項に記載の建設作業計画支援装置に
おいて、

前記機種選定支援処理要素が、前記指定条件を満たす機種のクレー
ンおよび前記指定箇所の組み合わせの有無を判定し、
前記第 2 計画支援処理要素が、前記機種選定支援処理要素により前
記指定条件を満たす機種のクレーンおよび前記指定箇所の組み合わせ
が存在すると判定された場合、当該機種のクレーンおよび当該指定箇
所の組み合わせに関する情報を出力インターフェースに出力させる
ことを特徴とする建設作業計画支援装置。

[請求項7] 請求項 6 に記載の建設作業計画支援装置において、

前記第 1 計画支援処理要素が、入力インターフェースを通じて入力された前記指定箇所を認識し、

前記機種選定支援処理要素が、前記第 1 計画支援処理要素により認識された前記指定箇所について前記指定条件を満たす機種のクレーンが存在しないと判定した場合、前記指定条件を満たす機種のクレーンおよび新たな前記指定箇所の組み合わせの有無を判定することを特徴とする建設作業計画支援装置。

[請求項 8]

請求項 1 ～ 7 のうちいずれか 1 項に記載の建設作業計画支援装置において、

前記第 2 計画支援処理要素が、前記建造物の空間占有態様と、前記資材の吊り上げ時の空間占有態様と、を前記出力インターフェースに出力させ、

前記第 1 計画支援処理要素が、前記出力インターフェースに接しているユーザにより入力インターフェースを通じて入力された前記指定箇所または前記指定箇所の地形を認識することを特徴とする建設作業計画支援装置。