

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5984642号
(P5984642)

(45) 発行日 平成28年9月6日 (2016.9.6)

(24) 登録日 平成28年8月12日 (2016.8.12)

(51) Int. Cl.

F 1

B 6 6 C 15/00 (2006.01)

B 6 6 C 15/00

B

B 6 6 C 19/00 (2006.01)

B 6 6 C 19/00

B

B 6 6 C 13/12 (2006.01)

B 6 6 C 13/12

D

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-260252 (P2012-260252)
 (22) 出願日 平成24年11月28日 (2012.11.28)
 (65) 公開番号 特開2014-105082 (P2014-105082A)
 (43) 公開日 平成26年6月9日 (2014.6.9)
 審査請求日 平成27年4月13日 (2015.4.13)

前置審査

(73) 特許権者 503002732
 住友重機械搬送システム株式会社
 東京都港区西新橋二丁目8番6号
 (74) 代理人 110000785
 誠真 I P 特許業務法人
 (72) 発明者 内田 浩二
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
 工業株式会社内
 (72) 発明者 草野 利之
 広島県広島市西区観音新町4丁目6番22
 号 三菱重工マシナリーテクノロジー株式
 会社内

審査官 三宅 達

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 クレーンの制振制御システム及びクレーンの制振制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

支持構造体の頂部側に設けられるガーダ及びブーム上を移動するとともに荷を吊るトロリを備えるクレーンの起振時における前記支持構造体の振動を低減させるクレーンの制振制御システムであって、

前記トロリを前記ガーダ及び前記ブーム上で移動させる際に駆動するトロリ駆動部と、
 前記支持構造体の制振制御の要否を判定する判定部と、

前記判定部で前記制振制御を必要と判定した際に、前記支持構造体の振動を前記トロリの駆動と相殺させて減衰するように、前記トロリの移動速度を調整する指令信号を前記トロリ駆動部に送信する指令信号送信部と、を備えることを特徴するクレーンの制振制御システム。

10

【請求項 2】

前記振動を検出する振動検出センサと、前記振動検出センサの検出信号から前記支持構造体の振動速度を算出する算出部と、を更に備え、前記判定部は、前記支持構造体の前記振動速度が設定値以上の場合に、前記制振制御を必要と判定することを特徴とする請求項 1 に記載のクレーンの制振制御システム。

【請求項 3】

前記支持構造体の底部側に免震装置を更に備え、前記判定部は、前記免震装置が作動を開始した場合に、前記制振制御を必要と判定することを特徴とする請求項 1 に記載のクレーンの制振制御システム。

20

【請求項 4】

前記クレーンの受電部に電力を供給する通常電源と、前記起振時に前記通常電源が停電になった場合に前記受電部に電力を供給する非常用電源と、前記停電の発生時に前記受電部への電力供給源を前記通常電源から前記非常用電源に切り替える電源切替手段と、を備えることを特徴とする請求項 1～3 の何れかに記載のクレーンの制振制御システム。

【請求項 5】

支持構造体の頂部側に設けられるガーダ及びブーム上を移動するとともに荷を吊るトロリを備えるクレーンの起振時における前記支持構造体の振動を低減させるクレーンの制振制御方法であって、

前記振動を検出する振動検出工程と、

10

前記振動検出工程の検出結果から前記支持構造体の振動速度を算出する振動速度算出工程と、

前記振動速度算出工程の算出結果から前記支持構造体の制振制御の要否を判定する要否判定工程と、

前記要否判定工程で前記制振制御が必要と判定された際に、前記支持構造体の振動を前記トロリの駆動と相殺させて減衰するように、前記トロリの移動速度を調整する指令信号を前記トロリの駆動部に送信する指令信号送信工程と、を含むことを特徴とするクレーンの制振制御方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

20

【0001】

本発明は、地震や強風等による起振時におけるコンテナクレーン等のクレーンの制振制御システム及びクレーンの制振制御方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、日本各地において大きな地震が発生しており、工場や港湾施設においては、コンテナクレーンにも大きな被害が発生している。また、今後に発生する可能性のある大地震に備えて、大地震発生時の地震力によるコンテナクレーンの損傷、ダメージを回避又は低減するために、コンテナクレーンの耐震性を向上することが研究され、様々な免震技術や制振技術が開発されている。

30

【0003】

免震技術は、コンテナクレーンの走行部等にダンパー等の免震装置を取り付けて、地盤の揺れにコンテナクレーンが追従しないようにする技術である。制振技術は、コンテナクレーンの支持構造体等に制振装置を設けて、コンテナクレーンの揺れを抑える技術である。しかしながら、免震装置は、あまり大型化できないので、大地震への対応が不十分であり、制振装置は、特定の周波数成分にしか効果が得られない場合が多いので、特に、大地震発生初期の対応が難しいという課題があった。

【0004】

上記免震装置及び制振装置の課題を解決する従来技術として、特許文献 1 には、コンテナクレーンの支持脚部に免震用水平方向変位吸収装置を設けると共に、コンテナクレーンの上部に、制振用マスダンパー装置を設けたものが開示されている。本技術によるクレーンの免震・制振複合装置は、マスを利用して地震力を打ち消すように制御するものであり、大地震発生初期の対応、及び長周期の地震の対応にも優れ、大地震発生時にクレーンに作用する大きな外力を効率良く低減できる。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献 1】特開 2009 - 242062 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

50

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献 1 に開示された従来技術では、本来動かない機械室をマスとして利用するため、この機械室を駆動するための装置が別途必要となり、コスト高となる。また、機械室中では、コンテナクレーンの主巻や起伏、横行のために使用されるワイヤロープを取り扱い、本来動かない機械室をマスとして駆動することは、かなり困難である。コンテナクレーンの耐震性を向上させるためには、幅広い周波数や大きさの地震に対応可能とし、特に、制振レトロフィットを容易に行えることが好ましい。

【 0 0 0 7 】

本発明は、従来のクレーンの制振制御システムが有する上記課題に鑑みてなされたものであり、制振レトロフィットが容易に行なえ、かつ幅広い周波数や大きさの地震や強風等による起振時に対応可能な、新規かつ改良されたクレーンの制振制御システム及びクレーンの制振制御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】

【 0 0 0 8 】

本発明の一態様は、支持構造体の頂部側に設けられるガーダ及びブーム上を移動するとともに荷を吊るトロリを備えるクレーンの起振時における前記支持構造体の振動を低減させるクレーンの制振制御システムであって、前記トロリを前記ガーダ及び前記ブーム上で移動させる際に駆動するトロリ駆動部と、前記支持構造体の制振制御の要否を判定する判定部と、前記判定部で前記制振制御を必要と判定した際に、前記支持構造体の振動を前記トロリの駆動と相殺させて減衰するように、前記トロリの移動速度を調整する指令信号を前記トロリ駆動部に送信する指令信号送信部と、を備えることを特徴とするクレーンの制振制御システムに係する。

【 0 0 0 9 】

本発明の一態様によれば、クレーンに備わる荷を吊るトロリを利用して、支持構造体のアクティブ制振制御を可能としているので、制振レトロフィットが容易に行なえ、かつ幅広い周波数や大きさの地震や強風等による起振に対応できる。

【 0 0 1 0 】

このとき、本発明の一態様では、前記振動を検出する振動検出センサと、前記振動検出センサの検出信号から前記支持構造体の振動速度を算出する算出部と、を更に備え、前記判定部は、前記支持構造体の前記振動速度が設定値以上の場合に、前記制振制御を必要と判定することとしてもよい。

【 0 0 1 1 】

このようにすれば、支持構造体の振動速度が設定値以下になるまで、クレーンの支持構造体のアクティブ制振制御を行うことができる。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の一態様では、前記支持構造体の底部側に免震装置を更に備え、前記判定部は、前記免震装置が作動を開始した場合に、前記制振制御を必要と判定することとしてもよい。

【 0 0 1 3 】

このようにすれば、大地震発生初期も含めて、クレーンの支持構造体のアクティブ制振制御を行うことができる。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の一態様では、前記クレーンの受電部に電力を供給する通常電源と、前記起振時に前記通常電源が停電になった場合に前記受電部に電力を供給する非常用電源と、前記停電の発生時に前記受電部への電力供給源を前記通常電源から前記非常用電源に切り替える電源切替手段と、を備えることとしてもよい。

【 0 0 1 5 】

このようにすれば、起振時に停電が発生した場合でも、クレーンの支持構造体のアクティブ制振制御を行うことができる。

【 0 0 1 6 】

また、本発明の他の態様は、支持構造体の頂部側に設けられるガーダ及びブーム上を移動するとともに荷を吊るトロリを備えるクレーンの起振時における前記支持構造体の振動を低減させるクレーンの制振制御方法であって、前記振動を検出する振動検出工程と、前記振動検出工程の検出結果から前記支持構造体の振動速度を算出する振動速度算出工程と、前記振動速度算出工程の算出結果から前記支持構造体の制振制御の要否を判定する要否判定工程と、前記要否判定工程で前記制振制御が必要と判定された際に、前記支持構造体の振動を前記トロリの駆動と相殺させて減衰するように、前記トロリの移動速度を調整する指令信号を前記トロリの駆動部に送信する指令信号送信工程と、を含むことを特徴とするクレーンの制振制御方法に係る。

【発明の効果】

10

【0017】

以上説明したように本発明によれば、地震等によりクレーンの支持構造体に地震発生等による起振時に、クレーンに既設のトロリの駆動を制御することで、アクティブ制振制御を行えるので、制振レトロフィットが容易にできる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明のクレーンの制振制御システムの第1の実施形態が適用されるクレーンの概略構成を示す正面図である。

【図2】同実施形態のクレーンの制振制御システムの概略構成を示すブロック図である。

【図3】同実施形態のクレーンの制振制御方法の概略を示すフローチャートである。

20

【図4】本発明のクレーンの制振制御システムの第2の実施形態が適用されるクレーンの概略構成を示す正面図である。

【図5】同実施形態のクレーンの制振制御システムの概略構成を示すブロック図である。

【図6】同実施形態のクレーンの制振制御方法の概略を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、以下に説明する本実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

【0020】

30

(第1の実施形態)

まず、本発明のクレーンの制振制御システムの第1の実施形態に適用されるクレーンの構成について、図面を使用しながら説明する。図1は、本発明のクレーンの制振制御システムの第1の実施形態が適用されるクレーンの概略構成を示す正面図である。

【0021】

コンテナクレーン10は、岸壁12に接岸したコンテナ船14に搭載されたコンテナ16を陸上へ荷降し、陸上のコンテナ16をコンテナ船14に積載するため、岸壁12に沿って走行すると共に、陸上とコンテナ船14の艀口上の間を往復動するクレーンである。コンテナクレーン10は、岸壁12に沿って敷設された走行レール18上を移動可能に設けられる支持構造体20と、支持構造体20の頂部側に設けられるガーダ22と、支持構造体20の頂部側から海側へ張出すように略水平方向に延出して設けられるブーム23と、ガーダ22及びブーム23上を移動するトロリ24と、を備える。

40

【0022】

支持構造体20の底部側には、図1に示すように、走行レール18上を転動する走行装置26が設けられ、走行レール18に沿って支持構造体20が移動可能となっている。一方、支持構造体20の頂部側に設けられるガーダ22及びブーム23には、トロリ24がガーダ22及びブーム23に沿って移動するための横行レール27が設けられ、トロリ24が横行レール27上を移動可能となっている。トロリ24は、支持構造体20の頂部側に配置される機械室28内に設けられている不図示の横行ドラムによるロープ牽引方式により、横行ドラムを正転又は反転させる方向へ回転駆動することにより、ガーダ22に沿っ

50

て横行するようになっている。また、本実施形態では、機械室 28 に支持構造体 20 の振動を検出する振動検出センサ 30 が設けられ、この振動検出センサ 30 の検出信号に基づいて、起振時における支持構造体 20 の振動を低減させる制振制御が行われる。

【0023】

次に、本実施形態のクレーンの制振制御システムの構成について、図面を使用しながら説明する。図 2 は、本実施形態のクレーンの制振制御システムの概略構成を示すブロック図である。

【0024】

本実施形態のクレーンの制振制御システム 100 は、いわゆるコンピュータシステムであり、地震発生等によるクレーンの起振時における支持構造体 20 の振動を低減させるクレーンの制振制御システムである。具体的には、本実施形態のクレーンの制振制御システム 100 は、地震等の揺れを検出して、クレーン支持構造体 20 の揺れ速度をフィードバックして、トロリ 24 の駆動を制御することで、地震によるクレーン支持構造体 20 の揺れを抑制する。制振制御システム 100 は、図 2 に示すように、振動検出センサ 30 と、トロリ駆動部 40 と、CPU 110 と、記憶部 120 と、受電部 130 と、通常電源 140 と、非常用電源 142 と、電源切替スイッチ 150 とを備える。なお、以下の説明では、地震発生による起振時におけるクレーンの制振制御システムについて説明するが、本実施形態のクレーンの制振制御システムは、強風等の他の要因による起振時にも対応可能とする。

【0025】

振動検出センサ 30 は、支持構造体 20 の振動を検出するセンサである。本実施形態では、振動検出センサ 30 は、支持構造体 20 の振動、揺れの加速度を検出する加速度計である。なお、本実施形態では、振動検出センサ 30 は、支持構造体 20 の振動、揺れの加速度を検出する加速度計としているが、支持構造体 20 の振動、揺れの変位を検出する変位計としてもよい。

【0026】

トロリ駆動部 40 は、トロリ 24 をガーダ 22 及びブーム 23 上で移動させる際に駆動する駆動手段であり、例えば、機械室 28 内に設けられ、ロープ牽引方式により回転駆動する横行ドラムや、その他トロリ 24 を駆動させる各種駆動モーター等が該当する。

【0027】

CPU 110 は、記憶部 120 に記憶された各種プログラムを実行することにより、コンテナクレーン 10 に備わるトロリ 24 を始めとする各構成要素の動作制御等を行う。本実施形態では、CPU 110 は、図 2 に示すように、少なくとも算出部 112 と、判定部 114 と、指令信号送信部 116 とを備える。

【0028】

算出部 112 は、振動検出センサ 30 の検出信号から支持構造体 20 の振動速度を算出する。本実施形態では、振動検出センサ 30 の検出信号が支持構造体 20 の振動加速度となるので、その検出信号を積分することにより、支持構造体 20 の振動速度を算出する。なお、振動検出センサ 30 が変位計の場合では、振動検出センサ 30 の検出信号が支持構造体 20 の振動変位となるので、その検出信号を微分することにより、支持構造体 20 の振動速度を算出する。

【0029】

判定部 114 は、算出部 112 の算出信号から支持構造体 20 の制振制御の要否を判定する。本実施形態では、判定部 114 は、支持構造体 20 の振動速度が設定値以上の場合に、支持構造体 20 の制振制御を必要と判定する。このように、判定部 114 で支持構造体 20 の制振制御の要否判定を行うことにより、支持構造体 20 の振動速度が設定値以下になるまで、支持構造体 20 のアクティブ制振制御を行うことができる。なお、クレーンの支持構造体のアクティブ制振制御の要否を判定するトリガとして、振動速度の設定値以外にも、例えば、機械室 28 或いは不図示の運転室での運転手の制振制御開始のスイッチ入力や、緊急地震速報の受信等をトリガとしてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

指令信号送信部 1 1 6 は、判定部 1 1 4 で制振制御を必要と判定した際に、トロリ 2 4 の移動速度を調整する指令信号をトロリ駆動部 4 0 に送信する。具体的には、指令信号送信部 1 1 6 は、判定部 1 1 4 から支持構造体のアクティブ制振制御を必要と判定した要否判定信号を受信すると、算出部 1 1 2 で算出された支持構造体 2 0 の振動速度に制御定数を掛けて求めた信号をトロリ速度指令信号として、トロリ駆動部 4 0 に送信する。すなわち、指令信号送信部 1 1 6 は、判定部 1 1 4 から制振制御を必要とする要否判定信号を受信すると、算出部 1 1 2 で算出された支持構造体 2 0 の振動速度に制御定数を掛けて、当該振動速度と符号の正負を反対にして求めた信号をトロリ速度指令信号として、トロリ駆動部 4 0 に送信する。そして、トロリ駆動部 4 0 は、指令信号送信部 1 1 6 からトロリ速度指令信号を受信すると、当該トロリ速度指令信号に従って、トロリ 2 4 の速度調整を行う。このように、本実施形態のクレーンの制振制御システム 1 0 0 は、地震発生等により支持構造体 2 0 の振動、揺れを検出した場合に、支持構造体 2 0 の振動、揺れをトロリ 2 4 の駆動と相殺させて減衰するように、トロリ 2 4 をアクティブに動作させる。

10

【 0 0 3 1 】

すなわち、指令信号送信部 1 1 6 は、判定部 1 1 4 で支持構造体 2 0 の制振制御を必要と判定された場合に、支持構造体 2 0 の振動速度が設定値以下となるまで、トロリ 2 4 の移動速度を調整するために、トロリ速度指令信号をトロリ駆動部 4 0 に送信する。トロリ 2 4 の移動速度の調整方法としては、例えば、トロリ 2 4 が一定の大きさの振幅でガーダ 2 2 上を振動させる方法や、支持構造体 2 0 の振動、揺れを減衰させるように、トロリ 2 4 を所定速度で移動させる方法等が挙げられる。

20

【 0 0 3 2 】

記憶部 1 2 0 には、CPU 1 1 0 での処理に利用される各種プログラムが記憶されている。本実施形態では、記憶部 1 2 0 には、地震等による支持構造体 2 0 の起振の際に、トロリ 2 4 の移動速度を調整するトロリ駆動部 4 0 の動作制御や、停電発生時における電源切替制御のプログラム等が記憶されている。

【 0 0 3 3 】

受電部 1 3 0 は、コンテナクレーン 1 0 を動作制御するのに必要な電力を電源から受電する。本実施形態では、受電部 1 3 0 に電力を供給する電源として、外部からの電力供給源である通常電源 1 4 0 と、地震等による起振時に通常電源が停電になった場合に、受電部に電力を供給する非常用電源 1 4 2 が設けられている。

30

【 0 0 3 4 】

コンテナクレーン 1 0 の非常用電源 1 4 2 として、蓄電池等のバッテリー、大容量キャパシタ、ディーゼルエンジン発電機、マイクロガスタービン等が適用可能である。なお、非常用電源 1 4 2 は、地震発生時の数分程度の短時間のみ使用可能となっていればよいので、非常時における必要最小限の電力を供給できる容量があればよい。

【 0 0 3 5 】

また、停電の発生時に受電部への電力供給源を通常電源から非常用電源に切り替える電源切替手段として、電源切替スイッチ 1 5 0 が設けられている。本実施形態では、電源切替スイッチ 1 5 0 は、地震等により停電が発生した場合に、電力供給源を自動的に通常電源 1 4 0 から非常用電源 1 4 2 に切り替える。すなわち、停電発生時に通常電源 1 4 0 からの電力供給が無くなったと CPU 1 1 0 で判定された場合に、自動的に電源切替スイッチ 1 5 0 を作動させて、電源を非常用電源 1 4 2 に切り替える。このため、地震等による起振時に停電が発生した場合でも、コンテナクレーン 1 0 の支持構造体 2 0 のアクティブ制振制御を行うことができる。

40

【 0 0 3 6 】

なお、本実施形態のクレーンの制振制御システム 1 0 0 は、支持構造体 2 0 の振動速度が設定値以上と判定された場合に、支持構造体 2 0 の制振制御を行っているが、クレーンの制振制御を安全に行うために、各種制約を設けてもよい。すなわち、トロリ 2 4 に吊り荷がある場合や、トロリ 2 4 の吊りロープが所定の長さ以上の場合や、トロリ 2 4 がブー

50

ム 2 3 のストロークエンドまで行った場合には、危険回避のため、トロリ 2 4 の駆動による支持構造体 2 0 の制振制御を行わないようにしてもよい。また、主幹が落ちているときに地震が発生した場合には、自動的に主幹が入って、制振制御を自動的に行うようにしてもよい。

【 0 0 3 7 】

次に、本実施形態のクレーンの制振制御方法について、図面を使用しながら説明する。図 3 は、本実施形態のクレーンの制振制御方法の概略を示すフローチャートである。

【 0 0 3 8 】

まず、地震が発生して（工程 S 1 1 0 ）、振動検出センサ 3 0 が支持構造体 2 0 の振動を検出する（振動検出工程 S 1 2 0 ）。本実施形態では、振動検出センサ 3 0 は、支持構造体 2 0 の振動、揺れの加速度を検出するが、支持構造体 2 0 の振動、揺れの変位を検出してもよい。

10

【 0 0 3 9 】

振動検出工程 S 1 2 0 が終わると、次に、振動検出工程 S 1 2 0 の検出結果から支持構造体 2 0 の振動速度を算出する（振動速度算出工程 S 1 3 0 ）。具体的には、振動検出センサ 3 0 の検出信号が支持構造体 2 0 の振動加速度の場合は、その検出信号を積分することにより、支持構造体 2 0 の振動速度を算出する。また、振動検出センサ 3 0 の検出信号が支持構造体 2 0 の振動変位の場合は、その検出信号を微分することにより、支持構造体 2 0 の振動速度を算出する。このようにして、算出部 1 1 2 が振動検出センサ 3 0 の検出信号から支持構造体 2 0 の振動速度を算出する。

20

【 0 0 4 0 】

振動速度算出工程 S 1 3 0 が終わると、次に、振動速度算出工程 S 1 3 0 の算出結果から支持構造体 2 0 の制振制御の要否を判定する（要否判定工程 S 1 4 0 ）。具体的には、支持構造体 2 0 の振動速度が設定値以上の場合に、判定部 1 1 4 が支持構造体 2 0 の制振制御を必要と判定する。本実施形態では、要否判定工程 S 1 4 0 におけるクレーン 1 0 の支持構造体 2 0 のアクティブ制振制御の要否を判定するトリガとして、支持構造体 2 0 の振動速度の設定値としている。アクティブ制振制御の要否を判定するトリガとして、支持構造体 2 0 の振動速度以外にも、例えば、機械室 2 8 或いは運転室での運転手の制振制御開始のスイッチ入力や、緊急地震速報の受信等をトリガとしてもよい。

【 0 0 4 1 】

30

要否判定工程 S 1 4 0 で制振制御が必要と判定されると、次にトロリ 2 4 の移動速度を調整する指令信号をトロリ駆動部 4 0 に送信する（指令信号送信工程 S 1 5 0 ）。具体的には、要否判定工程 S 1 4 0 で判定部 1 1 4 が支持構造体 2 0 の制振制御を必要と判定した際に、指令信号送信部 1 1 6 がトロリ 2 4 の移動速度を調整する指令信号をトロリ駆動部 4 0 に送信する。

【 0 0 4 2 】

指令信号送信工程 S 1 5 0 でトロリ駆動部 4 0 にトロリ速度を調整する指令信号が送信されると、トロリ駆動部 4 0 は、トロリ 2 4 の移動速度の調整を行う（工程 S 1 6 0 ）。具体的には、トロリ駆動部 4 0 にトロリ速度指令信号を送信すると、トロリ駆動部 4 0 は、トロリ速度指令信号に従って、トロリ 2 4 の速度調整を行う。

40

【 0 0 4 3 】

トロリ 2 4 の速度調整を行った後に、支持構造体 2 0 の制振制御の継続の要否判定が行われる（継続要否判定工程 S 1 7 0 ）。具体的には、判定部 1 1 4 が支持構造体 2 0 の制振制御の継続要否判定を行い、支持構造体 2 0 の振動速度が設定値以下と判定された場合は、支持構造体 2 0 の制振制御が終了する。一方、支持構造体 2 0 の振動速度が設定値より大きいと判定された場合は、再びトロリ 2 4 の速度調整を行い、支持構造体 2 0 の振動速度が設定値以下になるまで、支持構造体 2 0 のアクティブ制振制御を行う。

【 0 0 4 4 】

以上説明したように、本実施形態の制振制御システム 1 0 0 によれば、地震発生等によりコンテナクレーン 1 0 の支持構造体 2 0 が起振した場合に、コンテナクレーン 1 0 にト

50

ロリ２４の駆動を制御することで、アクティブ制振制御を行えるようになる。すなわち、コンテナクレーン１０に既設のトロリ２４を利用して、その駆動を制御してコンテナクレーン１０の支持構造体２０のアクティブ制振制御を行うので、制振レトロフィットが容易なものとなる。換言すると、クレーンの支持構造体２０の揺れを検出するセンサ３０とＣＰＵ１１０でのロジックの変更だけでアクティブ制振制御の対応が可能なので、改造工事を容易にかつ低コストで行うことができる。

【００４５】

また、地震により発生するクレーンの支持構造体２０の揺れに対してアクティブに制御するため、特定の周波数だけでなく、幅広い周波数の地震や強風等による起振に対応する制振制御が可能となる。さらに、トロリ２４は、通常３０～４０ｔ程度と大きな重量を有し、かつガーダ２２及びブーム２３上を１００メートル程度移動するように可動範囲が広いので、トロリ２４を利用したアクティブ制振制御を行うことにより、より大きな地震にも対応できるようになる。

【００４６】

(第２の実施形態)

次に、本発明のクレーンの制振制御システムの第２の実施形態に適用されるクレーンの構成について、図面を使用しながら説明する。図４は、本発明のクレーンの制振制御システムの第２の実施形態が適用されるクレーンの概略構成を示す正面図である。

【００４７】

本実施形態におけるコンテナクレーン５０は、図４に示すように、コンテナクレーン５０の支持構造体６０の底部側に有する走行部等にダンパー等の免震装置７０を取り付けたクレーンである。すなわち、本実施形態のクレーンの制振制御システムでは、免震装置を備えるコンテナクレーンに適用するものであり、免震装置７０の作動開始信号に基づいて、起振時における支持構造体６０の制振制御が行われる。また、第１の実施形態と同様に、機械室２８に支持構造体６０の振動を検出する振動検出センサ８０が設けられている。なお、本実施形態に適用されるコンテナクレーン５０の他の構成要素については、第１の実施形態で適用されるコンテナクレーン１０と略同一なので、その詳細な説明は省略する。

【００４８】

次に、本実施形態のクレーンの制振制御システムの構成について、図面を使用しながら説明する。図５は、本実施形態のクレーンの制振制御システムの概略構成を示すブロック図である。

【００４９】

本実施形態のクレーンの制振制御システム２００は、いわゆるコンピュータシステムであり、地震等によるクレーンの起振時における支持構造体６０の振動を低減させるクレーンの制振制御システムである。制振制御システム２００は、図５に示すように、振動検出センサ８０と、免震装置７０と、トロリ駆動部２４０と、ＣＰＵ２１０と、記憶部２２０と、受電部２３０と、通常電源２４０と、非常用電源２４２と、電源切替スイッチ２５０とを備える。

【００５０】

振動検出センサ８０は、第１の実施形態と同様に、支持構造体６０の振動を検出するセンサである。本実施形態では、振動検出センサ８０は、支持構造体６０の振動、揺れの加速度を検出する加速度計としているが、支持構造体６０の振動、揺れの変位を検出する変位計としてもよい。免震装置７０は、地盤の揺れにコンテナクレーン５０が追従しないようにするために、コンテナクレーン５０の支持構造体６０の走行部等に取り付けたダンパー等の装置である。

【００５１】

トロリ駆動部２４０は、トロリ２４をガーダ２２及びブーム２３上で移動させる際に駆動する駆動手段であり、例えば、機械室２８内に設けられ、ロープ牽引方式により回転駆動する横行ドラムや、その他トロリ２４を駆動させる各種駆動モーター等が該当する。

【 0 0 5 2 】

C P U 2 1 0 は、記憶部 2 2 0 に記憶された各種プログラムを実行することにより、コンテナクレーン 5 0 に備わるトロリ 2 4 を始めとする各構成要素の動作制御等を行う。本実施形態では、C P U 2 1 0 は、図 5 に示すように、少なくとも算出部 2 1 2 と、判定部 2 1 4 と、指令信号送信部 2 1 6 とを備える。

【 0 0 5 3 】

算出部 2 1 2 は、振動検出センサ 8 0 の検出信号から支持構造体 6 0 の振動速度を算出する。本実施形態では、振動検出センサ 8 0 の検出信号が支持構造体 6 0 の振動加速度となるので、その検出信号を積分することにより、支持構造体 6 0 の振動速度を算出する。なお、振動検出センサ 8 0 が変位計の場合では、振動検出センサ 8 0 の検出信号が支持構造体 6 0 の振動変位となるので、その検出信号を微分することにより、支持構造体 6 0 の振動速度を算出する。

10

【 0 0 5 4 】

判定部 2 1 4 は、免震装置 7 0 の作動開始信号から支持構造体 6 0 の制振制御の要否を判定する。すなわち、本実施形態では、判定部 2 1 4 は、地震が発生して、免震装置 7 0 が作動を開始した場合に、支持構造体 6 0 の制振制御を必要と判定する。このように、判定部 2 1 4 によって、免震装置 7 0 の作動開始が確認された場合に、制振制御を必要と判定することにより、大地震発生初期も含めて、支持構造体 6 0 のアクティブ制振制御を行うことができるようになる。なお、クレーンの支持構造体のアクティブ制振制御の要否を判定するトリガとして、免震装置の作動開始の確認以外にも、例えば、機械室或いは運転室での運転手の制振制御開始のスイッチ入力や、緊急地震速報の受信等をトリガとしてもよい。

20

【 0 0 5 5 】

指令信号送信部 2 1 6 は、判定部 2 1 4 で制振制御を必要と判定した際に、トロリ 2 4 の移動速度を調整する指令信号をトロリ駆動部 2 4 0 に送信する。具体的には、指令信号送信部 2 1 6 は、判定部 2 1 4 から支持構造体のアクティブ制振制御を必要と判定した要否判定信号を受信すると、算出部 1 1 2 で算出された振動速度に制御定数を掛けて求めた信号をトロリ速度指令信号としてトロリ駆動部 2 4 0 に送信する。すなわち、指令信号送信部 2 1 6 は、判定部 2 1 4 から制振制御を必要とする要否判定信号を受信すると、算出部 2 1 2 で算出した支持構造体 6 0 の振動速度に制御定数を掛けて、当該振動速度と符号の正負を反対にして求めた信号をトロリ速度指令信号として、トロリ駆動部 2 4 0 に送信する。そして、トロリ駆動部 2 4 0 は、指令信号送信部 2 1 6 からトロリ速度指令信号を受信すると、当該トロリ速度指令信号に従って、トロリ 2 4 の速度調整を行う。

30

【 0 0 5 6 】

このように、本実施形態のクレーンの制振制御システム 2 0 0 は、地震発生等の起振時に免震装置 7 0 の作動が開始した場合に、支持構造体 6 0 の振動、揺れをトロリ 2 4 の駆動と相殺させて減衰するように、トロリ 2 4 をアクティブに駆動させる。トロリ 2 4 の移動速度の調整方法として、例えば、トロリ 2 4 が一定の大きさの振幅でガーダ 2 2 及びブーム 2 3 上を振動するように速度調整をすることや、トロリ 2 4 を所定の速度で移動させる等の速度調整を行う。

40

【 0 0 5 7 】

記憶部 2 2 0 には、C P U 2 1 0 での処理に利用される各種プログラムが記憶されている。本実施形態では、記憶部 2 2 0 には、地震等による支持構造体 6 0 の起振の際に、トロリ 2 4 の移動速度を調整するトロリ駆動部 2 4 0 の動作制御や、停電発生時における電源切替制御のプログラム等が記憶されている。

【 0 0 5 8 】

受電部 2 3 0 は、コンテナクレーン 5 0 を動作制御するのに必要な電力を電源から受電する。本実施形態では、受電部 2 3 0 に電力を供給する電源として、外部からの電力供給源である通常電源 2 4 0 と、地震等による起振時に通常電源が停電になった場合に、受電部に電力を供給する非常用電源 2 4 2 が設けられている。

50

【 0 0 5 9 】

コンテナクレーン 5 0 の非常用電源 2 4 2 として、蓄電池等のバッテリー、大容量キャパシタ、ディーゼルエンジン発電機、マイクロガスタービン等が適用可能である。なお、非常用電源 2 4 2 は、地震発生時の数分程度の短時間のみ使用可能となっていればよいので、非常時における必要最小限の電力を供給できる容量があればよい。

【 0 0 6 0 】

また、停電の発生時に受電部への電力供給源を通常電源から非常用電源に切り替える電源切替手段として、電源切替スイッチ 2 5 0 が設けられている。本実施形態では、電源切替スイッチ 2 5 0 は、地震等により停電が発生した場合に、電力供給源を自動的に通常電源 2 4 0 から非常用電源 2 4 2 に切り替える。すなわち、停電発生時に通常電源 2 4 0 からの電力供給が無くなったと CPU 2 1 0 で判定された場合に、自動的に電源切替スイッチ 2 5 0 を作動させて、電源を非常用電源 2 4 2 に切り替える。このため、地震等による起振時に停電が発生した場合でも、コンテナクレーン 5 0 の支持構造体 6 0 のアクティブ制振制御を行うことができる。

10

【 0 0 6 1 】

なお、本実施形態のクレーンの制振制御システム 2 0 0 は、免震装置 7 0 が作動を開始した場合に、支持構造体 6 0 の制振制御を行っているが、クレーンの制振制御を安全に行うために、各種制約を設けてもよい。すなわち、トロリ 2 4 に吊り荷がある場合や、トロリ 2 4 の吊りロープが所定の長さ以上の場合や、トロリ 2 4 がブーム 2 3 のストロークエンドまで行った場合には、危険回避のため、トロリ 2 4 の駆動による支持構造体 6 0 の制振制御を行わないようにしてもよい。また、主幹が落ちているときに地震が発生した場合には、自動的に主幹が入って、制振制御を自動的に行うようにしてもよい。

20

【 0 0 6 2 】

次に、本実施形態のクレーンの制振制御方法について、図面を使用しながら説明する。図 6 は、本実施形態のクレーンの制振制御方法の概略を示すフローチャートである。

【 0 0 6 3 】

まず、地震が発生して（工程 S 2 1 0）、振動検出センサ 8 0 が支持構造体 6 0 の振動を検出する（振動検出工程 S 2 2 0）。本実施形態では、振動検出センサ 8 0 は、支持構造体 6 0 の振動、揺れの加速度を検出するが、支持構造体 6 0 の振動、揺れの変位を検出してもよい。

30

【 0 0 6 4 】

振動検出工程 S 2 2 0 が終わると、次に、支持構造体 6 0 の制振制御の要否を判定する（要否判定工程 S 2 3 0）。本実施形態では、免震装置 7 0 が作動を開始した場合に支持構造体 6 0 の制振制御が必要と判定される。

【 0 0 6 5 】

要否判定工程 S 2 3 0 で制振制御が必要と判定されると、次にトロリ 2 4 の移動速度を調整する指令信号をトロリ駆動部 2 4 0 に送信する（指令信号送信工程 S 2 4 0）。具体的には、要否判定工程 S 2 3 0 で判定部 2 1 4 が支持構造体 6 0 の制振制御を必要と判定した際に、指令信号送信部 2 1 6 がトロリ 2 4 の移動速度を調整する指令信号をトロリ駆動部 2 4 0 に送信する。

40

【 0 0 6 6 】

指令信号送信工程 S 2 4 0 でトロリ駆動部 2 4 0 にトロリ速度を調整する指令信号が送信されると、トロリ駆動部 2 4 0 は、トロリ 2 4 の移動速度の調整を行う（工程 S 2 5 0）。具体的には、トロリ駆動部 2 4 0 にトロリ速度指令信号を送信すると、トロリ駆動部 2 4 0 は、トロリ速度指令信号に従って、トロリ 2 4 の速度調整を行う。

【 0 0 6 7 】

トロリ 2 4 の速度調整を行った後に、支持構造体 6 0 の制振制御の継続の要否判定が行われる（継続要否判定工程 S 2 6 0）。具体的には、判定部 2 1 4 が支持構造体 6 0 の制振制御の継続要否判定を行い、免震装置 7 0 の作動が停止したと判定された場合は、支持構造体 6 0 の制振制御を終了させる。一方、免震装置 7 0 の作動が継続中と判定された場

50

合は、再びトロリ２４の速度調整を行い、免震装置７０の作動が停止するまで、支持構造体６０のアクティブ制振制御を行う。

【００６８】

以上説明したように、本実施形態の制振制御システム２００によれば、地震等によりコンテナクレーン５０の支持構造体６０が起振して、免震装置７０が作動を開始した場合に、トロリ２４の駆動を制御することで、アクティブ制振制御を行えるようになる。すなわち、コンテナクレーン５０に既設のトロリ２４を利用して、その駆動を制御してコンテナクレーン５０の支持構造体６０のアクティブ制振制御を行うので、制振レトロフィットが容易なものとなる。換言すると、クレーンの支持構造体６０の揺れを検出するセンサ８０と、免震装置７０と、ＣＰＵ１１０でのロジックの変更だけでアクティブ制振制御の対応

10

【００６９】

また、地震により発生するクレーンの支持構造体２０の揺れに対してアクティブに制御するため、特定の周波数だけでなく、幅広い周波数の地震に対応する制振制御が可能となる。さらに、トロリ２４は、通常３０～４０ｔ程度と大きな重量を有し、かつガーダ２２及びブーム２３上を１００メートル程度移動するように可動範囲が広いので、トロリ２４を利用したアクティブ制振制御を行うことにより、より大きな地震にも対応できるようになる。

20

【００７０】

なお、上記のように、本発明の第１及び第２の実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは、当業者には、容易に理解できるであろう。従って、このような変形例は、全て本発明の範囲に含まれるものとする。

【００７１】

例えば、明細書または図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語と共に記載された用語は、明細書または図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。また、クレーンの制振制御システムの構成、動作も第１及び第２の実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形実施が可能である。さらに、第１及び第２の実施形態における制振制御のコントローラ（プログラム）は、クレーンを動かすコントローラであっても良く、また、独立して別途設けたものであっても良い。

30

【符号の説明】

【００７２】

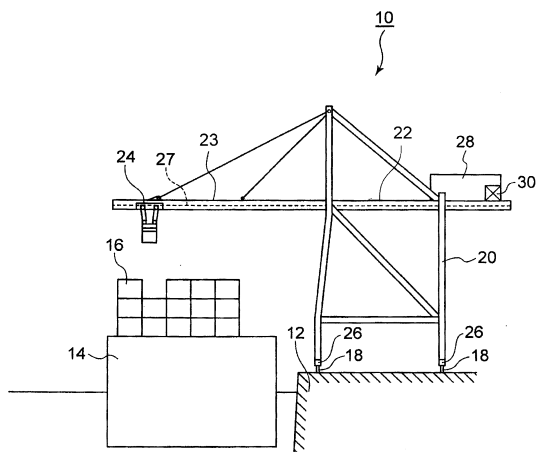
１０	コンテナクレーン（クレーン）
２０	支持構造体
２２	ガーダ
２３	ブーム
２４	トロリ
３０	振動検出センサ
３２	免震装置
４０	トロリ駆動部
１００	クレーンの制振制御システム
１１０	ＣＰＵ
１１２	算出部
１１４	判定部
１１６	指令信号送信部
１２０	記憶部
１３０	受電部
１４０	通常電源

40

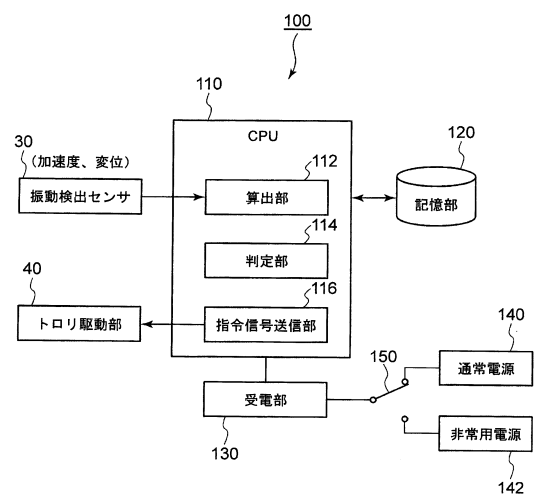
50

1 4 2	非常用電源
1 5 0	電源切替スイッチ（電源切替手段）
S 1 2 0	振動検出工程
S 1 3 0	振動速度検出工程
S 1 4 0	要否判定工程
S 1 5 0	指令信号送信工程

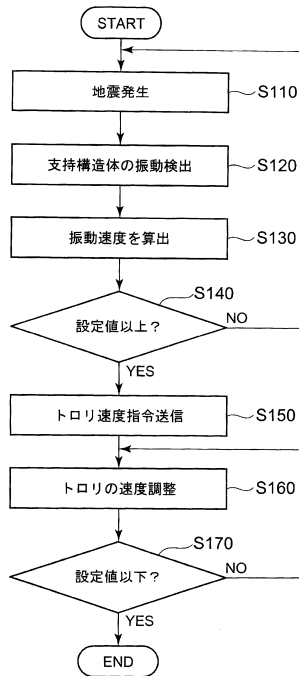
【図 1】



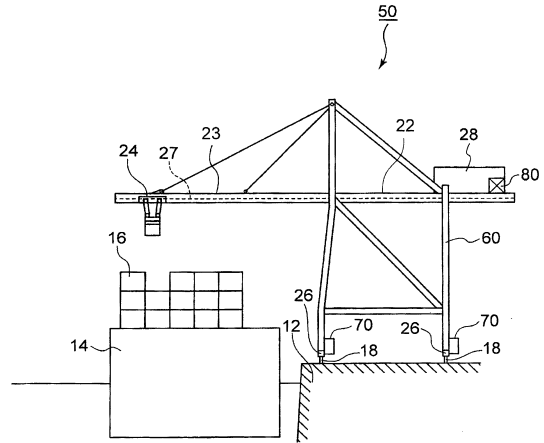
【図 2】



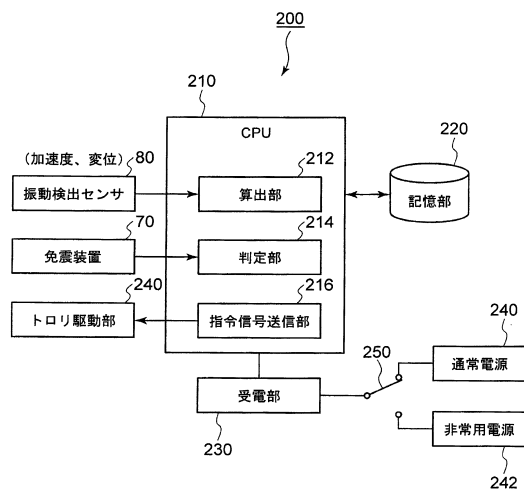
【図 3】



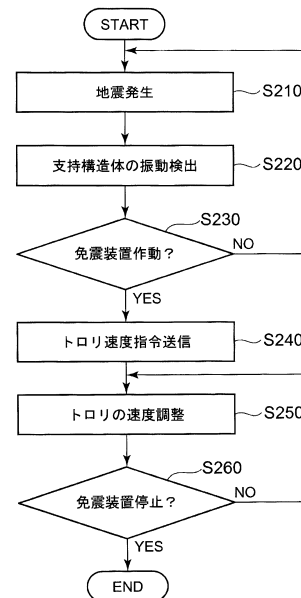
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 実開昭63-183187(JP,U)
特開2010-228871(JP,A)
特開昭61-023098(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B66C 9/00-23/94