

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

建設機械の機構を駆動するアクチュエータの出力を制御する駆動制御装置であって、
複数の予め定めた操作特性のうちから特定の操作特性を選択する特性選択手段を含み、
前記特性選択手段で選択された操作特性が実現されるように、建設機械の操作手段に入力される操作量に応じて、前記アクチュエータの出力の目標値を決定することを特徴とする、駆動制御装置。

【請求項 2】

操作手段の操作量をパラメータとして、前記アクチュエータの出力の目標値を定めるマップであって、前記特性選択手段で選択される操作特性を実現するためのマップを記憶する記憶手段を含み、

前記特性選択手段で選択された操作特性に応じて、前記記憶手段から該操作特性に対応したマップを読み出し、該読み出したマップに基づいて、前記アクチュエータの出力の目標値を決定する、請求項 1 に記載の駆動制御装置。

【請求項 3】

前記アクチュエータの出力の目標値は、前記アクチュエータの出力トルクに関する目標値である、請求項 1 に記載の駆動制御装置。

【請求項 4】

前記操作手段の操作量が所定の操作量であるときに決定される前記アクチュエータの出力の目標値は、前記特性選択手段で選択された操作特性毎に異なる、請求項 1 に記載の駆動制御装置。

【請求項 5】

前記アクチュエータは、建設機械の上部旋回体の旋回機構、及び、建設機械の下部走行体の走行機構の少なくともいずれか一方を駆動する電動機であり、

前記アクチュエータの出力は、前記電動機に印加される電流を制御することにより制御される、請求項 1 に記載の駆動制御装置。

【請求項 6】

前記アクチュエータは、ブームシリンダ、アームシリンダ、及びバケットシリンダのうちの少なくともいずれかであり、

前記アクチュエータの出力は、前記シリンダとポンプの間に配置される電磁比例弁を制御することにより制御される、請求項 1 に記載の駆動制御装置。

【請求項 7】

建設機械の電動機の駆動制御を行う駆動制御装置であって、

前記電動機の駆動トルクを制御するためのトルク指令を生成するトルク指令生成手段と、

前記電動機の回転速度を検出する回転速度検出手段と、

前記操作手段に入力される操作量と、前記回転速度検出手段で検出される回転速度とに応じて、前記トルク指令生成手段で生成されるトルク指令を補正するための補正用トルク指令を生成する補正用トルク指令生成手段と、

前記補正用トルク指令によって補正されたトルク指令に基づく前記電動機の駆動制御を行う駆動制御手段と、

複数の予め定めた操作特性のうちから特定の操作特性を選択する特性選択手段とを含み、

前記トルク指令生成手段は、前記特性選択手段で選択された操作特性が実現されるように、前記操作手段に入力される操作量に応じて、前記アクチュエータの出力の目標値を決定することを特徴とする、駆動制御装置。

【請求項 8】

前記電動機の回転速度を正転側及び逆転側の最高回転速度に制御するための正転側最高速度指令及び逆転側最高速度指令を生成する速度指令生成手段をさらに備え、

前記駆動制御手段は、前記回転速度検出手段によって検出される回転速度が正転側又は

10

20

30

40

50

逆転側の最高回転速度に達すると、前記補正されたトルク指令に基づく駆動制御から、前記速度制限手段によって生成される正転側最高速度指令又は逆転側最高速度指令に基づく駆動制御に切り替える、請求項 7 に記載の駆動制御装置。

【請求項 9】

前記電動機は、建設機械の上部旋回体の旋回機構を駆動する電動機、及び、建設機械の下部走行体の走行機構を駆動する電動機の少なくともいずれか一方である、請求項 7 又は 8 に記載の駆動制御装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の駆動制御装置を含む建設機械。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、建設機械のアクチュエータの駆動制御を行う駆動制御装置及びこれを含む建設機械に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、建設機械の上部旋回体を旋回させるための旋回機構の動力源として電動機を備え、この電動機の力行運転で旋回機構を加速するとともに、旋回機構を減速する際に回生運転を行い、発電される電力をバッテリーに充電する建設機械が提案されている。

【0003】

20

このような建設機械は、上部旋回体にブーム、アーム、及びバケット等の作業要素を搭載し、旋回操作に応じて生成される駆動指令で電動機を駆動することにより、上部旋回体の旋回駆動を制御している。この旋回用の電動機は、回転速度を制御することによって駆動制御が行われている（例えば、特許文献 1）。

【特許文献 1】特開 2001 - 16704 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、建設機械の上部旋回体の旋回動作や、下部走行体の走行動作、ブーム、アーム、及びバケット等の作業要素の動作は、所定の操作特性に基づいて、作業者によるレバーやペダルなどの操作手段の操作量に応じて決定される。

30

【0005】

しかしながら、建設機械は、多くの作業者によって使用されるものであるので、操作特性が一定である場合には、ある作業者にとっては、応答性が悪いと感じたり、逆に、ある作業者にとっては、応答性が良過ぎると感じたりする虞がある。

【0006】

そこで、本発明は、作業者により選択された操作特性で建設機械のアクチュエータの駆動制御を行うことができる駆動制御装置及びこれを含む建設機械の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

40

上記目的を達成するため、本発明の第 1 の局面によれば、建設機械の機構を駆動するアクチュエータの出力を制御する駆動制御装置であって、

複数の予め定めた操作特性のうちから特定の操作特性を選択する特性選択手段を含み、

前記特性選択手段で選択された操作特性が実現されるように、建設機械の操作手段に入力される操作量に応じて、前記アクチュエータの出力の目標値を決定することを特徴とする、駆動制御装置が提供される。尚、目標値は、必ずしも最終的な目標値である必要はなく、最終的な目標値を決定する際に用いられる中間的な目標値であってもよい。

【0008】

本発明の第 2 の局面によれば、建設機械の電動機の駆動制御を行う駆動制御装置であって、

50

前記電動機の駆動トルクを制御するためのトルク指令を生成するトルク指令生成手段と

、
前記電動機の回転速度を検出する回転速度検出手段と、

前記操作手段に入力される操作量と、前記回転速度検出手段で検出される回転速度とに応じて、前記トルク指令生成手段で生成されるトルク指令を補正するための補正用トルク指令を生成する補正用トルク指令生成手段と、

前記補正用トルク指令によって補正されたトルク指令に基づく前記電動機の駆動制御を行う駆動制御手段と、

複数の予め定めた操作特性のうちから特定の操作特性を選択する特性選択手段とを含み

、
前記トルク指令生成手段は、前記特性選択手段で選択された操作特性が実現されるように、前記操作手段に入力される操作量に応じて、前記アクチュエータの出力の目標値を決定することを特徴とする、駆動制御装置が提供される。

【0009】

本発明の一局面の建設機械は、前記各局面による駆動制御装置を含む。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、作業者により選択された操作特性で建設機械のアクチュエータの駆動制御を行うことができる駆動制御装置及びこれを含む建設機械が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

図1は、本実施の形態の駆動制御装置を含む建設機械100を示す側面図である。

【0012】

この建設機械100の下部走行体1には、旋回機構2を介して上部旋回体3が搭載されている。また、上部旋回体3には、ブーム4、アーム5、及びバケット6と、これらを油圧駆動するためのブームシリンダ7、アームシリンダ8、及びバケットシリンダ9に加えて、キャビン10及び動力源が搭載される。

【0013】

「全体構成」

図2は、本実施の形態の駆動制御装置を含む建設機械の構成を表すブロック図である。この図2では、機械的動力系を二重線、高圧油圧ラインを実線、パイロットラインを破線、電気駆動・制御系を一点鎖線でそれぞれ示す。

【0014】

機械式駆動部としてのエンジン11と、アシスト駆動部としての電動発電機12は、ともに増力機としての減速機13の入力軸に接続されている。また、この減速機13の出力軸には、メインポンプ14及びパイロットポンプ15が接続されている。メインポンプ14には、高圧油圧ライン16を介してコントロールバルブ17が接続されている。

【0015】

コントロールバルブ17は、本実施の形態の建設機械における油圧系の制御を行う制御装置であり、このコントロールバルブ17には、下部走行体1用の油圧モータ1A（右用）及び1B（左用）、ブームシリンダ7、アームシリンダ8、及びバケットシリンダ9が高圧油圧ラインを介して接続される。

【0016】

また、電動発電機12には、インバータ18を介してバッテリー19が接続されており、また、バッテリー19には、インバータ20を介して旋回用電動機21が接続されている。

【0017】

旋回用電動機21の回転軸21Aには、レゾルバ22、メカニカルブレーキ23、及び旋回減速機24が接続される。また、パイロットポンプ15には、パイロットライン25を介して操作装置26が接続される。

【0018】

10

20

30

40

50

操作装置 26 には、油圧ライン 27 及び 28 を介して、コントロールバルブ 17 及び圧力センサ 29 がそれぞれ接続される。この圧力センサ 29 には、本実施の形態の建設機械の電気系の駆動制御を行うコントローラ 30 が接続されている。

【0019】

このような本実施の形態の建設機械は、エンジン 11、電動発電機 12、及び旋回用電動機 21 を動力源とするハイブリッド型の建設機械である。これらの動力源は、図 1 に示す上部旋回体 3 に搭載される。以下、各部について説明する。

【0020】

「各部の構成」

エンジン 11 は、例えば、ディーゼルエンジンで構成される内燃機関であり、その出力軸は減速機 13 の一方の入力軸に接続される。このエンジン 11 は、建設機械の運転中は常時運転される。

【0021】

電動発電機 12 は、力行運転及び回生運転の双方が可能な電動機であればよい。ここでは、電動発電機 12 として、インバータ 18 によって交流駆動される電動発電機を示す。この電動発電機 12 は、例えば、磁石がロータ内部に埋め込まれた IPM (Interior Permanent Magnetic) モータで構成することができる。電動発電機 12 の回転軸は減速機 13 の他方の入力軸に接続される。

【0022】

減速機 13 は、2つの入力軸と1つの出力軸を有する。2つの入力軸の各々には、エンジン 11 の駆動軸と電動発電機 12 の駆動軸が接続される。また、出力軸にはメインポンプ 14 の駆動軸が接続される。エンジン 11 の負荷が大きい場合には、電動発電機 12 が力行運転を行い、電動発電機 12 の駆動力が減速機 13 の出力軸を経てメインポンプ 14 に伝達される。これによりエンジン 11 の駆動がアシストされる。一方、エンジン 11 の負荷が小さい場合は、エンジン 11 の駆動力が減速機 13 を経て電動発電機 12 に伝達されることにより、電動発電機 12 が回生運転による発電を行う。電動発電機 12 の力行運転と回生運転の切り替えは、コントローラ 30 により、エンジン 11 の負荷等に応じて行われる。

【0023】

メインポンプ 14 は、コントロールバルブ 17 に供給するための油圧を発生するポンプである。この油圧は、コントロールバルブ 17 を介して油圧モータ 1A、1B、ブームシリンダ 7、アームシリンダ 8、及びバケットシリンダ 9 の各々を駆動するために供給される。

【0024】

パイロットポンプ 15 は、油圧操作系に必要なパイロット圧を発生するポンプである。この油圧操作系の構成については後述する。

【0025】

コントロールバルブ 17 は、高圧油圧ラインを介して接続される下部走行体 1 用の油圧モータ 1A、1B、ブームシリンダ 7、アームシリンダ 8、及びバケットシリンダ 9 の各々に供給する油圧を運転者の操作入力に応じて制御することにより、これらを油圧駆動制御する油圧制御装置である。

【0026】

インバータ 18 は、電動発電機 12 の力行運転に必要な電力をバッテリー 19 から電動発電機 12 に供給するとともに、電動発電機 12 の回生運転によって発電された電力をバッテリー 19 に充電するために電動発電機 12 とバッテリー 19 との間に設けられたインバータである。

【0027】

バッテリー 19 は、インバータ 18 とインバータ 20 との間に配設されている。これにより、電動発電機 12 と旋回用電動機 21 の少なくともどちらか一方が力行運転を行っている際には、力行運転に必要な電力を供給するとともに、また、少なくともどちらか一方が

10

20

30

40

50

回生運転を行っている際には、回生運転によって発生した回生電力を電気エネルギーとして蓄積するための電源である。

【 0 0 2 8 】

インバータ 2 0 は、上述の如く旋回用電動機 2 1 とバッテリー 1 9 との間に設けられ、コントローラ 3 0 からの指令に基づき、旋回用電動機 2 1 に対して運転制御を行う。これにより、インバータが旋回用電動機 2 1 の力業を運転制御している際には、必要な電力をバッテリー 1 9 から旋回用電動機 2 1 に供給する。また、旋回用電動機 2 1 が回生運転をしている際には、旋回用電動機 2 1 により発電された電力をバッテリー 1 9 へ充電する。

【 0 0 2 9 】

旋回用電動機 2 1 は、力行運転及び回生運転の双方が可能な電動機であればよく、上部旋回体 3 の旋回機構 2 を駆動するために設けられている。力行運転の際には、旋回用電動機 2 1 の回転駆動力の回転力が減速機 2 4 にて増幅され、上部旋回体 3 が加減速制御され回転運動を行う。また、上部旋回体 3 の慣性回転により、減速機 2 4 にて回転数が増加されて旋回用電動機 2 1 に伝達され、回生電力を発生させることができる。ここでは、旋回用電動機 2 1 として、PWM(Pulse Width Modulation)制御信号によりインバータ 2 0 によって交流駆動される電動機を示す。この旋回用電動機 2 1 は、例えば、磁石埋込型の IPM モータで構成することができる。これにより、より大きな誘導起電力を発生させることができるので、回生時に旋回用電動機 2 1 にて発電される電力を増大させることができる。

【 0 0 3 0 】

なお、バッテリー 1 9 の充放電制御は、バッテリー 1 9 の充電状態、電動発電機 1 2 の運転状態（力行運転又は回生運転）、旋回用電動機 2 1 の運転状態（力行運転又は回生運転）に基づき、コントローラ 3 0 によって行われる。

【 0 0 3 1 】

レゾルバ 2 2 は、旋回用電動機 2 1 の回転軸 2 1 A の回転位置及び回転角度を検出するセンサであり、旋回用電動機 2 1 と機械的に連結することで旋回用電動機 2 1 の回転前の回転軸 2 1 A の回転位置と、左回転又は右回転した後の回転位置との差を検出することにより、回転軸 2 1 A の回転角度及び回転方向を検出するように構成されている。旋回用電動機 2 1 の回転軸 2 1 A の回転角度を検出することにより、旋回機構 2 の回転角度及び回転方向が導出される。

【 0 0 3 2 】

メカニカルブレーキ 2 3 は、機械的な制動力を発生させる制動装置であり、旋回用電動機 2 1 の回転軸 2 1 A を機械的に停止させる。このメカニカルブレーキ 2 3 は、電磁式スイッチにより制動 / 解除が切り替えられる。この切り替えは、コントローラ 3 0 によって行われる。

【 0 0 3 3 】

旋回減速機 2 4 は、旋回用電動機 2 1 の回転軸 2 1 A の回転速度を減速して旋回機構 2 に機械的に伝達する減速機である。

【 0 0 3 4 】

旋回機構 2 は、旋回用電動機 2 1 のメカニカルブレーキ 2 3 が解除された状態で旋回可能となり、これにより、上部旋回体 3 が左方向又は右方向に旋回される。

【 0 0 3 5 】

操作装置 2 6 は、旋回用電動機 2 1、下部走行体 1、ブーム 4、アーム 5、及びバケット 6 を操作するための操作装置であり、レバー 2 6 A 及び 2 6 B とペダル 2 6 C を含む。レバー 2 6 A は、旋回用電動機 2 1 及びアーム 5 を操作するためのレバーであり、上部旋回体 3 の運転席近傍に設けられる。レバー 2 6 B は、ブーム 4 及びバケット 6 を操作するためのレバーであり、運転席近傍に設けられる。また、ペダル 2 6 C は、下部走行体 1 を操作するための一対のペダルであり、運転席の足下に設けられる。

【 0 0 3 6 】

この操作装置 2 6 は、パイロットライン 2 5 を通じて供給される油圧（１次側の油圧）

10

20

30

40

50

を運転者の操作量に応じた油圧（２次側の油圧）に変換して出力する。操作装置２６から出力される２次側の油圧は、油圧ライン２７を通じてコントロールバルブ１７に供給されるとともに、圧力センサ２９によって検出される。

【００３７】

レバー２６Ａ及び２６Ｂとペダル２６Ｃの各々が操作されると、油圧ライン２７を通じてコントロールバルブ１７が駆動され、これにより、油圧モータ１Ａ、１Ｂ、ブームシリンダ７、アームシリンダ８、及びバケットシリンダ９内の油圧が制御されることによって、下部走行体１、ブーム４、アーム５、及びバケット６が駆動される。

【００３８】

なお、油圧ライン２７は、油圧モータ１Ａ及び１Ｂ、ブームシリンダ７、アームシリンダ８、及びバケットシリンダの駆動に必要な油圧をコントロールバルブに供給する。

10

【００３９】

圧力センサ２９では、レバー２６Ａの操作による、油圧ライン２８内の油圧の変化が圧力センサ２９で検出される。圧力センサ２９は、油圧ライン２８内の油圧を表す電気信号を出力する。この電気信号は、レバー２６Ａの操作方向（右旋回又は左旋回）と操作量を表す信号であり、コントローラ３０に入力される。

【００４０】

「コントローラ３０」

コントローラ３０は、本実施の形態の建設機械の駆動制御を行う制御装置であり、アシスト駆動制御装置３１及び駆動制御装置４０を含む。このコントローラ３０は、ＣＰＵ(Central Processing Unit)及び内部メモリを含む演算処理装置で構成され、アシスト駆動制御装置３１及び駆動制御装置４０は、コントローラ３０のＣＰＵが内部メモリに格納される駆動制御用のプログラムを実行することにより、実現される装置である。

20

【００４１】

アシスト駆動制御装置３１は、電動発電機１２の運転制御（力行運転又は回生運転の切り替え）、及び、バッテリー１９の充放電制御を行うための制御装置である。このアシスト駆動制御装置３１は、エンジン１１の負荷の状態とバッテリー１９の充電状態に応じて、電動発電機１２の力行運転と回生運転を切り替える。アシスト駆動制御装置３１は、電動発電機１２の力行運転と回生運転を切り替えることにより、インバータ１８を介してバッテリー１９の充放電制御を行う。

30

【００４２】

駆動制御装置４０には、特性選択スイッチ９０が接続される。特性選択スイッチ９０は、後述の如く操作特性を選択するために作業員（ユーザ）により操作されるスイッチであり、キャビン１０内の適切な位置に配置される。特性選択スイッチ９０は、機械式のスイッチであってもよいし、タッチスイッチのようなソフトウェア的なスイッチであってもよいし、形式は任意である。ここで、一例として、作業員は、特性選択スイッチ９０を用いて、標準的な操作特性（以下、「ノーマル特性」という）と、ノーマル特性に比べて応答性が良い操作特性（以下、「ファースト特性」という）と、ノーマル特性に比べて応答性が悪い操作特性（以下、「スロー特性」という）の３種類の操作特性が選択可能とされる。

40

【００４３】

「駆動制御装置４０」

図３は、本実施の形態の駆動制御装置４０の構成を示す制御ブロック図である。

【００４４】

駆動制御装置４０は、インバータ２０を介して旋回用電動機２１の駆動制御を行うための制御装置であり、旋回用電動機２１を駆動するための駆動指令を生成する駆動指令生成部５０、トルク指令生成部６０、補正用トルク指令生成部６１、主制御部７０、及び速度指令生成部８０を含む。

【００４５】

駆動指令生成部５０は、トルク指令生成部６０及び補正用トルク指令生成部６１から入

50

力されるトルク電流指令及び補正用トルク電流指令に基づく駆動指令の生成、又は、速度指令生成部 80 から入力される速度指令に基づく駆動指令の生成を行い、これらの駆動指令により旋回用電動機 21 を駆動制御する。駆動指令生成部 50 から出力される駆動指令はインバータ 20 に入力され、このインバータ 20 によって旋回用電動機 21 が P W M 制御信号により交流駆動される。

【0046】

ここで、トルク指令生成部 60 及び補正用トルク指令生成部 61 から入力されるトルク電流指令及び補正用トルク電流指令に基づく駆動指令による旋回用電動機 21 の駆動制御は、補正用トルク電流指令によって補正されたトルク電流指令に基づいて旋回用電動機 21 を駆動制御することを意味する。本実施の形態では、これをトルク指令による旋回用電動機 21 の駆動制御と称する。この駆動制御の詳細については後述する。

10

【0047】

トルク指令生成部 60 は、レバー 26 A の操作量と応じて、旋回用電動機 21 を旋回駆動するためのトルクを制御するトルク電流指令を生成する。レバー 26 A の操作量に応じてトルク電流指令値を生成するための特性マップは、後述の如くコントローラ 30 の内部メモリであるマップ記憶部 60 a に格納されており、トルク指令生成部 60 によって読み出される。このとき、トルク指令生成部 60 は、後述の如く、特性選択スイッチ 90 で選択された操作特性に応じた特性マップを、マップ記憶部 60 a から読み出して使用する。

【0048】

補正用トルク指令生成部 61 は、レバー 26 A の操作量に応じて、トルク電流指令を補正するための補正用トルク電流指令を生成する。レバー 26 A の操作量に応じて補正用トルク電流指令値を生成するための特性は、コントローラ 30 の内部メモリに格納されており、補正用トルク指令生成部 61 によって読み出される。

20

【0049】

主制御部 70 は、駆動制御装置 40 の制御処理に必要な周辺処理と、操作レバー 26 A の操作量に応じて駆動制御を切り替える処理とを行う制御部である。主制御部 70 には、圧力センサ 29 から出力されるレバー 26 A の操作量を表すデータと、旋回動作検出部 57 から出力される回転速度を表すデータとが入力される。駆動制御の切替処理は、レバー 26 A の操作量と回転速度とに基づいて行われる。具体的な処理内容については、関連箇所において説明する。

30

【0050】

速度指令生成部 80 は、正転側の最高回転速度、逆転側の最高回転速度、又は零速度に制御するための速度指令を生成する。各速度指令を表すデータは、コントローラ 30 の内部メモリに格納されており、速度指令生成部 80 によって読み出される。

【0051】

なお、駆動制御装置 40 は、操作レバー 26 A の操作量に応じて、旋回用電動機 21 を駆動制御する際に、力行運転と回生運転の切り替え制御を行うと共に、インバータ 20 を介してバッテリー 19 の充放電制御を行う。

【0052】

ここで、図 4 を用いて操作レバー 26 A の操作量と駆動領域の関係について説明する。

40

【0053】

「操作量による駆動領域の切替特性」

図 4 は、本実施の形態の建設機械の駆動制御装置 40 における操作レバー 26 A の操作量と駆動領域との関係を示す特性図である。横軸はレバー 26 A の操作量を表し、右旋回側の最大操作量を 100 %、左旋回側の最大操作量を " - 100 %" とした百分率で示す。本実施の形態の駆動制御装置 40 は、レバー 26 A の操作量をトルク電流指令値又は速度指令値に変換して旋回用電動機 21 の駆動制御を行うように構成されているため、図 4 では操作レバー 26 A の操作量と駆動領域の関係のみを示し、トルク電流指令値及び速度指令値の特性については別の特性を用いて説明する。なお、この特性は、コントローラ 30 の内部メモリに格納されており、主制御部 70 によって読み出される。

50

【 0 0 5 4 】

駆動領域は、操作レバー 2 6 A の操作量に応じて、不感帯領域、零速度指令領域（右旋回用及び左旋回用）、右方向旋回駆動領域、及び左方向旋回駆動領域の 5 つの領域に区分される。

【 0 0 5 5 】

ここで、本実施の形態の建設機械の制御系では、旋回用電動機 2 1 の回転軸 2 1 A が時計回りに回転する回転方向を「正転」と称し、正転方向の駆動を表す制御量に正の符号を付す。一方、旋回用電動機 2 1 の回転軸 2 1 A が時計回りに回転する回転方向を「逆転」と称し、逆転方向の駆動を表す制御量に負の符号を付す。正転は、上部旋回体 3 の右方向への旋回に対応し、逆転は、上部旋回体の左方向への旋回に対応する。

10

【 0 0 5 6 】

また、旋回用電動機 2 1 の回転速度は、(rad/s)なる単位を有するが、以下では、最高回転速度を 1 0 0 % 速度とした場合の百分率を用いて「5 0 % 速度」のように表す。

【 0 0 5 7 】

「不感帯領域」

不感帯領域は、レバー 2 6 A の中立点付近に設けられる操作量が ± 1 0 % 未満の領域である。旋回停止状態から旋回を開始するときに、レバー 2 6 A の操作量が不感帯領域にある場合は、駆動制御装置 4 0 による旋回用電動機 2 1 の駆動制御は行われない。また、不感帯領域内で旋回用電動機 2 1 の駆動制御が行われていないときは、メカニカルブレーキ 2 3 によって旋回用電動機 2 1 が機械的に停止された状態となる。

20

【 0 0 5 8 】

一方、旋回中にレバー 2 6 A の操作量が不感帯領域となると、旋回用電動機 2 1 の回転軸 2 1 A を停止させるための駆動制御が行われ、回転軸 2 1 A が停止すると、駆動制御装置 4 0 による旋回用電動機 2 1 の駆動制御が行われ、メカニカルブレーキ 2 3 によって旋回用電動機 2 1 が機械的に停止されるように構成されている。

【 0 0 5 9 】

なお、メカニカルブレーキ 2 3 の制動（オン）／解除（オフ）の切り替えは、コントローラ 3 0 内の駆動制御装置 4 0 によって行われる。

【 0 0 6 0 】

「零速度指令領域」

30

零速度指令領域は、レバー 2 6 A の操作方向における不感帯領域の両外側に設けられる操作量が 1 0 % 以上 2 0 % 未満と " - 1 0 % " 以下 " - 2 0 % " 未満の領域である。レバー 2 6 A の操作量が零速度指令領域にあり、かつ、旋回用電動機 2 1 の回転軸 2 1 A の回転速度が絶対値で 1 0 % 速度未満であるときは、旋回用電動機 2 1 は零速度指令によって回転速度が零になるように駆動制御される。

【 0 0 6 1 】

ここで、零速度指令とは、上部旋回体 3 の旋回速度を零にするために、旋回用電動機 2 1 の回転軸 2 1 A の回転速度を零にするための速度指令であり、後述する P I (Proportional Integral) 制御では、回転軸 2 1 A の回転速度を零に近づけるための目標値として用いられる。

40

【 0 0 6 2 】

また、操作レバー 2 6 A の操作量が零速度指令領域の範囲内にあり、かつ、旋回用電動機 2 1 の回転軸 2 1 A の回転速度が絶対値で 1 0 % 速度以上であるときは、トルク指令生成部 6 0 及び補正用トルク指令生成部 6 1 から出力されるトルク電流指令及び補正用トルク電流指令に基づいて旋回用電動機 2 1 が減速するように駆動制御が行われる。

【 0 0 6 3 】

なお、零速度指令領域では、メカニカルブレーキ 2 3 は解除された状態となる。

【 0 0 6 4 】

「右方向旋回駆動領域」

右方向旋回駆動領域は、上部旋回体 3 を右方向に旋回させるための駆動制御を行う領域

50

である。操作レバー 26A の操作量がこの右方向旋回駆動領域の範囲内にあるときは、トルク指令生成部 60 及び補正用トルク指令生成部 61 から出力されるトルク電流指令及び補正用トルク電流指令に基づく旋回用電動機 21 の駆動制御、又は、旋回用電動機 21 の回転速度を最高回転速度に制限するための速度指令に基づく旋回用電動機 21 の駆動制御のいずれかが行われる。この最高回転速度に制限するための速度指令に基づく駆動制御は、トルク電流指令に基づく駆動制御を行っているときに、旋回用電動機 21 の回転速度が最高回転速度に達すると、回転速度を制限するために行われる。その詳細については、後述する。

【0065】

「左方向旋回駆動領域」

左方向旋回駆動領域は、上部旋回体 3 を左方向に旋回させるための駆動制御を行う領域である。操作レバー 26A の操作量がこの左方向旋回駆動領域の範囲内にあるときは、トルク指令生成部 60 及び補正用トルク指令生成部 61 から出力されるトルク電流指令及び補正用トルク電流指令に基づく旋回用電動機 21 の駆動制御、又は、旋回用電動機 21 の回転速度を最高回転速度に制限するための速度指令に基づく旋回用電動機 21 の駆動制御のいずれかが行われる。この最高回転速度に制限するための速度指令に基づく駆動制御は、トルク電流指令に基づく駆動制御を行っているときに、旋回用電動機 21 の回転速度が絶対値で逆転方向の最高回転速度に達すると、回転速度を制限するために行われる。その詳細については、後述する。

【0066】

「駆動指令生成部 50」

駆動指令生成部 50 は、減算器 51、切替スイッチ部 52、トルク制限部 53、減算器 54、PI 制御部 55、電流変換部 56、及び旋回動作検出部 57 を含む。この駆動指令生成部 50 の減算器 51 には、レバー 26A の操作量に応じた旋回駆動用のトルク電流指令及び補正用トルク電流指令が入力される。

【0067】

減算器 51 は、レバー 26A の操作量に応じてトルク指令生成部 60 から出力されるトルク電流指令の値（以下、トルク電流指令値）から、レバー 26A の操作量に応じて補正用トルク指令生成部 61 から出力される補正用トルク電流指令の値（以下、補正用トルク電流指令値）を減算して偏差を出力する。

【0068】

切替スイッチ部 52 は、入力端子 a 及び b を有し、主制御部 70 によって切替が行われる。旋回用電動機 21 をトルク電流指令で駆動する場合は、主制御部 70 によって入力端子 a が選択され、旋回用電動機 21 を速度指令に基づいて駆動する場合は、主制御部 70 によって入力端子 b が選択される。

【0069】

トルク制限部 53 は、レバー 26A の操作量に応じてトルク電流指令の値（以下、トルク電流指令値）を制限する処理を行う。ここで、トルク制限とは、トルク制限部 53 に入力されるトルク電流指令値を、トルク制限特性によって許容される値（許容値）以下に制限して出力することをいう。

【0070】

トルク制限部 53 は、図 5 に示すように、制限によって許容されるトルク電流指令値（許容値）の絶対値がレバー 26A の操作量の増大に応じて緩やかに増大するトルク制限特性を用いて、PI 制御部 83 から入力されるトルク電流指令値を制限する。このようなトルク電流指令値の制限は、PI 制御部 83 によって演算されるトルク電流指令値が急激に増大すると制御性が悪化するため、これを抑制するために行われる。

【0071】

なお、この制限特性は、横軸及び縦軸共に絶対値で表してあるため、左旋回を表す場合の制御量は、レバー 26A の操作量（横軸）及び許容値（縦軸）の両方とも、絶対値に換算されてトルク制限が行われる。また、図 5 の特性におけるレバー 26A の操作量が 0 %

10

20

30

40

50

から 20 % の間は、図 4 に示す不感帯領域と零速度指令領域に相当する。

【 0 0 7 2 】

この制限特性は、レバー 26 A の操作量の増大に伴ってトルク電流指令値を絶対値で緩やかに増大させる特性を有し、上部旋回体 3 を左方向及び右方向の双方向に旋回させるためのトルク電流指令値を制限するための特性を有するものである。制限特性を表すデータは、主制御部 70 の内部メモリに格納されており、主制御部 70 によって読み出され、トルク制限部 53 に入力される。

【 0 0 7 3 】

減算器 54 は、トルク制限部 53 から入力されるトルク電流指令値から、電流変換部 56 の出力値を減算して得る偏差を出力する。この偏差は、後述する P I 制御部 55 及び電流変換部 56 を含むフィードバックループにおいて、電流変換部 56 から出力される旋回用電動機 21 の駆動トルクを、トルク制限部 53 を介して入力されるトルク電流指令値（目標値）によって表されるトルクに近づけるための P I 制御に用いられる。

【 0 0 7 4 】

P I 制御部 55 は、減算器 54 から入力される偏差に基づき、この偏差を小さくするように P I 制御を行い、インバータ 20 に送る最終的な駆動指令となるトルク電流指令を生成する。インバータ 20 は、P I 制御部 55 から入力されるトルク電流指令に基づき、旋回用電動機 21 を P W M 駆動する。

【 0 0 7 5 】

電流変換部 56 は、旋回用電動機 21 のモータ電流を検出し、これをトルク電流指令に相当する値に変換し、減算器 54 に入力する。

【 0 0 7 6 】

旋回動作検出部 57 は、レゾルバ 22 によって検出される旋回用電動機 21 の回転位置の変化（すなわち上部旋回体 3 の旋回）を検出するとともに、回転位置の時間的な変化から旋回用電動機 21 の回転速度を微分演算によって導出する。導出された回転速度を表すデータは、減算器 51 及び主制御部 70 に入力される。

【 0 0 7 7 】

「トルク指令生成部 60」

トルク指令生成部 60 は、レバー 26 A の操作量に応じて、図 6 に示す特性マップに従ってトルク電流指令を生成する。ここで、本実施の形態のトルク指令生成部 60 は、特性選択スイッチ 90 で選択された操作特性が実現されるように、トルク電流指令を生成する。

【 0 0 7 8 】

図 6 は、一例として、3つの異なる特性マップを示し、符号 X 1 で示す特性マップは、特性選択スイッチ 90 でファースト特性が選択されたときに用いられる特性マップであり、符号 X 2 で示す特性マップは、特性選択スイッチ 90 でノーマル特性が選択されたときに用いられる特性マップであり、符号 X 3 で示す特性マップは、特性選択スイッチ 90 でスロー特性が選択されたときに用いられる特性マップである。これらの特性マップは、予め用意されマップ記憶部 60 a に記憶保持される。

【 0 0 7 9 】

図 6 に示すように、いずれの特性マップ X 1 , X 2 , X 3 においても、トルク電流指令値 T 0 (%) は、レバー 26 A の操作量の増大に応じて緩やかに立ち上がり始め、レバー 26 A の操作量の増大に応じて次第に傾きが増大して行き、操作量が約 80 % に達したところで飽和する。なお、この特性マップは、横軸及び縦軸共に絶対値で表してあるため、左旋回を表す場合の制御量は、負の値となる。また、図 6 の特性マップにおけるレバー 26 A の操作量が 0 % から 20 % の間は、図 4 に示す不感帯領域と零速度指令領域に相当する。なお、トルク電流指令値 T 0 (%) は、最大値を 100 % とした百分率で示す。

【 0 0 8 0 】

図示の例では、特性マップ X 1 , X 2 , X 3 の相違は、レバー 26 A の操作量が 20 % から 80 % の間で発生する。同一のレバー 26 A の操作量に対するトルク電流指令値 T 0

10

20

30

40

50

(%)の大きさは、特性マップX1が一番大きく、特性マップX2が中間であり、特性マップX3が最も小さい。即ち、レバー26Aの操作量の単位増加量あたりのトルク電流指令値T0の大きさの増加量(応答性)は、特性マップX1が一番大きく、特性マップX2が中間であり、特性マップX3が最も小さい。尚、特性マップX1, X2, X3は、レバー26Aの操作量が20%から80%の間で非線形な特性を有しているが、線形特性を有してもよい。

【0081】

尚、特性マップX1, X3は、レバー26Aの操作量がゼロから増加して20%を超えた時に、当該増加過程でのみ実行され、レバー26Aの操作量が最大値付近の一定値で維持されるときや操作量が減少する過程では使用されないようにされてもよい。即ち、レバー26Aを入れる操作時に実行され、レバー26Aの保持操作時やレバー26Aの戻し操作時には、特性マップX1, X3が使用されなくてもよい。即ち、レバー26Aの保持操作時やレバー26Aの戻し操作時には、常に標準的な特性マップX2が用いられることとしてよい。これは、本実施の形態では、上部旋回体3をある角度まで旋回させる際のレバー26Aの操作の応答性を問題とし、上部旋回体3の旋回を停止させるときのレバー26Aの操作(中立に戻す操作)の応答性を問題としていないためである。

【0082】

「補正用トルク指令生成部61」

補正用トルク指令生成部61は、レバー26Aの操作量に応じて、図7(a)に示す補正用トルク電流指令を生成する。図7(a)において、横軸のレバー26Aの操作量x(%)、旋回用電動機21の回転速度y(%)に対して、補正用トルク電流指令値をTf(x, y)(%)で示す。

【0083】

図7(a)には代表的な特性として、回転速度yが0%速度、10%速度、20%速度、40%速度、60%速度、80%速度、及び100%速度の場合における操作量xの変化に対する補正用トルク電流指令値Tf(x, y)の特性を示す。

【0084】

10%速度、20%速度、40%速度、60%速度、80%速度、及び100%速度の場合の補正用トルク電流指令値Tf(x, y)は、レバー26Aの操作量xの増大に応じて徐々に減少し、操作量xが約90%に達したところで略一定の値となる特性を有する。また、この補正用トルク電流指令値Tf(x, y)は、回転速度yの増大に応じて増大する特性を有する。

【0085】

また、回転速度yが0%速度の場合の補正用トルク電流指令値Tf(x, y)は、操作量xが0%から20%の間では存在せず、操作量が20%以上から100%の間で0%に設定される。このような特性をとるのは、回転速度yが0%速度の場合は補正が必要ないため、補正用トルク電流指令値Tf(x, y)は0%でよく、また、回転速度yが0%速度の場合は操作量xが0%から20%未満では、零速度指令に基づく駆動制御が行われるか、又は、メカニカルブレーキ23によって旋回用電動機21の回転軸21Aが停止されるため、補正用トルク電流指令値Tf(x, y)が必要ないからである。

【0086】

なお、実際には、補正用トルク指令生成部61により、これらの代表的な特性を補間するように操作量x及び回転速度yに応じて補正用トルク電流指令値Tf(x, y)が生成される。

【0087】

このような補正用トルク電流指令を用いるのは、図6に示すトルク電流指令だけで旋回用電動機21の駆動制御を行うと、レバー26Aの操作量の増大に応じて駆動トルクが増大することにより、従来のような速度指令による駆動制御を行う場合よりも操作性は良好になるが、旋回用電動機21の回転速度が上昇し続けるため、回転速度に応じてトルク電流指令を補正することにより、トルク指令に基づく駆動制御において回転速度の制御を行

10

20

30

40

50

いやすくするためである。

【 0 0 8 8 】

ここで、この特性は、横軸及び縦軸共に絶対値で表してあるが、左旋回を表す場合の補正用トルク電流指令値は負の値となる。

【 0 0 8 9 】

また、補正用トルク電流指令値 $T_f(x, y)$ は、最大値を 100% とした百分率で示す。なお、この最大値は、トルク電流指令値 $T_0(\%)$ の最大値と同一の値である。

【 0 0 9 0 】

「減算器 51 の出力」

図 7 (b) は、減算器 51 から出力されるトルク電流指令値 T_{cmd} を示す特性図である。減算器 51 の出力は、図 6 に示すトルク電流指令から図 7 (a) に示す補正用トルク電流指令を減じて得る特性であり、次式で与えられる。

【 0 0 9 1 】

$$T_{cmd} = T_0 - T_f(x, y)(\%)$$

図 7 (b) に示すように、操作量 x が 0% から 20% 未満では、回転速度 y が 0% 速度の場合のトルク電流指令値 T_{cmd} は存在しない。これは、操作量 x が 0% から 20% 未満では、零速度指令に基づく駆動制御が行われるか、又は、メカニカルブレーキ 23 によって旋回用電動機 21 の回転軸 21A が停止されるためである。

【 0 0 9 2 】

操作量が $\pm 20\%$ 以内では、回転速度 y が 0% 速度の場合のトルク電流指令値 T_{cmd} は 0% に設定される。これは、旋回用電動機 21 が停止しているときは、その状態を保持するために駆動トルクを発生させる必要がないからである。

【 0 0 9 3 】

また、操作量 x が 0% のときに、回転速度 y が 100% 速度の場合は、トルク電流指令値 T_{cmd} は " -100% " に設定される。これは、操作量 x が 0% で旋回用電動機 21 が正転方向に最高回転速度で駆動されている場合は、旋回用電動機 21 に逆転方向の最大トルクを発生させる必要があるため、トルク電流指令値 T_{cmd} が " -100% " に設定されている状態を表す。

【 0 0 9 4 】

なお、操作量 x が 0% のときにトルク電流指令値 T_{cmd} が " -100% " に設定されるのは、回転速度 y が 10% 速度以上の場合である。

【 0 0 9 5 】

また、操作量 x が 0% から 20% まで増大する間に、回転速度 y が 10% 速度及び 20% 速度の場合は、トルク電流指令値 T_{cmd} の値が絶対値で急激に低減され、旋回用電動機 21 の逆転方向の駆動トルクが小さくされる。これは、回転速度 y が比較的低い場合は、減速させるための駆動トルクは比較的小さくて足りるからである。

【 0 0 9 6 】

一方、操作量 x が 0% から 20% まで増大する間に、回転速度 y が 40% 速度、60% 速度、80% 速度、及び 100% 速度の場合は、トルク電流指令値 T_{cmd} の値は絶対値で徐々に低減され、旋回用電動機 21 の逆転方向の駆動トルクは大きい状態にされる。これは、回転速度 y が比較的高い場合は、減速させるために大きな駆動トルクが必要だからである。

【 0 0 9 7 】

また、操作量 x が 20% から 80% まで増大する間に、回転速度 y が 0% 速度の場合は、トルク電流指令値 T_{cmd} は徐々に増大される。これは、操作量 x が増大しているのに回転速度 y が上昇しないため、さらに駆動トルクを増大させる必要があるからである。

【 0 0 9 8 】

また、操作量 x が 20% から 80% まで増大する間に、回転速度 y が 10% 速度及び 20% 速度の場合は、始めはトルク電流指令値 T_{cmd} の値は徐々に低減され、操作量 x が 30% ~ 40% の辺りでトルク電流指令値 T_{cmd} の値は 0% となり、操作量 x が 40%

10

20

30

40

50

から 80 % まで増大する間は、回転速度 y が 0 % 速度の場合に近い増加度合いでトルク電流指令値 T_{cmd} が徐々に増大される。これは、操作量 x を増大しても回転速度 y が比較的低い場合は、加速させるために大きな駆動トルクが必要になるからである。

【0099】

また、操作量 x が 20 % から 80 % まで増大する間に、回転速度 y が 40 % 速度、60 % 速度、80 % 速度、及び 100 % 速度の場合は、始めはトルク電流指令値 T_{cmd} の値は徐々に低減され、操作量 x が 50 % ~ 70 % の辺りでトルク電流指令値 T_{cmd} の値は 0 % となり、さらに操作量 x が 80 % まで増大する間は、次第に傾きが増大されてトルク電流指令値 T_{cmd} の値が正の値で増大される。これは、回転速度が比較的高い場合は、減速にも加速にも比較的小さい駆動トルクで足りるからである。

10

【0100】

また、操作量 x が 80 % から 100 % まで増大する間に、回転速度 y が 0 % 速度、10 % 速度、及び 20 % 速度の場合は、トルク電流指令値 T_{cmd} は 100 % に制限される。これは、操作量 x が 80 % 以上と大きい領域にも関わらず、回転速度が零又は比較的低いときは、速度を維持又は加速するために大きな駆動トルクが必要となるからである。

【0101】

また、操作量 x が 80 % から 100 % まで増大する間に、回転速度 y が 40 % 速度、60 % 速度、80 % 速度、及び 100 % 速度の場合は、トルク電流指令値 T_{cmd} は約 75 % から約 10 % の間に段階的に制限される。これは、操作量 x が 80 % 以上と大きい領域にも関わらず、回転速度が比較的高いときは、速度を維持又は加速するために比較的小さい駆動トルクで足りるからである。

20

【0102】

なお、図 7 (b) には代表的な特性として、回転速度 y が 0 % 速度、10 % 速度、20 % 速度、40 % 速度、60 % 速度、80 % 速度、及び 100 % 速度の場合における操作量 x の変化に対するトルク電流指令値 T_{cmd} の特性を示すが、実際には、これらの代表的な特性を補間するように操作量 x 及び回転速度 y に応じてトルク電流指令値 T_{cmd} が生成される。特に、実際には旋回用電動機 21 の加速と減速に合わせて回転速度 y は変化するため、トルク電流指令値 T_{cmd} は、ここに示す代表的な特性を横断するようにして生成される。

【0103】

30

「速度指令生成部 80」

速度指令生成部 80 は、図 3 に示すように、切替スイッチ部 81、減算器 82、及び P I 制御部 83 を含み、正転側の最高回転速度、逆転側の最高回転速度、又は零速度に制御するための速度指令を生成する。

【0104】

切替スイッチ部 81 は、入力端子 a、b、及び c を含む。入力端子 a には正転側最高速度指令が入力される。この正転側最高速度指令は、旋回用電動機 21 の回転速度を正転側の最高速度に制御するための速度指令である。入力端子 b には零速度指令が入力される。この零速度指令は、旋回用電動機 21 の回転速度を零に制御するための速度指令である。入力端子 c には逆転側最高速度指令が入力される。この逆転側最高速度指令は、旋回用電動機 21 の回転速度を逆転側の最高速度に制御するための速度指令である。

40

【0105】

この切替スイッチ部 81 は、主制御部 70 によって切り替えられる。主制御部 70 は、旋回用電動機 21 の回転速度が正転側の最高値になると、切替スイッチ部 81 を入力端子 a に切り替える。また、旋回用電動機 21 の回転速度が ± 10 % 速度未満になると、主制御部 70 は、切替スイッチ部 81 を入力端子 b に切り替える。旋回用電動機 21 の回転速度が逆転側の最高値になると、主制御部 70 は、切替スイッチ部 81 を入力端子 c に切り替える。

【0106】

また、主制御部 70 は、上述のように切替スイッチ部 81 の切替を行う場合は、切替ス

50

スイッチ部 52 を入力端子 b に切り替える。これにより、旋回用電動機 21 は、減算器 51 から出力されるトルク電流指令値 T_{cmd} に基づく駆動制御から、速度指令生成部 80 から出力される正転側最高速度指令値に基づく駆動制御に切り替えられる。

【0107】

なお、切替スイッチ部 81 の入力端子 a、b、及び c に入力される正転側の最高回転速度、逆転側の最高回転速度、又は零速度に制御するための速度指令を表すデータは、コントローラ 30 の内部メモリに格納されており、速度指令生成部 80 によって読み出される。

【0108】

減算器 82 は、切替スイッチ部 81 から入力される速度指令の値 (rad/s) から、旋回動作検出部 58 によって検出される旋回用電動機 21 の回転速度 (rad/s) を減算して偏差を出力する。この偏差は、後述する P I 制御部 83 に入力される。

【0109】

P I 制御部 83 は、減算器 82 から入力される偏差に基づき、この偏差を小さくするように P I 制御を行い、P I 制御によって生成されるトルク電流指令を切替スイッチ部 52 の入力端子 b に入力する。

【0110】

「旋回動作時の駆動制御」

図 8 は、本実施の形態の旋回用駆動制御装置による旋回動作時の駆動制御の処理手順を示す図である。この処理は、本実施の形態の建設機械の運転中に、主制御部 70 によって繰り返して実行される処理である。

【0111】

主制御部 70 は、レバー 26 A の操作量が不感帯領域にあるか否かを判定する (ステップ S1)。

【0112】

主制御部 70 は、レバー 26 A の操作量が不感帯領域にはないと判定した場合は、レバー 26 A の操作量が零速度指令領域にあるか否かを判定する (ステップ S2)。

【0113】

主制御部 70 は、レバー 26 A の操作量が零速度指令領域にはないと判定した場合は、旋回用電動機 21 の回転速度が正転側の最高速度より高いか否かを判定する (ステップ S3)。

【0114】

主制御部 70 は、回転速度が正転側の最高速度以下であると判定した場合は、旋回用電動機 21 の回転速度が絶対値で逆転側の最高速度の絶対値を超えているか否かを判定する (ステップ S4)。

【0115】

主制御部 70 は、回転速度が絶対値で逆転側の最高速度の絶対値以下であると判定した場合は、切替スイッチ部 52 を入力端子 a に切り替える (ステップ S5)。これにより、トルク指令生成部 60 及び補正用トルク指令生成部 61 によって生成されるトルク電流指令値及び補正用トルク電流指令値に基づいて旋回用電動機 21 の駆動制御が行われる。このとき、トルク指令生成部 60 によって生成されるトルク電流指令値は、上述の図 6 を参照して説明したマップ特性のうち、現在の特性選択スイッチ 90 で選択されている操作特性に対応したマップ特性を用いて、生成される。

【0116】

ステップ S5 の処理が実行される場合とは、レバー 26 A の操作量が右方向旋回駆動領域又は左方向旋回駆動領域にあり、かつ、回転速度が正転側及び逆転側の最高回転速度を絶対値で超えていない状態である。このような状態には、旋回用電動機 21 を加速又は減速させることによって上部旋回体 3 を旋回させる状況のうちの殆どの場合が含まれる。このため、本実施の形態の駆動制御装置 40 によれば、トルク指令に基づいて旋回用電動機 21 の駆動制御を行うことができ、速度指令に基づいて旋回用電動機 21 の駆動制御を行

10

20

30

40

50

う場合に比べて操作性が向上する。

【0117】

主制御部70は、ステップS1において不感帯領域内であると判定した場合は、旋回用電動機21の回転速度が零(0%速度)であるか否かを判定する(ステップS6)。

【0118】

主制御部70は、回転速度が零ではないと判定した場合は、旋回用電動機21の回転速度が絶対値で10%速度未満であるか否かを判定する(ステップS7)。

【0119】

主制御部70は、回転速度が絶対値で10%速度以上であると判定した場合は、切替スイッチ部52を入力端子aに切り替える(ステップS8)。これにより、トルク指令生成部60及び補正用トルク指令生成部61によって生成されるトルク電流指令値及び補正用トルク電流指令値に基づいて旋回用電動機21の駆動制御が行われる。

10

【0120】

ステップS8が実行される場合とは、レバー26Aの操作量が不感帯領域にあり、かつ、回転速度が絶対値で10%速度以上である状態である。この状態は、回転速度が10%速度以上であるときに、旋回用電動機21を停止させようとして減速トルクを発生させる場合に相当する。このため、本実施の形態の駆動制御装置40によれば、トルク指令によって旋回用電動機21を減速させることができ、速度指令に基づいて旋回用電動機21の駆動制御を行う場合に比べて操作性が向上する。

【0121】

20

なお、主制御部70は、ステップS6において回転速度が零(0%速度)であると判定した場合は、手順をステップS1にリターンする。これは、レバー26Aの操作量が不感帯領域にあって、旋回用電動機21が停止している状態に相当する。このような場合は、駆動制御を行う必要がないため、手順がステップS1にリターンされる。

【0122】

また、主制御部70は、ステップS7において回転速度が絶対値で10%速度未満であると判定した場合は、切替スイッチ部81を入力端子bに切り替え(ステップS9)、さらに、切替スイッチ部52を入力端子bに切り替える(ステップS10)。

【0123】

このようにステップS9及びS10が実行される場合とは、レバー26Aの操作量が不感帯領域にあり、かつ、回転速度が絶対値で10%速度未満の状態である。このような状態は、旋回用電動機21を停止させようとしてレバー26Aの操作量の操作量を減じているが、零速度指令領域内で回転速度が零(0%速度)になりきらなかった場合に相当する。このような場合は、切替スイッチ部81の入力端子bから入力される零速度指令を用いて旋回用電動機21を駆動制御する。

30

【0124】

また、主制御部70は、ステップS2においてレバー26Aの操作量が零速度指令領域にあると判定した場合は、手順をステップ7に進行させ、旋回用電動機21の回転速度が絶対値で10%速度未満であるか否かを判定する(ステップS7)。

【0125】

40

主制御部70は、回転速度が絶対値で10%速度以上であると判定した場合は、切替スイッチ部52を入力端子aに切り替える(ステップS8)。これにより、トルク指令生成部60及び補正用トルク指令生成部61によって生成されるトルク電流指令値及び補正用トルク電流指令値に基づいて旋回用電動機21の駆動制御が行われる。

【0126】

ステップS8が実行される場合とは、レバー26Aの操作量が零速度指令領域にあり、かつ、回転速度が絶対値で10%速度以上である状態である。この状態は、回転速度が10%速度以上であるときに、旋回用電動機21を停止させようとして減速トルクを発生させる場合に相当する。このため、本実施の形態の駆動制御装置40によれば、トルク指令によって旋回用電動機21を減速させることができ、速度指令に基づいて旋回用電動機2

50

1の駆動制御を行う場合に比べて操作性が向上する。

【0127】

なお、主制御部70は、ステップS7において回転速度が絶対値で10%速度未満であると判定した場合は、切替スイッチ部81を入力端子bに切り替え(ステップS9)、さらに、切替スイッチ部52を入力端子bに切り替える(ステップS10)。

【0128】

このようにステップS2を経由してステップS9及びS10が実行される場合とは、レバー26Aの操作量が零速度指令領域にあり、かつ、回転速度が絶対値で10%速度未満の状態である。このような状態は、旋回用電動機21を停止させようとしてレバー26Aの操作量の操作量を減じていて、レバー26Aの操作量が零速度指令領域にあり、回転速度が十分に減速されている場合(絶対値で10%速度未満の場合)に相当する。このような場合は、切替スイッチ部81の入力端子bから入力される零速度指令を用いて旋回用電動機21を駆動制御する。

10

【0129】

また、主制御部70は、ステップS3において、旋回用電動機21の回転速度が正転側の最高速度より高いと判定した場合は、切替スイッチ部81を入力端子aに切り替え(ステップS11)、さらに、切替スイッチ部52を入力端子bに切り替える(ステップS11)。

【0130】

このようにステップS11及びS12が実行される場合とは、レバー26Aの操作量が右方向旋回駆動領域にあり、かつ、回転速度が100%速度を超えている状態である。このような状態では、旋回用電動機21の回転数を正転側の最高速度(100%速度)に制限するために、切替スイッチ部81の入力端子aから入力される正転側最高速度指令で旋回用電動機21の駆動制御を行う。

20

【0131】

また、主制御部70は、ステップS4において、回転速度が絶対値で逆転側の最高速度の絶対値を超えていると判定した場合は、切替スイッチ部81を入力端子cに切り替え(ステップS13)、さらに、切替スイッチ部52を入力端子bに切り替える(ステップS14)。

【0132】

このようにステップS13及びS14が実行される場合とは、レバー26Aの操作量が左方向旋回駆動領域にあり、かつ、回転速度が絶対値で逆転側の最高速度の絶対値を超えている状態である。このような状態では、旋回用電動機21の回転数を逆転側の最高速度(-100%速度)に制限するために、切替スイッチ部81の入力端子cから入力される逆転側最高速度指令で旋回用電動機21の駆動制御を行う。

30

【0133】

主制御部70は、本実施の形態の建設機械が運転されている間は、以上の処理を繰り返し実行する。

【0134】

以上のように、本実施の形態の駆動制御装置及びこれを含む建設機械によれば、操作手段の操作量に応じたトルク指令に基づいて旋回駆動用の電動発電機の駆動制御を行う際に、特性選択スイッチ90で選択されている操作特性に応じて、操作手段の操作量に応じたトルク指令値を可変することで、作業者の癖や嗜好に適合した操作特性を実現することが可能となる。例えば、高い応答性を好む作業者は、特性選択スイッチ90でファースト特性を選択することで、応答性を高めることができ、低い応答性を好む作業者は、特性選択スイッチ90でスロー特性を選択することで、応答性を低下させることができる。これにより、作業者は、特性選択スイッチ90で選択操作することで、所望の応答性を実現することができる。

40

【0135】

また、本実施の形態の駆動制御装置及びこれを含む建設機械によれば、操作手段の操作

50

量に応じたトルク指令に基づいて旋回駆動用の電動発電機の駆動制御を行う際に、このトルク指令を回転速度に応じて補正することにより、操作量と回転速度に応じて電動発電機の駆動トルクを制御することができるため、従来のように速度指令に基づいて駆動制御を行う場合に比べて、乗り心地と操作性の改善を図ることができる。

【0136】

以上、本発明の好ましい実施例について詳説したが、本発明は、上述した実施例に制限されることはなく、本発明の範囲を逸脱することなく、上述した実施例に種々の変形及び置換を加えることができる。

【0137】

例えば、上述した実施例では、原則的にトルク指令に基づいて旋回用電動機21の駆動制御を行い(図8のステップ5)、ある特定条件下でのみ速度指令に基づいて駆動制御を行っている(図8のステップ10, 12, 14)が、常にトルク指令に基づいて旋回用電動機21の駆動制御を行うこととしてもよい。或いは、トルク指令に代えて、速度指令に基づいて駆動制御を行うことも可能である。この場合、トルク指令の場合と同様の観点から、例えば、図9に示すように、特性選択スイッチ90で選択されている操作特性に応じて、異なる特性マップX1, X2, X3が用いられてよい。図9に示す例では、レバー26Aの操作量の単位増加量あたりの目標回転速度 y_0 (又は速度指令値)の大きさの増加量(応答性)は、特性マップX1が一番大きく、特性マップX2が中間であり、特性マップX3が最も小さい。特性マップX1は、特性選択スイッチ90でファースト特性が選択されているときに用いられ、特性マップX2は、特性選択スイッチ90でノーマル特性が選択されているときに用いられ、特性マップX3は、特性選択スイッチ90でスロー特性が選択されているときに用いられてよい。

【0138】

また、上述した実施例では、電動機により駆動される機構が、旋回機構であったが、本発明は、電動機により駆動される機構が、他の機構である場合も適用可能である。例えば図10には、図2に示した下部走行体1用の油圧モータ1A、1Bを、バッテリー19を電源として動作する走行用発電機201A, 201Bに置き換えた建設機械200が示される。この建設機械200においては、コントローラ300は、ペダル26Cの操作量に応じて、走行用発電機201A, 201Bを制御する際、上述の実施例と同様の態様で、特性選択スイッチ90で選択されている操作特性に応じて、走行用発電機201A, 201Bの出力特性を可変すればよい。

【0139】

また、上述した実施例では、レバー26A及び26Bとペダル26Cの操作量は、油圧式に検出されているが、レバー26A及び26Bとペダル26Cの操作量は、ポテンショメータ等を用いて電氣的に検出されてもよいし、光学素子を用いて光学的に検出されてもよいし、ホール素子等を用いて磁氣的に検出されてもよいし、検出方法は任意である。

【0140】

また、上述した実施例では、本発明が旋回用電動機21の駆動制御に適用された場合であったが、本発明は、電動機以外のアクチュエータ(例えば、ブームシリンダ7、アームシリンダ8、及びバケットシリンダ9、油圧モータ1A及び1B)の駆動制御にも適用可能である。例えば、ブームシリンダ7、アームシリンダ8、及びバケットシリンダ9の油圧を、レバー26A及びレバー26Bの操作量に応じて、コントロールバルブ17(電磁比例弁)により制御する際、上述の実施例と同様の態様で、特性選択スイッチ90で選択されている操作特性に応じて、ブームシリンダ7、アームシリンダ8、及びバケットシリンダ9の出力特性を可変すればよい。

【0141】

また、上述した実施例では、特性選択スイッチ90で選択されている操作特性は、3つであったが、2つだけでもよいし、4つ以上であってもよい。また、複数の代表的な特性マップを用意しておき、これらの代表的な特性マップを補間して、少ない特性マップの数で多くの種類の操作特性を実現してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 2 】

また、上述した実施例では、補正用トルク電流指令値は、特性選択スイッチ 9 0 で選択されている操作特性に依存せずに生成されているが、補正用トルク電流指令値は、特性選択スイッチ 9 0 で選択されている操作特性に依存して生成されてもよい。例えば、補正用トルク電流指令値は、特性選択スイッチ 9 0 で選択されている操作特性に応じて補正されてもよく、このとき、補正用トルク電流指令値は、高い応答性の操作特性が選択された場合に低い応答性の操作特性が選択された場合に比べて補正用トルク電流指令値が小さくなる態様で、補正されてもよい。

【 0 1 4 3 】

また、上述した実施例では、旋回用電動機 2 1 がインバータ 2 0 によって P W M 駆動される交流モータであり、その回転速度を検出するために、レゾルバ 2 2 及び旋回動作検出部 5 7 を用いる形態について説明したが、旋回用電動機 2 1 は直流モータであってもよい。この場合は、インバータ 2 0、レゾルバ 2 2 及び旋回動作検出部 5 7 が不要となり、回転速度としては直流モータのタコジェネレータで検出される値を用いればよい。

【 0 1 4 4 】

また上述した実施例では、トルク電流指令の演算に P I 制御を用いる形態について説明したが、これに代えて、ロバスト制御、適応制御、比例制御、積分制御等を用いてもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 4 5 】

【 図 1 】 本実施の形態の駆動制御装置を含む建設機械を示す側面図である。

【 図 2 】 本実施の形態の駆動制御装置を含む建設機械の構成を表すブロック図である。

【 図 3 】 本実施の形態の駆動制御装置 4 0 の構成を示す制御ブロック図である。

【 図 4 】 本実施の形態の建設機械の駆動制御装置 4 0 における操作レバー 2 6 A の操作量と駆動領域との関係を示す特性図である。

【 図 5 】 本実施の形態の駆動制御装置のトルク制限部 5 3 のトルク制限特性を示す図である。

【 図 6 】 本実施の形態のトルク指令生成部 6 0 において生成されるトルク指令の特性を示す図である。

【 図 7 】 本実施の形態の駆動制御装置で用いるトルク指令の特性であって、(a) は補正用トルク電流指令値 $T_f(x, y)$ の特性、(b) はトルク電流指令値 T_{cmd} の特性を示す。

【 図 8 】 本実施の形態の旋回用駆動制御装置による旋回動作時の駆動制御の処理手順を示す図である。

【 図 9 】 特性選択スイッチ 9 0 で選択される操作特性に対応した速度指令の特性マップを示す図である。

【 図 1 0 】 電動機により駆動される機構が下部走行体の走行機構であるその他の建設機械の構成を表すブロック図である。

【 符号の説明 】

【 0 1 4 6 】

- 1 下部走行体
- 1 A、1 B 油圧モータ
- 2 旋回機構
- 3 上部旋回体
- 4 ブーム
- 5 アーム
- 6 パケット
- 7 ブームシリンダ
- 8 アームシリンダ
- 9 パケットシリンダ

10

20

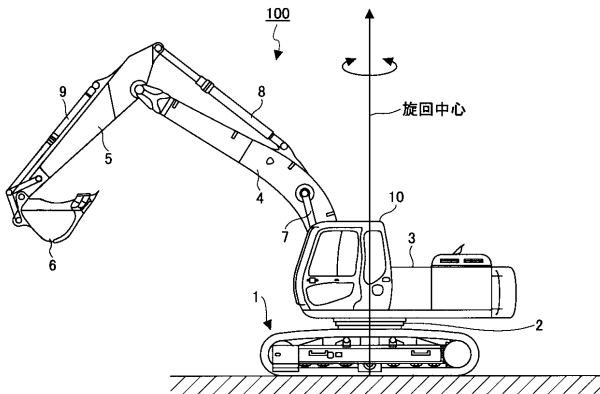
30

40

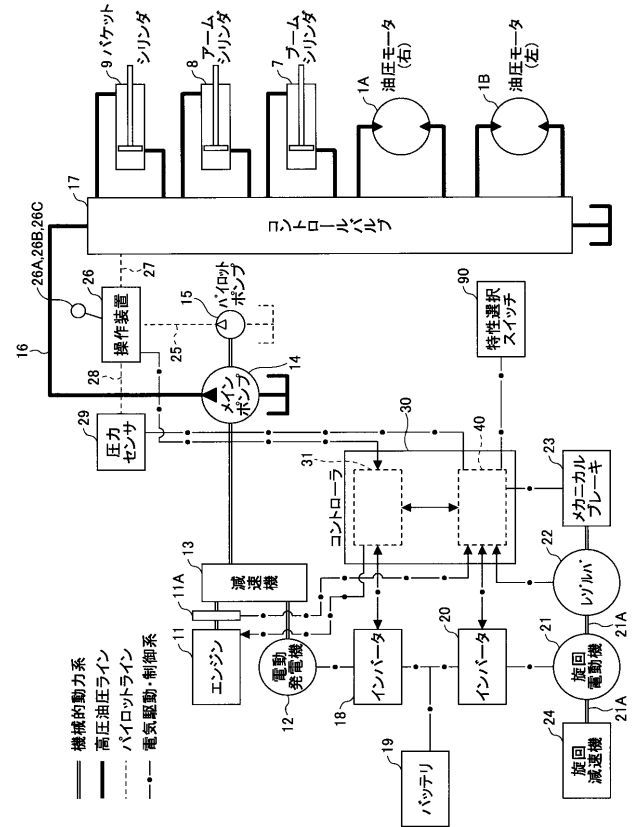
50

1 0	キャビン	
1 1	エンジン	
1 2	電動発電機	
1 3	減速機	
1 4	メインポンプ	
1 5	パイロットポンプ	
1 6	高圧油圧ライン	
1 7	コントロールバルブ	
1 8	インバータ	
1 9	バッテリー	10
2 0	インバータ	
2 1	旋回用電動機	
2 3	メカニカルブレーキ	
2 4	旋回減速機	
2 5	パイロットライン	
2 6	操作装置	
2 6 A、2 6 B	レバー	
2 6 C	ペダル	
2 7	油圧ライン	
2 8	油圧ライン	20
2 9	圧力センサ	
3 0	コントローラ	
3 1	アシスト駆動制御装置	
4 0	駆動制御装置	
5 0	駆動指令生成部	
5 1	減算器	
5 2	切替スイッチ部	
5 3	トルク制限部	
5 4	減算器	
5 5	P I 制御部	30
5 6	電流変換部	
5 7	旋回動作検出部	
6 0	トルク指令生成部	
6 0 a	マップ記憶部	
6 1	補正用トルク指令生成部	
7 0	主制御部	
8 0	速度指令生成部	
8 1	切替スイッチ部	
8 2	減算器	
8 3	P I 制御部	40
9 0	特性選択スイッチ	
1 0 0 , 2 0 0	建設機械	
2 0 1 A	左走行用発電機	
2 0 1 B	右走行用発電機	

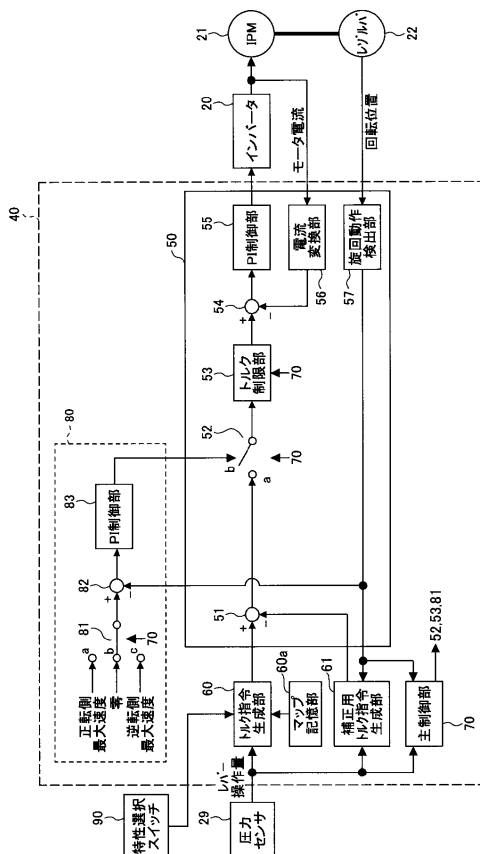
【 図 1 】



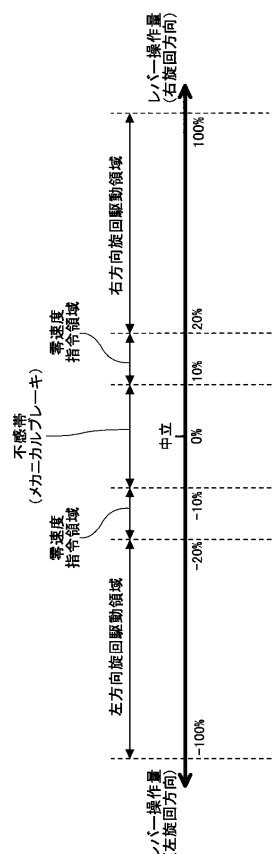
【 図 2 】



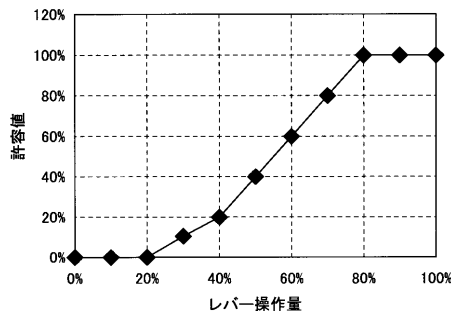
【 図 3 】



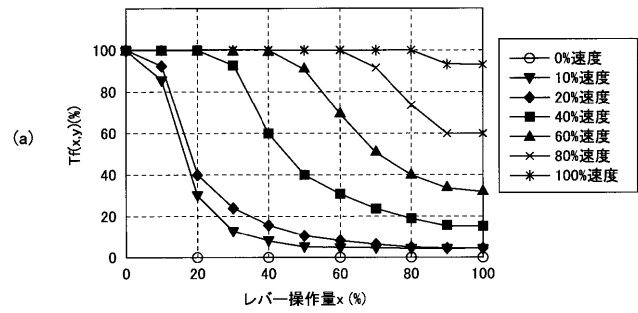
【 図 4 】



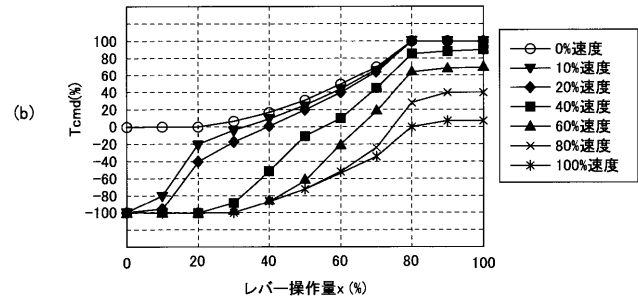
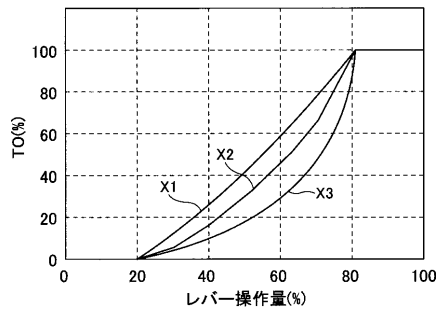
【図 5】



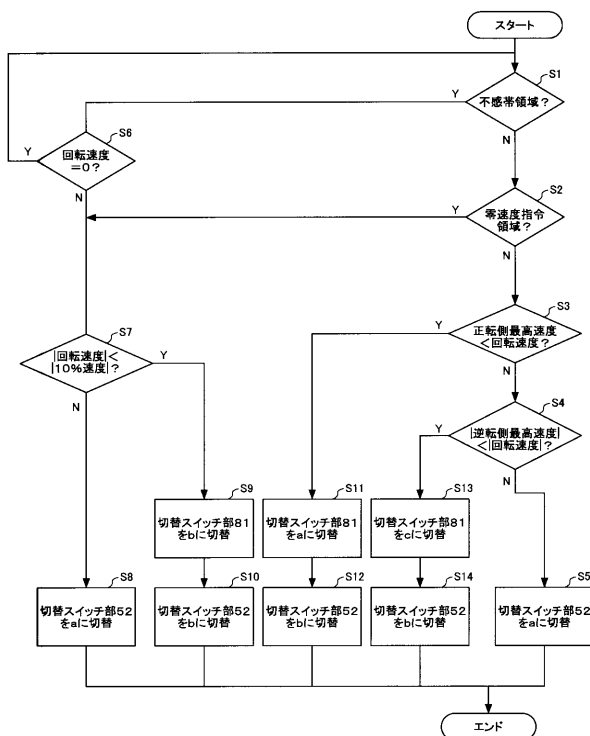
【図 7】



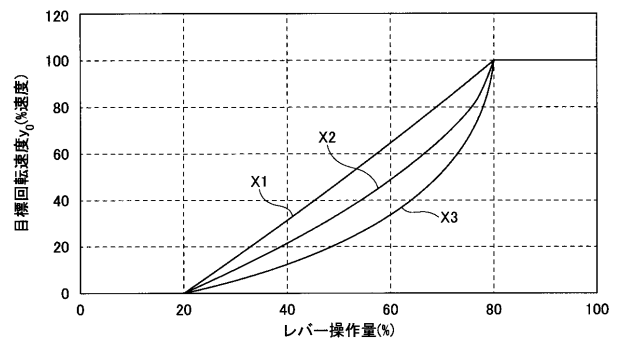
【図 6】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2D003 AB02 BA01 CA10 DA03 DA04 DB02
3H089 AA01 AA60 BB04 BB15 CC11 DA03 DA13 DA14 DB43 EE22
EE36 GG02 JJ02