

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-177635

(P2007-177635A)

(43) 公開日 平成19年7月12日(2007.7.12)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
F O 4 B 49/06 (2006.01)	F O 4 B 49/06 3 2 1 Z	2 D O O 3
E O 2 F 9/22 (2006.01)	E O 2 F 9/22 R	3 H O 4 5
F 1 5 B 11/02 (2006.01)	F 1 5 B 11/02 X	3 H O 8 9

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2005-374119 (P2005-374119)	(71) 出願人	000005522
(22) 出願日	平成17年12月27日 (2005.12.27)		日立建機株式会社
			東京都文京区後楽二丁目5番1号
		(74) 代理人	100084412
			弁理士 永井 冬紀
		(72) 発明者	大▲高▼ 歳門
			茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場内
		(72) 発明者	大和田 義宜
			茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場内
		(72) 発明者	安田 元
			茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 傾転制御信号の補正方法、傾転制御装置、建設機械および傾転制御信号補正用プログラム

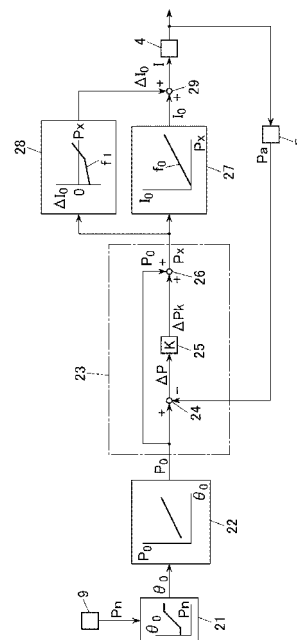
(57) 【要約】

【課題】 安価な構成によりポンプ傾転を制御する。

【解決手段】 傾転変更手段4に所定の傾転制御信号 i_1 1 ~ i_1 3を出力したときの実測圧力 P_1 1 ~ P_1 3に基づき傾転変更手段4の固有の制御特性 f_1 を導出する(学習制御)。この制御特性 f_1 に基づき目標傾転 θ_0 に対応する傾転制御信号 I_0 を補正するとともに、目標傾転 θ_0 に対応した傾転変更手段4の目標制御圧力 P_0 とこの目標制御圧力 P_0 に対応した実測圧力 P_a との偏差 ΔP を減少するようにフィードバック制御により傾転制御信号 I_0 を補正する(通常制御)。

【選択図】 図5

【図5】



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

予め定められた傾転変更手段の基準特性に基づき出力される傾転制御信号を補正する補正方法であって、

前記傾転変更手段に所定の傾転制御信号を出力したときの実測圧力に基づき前記傾転変更手段の固有の制御特性を導出する手順（学習制御）と、

目標傾転に対応する傾転制御信号を前記制御特性に基づき補正するとともに、前記目標傾転に対応した前記傾転変更手段の目標制御圧力とこの目標制御圧力に対応した実測圧力との偏差を減少するようにフィードバック制御により補正する手順（通常制御）とを含むことを特徴とする傾転制御信号の補正方法。

10

【請求項 2】

傾転制御信号に応じた制御圧力を発生する傾転変更手段と、

目標傾転を入力する入力手段と、

前記傾転変更手段から発生した制御圧力を検出する圧力検出手段と、

前記入力手段により入力された目標傾転に対応する目標制御圧力を演算する圧力演算手段と、

予め前記傾転変更手段に所定の傾転制御信号を出力したときに前記圧力検出手段により検出された実測圧力に基づき、前記傾転変更手段の固有の制御特性を設定する設定手段と、

前記目標傾転に対応する傾転制御信号を前記設定手段で設定された制御特性に基づき補正するとともに、前記圧力演算手段により演算された目標制御圧力と前記圧力検出手段で検出された実測圧力との偏差を減少するようにフィードバック制御により補正する補正手段とを備えることを特徴とする傾転制御装置。

20

【請求項 3】

請求項 2 に記載の傾転制御装置を備えたことを特徴とする建設機械。

【請求項 4】

予め定められた傾転変更手段の基準特性に基づき出力される傾転制御信号を補正する処理をコンピュータ装置上で実行させるプログラムであって、

前記傾転変更手段に所定の傾転制御信号を出力したときの実測圧力に基づき前記傾転変更手段の固有の制御特性を導出する処理（学習制御）と、

30

目標傾転に対応する傾転制御信号を前記制御特性に基づき補正する処理と、

前記目標傾転に対応した前記傾転変更手段の目標制御圧力とこの目標制御圧力に対応した実測圧力との偏差を減少するようにフィードバック制御により前記目標傾転信号を補正する処理（通常制御）とをコンピュータ装置上で実行させることを特徴とする傾転制御信号補正用プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、油圧ポンプのポンプ傾転等を制御する傾転制御信号の補正方法、傾転制御装置、建設機械および傾転制御信号補正用プログラムに関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来より、操作レバーの操作量に応じた傾転制御信号を比例電磁弁に出力し、比例電磁弁の駆動によりポンプ傾転を制御するようにした装置が知られている（例えば特許文献 1 参照）。これによれば個々の比例電磁弁の制御特性のばらつきを考慮するため、目標ポンプ傾転と実ポンプ傾転との偏差に応じてポンプ傾転の補正式を求め、この補正式に基づいて比例電磁弁を制御する。

【特許文献 1】特開平 8-302755 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0003】

上述した特許文献1記載の装置では、目標ポンプ傾転と実ポンプ傾転との偏差に応じてポンプ傾転の補正式を求めるため、実ポンプ傾転を検出するためのポンプ傾転角センサが必要となる。しかしながら、ポンプ傾転角センサは高価であり、装置の価格上昇を招く。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明は、予め定められた傾転変更手段の基準特性に基づき出力される傾転制御信号を補正する補正方法であって、前記傾転変更手段に所定の傾転制御信号を出力したときの実測圧力に基づき前記傾転変更手段の固有の制御特性を導出する手順と、目標傾転に対応する傾転制御信号を前記制御特性に基づき補正するとともに、前記目標傾転に対応した前記傾転変更手段の目標制御圧力とこの目標制御圧力に対応した実測圧力との偏差を減少するようにフィードバック制御により補正する手順とを含むことを特徴とする。 10

本発明による傾転制御装置は、傾転制御信号に応じた制御圧力を発生する傾転変更手段と、目標傾転を入力する入力手段と、前記傾転変更手段から発生した制御圧力を検出する圧力検出手段と、前記入力手段により入力された目標傾転に対応する目標制御圧力を演算する圧力演算手段と、予め前記傾転変更手段に所定の傾転制御信号を出力したときに前記圧力検出手段により検出された実測圧力に基づき、前記傾転変更手段の固有の制御特性を設定する設定手段と、前記目標傾転に対応する傾転制御信号を前記設定手段で設定された制御特性に基づき補正するとともに、前記圧力演算手段により演算された目標制御圧力と前記圧力検出手段で検出された実測圧力との偏差を減少するようにフィードバック制御により補正する補正手段とを備えることを特徴とする。 20

以上の傾転制御装置は建設機械に備えることが好ましい。

本発明は、予め定められた傾転変更手段の基準特性に基づき出力される傾転制御信号を補正する処理をコンピュータ装置上で実行させるプログラムであって、前記傾転変更手段に所定の傾転制御信号を出力したときの実測圧力に基づき前記傾転変更手段の固有の制御特性を導出する処理と、目標傾転に対応する傾転制御信号を前記制御特性に基づき補正する処理と、前記目標傾転に対応した前記傾転変更手段の目標制御圧力とこの目標制御圧力に対応した実測圧力との偏差を減少するようにフィードバック制御により前記傾転制御信号を補正する処理（通常制御）とをコンピュータ装置上で実行させることを特徴とする。

【発明の効果】 30

【0005】

本発明によれば、実測圧力に基づき傾転変更手段の固有の制御特性を設定し、この制御特性に基づき傾転制御信号を補正するとともに、実測圧力と目標制御圧力との偏差が減少するようにフィードバック制御により補正するので、傾転角センサを用いることなく傾転制御を行うことができ、傾転制御装置を安価に構成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

以下、図1～図11を参照して本発明による傾転制御装置の実施の形態について説明する。

図1は、本発明の実施の形態に係る傾転制御装置の構成を示す図である。この傾転制御装置は、例えば図2の油圧ショベルに搭載される。図2に示すように油圧ショベルは、走行体101と、旋回可能な旋回体102と、旋回体に回動可能に軸支されたブームBM、アームAM、バケットBKからなる作業装置103とを有する。 40

【0007】

図1において、エンジン（不図示）により駆動される可変容量形の油圧ポンプ1からの圧油は、制御弁11を介し作業装置103駆動用のシリンダ等の油圧アクチュエータに供給される。制御弁11は操作レバー12の操作により駆動され、操作レバー12の操作量に応じて油圧アクチュエータへの圧油の流れが制御される。なお、操作レバー12は後述するように油圧ポンプ1の目標ポンプ傾転 θ_0 も指令する。レギュレータ3の一方の油室（ロッド室3a）にはポンプ1, 2からの圧油が導かれ、他方の油室（ボトム室3b）に 50

は油圧切換弁 6 を介してポンプ 1, 2 からの圧油が導かれる。このロッド室 3 a とボトム室 3 b に作用する油圧力に応じてレギュレータ 3 が駆動され、油圧ポンプ 1 の傾転が制御される。

【0008】

油圧切換弁 6 には比例電磁弁 4 を介してサブポンプ 2 からのパイロット圧（二次圧 P_a ）が作用し、二次圧 P_a に応じて油圧切換弁 6 が切り換わる。すなわち比例電磁弁 4 の二次圧 P_a が増加すると油圧切換弁 6 は位置イ側に切り換わる。これによりボトム室 3 b に作用する圧油力が増加し、ポンプ傾転が増加する。一方、二次圧 P_a が減少すると油圧切換弁 6 は位置ロ側に切り換わる。これによりボトム室 3 b に作用する圧油力が減少し、ポンプ傾転が減少する。比例電磁弁 4 の二次圧 P_a は圧力センサ 5 により検出される。

10

【0009】

比例電磁弁 4 の入出力特性の一例を図 3 に、比例電磁弁 4 の指令圧力 P （二次圧 P_a ）に対するポンプ傾転 θ の特性の一例を図 4 に示す。図 3 において、特性 A 0 は基準特性であり、比例電磁弁 4 への駆動電流 i の増加に伴い、指令圧力 P は増加する。このような比例電磁弁 4 の特性には個体差があり、基準特性 A 0 に対して許容公差 $\pm \Delta \alpha$ 内ではばらつく。したがって、図示のように実際の特性 A は基準特性 A 0 に対してずれる。このため、例えば目標指令圧力 P_{3c} を発生させようとして基準特性 A 0 に基づき比例電磁弁 4 に駆動電流 i_3 を出力すると実際の指令圧力は P_3 となり、目標指令圧力 P_{3c} と実際の指令圧力 P_3 とが乖離する。その結果、図 4 に示すように実際のポンプ傾転 θ_3 と目標ポンプ傾転 θ_{3c} とが異なり、操作レバー 1 2 の操作に応じた良好な作業を行うことができなくなる。そこで、本実施の形態では、比例電磁弁 4 へ出力する制御信号 i を以下のように補正する。

20

【0010】

コントローラ 10 には圧力センサ 5 と、キースイッチ 7 と、後述する学習モード／通常モードを切り換えるモードスイッチ 8 と、操作レバー 1 2 の操作量に応じた制御圧力（例えばボジコン圧 P_n ）を検出する圧力センサ 9 が接続されている。コントローラ 10 ではこれらの入力信号に応じて以下のような処理を実行し、比例電磁弁 4 に制御信号を出力する。すなわち本実施の形態では、傾転角センサを用いることなく、圧力センサ 5, 9 からの信号に基づきポンプ傾転を制御する。

【0011】

図 5 は、本実施の形態に係るコントローラ 10 内で行われる処理の一例を示すブロック図であり、とくに通常モードにおける処理（通常制御）を示している。図 6 は、本実施の形態に係るコントローラ 10 内で行われる処理の一例を示すフローチャートであり、とくに学習モードにおける処理（学習制御）を示している。コントローラ 10 は、図 6 の学習制御を実行した後、図 5 の通常制御を行う。

30

【0012】

（1）学習制御

まず、学習制御について説明する。コントローラ 10 には予め図 8 に示すような比例電磁弁 4 の基準特性 F_0 （設計値）が記憶され、この特性上の 3 点、すなわちポンプ最小傾転 θ_{min} に対応する駆動電流（基準制御信号 i_{Amin} ）、ポンプ最大傾転 θ_{max} に対応する駆動電流（基準制御信号 i_{Amax} ）、および θ_{min} と θ_{max} の中間である中間傾転 θ_{mea} に対応する駆動電流（基準制御信号 i_{Amea} ）が基準値として記憶されている。また、 θ_{min} 、 θ_{mea} 、 θ_{max} にそれぞれ対応する設計上の二次圧（基準制御圧） P_{min} 、 P_{mea} 、 P_{max} も基準値として記憶されている。

40

【0013】

図 6 の処理は、モードスイッチ 8 により学習モードが選択されると開始される。まず、ステップ S 1 で、図 8 の基準特性 F_0 によりポンプ最小傾転 θ_{min} もしくはその近傍の傾転 θ に対応した駆動電流 i_{11} （例えば i_{Amin} ）を演算し、この駆動電流 i_{11} を比例電磁弁 4 に出力する。次いで、ステップ S 2 で、二次圧データが安定するまで所定時間（例えば 5 秒）をカウントし、所定時間の経過後に、以下のサンプリング処理により求めた

50

二次圧 P_{as} を読み込む。

【0014】

図7は二次圧のサンプリング処理を示すフローチャートである。このフローチャートは電源スイッチのオン後に常時実行される。まず、ステップS21で圧力センサ5が検出した比例電磁弁4の二次圧 P_a を読み取る。次いで、ステップS22で二次圧 P_a の移動平均値を求める。移動平均値は所定数（例えば4つ）の新しく読み取った二次圧データの和を、その所定数で割ることにより求めることができる。例えば二次圧 P_{a1} , P_{a2} , P_{a3} , P_{a4} が順次サンプリングされた場合、移動平均値は $(P_{a1} + P_{a2} + P_{a3} + P_{a4}) / 4$ であり、次の瞬間に P_{a5} がサンプリングされた場合、移動平均値は $(P_{a2} + P_{a3} + P_{a4} + P_{a5}) / 4$ となる。

10

【0015】

ステップS23では、移動平均値をローパスフィルタにかけ（ローパスフィルタ処理）、そのフィルタリングした値を、ステップS24でサンプリング処理後の二次圧 P_{as} として設定する。これにより圧力センサ5が検出したデータから振動成分が除去される。このようにして求めた二次圧 P_{as} を図6のステップS3で読み込み、実測二次圧 P_{11} としてメモリに記憶する。

【0016】

次いで、ステップS4で、図8の基準特性 F_0 から得られるポンプ最大傾転 θ_{max} もしくはその近傍の傾転 θ に対応した駆動電流 i_{12} （例えば i_{Amax} ）を比例電磁弁4に出力する。次いで、ステップS5で二次圧データが安定するまで所定時間（例えば5秒）を

20

【0017】

次いで、ステップS7で、図8の基準特性 F_0 から得られる中間傾転 θ_{mea} もしくはその近傍の傾転 θ に対応した駆動電流 i_{13} （例えば i_{Amea} ）を比例電磁弁4に出力する。次いで、ステップS8で二次圧データが安定するまで所定時間（例えば5秒）をカウントする。ステップS9では所定時間の経過後に、上述したサンプリング処理により求めた二次圧 P_{as} を読み込み、実測二次圧 P_{13} としてメモリに記憶する。以上により求めた二次圧データ P_{11} , P_{12} , P_{13} を図9に示すように直線で結ぶことにより、二次圧と制御信号（電流）との関係（実測値）が得られる。

30

【0018】

ステップS10では図9の関係を用いて、予め定めた各基準制御圧 P_{min} , P_{mea} , P_{max} に対応する駆動電流 i_{min} , i_{mea} , i_{max} をそれぞれ演算する。演算式は次式(II)となる。

$$i_{min} = i_{11} - (P_{11} - P_{min}) \times (i_{13} - i_{11}) / (P_{13} - P_{11})$$

$$i_{mea} = i_{13} - (P_{13} - P_{mea}) \times (i_{13} - i_{11}) / (P_{13} - P_{11}) ; P_{13} > P_{mea} \text{ のとき}$$

$$i_{mea} = i_{13} + (P_{mea} - P_{13}) \times (i_{12} - i_{13}) / (P_{12} - P_{13}) ; P_{13} < P_{mea} \text{ のとき}$$

$$i_{max} = i_{12} + (P_{max} - P_{12}) \times (i_{12} - i_{13}) / (P_{12} - P_{13}) \quad (II)$$

40

ここで求めた i_{min} , i_{mea} , i_{max} は、個々の比例電磁弁4の最小傾転 θ_{min} , 中間傾転 θ_{mea} , 最大傾転 θ_{max} に対応する駆動電流を意味する。すなわち比例電磁弁4に電流 i_{min} , i_{mea} , i_{max} を出力すると、二次圧はそれぞれ P_{min} , P_{mea} , P_{max} となり、実ポンプ傾転はそれぞれ θ_{min} , θ_{mea} , θ_{max} となる。

【0019】

次いで、ステップS11で、駆動電流 i_{min} , i_{mea} , i_{max} から予め定めた駆動電流 i_{Amin} , i_{Amea} , i_{Amax} をそれぞれ減算して電流補正值 Δi_{min} , Δi_{mea} , Δi_{max} を演算し、メモリに記憶する。これにより図10に示すように比例電磁弁4ごとに固有の補正特性 f_1 が求められ、この特性が図5の補正電流演算回路28に設定される。以上により学習制御を終了する。なお、学習制御の終了時に例えば運転席のランプなどを点灯させ、

50

学習制御が終了した旨を作業員に報知するようにしてもよい。学習制御は比例電磁弁4の特性を把握するために行うものであり、通常、工場出荷時に比例電磁弁4を機体に搭載した状態で実行されるが、長期の使用により比例電磁弁4の特性が変化するというおそれがあるときは、学習制御を定期的に行ってもよい。

【0020】

(2) 通常制御

学習制御が終了し、モードスイッチ8により通常モードが選択されると図5の通常制御を開始する。まず、圧力センサ9で検出したポジコン圧 P_n が目標ポンプ傾転演算回路21に取り込まれる。目標ポンプ傾転演算回路21は、予め設定された図示のようなポンプ傾転の基準特性に基づきポジコン圧 P_n に対応した目標ポンプ傾転 θ_0 を演算する。目標ポンプ傾転 θ_0 は目標指令圧演算回路22に取り込まれ、目標指令圧演算回路22は、予め設定された図示のような指令圧の基準特性に基づき目標ポンプ傾転 θ_0 に対応した目標指令圧 P_0 を演算する。

10

【0021】

制御回路23は、この目標指令圧 P_0 をフィードバック制御して指令圧 P_x を出力する。すなわち減算回路24は、目標指令圧 P_0 から圧力センサ5で検出した二次圧 P_a を減算し、圧力偏差 $\Delta P (= P_0 - P_a)$ を演算する。なお、比例電磁弁4のディザ振動の影響を低減するために、圧力センサ5の検出値は、ローパスフィルタにかけて振動成分を除去した後、減算回路24に出力する。ゲイン回路25は、この偏差 ΔP にフィードバックゲイン K を乗じ、偏差 ΔPK を演算する。加算回路26は、目標指令圧 P_0 に偏差 ΔPK を加算し、指令圧 P_x を出力する。これにより圧力センサ5で検出した二次圧 P_a が目標指令圧 P_0 と等しくなるように制御回路23から指令圧 P_x が出力される。

20

【0022】

指令圧 P_x は、基準演算回路27と補正電流演算回路28にそれぞれ取り込まれる。基準演算回路27には予め図示のような比例電磁弁4の指令圧 P_x と駆動電流 I_0 との関係（設計値）が記憶されており、基準演算回路27は、この駆動電流の基準特性 f_0 に基づき指令圧 P_x に対応した目標駆動電流 I_0 を演算する。補正回路28には、予め学習モードにおいて定めた指令圧 P_x と補正電流 ΔI_0 との関係（図10の特性 f_1 ）が記憶されており、補正電流回路28は、この駆動電流の補正特性に基づき指令圧 P_x に対応した補正電流 ΔI_0 を演算する。加算回路29は、目標駆動電流 I_0 と補正電流 ΔI_0 を加算して補正後の目標駆動電流 I を演算し、比例電磁弁4に出力する。以上の通常制御の処理は作業時に繰り返し行われる。

30

【0023】

本実施の形態に係る動作をまとめると次のようになる。まず、学習モードにおいて比例電磁弁4固有の補正特性 f_1 を求める。すなわちモードスイッチ8が学習モードに切り換わった状態で、コントローラ10が所定の駆動電流 i_{11} , i_{12} , i_{13} を出力した場合の二次圧 P_{11} , P_{12} , P_{13} を検出し、二次圧 P_a と電流 i との関係（図9）を求め、この関係から基準制御圧 P_{min} , P_{mea} , P_{max} に対応した駆動電流 i_{min} , i_{mea} , i_{max} を演算する（ステップS10）。そして、この駆動電流 i_{min} , i_{mea} , i_{max} から基準の駆動電流 i_{Amin} , i_{Amea} , i_{Amax} をそれぞれ減算し、電流補正值 Δi_{min} , Δi_{mea} , Δi_{max} をメモリに記憶する（ステップS11）。

40

【0024】

次に、モードスイッチ8が通常制御に切り換わった状態で、コントローラ10は圧力センサ5で検出された二次圧 P_a が操作レバー12の操作量に応じた目標指令圧 P_0 と等しくなるように比例電磁弁4に目標駆動電流 I を出力する。この場合、圧力センサ5で検出した二次圧 P_a が目標指令圧 P_0 と等しくなるようにフィードバック制御により指令圧 P_x を出力するとともに、この指令圧 P_x に対応した目標駆動電流 I_0 を、学習モードによって定めた補正電流 ΔI_0 の特性 f_1 により補正し、補正後の目標駆動電流 $I (= I_0 + \Delta I_0)$ を比例電磁弁4に出力する。これにより比例電磁弁4から目標指令圧 P_0 が出力され、個々の比例電磁弁4の特性のばらつきに拘わらず、実ポンプ傾転 θ を操作レバー1

50

2の操作量に応じた目標ポンプ傾転 θ_0 に精度良く制御することができる。その結果、油圧作業機械の微操作性や操作フィーリングを向上することができ、作業効率を向上することができる。

【0025】

この場合のポンプ傾転の動的特性の一例を図11に示す。図11では、時点 t_1 で操作レバー12を操作したときの目標ポンプ傾転 θ_0 （指令値）の変化を点線で、実ポンプ傾転 θ の変化を実線で示す。図中、特性 g_1 は、本実施の形態に係る傾転制御装置により得られた特性である。本実施の形態では、比例電磁弁4のばらつきを考慮して補正特性 f_1 を設定し、この補正特性 f_1 に基づき比例電磁弁4を制御するとともに、フィードバック制御により比例電磁弁4を制御するので、特性 g_1 に示すように実ポンプ傾転 θ が目標ポンプ傾転 θ_0 に追従して応答性よく変化する。 10

【0026】

これに対し、特性 g_3 は、フィードバック制御を行わず比例電磁弁4の補正特性のみに基づいて傾転制御を行った場合の特性である。補正特性に基づき比例電磁弁4を制御するだけでは、比例電磁弁4の動的特性を考慮していないため、特性 g_3 に示すように実ポンプ傾転 θ の応答性は悪い。一方、特性 g_2 は、比例電磁弁4の補正特性を設定せずにフィードバック制御のみによって傾転制御を行った場合の特性である。比例電磁弁4をフィードバック制御するだけでは、基準特性（図3の A_0 ）からのずれが小さいものは実ポンプ傾転 θ が応答性よく変化するのに対し、ずれが大きいものは応答性が悪く、特性 g_2 に示すように比例電磁弁4毎の特性のばらつきが大きい。 20

【0027】

本実施の形態に係る傾転制御装置によれば以下のような作用効果を奏する。

（1）学習制御において、圧力センサ5の検出値 P_a を用いてポンプ傾転制御用の補正特性 f_1 を求め、通常制御において、圧力センサ5の検出値 P_a を用いてフィードバック制御により駆動電流 I を補正するとともに、補正特性 f_1 に基づき駆動電流 I を補正するようにした。これにより傾転角センサを用いることなく傾転制御を行うので、傾転制御装置を安価に構成することができる。また、圧力センサ5は傾転角センサに比べて温度特性がよいので、高温条件下で作業した場合であってもポンプ傾転を精度良く補正することができる。

（2）指令圧 P_x をフィードバック制御により出力して駆動電流 I を補正するので、操作レバー12の操作により目標ポンプ傾転 θ_0 が変化した場合に、実ポンプ傾転 θ を応答性よく目標ポンプ傾転 θ_0 に制御できる。 30

（3）予め定めた比例電磁弁4の固有の補正特性 f_1 に基づき傾転制御するので、個々の製品間の動的特性のばらつきが少なく、均一の動作特性が得られる。

（4）補正特性 f_1 を求めるために基準制御圧を3点（ P_{min} , P_{mea} , P_{max} ）設定するので、補正特性 f_1 が比例電磁弁4の特性に良好に対応し、駆動電流 I を精度良く補正することができる。

（5）圧力センサ5の検出値をローパスフィルタにかけて振動成分を除去するので、比例電磁弁4のディザ振動の影響を低減することができ、ポンプ傾転 θ を精度良く制御することができる。 40

【0028】

なお、上記実施の形態では、油圧ポンプ1の傾転を制御する傾転制御装置について説明したが、傾転を変更可能な他の油圧機器（例えば油圧モータ）においても同様に適用可能である。比例電磁弁4からの二次圧 P_a によりポンプ傾転を制御するようにしたが、傾転制御圧力を発生する他の傾転変更手段を用いてもよい。上記実施の形態では比例電磁弁固有の制御特性（補正特性 f_1 ）を求めるための基準値を3点設定したが、1点または2点だけ設定しても、あるいは4点以上設定してもよく、補正特性は図10に示したものに限らない。

【0029】

基準となるポンプ傾転 θ_{min} , θ_{mea} , θ_{max} に対応する基準制御信号 i_{Amin} , i_{Amea} 50

、 i_{Amax} および基準制御圧 P_{min} 、 P_{mea} 、 P_{max} を予めメモリに記憶したが、基準制御信号、基準制御圧の設定はこれに限らない。例えば任意のポンプ傾転を基準となるポンプ傾転として手動入力すると、コントローラ10が基準特性 F_0 に基づいてこのポンプ傾転に対応する電流（設計値）および圧力（設計値）を演算し、これを基準制御信号および基準制御圧としてもよい。所定の制御信号 i_{11} 、 i_{12} 、 i_{13} を出力したときの実測圧力 P_{11} 、 P_{12} 、 P_{13} に基づき比例電磁弁4の固有の制御特性 f_0 、 f_1 を設定するのであれば、設定手段としてのコントローラ10の構成も上述したものに限らない。

【0030】

操作レバー12の操作によりポジコン圧 P_n を発生させて指令値としての目標ポンプ傾転 θ_0 を入力するようにしたが、他の入力手段を用いてもよい。圧力センサ5により目標制御圧力 P_0 に対応した制御圧力 P_a を検出したが、他の圧力検出手段を用いてもよい。目標指令圧演算回路22で目標ポンプ傾転 θ_0 に対応した指令圧 P_0 を演算したが、圧力演算手段の構成はこれに限らない。

【0031】

上記実施の形態では、フィードバック制御により目標ポンプ傾転 θ_0 に対応した指令圧 P_x を出力した後、この指令圧 P_x に対応した駆動電流 I を予め定めた補正特性 f_1 により補正するようにした。すなわちフィードバック制御による補正後に補正特性 f_1 に基づき駆動電流 I を補正するようにしたが、駆動電流 I を補正特性 f_1 に基づき補正するとともに、圧力偏差 ΔP を減少するようにフィードバック制御により駆動電流 I を補正するのであれば、補正手段としてのコントローラ10における処理は上述したものに限らない。例えば、補正特性 f_1 に基づく補正を行った後、フィードバック制御により補正するようにしてもよい。また、目標駆動電流 I_0 と補正電流 ΔI_0 を別々に演算するのではなく、基準特性 f_0 と補正特性 f_1 を1つにまとめた特性により目標駆動電流 I を演算し、傾転制御するようにしてもよい。

【0032】

すなわち、本発明の特徴、機能を実現できる限り、本発明は実施の形態の傾転制御装置に限定されない。なお、以上の説明はあくまで一例であり、発明を解釈する際、上記実施形態の記載事項と特許請求の範囲の記載事項の対応関係になんら限定も拘束もされない。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の実施の形態に係る傾転制御装置の構成を示す図。

【図2】本発明が適用される油圧シヨベルの側面図。

【図3】図1の比例電磁弁の特性図。

【図4】比例電磁弁の指令圧力とポンプ傾転の関係を示す図。

【図5】図1のコントローラ内での処理（通常制御）の一例を示すブロック図。

【図6】図1のコントローラ内での処理（学習制御）の一例を示すフローチャート。

【図7】図1のコントローラ内での処理（サンプリング処理）の一例を示すフローチャート。

【図8】目標ポンプ傾転と電流の基準特性を示す図。

【図9】学習制御により得られた比例電磁弁の二次圧と駆動電流の関係を示す図。

【図10】学習制御により得られた比例電磁弁の補正特性を示す図。

【図11】本実施の形態に係る傾転制御装置により得られた動作特性の一例を示す図。

【符号の説明】

【0034】

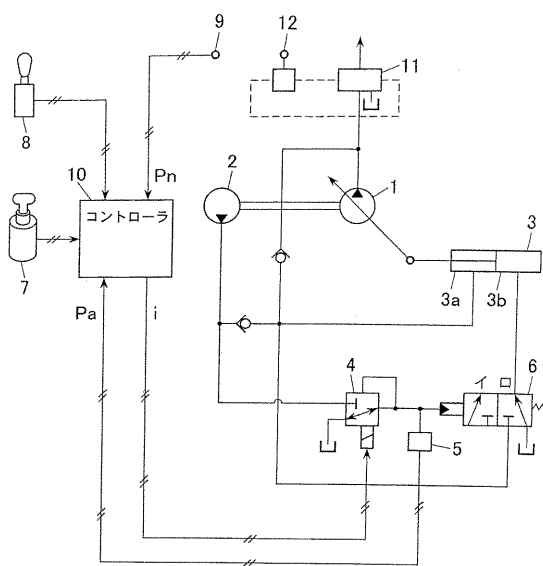
- 4 比例電磁弁
- 5 圧力センサ
- 10 コントローラ
- 12 操作レバー
- 22 目標指令圧演算回路
- 23 制御回路

2 7 基準演算回路

2 8 補正電流演算回路

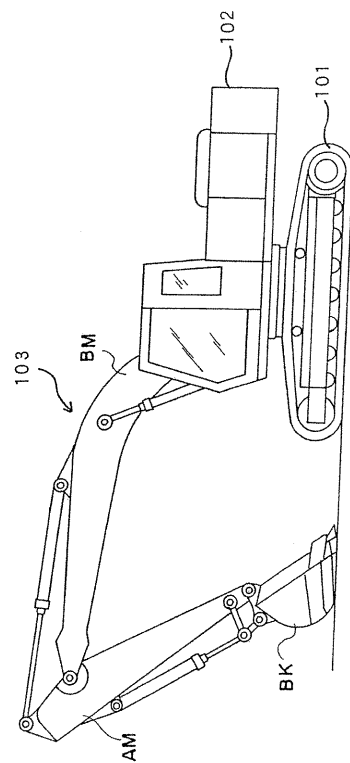
【図 1】

【図1】



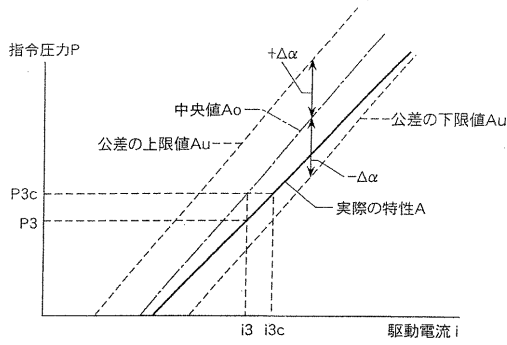
【図 2】

【図2】



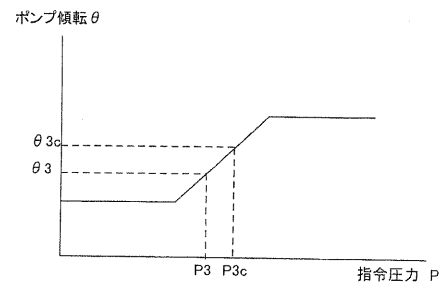
【図 3】

【図3】

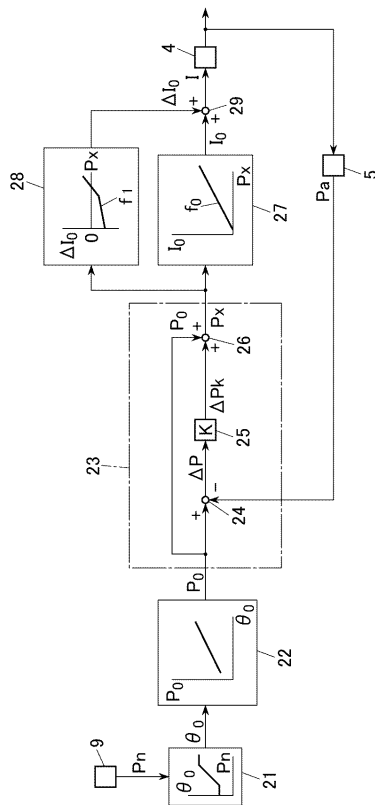


【図 4】

【図4】

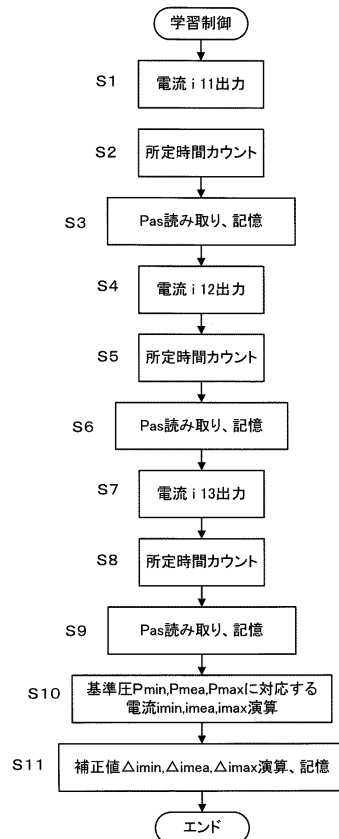


【図 5】



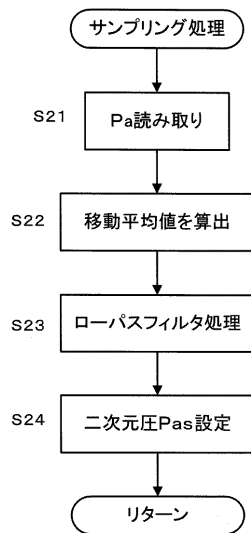
【図 6】

【図6】



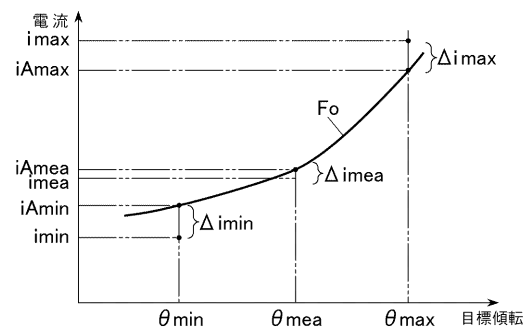
【図 7】

【図7】



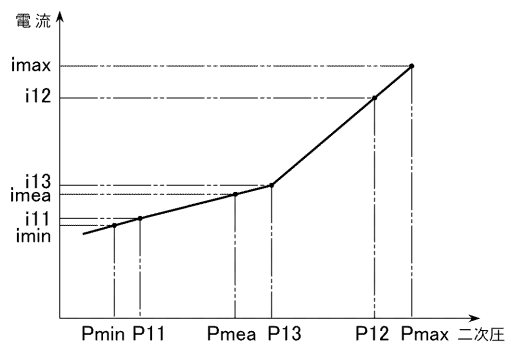
【図 8】

【図 8】



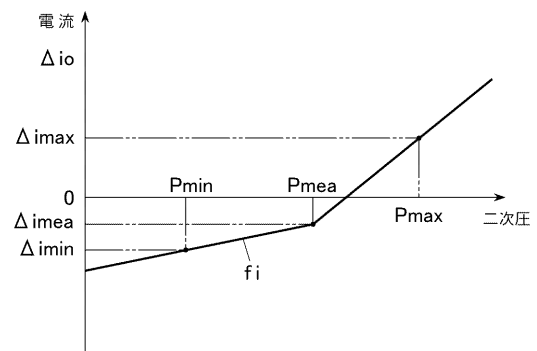
【図 9】

【図 9】



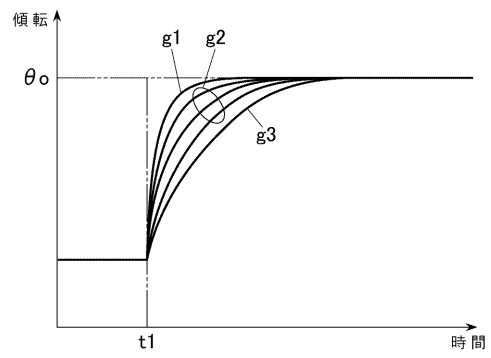
【図 10】

【図10】



【図 1 1】

【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 柿澤 健二

茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場内

Fターム(参考) 2D003 AA01 AB05 BA02 BA08 BB01 BB02 CA03 DA04 DB02 DB04

DC02 FA02

3H045 AA04 AA10 AA33 BA12 BA19 BA28 CA01 DA46 EA13

3H089 AA20 AA60 BB27 DA03 EE17 EE22 EE36 FF09 GG02 JJ02