

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4841671号
(P4841671)

(45) 発行日 平成23年12月21日(2011.12.21)

(24) 登録日 平成23年10月14日(2011.10.14)

(51) Int.Cl. F I
E O 4 G 23/08 (2006.01) E O 4 G 23/08 A

請求項の数 8 (全 28 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-527376 (P2009-527376) (86) (22) 出願日 平成20年9月19日(2008.9.19) (86) 国際出願番号 PCT/JP2008/066998 (87) 国際公開番号 W02009/087795 (87) 国際公開日 平成21年7月16日(2009.7.16) 審査請求日 平成22年9月14日(2010.9.14) (31) 優先権主張番号 特願2008-717 (P2008-717) (32) 優先日 平成20年1月7日(2008.1.7) (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 000005522 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 100077816 弁理士 春日 譲 (72) 発明者 石井 啓範 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機 株式会社土浦工場 知的財産部内 審査官 新井 夕起子 (56) 参考文献 特開2007-319962 (JP, A)</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 双腕作業機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

走行装置(1)を備えた下部走行体(2)と、この下部走行体の上部に設けられ運転室(4)を備えた上部旋回体(3)と、この上部旋回体の前部の左右両側に上下揺動自在に設けられ、アーム(12a,12b)、ブーム(10a,10b)及び作業具(20a,20b)をそれぞれ備えた2つの作業フロント(A,B)と、前記運転室内に設けられ、前記2つの作業フロントの動作を指示する操作装置(50a,50b)とを備えた双腕作業機械(200)において、

前記2つの作業フロントの前記ブームに対する前記アームの角度(a, b)をそれぞれ検出するアーム角度検出手段(69a,69b)と、

前記操作装置の操作方向及び操作量を検出する操作検出手段(57a,57b,581a,581b,582a,582b,59a,59b,60a,60b)と、

前記操作検出手段と前記アーム角度検出手段からの検出信号に基づき、前記アームへの駆動信号を演算する作業領域演算手段(61F;261F;361F)とを備え、

前記2つの作業フロントの姿勢による機体不安定性の評価値を安定判別値(c;Xc;Tc)と定義し、2つの作業フロントの動作状態によらず機体が不安定になる恐れが無い安定判別値の領域を通常領域(L)、この通常領域の外側に隣接する設定範囲の領域を安定限界領域(M)、この安定限界領域の外側に隣接する設定範囲の領域であって、この安定判別値が予め定めた安定判別基準値(c2;Xc2;Tc2)よりも大きくなる領域を不安定領域(N)と定義した場合、前記作業領域演算手段は、前記2つの作業フロントのアーム角度検出手段でそれぞれ検出した前記アームの角度に基づいて1つの安定判別値を算出し、前記安定判別値

10

20

が前記安定限界領域にあって、少なくとも前記不安定領域側に近付く場合、前記安定判別値が前記通常領域にある場合よりも前記駆動信号を減じて出力し、前記アームの動作速度を制限することを特徴とする双腕作業機械。

【請求項 2】

請求項 1 記載の双腕作業機械(200)において、

前記 2 つの作業フロント(A,B)の前記上部旋回体(3)に対するブーム(10a,10b)の角度をそれぞれ検出するブーム角度検出手段(68a,68b)を更に有し、

前記作業領域演算手段(261F)は、前記操作検出手段(57a,57b,581a,581b,582a,582b,59a,59b,60a,60b)と前記ブーム及びアーム角度検出手段(68a,68b,69a,69b)からの検出信号に基づき、前記ブーム及びアーム(12a,12b)の駆動信号を演算すると共に、前記作業領域演算手段は、前記 2 つの作業フロントのアーム角度検出手段でそれぞれ検出した前記アームの角度及びブーム角度検出手段でそれぞれ検出したブームの角度に基づいて前記安定判別値(X_c)を算出し、前記安定判別値が前記安定限界領域(M)にあって、少なくとも前記不安定領域(N)側に近付く場合、前記安定判別値が前記通常領域(L)にある場合よりも前記駆動信号を減じて出力し、前記アーム及びブームの動作速度を制限することを特徴とする双腕作業機械。

10

【請求項 3】

請求項 1 記載の双腕作業機械(200)において、

前記安定判別値(c)は前記 2 つの作業フロント(A,B)の前記アームの角度(a , b)の平均値から算出することを特徴とする双腕作業機械。

20

【請求項 4】

請求項 2 記載の双腕作業機械(200)において、

前記安定判別値(X_c)は、前記作業フロントの前記ブームの角度及び前記アームの角度から算出した前記 2 つの作業フロント(A,B)それぞれのアーム先端(71a,71b)と上部旋回体(3)の距離(X_a, X_b)の平均値から算出することを特徴とする双腕作業機械。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項記載の双腕作業機械(200)において、

前記作業領域演算手段(61F;261F;361F)は、前記安定判別値($c; X_c; T_c$)が前記安定限界領域(M)にあって前記不安定領域(N)側に近付く場合、前記安定判別値が前記不安定領域に近づくにつれて連続的又は段階的に前記駆動信号の減少の割合を大きくすることを特徴とする双腕作業機械。

30

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項記載の双腕作業機械(200)において、

前記作業領域演算手段(61F;261F;361F)は、前記安定判別値($c; X_c; T_c$)が前記不安定領域(N)にあって、前記安定限界領域(M)から遠ざかる場合、前記駆動信号を停止し前記アーム(12a,12b)の動作を停止させることを特徴とする双腕作業機械。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項記載の双腕作業機械(200)において、

前記 2 つの作業フロント(A,B)の合計出力が、前記双腕作業機械と同等のエンジン出力を有する単腕作業機械の作業フロントの出力よりも大きいことを特徴とする双腕作業機械。

40

【請求項 8】

請求項 2 記載の双腕作業機械(200)において、

前記安定判別基準値(T_c2)は、前記 2 つの作業フロント(A,B)の静的モーメントの(T_a, T_b)合計が、1 つの作業フロントを備えて前記双腕作業機械と同等のエンジン出力を有する単腕作業機械の作業フロントの静的モーメントの最大値と同じになるときの前記安定判別値(T_c)としたことを特徴とする双腕作業機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、構造物解体工事、廃棄物解体工事、道路工事、建設工事、土木工事等に使用される作業機械に係り、特に2台の多関節型の作業フロントを供えた双腕作業機械に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に油圧ショベルなどの作業機械は、上部旋回体にブーム及びアームからなる多関節型の作業フロントを俯仰動可能に連結し、アーム先端にバケットを上下揺動自在に取り付けた構成であるが、バケットに代えてブレイカやクラッシャ、グラップル等を装着することで、構造物解体工事、廃棄物解体工事、土木建設工事等に使用される作業機械を構成する場合がある。この種の作業機械は作業フロントを1台のみ備えているのが一般的だが、近年では、例えば特許文献1に記載されているように、2台の作業フロントを上部旋回体の前方左右にそれぞれ備えた作業機械（双腕作業機械）も登場している。

10

【0003】

【特許文献1】特開平11-181815号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

双腕作業機械では、2台の作業フロントを備えることで、例えば一方の作業フロントで被解体物を解体する際に他方の作業フロントで被解体物を把持する等、作業フロントが1台である単腕型の作業機械単体では難しかった様々な動作が可能になり、作業の安定性や効率の面でメリットがある。

20

【0005】

また、双腕作業機械の2台の作業フロントの合計重量は、この双腕作業機械と同クラスの単腕作業機械（同等のエンジン出力を有する単腕作業機械）の作業フロントの重量と同等となるように構成されており、双腕作業機械は同クラスの単腕作業機械と同等の安定性（静的バランス）を保つことができる。

【0006】

その一方で、作業フロントの出力と強度、及び強度と重量はほぼ比例関係となっているため、双腕作業機械の2台の作業フロントのそれぞれの出力はその重量にほぼ比例し、同クラスの単腕作業機械の作業フロントの出力のほぼ半分となっている。このため、双腕作業機械の2台の作業フロントそれぞれの出力は必ずしも十分とは言えず、各作業フロントの出力向上が望まれている。

30

【0007】

しかしながら、作業フロントの出力を向上するためには重量の増加が避けられないため、安定性を確保したまま出力向上を実現することが困難であった。

【0008】

本発明は上記に鑑みてなされたものであり、2台の作業フロントそれぞれの出力向上に伴う安定性の悪化を抑制することができる双腕作業機械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】

【0009】

(1) 上記目的を達成するために、本発明は、走行装置を備えた下部走行体と、この下部走行体の上部に設けられ運転室を備えた上部旋回体と、この上部旋回体の前部の左右両側に上下揺動自在に設けられ、アーム、ブーム及び作業具をそれぞれ備えた2つの作業フロントと、前記運転室内に設けられ、前記2つの作業フロントの動作を指示する操作装置とを備えた双腕作業機械において、前記2つの作業フロントの前記ブームに対する前記アームの角度をそれぞれ検出するアーム角度検出手段と、前記操作装置の操作方向及び操作量を検出する操作検出手段と、前記操作検出手段と前記アーム角度検出手段からの検出信号に基づき、前記アームへの駆動信号を演算する作業領域演算手段とを備え、前記2つの作業フロントの姿勢による機体不安定性の評価値を安定判別値と定義し、2つの作業フロントの動作状態によらず機体が不安定になる恐れが無い安定判別値の領域を通常領域、こ

40

50

の通常領域の外側に隣接する設定範囲の領域を安定限界領域、この安定限界領域の外側に隣接する設定範囲の領域であって、この安定判別値が予め定めた安定判別基準値よりも大きくなる領域を不安定領域と定義した場合、前記作業領域演算手段は、前記2つの作業フロントのアーム角度検出手段でそれぞれ検出した前記アームの角度に基づいて1つの安定判別値を算出し、前記安定判別値が前記安定限界領域にあって、少なくとも前記不安定領域側に近付く場合、前記安定判別値が前記通常領域にある場合よりも前記駆動信号を減じて出力し、前記アームの動作速度を制限するものとする。

【0010】

双腕作業機械の2つの作業フロントの合計重量を、例えば、この双腕作業機械と同クラスの単腕作業機械（同等のエンジン出力を有する単腕作業機械）の作業フロントの重量と同等となるように構成すると、この双腕作業機械の安定性（静的バランス）は同クラスの単腕作業機械と同等となる。しかし、双腕作業機械の2つの作業フロントの合計出力を向上させると、作業フロントの出力と強度、及び強度と重量はほぼ比例関係となっているため、双腕作業機械の2つの作業フロントの合計重量が増加し、同クラスの単腕作業機械と比較して安定性が悪化する恐れがある。本発明においては、2つの作業フロントの動作状態によらず機体が不安定になる恐れが無い安定判別値の領域を通常領域、この通常領域の外側に隣接する設定範囲の領域を安定限界領域、この安定限界領域の外側に隣接する設定範囲の領域であって、この安定判別値が予め定めた安定判別基準値よりも大きくなる領域を不安定領域と定義し、2つの作業フロントのアーム角度検出手段でそれぞれ検出した前記アームの角度に基づいて前記安定判別値を算出し、前記安定判別値が前記安定限界領域にあるとき、前記駆動信号を減少させて前記アームの動作速度を減少させる。したがって、安定限界領域を双腕作業機械と同クラスの単腕作業機械の安定性を考慮して設定することにより、双腕作業機械と同クラスの単腕作業機械と同等の安定性を確保することができ、2つの作業フロントの出力向上に伴う安定性の悪化を抑制することができる。

【0011】

(2) 上記(1)において、好ましくは、前記2つの作業フロントの前記上部旋回体に対するブームの角度をそれぞれ検出するブーム角度検出手段を更に有し、前記作業領域演算手段は、前記操作検出手段と前記ブーム及びアーム角度検出手段からの検出信号に基づき、前記ブーム及びアームの駆動信号を演算すると共に、前記作業領域演算手段は、前記2つの作業フロントのアーム角度検出手段でそれぞれ検出した前記アームの角度及びブーム角度検出手段でそれぞれ検出したブームの角度に基づいて前記安定判別値を算出し、前記安定判別値が前記安定限界領域にあって、少なくとも前記不安定領域側に近付く場合、前記安定判別値が前記通常領域にある場合よりも前記駆動信号を減じて出力し、前記アーム及びブームの動作速度を制限するものとする。

【0012】

(3) また、上記(1)において、好ましくは、前記安定判別値は前記2つの作業フロントの前記アームの角度の平均値から算出するものとする。

【0013】

これにより、2つの作業フロントの一方の稼働範囲を最小とした場合に、他方の稼働範囲を最大とすることができ、効率良く作業を行うことができる。

【0014】

(4) 上記(2)において、好ましくは、前記安定判別値は、前記作業フロントの前記ブームの角度及び前記アームの角度から算出した前記2つの作業フロントそれぞれのアーム先端と上部旋回体の距離の平均値から算出するものとする。

【0015】

これにより、一方の作業フロントのアーム角度を最小にすると、他方の片方の作業フロントの作業領域を最大限に活用することができる。

【0016】

(5) 上記(1)～(4)の何れか1つにおいて、好ましくは、前記作業領域演算手段は、前記安定判別値が前記安定限界領域にあって前記不安定領域側に近付く場合、前記安

10

20

30

40

50

定判別値が前記不安定領域に近付くにつれて連続的又は段階的に前記駆動信号の減少の割合を大きくするものとする。

【0017】

これにより、スムーズに作業フロントの動作を停止することができる。

【0018】

(6) また、上記(1)～(4)の何れか1つにおいて、好ましくは、前記作業領域演算手段は、前記安定判別値が前記不安定領域にあって、前記安定限界領域から遠ざかる場合、前記駆動信号を停止し前記アームの動作を停止させるものとする。

【0019】

(7) 上記(1)～(6)の何れか1つにおいて、好ましくは、前記2つの作業フロントの合計出力が、前記双腕作業機械と同等のエンジン出力を有する単腕作業機械の作業フロントの出力よりも大きいものとする。

10

【0020】

(8) 上記(2)において、好ましくは、前記安定判別基準値は、前記2つの作業フロントの静的モーメントの合計が、1つの作業フロントを備えて前記双腕作業機械と同等のエンジン出力を有する単腕作業機械の作業フロントの静的モーメントの最大値と同じになるときの前記安定判別値とする。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、2台の作業フロントそれぞれの出力向上に伴う安定性の悪化を抑制することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る双腕作業機械の一例である双腕型油圧ショベルの外観を示す側面図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る双腕作業機械の一例である双腕型油圧ショベルの外観を示す上面図である。

【図3】運転室内に設けられた操作装置を示す斜視図である。

【図4】第1及び第2作業フロントの制御系を示す機能ブロック図である。

【図5】操作装置の操作方向を示す図である。

30

【図6】操作装置の操作方向に対応する第1及び第2作業フロントの動作を示す図である。

【図7】第1及び第2作業フロントにおけるアーム角度のとり方を示す図である。

【図8】アーム平均角度と双腕作業機械の安定/不安定の関係を示した概念図である。

【図9】アーム平均角度と作業領域演算部の出力信号の大きさの関係の一例を示す図である。

【図10】アーム平均角度と作業領域演算部の出力信号の大きさの関係の他の例を示す図である。

【図11】アーム平均角度と作業領域演算部の出力信号の大きさの関係のさらに他の例を示す図である。

40

【図12】アーム平均角度と作業領域演算部の出力信号の大きさの関係の変形例を示す図である。

【図13】アーム平均角度と作業領域演算部の出力信号の大きさの関係の変形例を示す図である。

【図14】アーム平均角度と作業領域演算部の出力信号の大きさの関係の変形例を示す図である。

【図15】本発明の第2の実施の形態における第1及び第2作業フロントの制御系を示す機能ブロック図である。

【図16】第1及び第2作業フロントにおけるアーム水平方向座標のとり方を示す図である。

50

【図17】アーム水平方向座標平均と双腕作業機械の安定／不安定の関係を示した概念図である。

【図18】本発明の第3の実施の形態における第1及び第2作業フロントの制御系を示す機能ブロック図である。

【図19】第1及び第2作業フロントにおけるアーム、ブーム及び作業具の重心座標を示す図である。

【図20】静的モーメント平均値と双腕作業機械の安定／不安定の関係を示した概念図である。

【符号の説明】

【0023】

A	第1作業フロント	
B	第2作業フロント	
200	双腕型油圧ショベル	
1	走行体	
2	下部車体	
3	上部旋回体	
3a	旋回中心線	
4	運転室	
6a	第1ブラケット	
6b	第2部ラケット	20
7a, 7b	スイングポスト	
9a, 9b	スイングポストシリンダ	
10a, 10b	ブーム	
11a, 11b	ブームシリンダ	
12a, 12b	アーム	
13a, 13b	アームシリンダ	
15a, 15b	作業具シリンダ	
20a, 20b	作業具	
49	運転席	
50a, 50b	操作装置	30
51a, 51b	操作アームブラケット	
52a, 52b	操作アーム	
53a, 53b	アームレスト	
54a, 54b	操作レバー	
55a, 55b	作業具回動レバー	
56a, 56b	作業具操作スイッチ	
57a, 57b	操作アーム用変位検出器	
581a, 581b	操作レバー用上下方向変位検出器	
582a, 582b	操作レバー用前後方向変位検出器	
59a, 59b	作業具回動レバー用変位検出器	40
60a, 60b	作業具操作スイッチ用変位検出器	
61, 261, 361	制御装置	
61A~61E	駆動信号生成部	
61F, 261F, 361F	作業領域演算部	
62a, 62b	アームシリンダ駆動系	
63a, 63b	ブームシリンダ駆動系	
64a, 64b	スイングポストシリンダ駆動系	
65a, 65b	作業具シリンダ駆動系	
66a, 66b	作業具駆動系	
69a, 69b	アーム角度検出器	50

7 1 a , 7 1 b	アーム先端	
7 3 a , 7 3 b	揺動中心軸線	
7 4 a , 7 4 b	回動中心軸線	
7 7 a , 7 7 b	肘関節支持部	
7 8 a , 7 8 b	肘関節位置調整装置	
1 1 0	作業領域演算用スイッチ	
1 3 0	基準座標系	
1 3 0 a	基準座標系原点	
L	通常領域	
M	安定限界領域	10
N	不安定領域	
P 1 a , P 1 b	ブーム重心座標	
P 2 a , P 2 b	アーム重心座標	
P 3 a , P 3 b	作業具重心座標	
a , b	アーム角度	
c	アーム平均角度	
c 1 , c 2	閾値	
X a , X b	アーム水平方向座標	
X c	アーム水平方向座標平均値	
X c 1 , X c 2	閾値	20
T a , T b	静的モーメント	
T c	静的モーメント平均値	
T c 1 , T c 2	閾値	
	【発明を実施するための最良の形態】	
	【0024】	
	以下、本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。	
	【0025】	
	本発明の第1の実施の形態を図1～図14を用いて説明する。	
	【0026】	
	図1及び図2は、本発明の第1の実施の形態に係る双腕作業機械の一例である双腕型油圧ショベル200の外観を示す図である。図1は双腕型油圧ショベル200の側面図であり、図2は双腕型油圧ショベル200の上面図である。	30
	【0027】	
	図1及び図2において、双腕型油圧ショベル200は、走行体1を備えた下部車体2と、この下部車体2上に旋回可能に設けられた上部旋回体3と、この上部旋回体3の前部中央付近に設けられた運転室4と、上部旋回体3の前部左右に上下、左右揺動自在に設けられた第1作業フロントA及び第2作業フロントBとを備えている。	
	【0028】	
	第1作業フロントAは、上部旋回体3の前部右側に設けられた第1ブラケット6aと、この第1ブラケット6aに縦軸周りに左右揺動自在に取り付けられたスイングポスト7aと、このスイングポスト7aに上下揺動自在に取り付けられたブーム10aと、このブーム10aに上下揺動自在に取り付けられたアーム12aと、このアーム12aに上下回動自在に取り付けられた作業具20a（図中でばグリップ）と、スイングポスト7aと上部旋回体3とに連結され、スイングポスト7aを縦軸周りに左右方向に揺動させるスイングポストシリンダ9aと、スイングポスト7aとブーム10aに連結され、ブーム10aを上下方向に揺動させるブームシリンダ11aと、ブーム10aとアーム12aとに連結され、アーム12aを上下方向に揺動させるアームシリンダ13aと、アーム12aと作業具20aとに連結され、作業具20aを上下方向に回動させる作業具シリンダ15aとを有している。	40
	【0029】	50

ここで、作業具 20 a は、作業機械の作業内容に応じて、図中で示したグラブの他に、カッタ、ブレーカ、バケット、その他の作業具のいずれか 1 つに任意に交換可能である。

【0030】

第 2 作業フロント B は、上部回転体 3 の前部左側に設けられている。これは、第 1 作業フロント A と同様に構成されており、同じ部材には符号の添字を「a」から「b」に変えて示すことにし、ここでは説明を省略する。

【0031】

油圧シヨベル 200 の運転室 4 内には、第 1 及び第 2 作業フロント A, B をそれぞれ操作するための操作装置 50 a, 50 b (図 3 参照) と、作業領域演算 (後述) の有効 / 無効を切り換える作業領域演算用スイッチ 110 (図 4 参照) が設けられている。

10

【0032】

図 3 は、運転室 4 内に設けられた操作装置 50 a, 50 b を運転席 49 と共に示す斜視図である。

【0033】

運転席 49 の左右両側には第 1 作業フロント A 用の操作装置 50 a 及び第 2 作業フロント B 用の操作装置 50 b が設けられている。

【0034】

操作装置 50 a は、運転席 49 の右側に設けられた操作アームブラケット 51 a と、その操作アームブラケット 51 a に揺動中心軸線 73 a 周りに左右揺動自在に取り付けられ、第 1 作業フロント A の左右の揺動を指示する操作アーム 52 a と、この操作アーム 52 a に一体に揺動するように取り付けられたアームレスト 53 a とを備えている。アームレスト 53 a は、操作者の肘関節が位置する肘関節支持部 77 a を有し、操作アーム 52 a 及びアームレスト 53 a は、アームレスト 53 a の肘関節支持部 77 a が操作アーム 52 a の揺動中心軸線 73 a 上に位置するように操作アームブラケット 51 a に取り付けられている。操作アームブラケット 51 a は、操作者の体型に合わせて肘関節指示部 77 a の位置を調節するための肘関節位置調節装置 78 a を有している。

20

【0035】

また、操作装置 50 a は、操作アーム 52 a の先端部分に上下前後に回動自在に取り付けられ、第 1 作業フロント A のブーム 10 a 及びアーム 12 a の動作を指示する横置き操作レバー 54 a と、この操作レバー 54 a の周囲に、操作レバー 54 a の回転中心軸線 74 a 周りに回動自在に取り付けられ、作業具 20 a の回動を指示する作業具回動レバー 55 a と、操作レバー 54 a の先端部に取り付けられ、作業具 20 a の始動・停止を指示する作業具操作スイッチ 56 a とを備えている。

30

【0036】

また、操作装置 50 a は、操作アームブラケット 51 a に設けられ、操作アーム 52 a の揺動変位量を検出して信号 (操作信号) を発信する操作アーム用変位検出器 57 a と、操作アーム 52 a に設けられ、操作レバー 54 a の上下方向の変位量を検出して操作信号を発信する操作レバー用上下方向変位検出器 581 a と、これと同様に前後方向の変位量を検出して操作信号を発信する操作レバー用前後方向変位検出器 582 a と、操作レバー 54 a に設けられ、作業具回動レバー 55 a の回転変位量を検出して操作信号を発信する作業具回動レバー用変位検出器 59 a と、作業具回動レバー 55 a に設けられ、作業具操作スイッチ 56 a の変位量を検出して操作信号を発信する作業具操作スイッチ用変位検出器 60 a とを有している。

40

【0037】

操作装置 50 b は、運転席 49 の左側に設けられている。これは、操作装置 50 a と同様に構成されており、同じ部材には符号の添字を「a」から「b」に変えて示すことにし、ここでは説明を省略する。

【0038】

図 4 は、第 1 及び第 2 作業フロント A, B の制御系を示す機能ブロック図である。なお

50

、図4における括弧内の符号は第2作業フロントBに対応する各変位検出器、各角度検出器及び駆動系を示している。

【0039】

図4の制御系は、大きく分類して、運転室4内の操作装置50a, 50bに設けられた前出の各変位検出器、作業領域演算用スイッチ110、第1及び第2作業フロントA, Bに設けられた各角度検出器(後述)からなる入力系と、これら入力系からの入力信号(操作信号、指示信号、検出信号)を基に所定の演算をして駆動信号を生成し出力する制御装置61と、制御装置61からの駆動信号を受け、第1及び第2作業フロントA, Bの各部を動作させる各駆動系(後述)からなる出力系とから構成されている。

【0040】

制御装置61の入力系としては、操作アーム52a, 52bの揺動変位量をそれぞれ検出して信号(操作信号)を発信する操作アーム用変位検出器57a, 57bと、操作レバー54a, 54bの上下方向の変位量をそれぞれ検出して操作信号を発信する操作レバー用上下方向変位検出器581a, 581bと、操作レバー54a, 54bの前後方向の変位量をそれぞれ検出して操作信号を発信する操作レバー用前後方向変位検出器582a, 582bと、作業具回動レバー55a, 55bの回転変位量をそれぞれ検出して操作信号を発信する作業具回動レバー用変位検出器59a, 59bと、作業具操作スイッチ56a, 56bの変位量をそれぞれ検出して操作信号を発信する作業具操作スイッチ用変位検出器60a, 60bと、作業領域演算(後述)の有効/無効を指示する信号(指示信号)を発信する作業領域演算用スイッチ110と、第1及び第2作業フロントA, Bのそれぞれのアーム12a, 12bの角度を検出して信号(検出信号)を発信するアーム角度検出器69a, 69bとが設けられている。

【0041】

また、制御装置61の出力系としては、上記スイングポストシリンダ9a, 9bを駆動するスイングポストシリンダ駆動系64a, 64bと、上記ブームシリンダ11a, 11bを駆動するブームシリンダ駆動系63a, 63bと、上記アームシリンダ13a, 13bを駆動するアームシリンダ駆動系62a, 62bと、上記作業具シリンダ15a, 15bを駆動する作業具シリンダ駆動系65a, 65bと、上記作業具20a, 20bを駆動する作業具駆動系66a, 66bとが設けられている。

【0042】

制御装置61は、作業領域演算用スイッチ110、アーム角度検出器69a, 69b、及び操作レバー用前後方向変位検出器582a, 582bからの入力信号(操作信号)を基に作業領域演算を行う作業領域演算部61Fと、作業領域演算部61Fからの入力信号(演算結果)を基にアームシリンダ駆動系64a, 64bへの駆動信号を生成する駆動信号生成部61Cと、操作アーム用変位検出器57a, 57bからの入力信号を基にスイングポストシリンダ駆動系62a, 62bへの駆動信号を生成する駆動信号生成部61Aと、操作レバー用上下方向変位検出器581a, 581bからの入力信号を基にブームシリンダ駆動系63a, 63bへの駆動信号を生成する駆動信号生成部161Bと、作業具回動レバー用変位検出器59a, 59bからの入力信号を基に作業具シリンダ駆動系65a, 65bへの駆動信号を生成する駆動信号生成部61Dと、作業具操作スイッチ用変位検出器60a, 60bからの入力信号に基づいて作業具駆動系66a, 66bへの駆動信号を生成する駆動信号生成部61Eとを有している。

【0043】

次に、図5及び図6を用いて、操作装置50a, 50bの操作と第1及び第2作業フロントA, Bの動作の関係を説明する。図5は操作装置50a, 50bの操作方向を示す図であり、図6は操作装置50a, 50bの操作方向に対応する第1及び第2作業フロントA, Bの動作を示す図である。なお、第2作業フロントBについては図中に括弧書きの符号で示している。

【0044】

操作装置50a, 50bを操作して第1作業フロントA及び第2作業フロントBを動か

10

20

30

40

50

すには、操作者は運転席 4 9 に着座し、右腕の肘関節を操作アーム 5 2 a 上のアームレスト 5 3 a の肘関節支持部 7 7 a に載せ、掌部で作業具回転レバー 5 5 a を把持し、親指を作業具操作スイッチ 5 6 a に掛ける。同様に、左腕の肘関節を操作アーム 5 2 b 上のアームレスト 5 3 b の肘関節支持部 7 7 b に載せ、掌部で作業具回転レバー 5 5 b を把持し、親指を作業具操作スイッチ 5 6 b に掛ける。

【 0 0 4 5 】

この状態で、操作者が操作装置 5 0 a , 5 0 b の操作アーム 5 2 a , 5 2 b を例えば前腕部で左右揺動させる（図 5 の w 参照）と、操作アーム用変位検出器 5 7 a , 5 7 b は、制御装置 6 1 のスイングポストシリンダ駆動系 6 2 a , 6 2 b 用の駆動信号生成部 6 1 A に操作信号を発信する。この操作信号を受けた駆動信号生成部 6 1 A は、スイングポストシリンダ駆動系 6 2 a , 6 2 b に駆動信号を発信する。この駆動信号を受けたスイングポストシリンダ駆動系 6 2 a , 6 2 b は、スイングポストシリンダ 9 a , 9 b を伸縮させる。これにより、スイングポスト 7 a , 7 b は操作アーム 5 2 a , 5 2 b の変位方向と一致する方向に揺動される（図 6 の W 参照）。

10

【 0 0 4 6 】

このとき、スイングポスト 7 a , 7 b の揺動速度は、操作アーム 5 2 a , 5 2 b の変位量と単純増加の関係、例えば比例関係にあり、操作アーム 5 2 a , 5 2 b の変位は、スイングポスト 7 a , 7 b の揺動を速度制御する。

【 0 0 4 7 】

また、掌部で操作レバー 5 4 a , 5 4 b を上下方向に変位させる（図 5 の y 参照）と、操作レバー用上下方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 1 b は、制御装置 6 1 のブームシリンダ駆動系 6 3 a , 6 3 b 用の駆動信号生成部 6 1 B に操作信号を発信する。この操作信号を受信した駆動信号生成部 6 1 B は、ブームシリンダ駆動系 6 3 a , 6 3 b に駆動信号を発信する。この駆動信号を受けたブームシリンダ駆動系 6 3 a , 6 3 b は、ブームシリンダ 1 1 a , 1 1 b を伸縮させる。これにより、ブーム 1 0 a , 1 0 b が揺動される（図 6 の Y 参照）。

20

【 0 0 4 8 】

このとき、ブーム 1 0 a , 1 0 b の揺動速度は、操作レバー 5 4 a , 5 4 b の上下方向（y 方向）の変位量と単純増加の関係、例えば比例関係にあり、操作レバー 5 4 a , 5 4 b の上下方向の変位は、ブーム 1 0 a , 1 0 b の揺動を速度制御する。

30

【 0 0 4 9 】

同様に、掌部で操作レバー 5 4 a , 5 4 b を前後方向に変位させる（図 5 の x 参照）と、操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b 、及びアーム角度検出器 6 9 a , 6 9 b は、制御装置 6 1 の作業領域演算部 6 1 F に信号を発信する。これらの信号を受信した作業領域演算部 6 1 F は、作業領域演算用スイッチ 1 1 0 からの指示信号により作業領域演算を有効に切り換えた場合、操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b 、及びアーム角度検出器 6 9 a , 6 9 b からの入力信号を基に作業領域演算を行い、アームシリンダ駆動系 6 4 a , 6 4 b 用の駆動信号生成部 6 1 C に信号（演算結果）を発信する。この信号を受信した駆動信号生成部 6 1 C は、アームシリンダ駆動系 6 4 a , 6 4 b に駆動信号を発信する。この駆動信号を受けたアームシリンダ駆動系 6 4 a , 6 4 b は、アームシリンダ 1 3 a , 1 3 b を伸縮させる。これにより、アーム 1 2 a , 1 2 b が揺動される（図 6 の X 参照）。

40

【 0 0 5 0 】

また、作業領域演算部 6 1 F は、作業領域演算用スイッチ 1 1 0 からの指示信号により作業領域演算を無効に切り換えた場合、作業領域演算を行わず、操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b からの操作信号をそのまま駆動信号生成部 6 1 C に発信する。この操作信号を受信した駆動信号生成部 6 1 C は、アームシリンダ駆動系 6 4 a , 6 4 b に駆動信号を発信し、アームシリンダ駆動系 6 4 a , 6 4 b は、アームシリンダ 1 3 a , 1 3 b を伸縮させる。これにより、アーム 1 2 a , 1 2 b が揺動される（図 6 の X 参照）。このとき、アーム 1 2 a , 1 2 b の揺動速度は、操作レバー 5 4 a , 5 4 b の前後方

50

向（x方向）の変位量と単純増加の関係、例えば比例関係にあり、操作レバー54a, 54bの前後方向の変位は、アーム12a, 12bの揺動を速度制御する。

【0051】

また、掌で作業員回動レバー55a, 55bを回動中心軸線74a, 74b回りに回動させる（図5のz参照）と、作業員回動レバー用変位検出器59a, 59bは、制御装置61の作業員シリンダ駆動系65a, 65b用の駆動信号生成部61Dに操作信号を発信する。この操作信号を受信した駆動信号生成部61Dは、作業員シリンダ駆動系65a, 65bに駆動信号を発信する。この駆動信号を受けた作業員シリンダ駆動系65a, 65bは、作業員シリンダ15a, 15bを伸縮させる。これにより、作業員20a, 20bが揺動される（図6のZ参照）。

10

【0052】

このとき、作業員20a, 20bの揺動速度は、作業員回動レバー55a, 55bの変位量と単純増加の関係、例えば比例関係にあり、作業員回動レバー55a, 55bの変位は、作業員20a, 20bの揺動を速度制御する。

【0053】

また、指部で作業員操作スイッチ56a, 56bを変位させると、作業員操作スイッチ用変位検出器60a, 60bは、制御装置61の作業員駆動系66a, 66b用の駆動信号生成部61Eに操作信号を発信する。この操作信号を受信した駆動信号生成部61Eは、作業員駆動系66a, 66bに駆動信号を発信する。この駆動信号を受けた作業員駆動系66a, 66bは、作業員20a, 20bを駆動させる。例えば作業員20a, 20bとして図1に示したグラップルを扱う場合には、作業員操作スイッチ56a, 56bの操作に応じてグラップルが開閉される。

20

【0054】

このとき、グラップル（作業員20a, 20b）の開閉速度は作業員操作スイッチ56a, 56bの変位量と単純増加の関係、例えば比例関係にあり、作業員操作スイッチ56a, 56bの変位は作業員20a, 20bの駆動を速度制御する。

【0055】

続いて、図7～図14を用いて、制御装置61の作業領域演算部61Fの作業領域演算の処理内容を説明する。

【0056】

図7は、第1及び第2作業フロントA, Bにおけるアーム角度のとり方を示す図である。

30

【0057】

図7に示すように、第1作業フロントAのブーム10aとアーム12aの角度（アーム角度）を a 、第2作業フロントBのブーム10bとアーム12bの角度（アーム角度）を b と設定し、それらの角度の平均をアーム平均角度 $c (= (a + b) / 2)$ と設定する。このとき、アーム角度 a , b の設定の仕方は、第1作業フロントAと第2作業フロントBで同様に設定すれば足りる。本実施の形態においては、第1作業フロントAのブーム10aの両端（スイングポスト7a、アーム12aとの連結支点）を通る線をブーム基準線101a、アーム12aの両端（ブーム10a、作業員20aとの連結支点）を通る線をアーム基準線121aと設定し、ブーム基準線101aに対してアーム基準線121aがなす角度をアーム角度 a と設定する。アーム角度 a はアーム12aが内側から外側に向かう方向を正方向とする。つまり、アーム12aがダンプ方向に駆動されるとアーム角度 a は増加する。第2作業フロントBについても同様にアーム角度 b を設定する。すなわち、第2作業フロントBのブーム10bの両端を通る線をブーム基準線101b、アーム12bの両端を通る線をアーム基準線121bと設定し、ブーム基準線101bに対してアーム基準線121bがなす角度をアーム角度 b と設定する。アーム角度 b もアーム12bが内側から外側に向かう方向を正方向とする。

40

【0058】

図8は、アーム平均角度 c と双腕作業機械の安定/不安定の関係を示した概念図であ

50

る。

【0059】

図8において、横軸はアーム平均角度 θ を表している。アーム平均角度 θ が閾値 θ_2 よりも小さい場合を双腕型油圧ショベル200が安定な状態（双腕作業機械安定）、アーム平均角度 θ が閾値 θ_2 よりも大きい場合を双腕型油圧ショベル200が不安定な状態（双腕作業機械不安定）と定義する。この閾値 θ_2 の決め方は限定されないが、例えば、本実施の形態の双腕作業機械（双腕型油圧ショベル200）の安定性（静的バランス）が、この双腕作業機械と同クラスの単腕作業機械（同等のエンジン出力を有する単腕作業機械）において作業フロントを最大限に前方に伸ばした場合と同等の安定性となる時のアーム平均角度（或いはそれよりも小さなアーム平均角度）を閾値 θ_2 とする。作業領域演算部61Fには、この閾値 θ_2 が予め格納されており、双腕型油圧ショベル200が不安定となるアーム平均角度の範囲である $\theta_2 < \theta < \theta_1$ の領域を不安定領域Nと定義する。

10

【0060】

一方、 $\theta < \theta_2$ の領域においては、2台の作業フロントA、Bが停止した状態では双腕作業機が不安定な状態にはならない。しかし、この領域で2台の作業フロントA、Bを動作させる場合においても急停止させることが難しいこともある。このため、2台の作業フロントA、Bが作業機械安定の領域で操作されていても、不安定領域Nの近くで作業フロントA、Bが動作しアーム平均角度 θ が増加する場合、その動作速度によっては2台の作業フロントA、Bのアーム平均角度 θ が不安定領域Nに侵入し双腕作業機不安定となる恐れがある。そこで、不安定領域Nの内側に隣接する領域に、2台の作業フロントA、Bの動作速度を減速させ、双腕作業機不安定となる前に停止させるための余裕を考慮して閾値 θ_1 ($\theta_1 < \theta_2$) を設定する。作業領域演算部61Fには、この閾値 θ_1 も予め格納されており、双腕型油圧ショベル200が上記不安定領域Nに隣接する設定のアーム平均角度の範囲である $\theta_1 < \theta < \theta_2$ の領域を安定限界領域Mと定義する。

20

【0061】

$\theta < \theta_1$ の領域は、安定限界領域Mの内側に隣接する領域であり、2台の作業フロントA、Bの動作状態によらず双腕作業機が不安定になる恐れが無い通常領域Lと定義する。

【0062】

ここで、アーム平均角度 θ は2台の作業フロントA、Bの姿勢による機体不安定性の評価値である安定判別値であり、閾値 θ_2 は安定判別基準値である。

30

【0063】

図9は、作業領域演算部61Fの作業領域演算が有効であり、かつ第1及び第2作業フロントA、Bのアーム平均角度 θ が増加する場合におけるアーム平均角度 θ と作業領域演算部61Fの出力信号（演算結果）の大きさの関係の一例を表す図である。

【0064】

図9において、横軸はアーム平均角度 θ 、縦軸は入力信号に対する出力信号を比の形で表している。すなわち、出力信号は入力信号で除することにより無次元化してある。図9の例では、アーム平均角度 θ が通常領域Lにある場合は出力信号は1であり、入力信号がそのまま出力信号（演算結果）として出力される。アーム平均角度 θ が安定限界領域Mにある場合は出力信号は $(0 < \theta < 1)$ であり、入力信号に一定の値 θ を乗じることにより減じられた信号（演算結果）が出力される。アーム平均角度 θ が不安定領域Nにある場合は出力信号は0であり、入力信号に0（ゼロ）を乗じることにより得られた信号が演算結果となり、したがって、信号は出力されない。

40

【0065】

次に、このような作業領域演算を行う作業領域演算部61Fの出力信号の演算手順を各領域毎に説明する。

【0066】

(1) 通常領域L

50

第1及び第2作業フロントA, Bのアーム平均角度 c が通常領域L、つまり安定限界領域Mの外側にある場合、作業領域演算部61Fは、操作レバー用前後方向変位検出器582a, 582bからの入力信号をそのまま出力信号として駆動信号生成部61Cに出力する。このときの出力信号(演算結果)は2つの作業フロントA, Bのアーム平均角度 c が増加である場合と減少である場合と同じである。

【0067】

(2) 安定限界領域M

第1及び第2作業フロントA, Bのアーム平均角度 c が安定限界領域Mにあり、かつ操作レバー用前後方向変位検出器582a, 582bからの入力信号が、アーム平均角度 c が増加する信号の場合、作業領域演算部61Fは、操作レバー用前後方向変位検出器582a, 582bからの入力信号に $(0 < \quad < 1)$ を乗じた信号(減じた信号)を出力信号(演算結果)として駆動信号生成部61Cに出力する。

10

【0068】

一方、第1及び第2作業フロントA, Bのアーム平均角度 c が安定限界領域Mにあり、かつ操作レバー用前後方向変位検出器582a, 582bからの入力信号が、アーム平均角度 c が減少する信号の場合、作業領域演算部61Fは、操作レバー用前後方向変位検出器582a, 582bからの入力信号をそのまま出力信号(演算結果)として駆動信号生成部61Cに出力する。

【0069】

(3) 不安定領域N

第1及び第2作業フロントA, Bのアーム平均角度 c が不安定領域Nにあり、かつ操作レバー用前後方向変位検出器582a, 582bからの入力信号が、アーム平均角度 c が増加する信号の場合、作業領域演算部61Fは、操作レバー用前後方向変位検出器581a, 582bからの入力信号に0(ゼロ)を乗じた信号(減じた信号)を出力信号(演算結果)とする。したがって、駆動信号生成部61Cに信号は出力されない。

20

【0070】

一方、第1及び第2作業フロントA, Bのアーム平均角度 c が安定限界領域Mにあり、かつ操作レバー用前後方向変位検出器582a, 582bからの入力信号が、アーム平均角度 c が減少する信号の場合、作業領域演算部61Fは、操作レバー用前後方向変位検出器582a, 582bからの入力信号をそのまま出力信号(演算結果)として駆動信号生成部61Cに出力する。

30

【0071】

ここで、前述したように作業領域演算部61Fの作業領域演算は、作業領域演算用スイッチ110により有効/無効が切り換えられる。作業領域演算用スイッチ110により作業領域演算が有効に切り換えられた場合の作業領域演算部61Fの演算結果(出力信号)は上述の通りである。

【0072】

逆に、作業領域演算用スイッチ110により作業領域演算が無効に切り換えられた場合、作業領域演算部61は作業領域演算を行わない。したがって作業領域演算部61Fは、操作レバー用前後方向変位検出器582a, 582bからの入力信号をそのまま出力信号として駆動信号生成部61Cに出力する。このときの出力信号は、2つの作業フロントA, Bのアーム平均角度 c の状態によらない。

40

【0073】

以上のように構成した本実施の形態の効果を説明する。

【0074】

双腕作業機械(双腕型油圧ショベル200)の2台の作業フロントA, Bの合計重量を、例えば、この双腕作業機械と同クラスの単腕作業機械(同等のエンジン出力を有する単腕作業機械)の作業フロントの重量と同等となるように構成すると、この双腕作業機械の安定性(静的バランス)は同クラスの単腕作業機械と同等となる。しかし、双腕作業機械の2台の作業フロントA, Bの合計出力を向上させると、作業フロントの出力と強度、及

50

び強度と重量はほぼ比例関係となっているため、双腕作業機械の2台の作業フロントA, Bの合計重量が増加し、同クラスの単腕作業機械と比較して安定性が悪化する恐れがある。本実施の形態においては、2台の作業フロントA, Bのアーム平均角度 c が閾値 c_2 以上となる領域を不安定領域Nと設定し、アーム平均角度 c が不安定領域Nに入らないように2台の作業フロントA, Bの動作を制御する。したがって、閾値 c_2 を同クラスの単腕作業機械の安定性を考慮した値に設定することにより、双腕作業機械と同クラスの単腕作業機械と同等の安定性を確保することができ、2台の作業フロントA, Bの出力向上に伴う安定性の悪化を抑制することができる。

【0075】

また、不安定領域Nの内側に隣接する安定限界領域Mを設定し、安定限界領域Mにおいてアーム平均角度 c が不安定領域Nに近付く場合に、作業フロントA, Bの動作速度を(制限)させるので、作業フロントA, Bを緩やかに停止させることができる。

10

【0076】

さらに、2台の作業フロントA, Bのアーム角度平均値 c を基に作業フロントA, Bの動作を制御するので、一方の作業フロントのアーム角度を最小にすると、他方の片方の作業フロントの作業領域を最大限に活用することができる。

【0077】

なお、本実施の形態においては、2台の作業フロントA, Bのアーム平均角度 c が安定限界領域Mにあり、かつ操作レバー用前後方向変位検出器582a, 582bからの入力信号が、アーム平均角度 c が減少する信号の場合、作業領域演算部61Fは、操作レ 20
 ー用前後方向変位検出器582a, 582bからの入力信号をそのまま出力信号(演算結果)として駆動信号生成部61Cに出力するように構成したがこれに限られず、例えば、操作レバー用前後方向変位検出器582a, 582bからの入力信号に c を乗じた信号を出力信号(演算結果)として駆動信号生成部61Cに出力するよう構成しても良い。

【0078】

本発明の第1の実施の形態の他の例を図10を用いて説明する。

【0079】

図10は、第1及び第2作業フロントA, Bのアーム平均角度 c が増加する場合におけるアーム平均角度 c と作業領域演算部61Fの出力信号(演算結果)の大きさの関係の他の例を表す図である。図10における横軸、及び縦軸は図9と同様である。

30

【0080】

すなわち、図10に示した例では、安定限界領域Mにおける出力信号が、不安定領域Nに近付くにつれて1から0(ゼロ)まで連続的に減じられるように設定されており、特に本例では不連続点の無い非線形曲線によって定義されている。この場合、第1及び第2作業フロントA, Bのアーム平均角度 c が不安定領域に近付くほどアーム12a, 12bの駆動速度が抑制され、図9に示した例に比べ、アームシリンダ13a, 13bを緩やかに停止させることが可能となる。また、本例のように不連続点を持たない非線形曲線でアーム平均角度 c と出力信号(演算結果)との関係を定義することにより、よりスムーズにアーム12a, 12bの動作を停止することができる。

【0081】

40

なお、図10に示した曲線(アーム平均角度 c と作業領域演算部61Fの出力信号(演算結果)の大きさの関係)を例えば放物線、又は円弧によって定義しても良い。

【0082】

本発明の第1の実施の形態のさらに他の例を図11を用いて説明する。

【0083】

図11は、第1及び第2作業フロントA, Bのアーム平均角度 c が増加する場合におけるアーム平均角度 c と作業領域演算部61Fの出力信号(演算結果)の大きさとの関係のさらに他の例を表す図である。図11における横軸、及び縦軸は図9と同様である。

【0084】

すなわち、図11に示した例においても、安定限界領域Mにおける出力信号が、不安定

50

領域Nに近付くにつれて1から0（ゼロ）まで連続的に減じられるように設定されている。ただし、本例では一定の傾きの線形直線により定義されており、さらに、通常領域Lと安定限界領域Mの出力信号との接続点及び安定限界領域Mと不安定領域Nの出力信号の接続点が不連続点となっている。この場合においても、第1及び第2作業フロントA、Bのアーム平均角度 c が不安定領域に近づくほどアーム12a、12bの駆動速度が抑制され、図9に示した例に比べ、アームシリンダ13a、13bを緩やかに停止させることが可能となる。

【0085】

本発明の第1の実施の形態のさらに他の例を図12～図14を用いて説明する。

【0086】

図12～図14は、第1及び第2作業フロントA、Bのアーム角度の平均値 c が増加する場合におけるアーム平均角度 c と作業領域演算部61Fの出力信号（演算結果）の大きさの関係の変形例を表す図である。図12～図14に示した例では、横軸は図9と同様にアーム平均角度 c を表しているが、縦軸は出力信号の上限値を表している。

【0087】

すなわち、図9～図11に示した例が、安定限界領域Mにおいて入力信号に係数を乗することで出力信号を算出し、アーム駆動速度を減じていたのに対し、図12～図14に示した例では、アーム駆動速度の上限値を各図のように設定し、安定限界領域Mにおける作業フロントA、Bのアーム12a、12bの動作速度を制限することで動作速度を減じるものである。つまり、どれだけ操作量が大きくても出力信号は上限値以内に抑えられる。このようにしても図9～図11とほぼ同様の効果が得られる。

【0088】

なお、図13に示した曲線（アーム平均角度 c と作業領域演算部61Fの出力信号の大きさの関係）を例えば放物線、又は円弧によって定義しても良い。

【0089】

本発明の第2の実施の形態を図15～図17を用いて説明する。

【0090】

第1の実施形態ではアーム平均角度 c で不安定領域Nや安定限界領域M、通常領域Lを定義してアーム平均角度 c を基に2台の作業フロントA、Bの動作を制御したのに対し、本実施形態ではアーム12a、12bの水平方向座標の平均値で不安定領域N、安定限界領域M、及び通常領域Lを定義し、アーム12a、12bの水平方向座標の平均値を基に2台作業フロントA、Bの動作を制御して、2台の作業フロントA、Bの安定性の悪化を抑制している。なお、2台の作業フロントA、Bのアーム12a、12bそれぞれの水平方向の座標は、上部旋回体3に対するブーム10a、10bの相対角度（ブーム角度）とブーム10a、10bに対するアーム12a、12bの相対角度（アーム角度）を基に算出される。

【0091】

図15は、本実施の形態における第1及び第2作業フロントA、Bの制御系を示す機能ブロック図である。なお、図15において、第2作業フロントBについては図中に括弧書きの符号で示している。図中、図4に示した部材と同様のものには同じ符号を付し、説明を省略する。

【0092】

図15の制御系は、第1の実施の形態の入力系にブーム角度検出器68a、68bを加え、さらに、制御装置61に換えて制御装置261を備えている。つまり、本実施の形態の制御系は、第1の実施の形態と同様に、運転室4内の操作装置50a、50bに設けられた前出の各変位検出器、作業領域演算用スイッチ110、第1及び第2作業フロントA、Bに設けられた各角度検出器からなる入力系と、これら入力系からの入力信号（操作信号、指示信号、検出信号）を基に所定の演算をして駆動信号を生成し出力する制御装置261と、制御装置261からの駆動信号を受け、第1及び第2作業フロントA、Bの各部を動作させる各駆動系からなる出力系とから構成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 3 】

制御装置 2 6 1 の入力系としては、第 1 の実施の形態と同様の構成である操作アーム用変位検出器 5 7 a , 5 7 b、操作レバー用上下方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 1 b、操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b、作業具回動レバー用変位検出器 5 9 a , 5 9 b、作業具操作スイッチ用変位検出器 6 0 a , 6 0 b、作業領域演算用スイッチ 1 1 0、及びアーム角度検出器 6 9 a , 6 9 bに加えて、第 1 及び第 2 作業フロント A , B のそれぞれのブームの角度を検出して信号（検出信号）を発信するブーム角度検出器 6 8 a , 6 8 b が設けられている。

【 0 0 9 4 】

制御装置 2 6 1 の出力系としては、第 1 の実施の形態と同様の構成であるスイングポストシリンダ駆動系 6 4 a , 6 4 b、ブームシリンダ駆動系 6 3 a , 6 3 b、アームシリンダ駆動系 6 2 a , 6 2 b、作業具シリンダ駆動系 6 5 a , 6 5 b、及び作業具駆動系 6 6 a , 6 6 b が設けられている。

【 0 0 9 5 】

制御装置 2 6 1 は、作業領域演算用スイッチ 1 1 0、アーム角度検出器 6 9 a , 6 9 b、操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b、操作レバー用上下方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 1 b、及びブーム角度検出器 6 8 a , 6 8 b からの入力信号（操作信号）を基に作業領域演算を行う作業領域演算部 2 6 1 F と、作業領域演算部 2 6 1 F からの入力信号（演算結果）を基にアームシリンダ駆動系 6 4 a , 6 4 b への駆動信号を生成する駆動信号生成部 6 1 C と、同じく作業領域演算部 2 6 1 F からの入力信号を基にブームシリンダ駆動系 6 3 a , 6 3 b への駆動信号を生成する駆動信号生成部 6 1 B と、操作アーム用変位検出器 5 7 a , 5 7 b からの入力信号を基にスイングポストシリンダ駆動系 6 2 a , 6 2 b への駆動信号を生成する駆動信号生成部 6 1 A と、作業具回動レバー用変位検出器 5 9 a , 5 9 b からの入力信号を基に作業具シリンダ駆動系 6 5 a , 6 5 b への駆動信号を生成する駆動信号生成部 6 1 D と、作業具操作スイッチ用変位検出器 6 0 a , 6 0 b からの入力信号に基づいて作業具駆動系 6 6 a , 6 6 b への駆動信号を生成する駆動信号生成部 6 1 E とを有している。

【 0 0 9 6 】

続いて、図 1 6 及び図 1 7 を用いて、制御装置 2 6 1 の作業領域演算部 2 6 1 F の作業領域演算の処理内容を説明する。

【 0 0 9 7 】

図 1 6 は、本実施の形態における双腕型油圧ショベル 2 0 0 の外観を示す側面図であって、第 1 及び第 2 作業フロント A , B におけるアーム水平方向座標のとり方を示す図である。

【 0 0 9 8 】

図 1 6 に示すように、基準座標系 1 3 0 を設定する。基準座標系 1 3 0 は、上部旋回体 3 の旋回中心軸 3 a 上において上部旋回体 3 と各車体 2 の接続部を原点 1 3 0 a とし、旋回軸 3 a に沿って Z 軸、この Z 軸に垂直にかつ上部旋回体 3 の前後方向に X 軸を設定する。また、第 1 及び第 2 作業フロント A , B の作業具 2 0 a , 2 0 b が接続されている一端をそれぞれアーム先端 7 1 a , 7 1 b とする。このようにして設定した基準座標系 1 3 0 の原点 1 3 0 a と第 1 作業フロント A のアーム 1 2 a のアーム先端 7 1 a の水平距離をアーム水平方向座標 X a、原点 1 3 0 a と第 2 作業フロント B のアーム 1 2 b のアーム先端 7 1 b の水平距離をアーム水平方向座標 X b と定義し、このアーム水平方向座標 X a , X b の平均をアーム水平方向座標平均値 X c (= (X a + X b) / 2) と定義する。アーム水平方向座標 X a , X b は、上部旋回体 3 の前方を正方向とする。つまり、アーム 1 2 a , 1 2 b がダンプ方向に駆動されるとアーム水平方向座標 X a , X b は増加する。

【 0 0 9 9 】

図 1 7 は、アーム水平方向座標平均値 X c と双腕作業機械の安定 / 不安定の関係を示した概念図である。

【 0 1 0 0 】

10

20

30

40

50

図17において、横軸はアーム水平方向座標平均値 X_c を表している。アーム水平方向座標平均値 X_c が閾値 X_{c2} よりも小さい場合を双腕型油圧ショベル200が安定な状態（双腕作業機械安定）、アーム水平方向座標平均値 X_c が閾値 X_{c2} よりも大きい場合を双腕型油圧ショベル200が不安定な状態（双腕作業機械不安定）と定義する。この閾値 X_{c2} の決め方は限定されないが、例えば、本実施の形態の双腕作業機械（双腕型油圧ショベル200）の安定性（静的バランス）が、この双腕作業機械と同クラスの単腕作業機械（同等のエンジン出力を有する単腕作業機械）と同等の安定性となる時のアーム水平方向座標平均値（或いはそれよりも小さなアーム水平方向座標平均値）を閾値 X_{c2} とする。作業領域演算部261Fには、この閾値 X_{c2} が予め格納されており、双腕型油圧ショベル200が不安定となるアーム水平方向座標平均値の範囲である $X_{c2} < X_c$ の領域を不安定領域Nと定義する。

10

【0101】

一方、 $X_c < X_{c2}$ の領域においては、2台の作業フロントA、Bが停止した状態では双腕作業機が不安定にならない。しかし、この領域で2台の作業フロントA、Bを動作させる場合においても急停止させることが難しいこともある。このため、2台の作業フロントA、Bが作業機械安定の領域で操作されていても、不安定領域Nの近くで作業フロントA、Bが動作しアーム水平方向座標平均値 X_c が増加する場合、その動作速度によっては2台の作業フロントA、Bのアーム水平方向座標平均値 X_c が不安定領域Nに侵入し双腕作業機が不安定となる恐れがある。そこで、不安定領域Nの内側に隣接した領域に、2台の作業フロントA、Bの動作速度を減速させ、双腕作業機不安定となる前に停止させるための余裕を考慮して閾値 X_{c1} （ $X_{c1} < X_{c2}$ ）を設定する。作業領域演算部261Fには、この閾値 X_{c1} も予め格納されており、双腕型油圧ショベル200が上記不安定領域Nに隣接する設定のアーム水平方向座標平均値の範囲である $X_{c1} < X_c < X_{c2}$ の領域を安定限界領域Mと定義する。

20

【0102】

$X_c < X_{c1}$ の領域は、2台の作業フロントA、Bの動作状態によらず双腕作業機不安定になる恐れが無い通常領域Lと定義する。

【0103】

なお、アーム水平方向座標平均値 X_c は2つの作業フロントA、Bの姿勢による機体不安定性の評価値である安定判別値であり、閾値 X_{c2} は安定判別基準値である。

30

【0104】

ここで、本実施の形態において、作業領域演算部261Fの作業領域演算が有効であり、かつ第1及び第2作業フロントA、Bのアーム水平方向座標平均値 X_c が増加する場合におけるアーム水平方向座標平均値 X_c と作業領域演算部261Fの演算結果（出力信号）の関係は、本発明の第1の実施の形態における図9に示した関係と同様である。但し、図9において、閾値 c_1 、 c_2 を閾値 X_{c1} 、 X_{c2} 、アーム平均角度 c をアーム水平方向座標平均値 X_c にそれぞれ置き換える。すなわち、作業領域演算部261Fの出力信号は、アーム水平方向座標平均値 X_c が通常領域Lにある場合は出力信号は1であり、入力信号がそのまま出力信号（演算結果）として出力される。アーム水平方向座標平均値 X_c が安定限界領域Mにある場合は（ $0 < c < 1$ ）であり、入力信号に一定の値を乗じることにより減じられた信号（演算結果）が出力される。アーム水平方向座標平均値 X_c が不安定領域Nにある場合、出力信号は0であり、入力信号に0（ゼロ）を乗じることにより得られた信号が演算結果となり、従って信号は出力されない。

40

【0105】

次に、作業領域演算部261Fの出力信号の演算手順を各領域毎に説明する。

【0106】

(1) 通常領域L

第1及び第2作業フロントA、Bのアーム水平方向座標平均値 X_c が通常領域L、つまり安定限界領域Mの外側にある場合、作業領域演算部261Fは、操作レバー用前後方向変位検出器582a、582bからの入力信号をそのまま出力信号として駆動信号生成部

50

6 1 C に出し、操作レバー用上下方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 1 b からの入力信号をそのまま駆動信号生成部 6 1 B に出し。このときの出力信号 (演算結果) は 2 つの作業フロント A , B のアーム水平方向座標平均値 X c が増加である場合と減少である場合と同じである。

【 0 1 0 7 】

(2) 安定限界領域 M

第 1 及び第 2 作業フロント A , B のアーム水平方向座標平均値 X c が安定限界領域 M にあり、かつ操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b 及び操作レバー上下方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 1 b からの入力信号が、アーム水平方向座標平均値 X c が増加する信号の場合、作業領域演算部 2 6 1 F は、操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b からの入力信号に を乗じた信号を出力信号 (演算結果) として駆動信号生成部 6 1 C に出し、操作レバー用上下方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 1 b からの入力信号に を乗じた信号を出力信号 (演算結果) として駆動信号生成部 6 1 B に出し。

10

【 0 1 0 8 】

一方、第 1 及び第 2 作業フロント A , B のアーム水平方向座標平均値 X c が安定限界領域 M にあり、かつ操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b 及び操作レバー上下方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 1 b からの入力信号が、アーム水平方向座標平均値 X c が減少する信号の場合、作業領域演算部 2 6 1 F は、操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b からの入力信号をそのまま出力信号 (演算結果) として駆動信号生成部 6 1 C に出し、操作レバー上下方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 1 b からの入力信号をそのまま出力信号 (演算結果) として駆動信号生成部 6 1 B に出し。

20

【 0 1 0 9 】

(3) 不安定領域 N

第 1 及び第 2 作業フロント A , B のアーム水平方向座標平均値 X c が不安定領域 N にあり、かつ操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b 及び操作レバー用上下方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 1 b からの入力信号が、アーム水平方向座標平均値 X c が増加する信号の場合、作業領域演算部 2 6 1 F は、操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 2 b からの入力信号に 0 (ゼロ) を乗じた信号を出力信号 (演算結果) とする。したがって、駆動信号生成部 6 1 C 及び駆動信号生成部 6 1 B に信号は出力されない。

【 0 1 1 0 】

一方、第 1 及び第 2 作業フロント A , B のアーム水平方向座標平均値 X c が安定限界領域 M にあり、かつ操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b 及び操作レバー用上下方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 1 b からの入力信号が、アーム水平方向座標平均値 X c が減少する信号の場合、作業領域演算部 2 6 1 F は、操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b からの入力信号をそのまま出力信号 (演算結果) として駆動信号生成部 6 1 C に出し、操作レバー用上下方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 1 b からの入力信号をそのまま出力信号 (演算結果) として駆動信号生成部 6 1 B に出し。

30

【 0 1 1 1 】

ここで、前述したように作業領域演算部 2 6 1 F の作業領域演算は、作業領域演算用スイッチ 1 1 0 により有効 / 無効が切り換えられる。作業領域演算用スイッチ 1 1 0 により作業領域演算が有効に切り換えられた場合の作業領域演算部 2 6 1 F の演算結果 (出力信号) は上述の通りである。

40

【 0 1 1 2 】

逆に、作業領域演算用スイッチ 1 1 0 により作業領域演算が無効に切り換えられた場合、作業領域演算部 2 6 1 F は作業領域演算を行わない。したがって作業領域演算部 2 6 1 F は、操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b からの入力信号をそのまま出力信号として駆動信号生成部 6 1 C に出し、操作レバー用上下方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 1 b からの入力信号をそのまま出力信号として駆動信号生成部 6 1 B に出し。このときの出力信号は、2 つの作業フロント A , B のアーム水平方向座標平均値 X c の状態によらない。

50

【 0 1 1 3 】

以上のように構成した本実施の形態においても、本発明の第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることが出来る。

【 0 1 1 4 】

なお、本実施の形態においては、2 台の作業フロント A , B のアーム水平方向座標平均値 X_c が安定限界領域 M にあり、かつ操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b 及び操作レバー上下方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 1 b からの入力信号が、アーム水平方向座標平均値 X_c が減少する信号の場合、作業領域演算部 2 6 1 F は、操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b からの入力信号をそのまま出力信号（演算結果）として駆動信号生成部 6 1 C に出力し、操作レバー上下方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 1 b からの入力信号をそのまま出力信号（演算結果）として駆動信号生成部 6 1 B に出力するように構成したがこれに限られず、例えば、操作レバー用前後方向変位検出器 5 8 2 a , 5 8 2 b 及び操作レバー上下方向変位検出器 5 8 1 a , 5 8 1 b からの入力信号に 乗じた信号を出力信号（演算結果）として駆動信号生成部 6 1 C 及び駆動信号生成部 6 1 B に出力するよう構成しても良い。

10

【 0 1 1 5 】

また、作業領域演算部 2 6 1 F の作業領域演算が有効であり、かつ第 1 及び第 2 作業フロント A , B のアーム水平方向座標平均値 X_c が増加する場合におけるアーム水平方向座標平均値 X_c と作業領域演算部 2 6 1 F の演算結果（出力信号）の関係が、本発明の第 1 の実施の形態における図 9 に示した関係と同様である場合を説明したが、これに限られず、例えば図 1 0 ~ 図 1 4 に示した関係と同様であっても良い。この場合においても第 1 の実施の形態と同様の効果が得られる。

20

【 0 1 1 6 】

本発明の第 3 の実施の形態を図 1 8 ~ 図 2 0 を用いて説明する。

【 0 1 1 7 】

第 1 の実施形態ではアーム平均角度 θ_c で不安定領域 N や安定限界領域 M、通常領域 L を定義してアーム平均角度 θ_c を基に 2 台の作業フロント A , B の動作を制御したのに対し、本実施形態では第 1 及び第 2 作業フロント A , B の静的モーメントの平均値で 不安定領域 N · 安定限界領域 M · 通常領域 L を定義し、第 1 及び第 2 作業フロント A , B の静的モーメントの平均値を基に 2 台の作業フロント A , B の動作を制御して、2 台の作業フロント A , B の安定性の悪化を抑制している。なお、2 台の作業フロント A , B のそれぞれの静的モーメントは、上部旋回体 3 に対するブーム 1 0 a , 1 0 b の相対角度（ブーム角度）とブーム 1 0 a , 1 0 b に対するアーム 1 2 a , 1 2 b の相対角度（アーム角度）とアーム 1 2 a , 1 2 b に対する作業具 2 0 a , 2 0 b の相対角度（作業具角度）とから求めたブーム 1 0 a , 1 0 b、アーム 1 2 a , 1 2 b 及び作業具 2 0 a , 2 0 b のそれぞれの重心座標と、予め取得しておいた既知の値であるブーム、アーム及び作業具の質量を基に算出される。

30

【 0 1 1 8 】

図 1 8 は、本実施の形態における第 1 及び第 2 作業フロント A , B の制御系を示す機能ブロック図である。なお、図 1 8 において、第 2 作業フロント B については図中に括弧書きの符号で示している。図中、図 4 に示した部材と同様のものには同じ符号を付し、説明を省略する。

40

【 0 1 1 9 】

図 1 8 の制御系は、第 1 の実施の形態の入力系にブーム角度検出器 6 8 a , 6 8 b と作業具角度検出器 7 0 a , 7 0 b を加え、さらに、制御装置 6 1 に換えて制御装置 3 6 1 を備えている。つまり、本実施の形態の制御系は、第 1 の実施の形態と同様に、運転室 4 内の操作装置 5 0 a , 5 0 b に設けられた前出の各変位検出器、作業領域演算用スイッチ 1 1 0、第 1 及び第 2 作業フロント A , B に設けられた各角度検出器からなる入力系と、これら入力系からの入力信号（操作信号、指示信号、検出信号）を基に所定の演算をして駆動信号を生成し出力する制御装置 3 6 1 と、制御装置 3 6 1 からの駆動信号を受け、第 1

50

及び第2作業フロントA, Bの各部を動作させる各駆動系からなる出力系とから構成されている。

【0120】

制御装置361の入力系としては、第1の実施の形態と同様の構成である操作アーム用変位検出器57a, 57b、操作レバー用上下方向変位検出器581a, 581b、操作レバー用前後方向変位検出器582a, 582b、作業具回動レバー用変位検出器59a, 59b、作業具操作スイッチ用変位検出器60a, 60b、作業領域演算用スイッチ110、及びアーム角度検出器69a, 69bに加えて、第1及び第2作業フロントA, Bのそれぞれのブームの角度を検出して信号(検出信号)を発信するブーム角度検出器68a, 68bと、作業具の角度を検出して信号(検出信号)を発信する作業具角度検出器70a, 70bとが設けられている。

10

【0121】

制御装置361の出力系としては、第1の実施の形態と同様の構成であるスイングポストシリンダ駆動系64a, 64b、ブームシリンダ駆動系63a, 63b、アームシリンダ駆動系62a, 62b、作業具シリンダ駆動系65a, 65b、及び作業具駆動系66a, 66bが設けられている。

【0122】

制御装置361は、作業領域演算用スイッチ110、アーム角度検出器69a, 69b、操作レバー用前後方向変位検出器582a, 582b、操作レバー用上下方向変位検出器581a, 581b、ブーム角度検出器68a, 68b及び作業具角度検出器70a, 70bからの入力信号(操作信号)を基に作業領域演算を行う作業領域演算部361Fと、作業領域演算部361Fからの入力信号(演算結果)を基にアームシリンダ駆動系64a, 64bへの駆動信号を生成する駆動信号生成部61Cと、同じく作業領域演算部361Fからの入力信号を基にブームシリンダ駆動系63a, 63bへの駆動信号を生成する駆動信号生成部61Bと、操作アーム用変位検出器57a, 57bからの入力信号を基にスイングポストシリンダ駆動系62a, 62bへの駆動信号を生成する駆動信号生成部61Aと、作業具回動レバー用変位検出器59a, 59bからの入力信号を基に作業具シリンダ駆動系65a, 65bへの駆動信号を生成する駆動信号生成部61Dと、作業具操作スイッチ用変位検出器60a, 60bからの入力信号に基づいて作業具駆動系66a, 66bへの駆動信号を生成する駆動信号生成部61Eとを有している。

20

30

【0123】

続いて、図19及び図20を用いて、制御装置361の作業領域演算部361Fの作業領域演算の処理内容を説明する。

【0124】

図19は、本実施の形態における双腕型油圧ショベル200の外観を示す側面図であって、第1及び第2作業フロントA, Bにおけるアーム、ブーム及び作業具の重心座標を示す図である。

【0125】

図19に示すように、基準座標系130を設定する。基準座標系130は、上部旋回体3の旋回中心軸3a上における上部旋回体3と下部車体2の連結部を原点130aとし、旋回軸3aに沿ってZ軸、このZ軸に垂直にかつ上部旋回体3の前後方向にX軸を設定する。また、第1作業フロントAのブーム10a、アーム12a及び作業具20aの重心位置をそれぞれP1a, P2a, P3a、第2作業フロントBのブーム10b、アーム12b及び作業具20bの重心位置をそれぞれP1b, P2b, P3bとする。なお、本実施の形態において、2台の作業フロントA, Bの各重心位置と基本座標系130における各重心位置の座標(重心座標)に同じ符号を用いて説明する。すなわち、第1作業フロントAのブーム10a、アーム12a及び作業具20aの重心座標をそれぞれP1a, P2a, P3a、第2作業フロントBのブーム10b、アーム12b及び作業具20bの重心座標をそれぞれP1b, P2b, P3bと表記する。

40

【0126】

50

作業領域演算部 361F は、各重心座標 $P1a$, $P2a$, $P3a$, $P1b$, $P2b$, $P3b$ を次の手順で求める。

【0127】

まず、上部旋回体 3 に対するブーム 10a , 10b の相対角度 (ブーム角度) とブーム 10a , 10b に対するアーム 12a , 12b の相対角度 (アーム角度) とアーム 12a , 12b に対する作業具 20a , 20b の相対角度 (作業具角度) をそれぞれ算出する。次に、ブーム角度、アーム角度及び作業具角度を用いて相対重心座標テーブルからブーム 10a , 10b、アーム 12a , 12b 及び作業具 20a , 20b の基準座標系 130 における重心座標をそれぞれ算出する。ここで、相対重心座標テーブルは、ブーム角度、アーム角度及び作業具角度とブーム 10a , 10b、アーム 12a , 12b 及び作業具 20a , 20b の基準座標系 130 における重心座標の関係を示すものであり、予め作業領域演算部 361F に記憶されている。

10

【0128】

ここで、第 1 作業フロント A の静的モーメントを Ta 、第 2 作業フロント B の静的モーメントを Tb 、それらの平均を静的モーメント平均 Tc ($= (Ta + Tb) / 2$) と設定すると、第 1 作業フロント A の静的モーメント Ta は、先述したブーム 10a、アーム 12a 及び作業具 20a のそれぞれの重心座標 $P1a$, $P2a$, $P3a$ の X 軸方向成分 (それぞれ、 $P1ax$, $P2ax$, $P3ax$ とする) と、予め取得しておいた既知の値であるブーム質量 $M1a$ 、アーム質量 $M2a$ 、作業具質量 $M3a$ とを用いて下記の式 (1) により求められる。また、第 2 作業フロント B についても同様に静的モーメント Tb が求めら

20

【0129】

$$Ta = M1a \times P1ax + M2a \times P2ax + M3a \times P3ax \cdots (1)$$

$$Tb = M1b \times P1bx + M2b \times P2bx + M3b \times P3bx \cdots (2)$$

図 20 は、静的モーメント平均値 Tc と双腕作業機械の安定 / 不安定の関係を示した概念図である。

30

【0130】

図 20 において、横軸は静的モーメント平均値 Tc を表している。静的モーメント平均値 Tc が閾値 $Tc2$ よりも小さい場合を双腕型油圧ショベル 200 が安定な状態 (双腕作業機械安定)、静的モーメント平均値 Tc が閾値 $Tc2$ よりも大きい場合を双腕型油圧ショベル 200 が不安定な状態 (双腕作業機械不安定) と定義する。この閾値 $Tc2$ の決め方は限定されないが、例えば、本実施の形態の双腕作業機械 (双腕型油圧ショベル 200) の安定性 (静的バランス) が、この双腕作業機械と同クラスの単腕作業機械 (同等のエンジン出力を有する単腕作業機械) において作業フロントを最大限に前方に伸ばした場合と同等の安定性となる際の静的モーメント平均値 (或いはそれよりも小さな静的モーメント平均値) を閾値 $Tc2$ とする。つまり言い換えると、2 台の作業フロント A , B の静的モーメントの合計が、1 つの作業フロントを備え、双腕作業機械と同クラスの単腕作業機械の作業フロントの静的モーメントの最大値と同じになるときの作業フロント A , B の静的モーメント平均値を閾値 $Tc2$ とする。作業領域演算部 361F には、この閾値 $Tc2$ が予め格納されており、双腕型油圧ショベル 200 が不安定となる静的モーメント平均値の範囲である $Tc2 < Tc$ の領域を不安定領域 N と定義する。

40

【0131】

一方、 $Tc < Tc2$ の領域においては、2 台の作業フロント A , B が停止した状態では双腕作業機不安定にならない。しかし、この領域で 2 台の作業フロント A , B を動作させる場合においても急停止させることが難しいこともある。このため、2 台の作業フロント A , B が作業機械安定の領域で操作されていても、不安定領域 N の近くで作業フロント A

50

、Bが動作し静的モーメント平均値 T_c が増加する場合、その動作速度によっては2台の作業フロントA、Bの静的モーメント平均値 T_c が不安定領域Nに侵入し双腕作業機不安定となる恐れがある。そこで、2台の作業フロントA、Bの動作速度を減速させ、双腕作業機不安定となる前に停止させるための余裕を考慮して閾値 T_{c1} ($T_{c1} < T_{c2}$)を設定する。作業領域演算部361Fには、この閾値 T_{c1} も予め格納されており、双腕型油圧シヨベル200が上記不安定領域Nに隣接する設定の静的モーメント平均値の範囲である $T_{c1} < T_c < T_{c2}$ の領域を安定限界領域Mと定義する。

【0132】

$T_c < T_{c1}$ の領域は、2台の作業フロントA、Bの動作状態によらず双腕作業機不安定になる恐れが無い通常領域Lと定義する。

10

【0133】

なお、静的モーメント平均値 T_c は2つの作業フロントA、Bの姿勢による機体不安定性の評価値である安定判別値であり、閾値 T_{c2} は安定判別基準値である。

【0134】

ここで、本実施の形態において、作業領域演算部361Fの作業領域演算が有効であり、かつ第1及び第2作業フロントA、Bの静的モーメント平均値 T_c が増加する場合における静的モーメント平均値 T_c と作業領域演算部361Fの演算結果(出力信号)の関係は、本発明の第1の実施の形態における図9に示した関係と同様である。但し、図9において、閾値 c_1 、 c_2 を閾値 T_{c1} 、 T_{c2} 、アーム平均角度 c を静的モーメント平均値 T_c にそれぞれ置き換える。すなわち、作業領域演算部361Fの出力信号は、静的モーメント平均値 T_c が通常領域Lにある場合は出力信号は1であり、入力信号がそのまま出力信号(演算結果)として出力される。静的モーメント平均値 T_c が安定限界領域Mにある場合は($0 < \dots < 1$)であり、入力信号に一定の値を乗じることにより減じられた信号(演算結果)が出力される。静的モーメント平均値 T_c が不安定領域Nにある場合、出力信号は0であり、入力信号に0(ゼロ)を乗じることにより得られた信号が演算結果となり、従って信号は出力されない。

20

【0135】

次に、このような作業領域演算を行う作業領域演算部361Fの出力信号の演算手順を各領域毎に説明する。

【0136】

30

(1) 通常領域L

第1及び第2作業フロントA、Bの静的モーメント平均値 T_c が通常領域L、つまり安定限界領域Mの外側にある場合、作業領域演算部361Fは、操作レバー用前後方向変位検出器582a、582bからの入力信号をそのまま出力信号として駆動信号生成部61Cに出力し、操作レバー用上下方向変位検出器581a、581bからの入力信号をそのまま駆動信号生成部61Bに出力する。このときの出力信号(演算結果)は2つの作業フロントA、Bの静的モーメント平均値 T_c が増加である場合と減少である場合と同じである。

【0137】

(2) 安定限界領域M

40

第1及び第2作業フロントA、Bの静的モーメント平均値 T_c が安定限界領域Mにあり、かつ操作レバー用前後方向変位検出器582a、582b及び操作レバー上下方向変位検出器581a、581bからの入力信号が、静的モーメント平均値 T_c が増加する信号の場合、作業領域演算部361Fは、操作レバー用前後方向変位検出器582a、582bからの入力信号にを乗じた信号を出力信号(演算結果)として駆動信号生成部61Cに出力し、操作レバー用上下方向変位検出器581a、581bからの入力信号にを乗じた信号を出力信号(演算結果)として駆動信号生成部61Bに出力する。

【0138】

一方、第1及び第2作業フロントA、Bの静的モーメント平均値 T_c が安定限界領域Mにあり、かつ操作レバー用前後方向変位検出器582a、582b及び操作レバー上下方

50

向変位検出器 581a, 581b からの入力信号が、静的モーメント平均値 T_c が減少する信号の場合、作業領域演算部 361F は、操作レバー用前後方向変位検出器 582a, 582b からの入力信号をそのまま出力信号（演算結果）として駆動信号生成部 61C に出力し、操作レバー上下方向変位検出器 581a, 581b からの入力信号をそのまま出力信号（演算結果）として駆動信号生成部 61B に出力する。

【0139】

(3) 不安定領域 N

第 1 及び第 2 作業フロント A, B の静的モーメント平均値 T_c が不安定領域 N にあり、かつ操作レバー用前後方向変位検出器 582a, 582b 及び操作レバー用上下方向変位検出器 581a, 581b からの入力信号が、静的モーメント平均値 T_c が増加する信号の場合、作業領域演算部 361F は、操作レバー用前後方向変位検出器 581a, 582b からの入力信号に 0（ゼロ）を乗じた信号を出力信号（演算結果）とする。したがって、駆動信号生成部 61C 及び駆動信号生成部 61B に信号は出力されない。

10

【0140】

一方、第 1 及び第 2 作業フロント A, B の静的モーメント平均値 T_c が安定限界領域 M にあり、かつ操作レバー用前後方向変位検出器 582a, 582b 及び操作レバー用上下方向変位検出器 581a, 581b からの入力信号が、静的モーメント平均値 T_c が減少する信号の場合、作業領域演算部 361F は、操作レバー用前後方向変位検出器 582a, 582b からの入力信号をそのまま出力信号（演算結果）として駆動信号生成部 61C に出力し、操作レバー用上下方向変位検出器 581a, 581b からの入力信号をそのまま出力信号（演算結果）として駆動信号生成部 61B に出力する。

20

【0141】

ここで、前述したように作業領域演算部 361F の作業領域演算は、作業領域演算用スイッチ 110 により有効/無効が切り換えられる。作業領域演算用スイッチ 110 により作業領域演算が有効に切り換えられた場合の作業領域演算部 361F の演算結果（出力信号）は上述の通りである。

【0142】

逆に、作業領域演算スイッチ 110 により作業領域演算が無効に切り換えられた場合、作業領域演算部 361F は作業領域演算を行わない。したがって作業領域演算部 361F は、操作レバー用前後方向変位検出器 582a, 582b からの入力信号をそのまま出力信号として駆動信号生成部 61C に出力し、操作レバー用上下方向変位検出器 581a, 581b からの入力信号をそのまま出力信号として駆動信号生成部 61B に出力する。このときの出力信号は、2つの作業フロント A, B の静的モーメント平均値 T_c の状態によらない。

30

【0143】

以上のように構成した本実施の形態においても、本発明の第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることが出来る。

【0144】

なお、本実施の形態においては、2台の作業フロント A, B の静的モーメント平均値 T_c が安定限界領域 M にあり、かつ操作レバー用前後方向変位検出器 582a, 582b 及び操作レバー上下方向変位検出器 581a, 581b からの入力信号が、静的モーメント平均値 T_c が減少する信号の場合、作業領域演算部 261F は、操作レバー用前後方向変位検出器 582a, 582b からの入力信号をそのまま出力信号（演算結果）として駆動信号生成部 61C に出力し、操作レバー上下方向変位検出器 581a, 581b からの入力信号をそのまま出力信号（演算結果）として駆動信号生成部 61B に出力するように構成したがこれに限られず、例えば、操作レバー用前後方向変位検出器 582a, 582b 及び操作レバー上下方向変位検出器 581a, 581b からの入力信号に α を乗じた信号を出力信号（演算結果）として駆動信号生成部 61C 及び駆動信号生成部 61B に出力するよう構成しても良い。

40

【0145】

50

なお、作業領域演算部 361F の作業領域演算が有効であり、かつ第 1 及び第 2 作業フロント A, B の静的モーメント平均値 T_c が増加する場合における静的モーメント平均値 T_c と作業領域演算部 361F の演算結果（出力信号）の関係が、本発明の第 1 の実施の形態における図 9 に示した関係と同様である場合を説明したが、これに限られず、例えば図 10 ~ 図 14 に示した関係と同様であっても良い。この場合においても第 1 の実施の形態と同様の効果が得られる。

【0146】

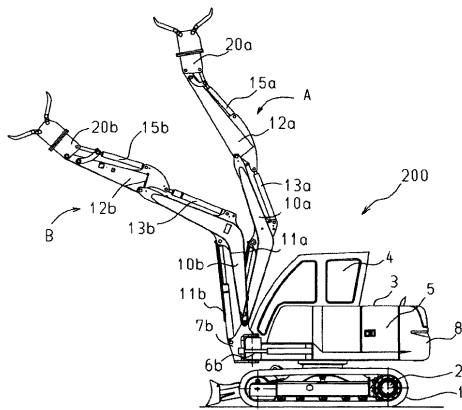
また、作業員角度検出器 70a, 70b によりアーム 12a, 12b に対する作業員 20a, 20b の相対角度を検出する構成としたが、これに限られず、例えば作業員角度検出器 70a, 70b を備えない構成とし、アーム 12a, 12b に対する作業員 20a, 20b の相対角度として予め定めた値を用いても良い。

10

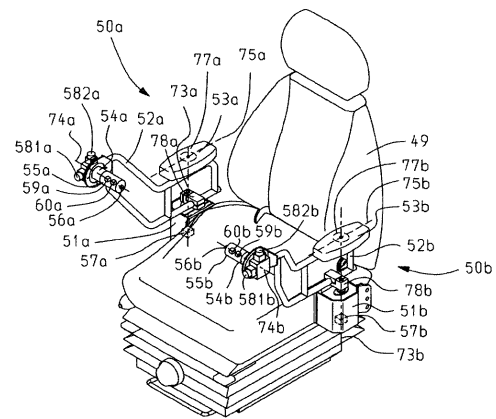
【0147】

さらに、ブーム 10a, 10b、アーム 12a, 12b、及び作業員 20a, 20b のそれぞれに 1 つずつ重心位置を設定したが、これに限られず、例えば 2 台の作業フロント A, B の各部材それぞれに重心位置に代わる複数の演算用の質点を設定しても良い。

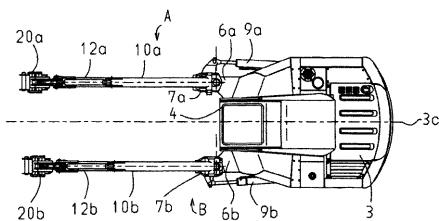
【図 1】



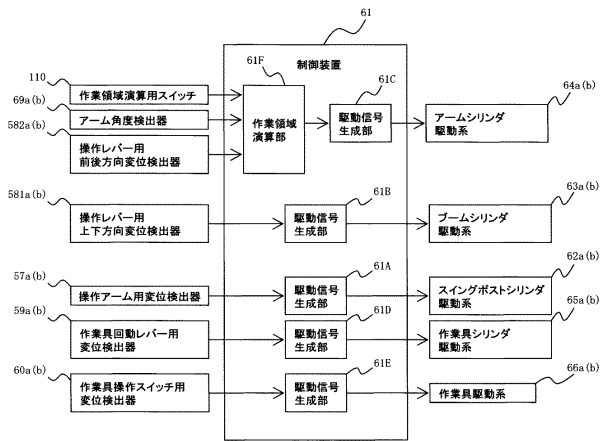
【図 3】



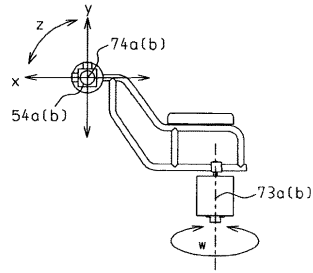
【図 2】



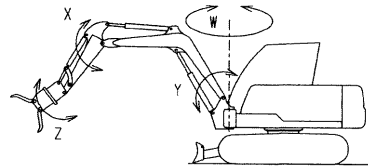
【図4】



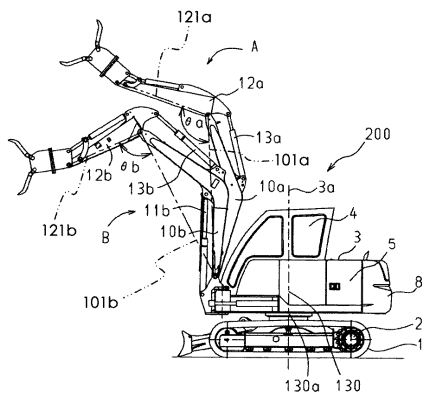
【図5】



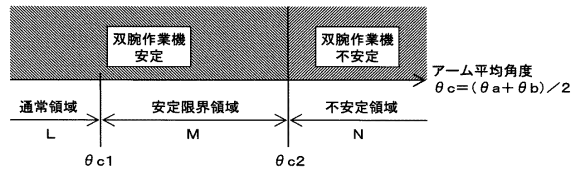
【図6】



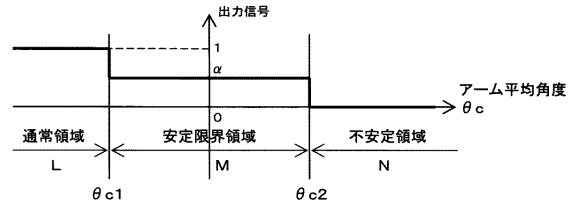
【図7】



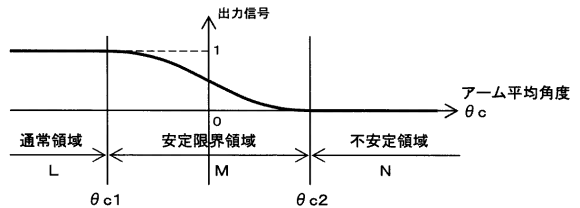
【図8】



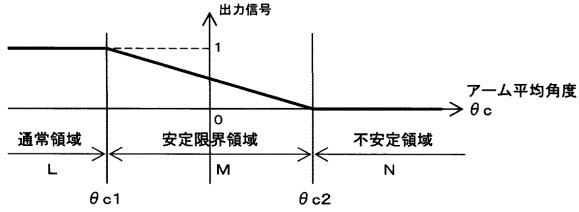
【図9】



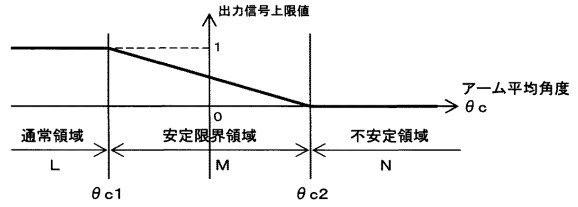
【図10】



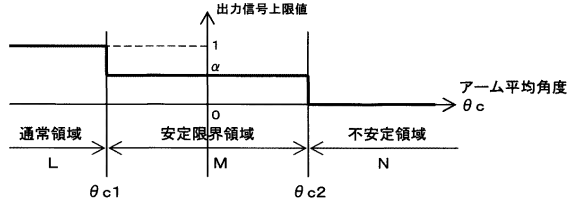
【図11】



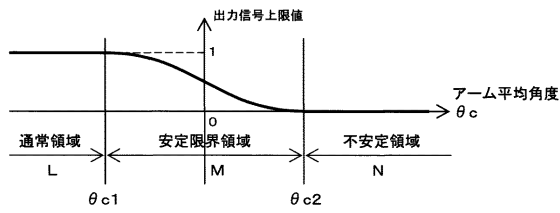
【図14】



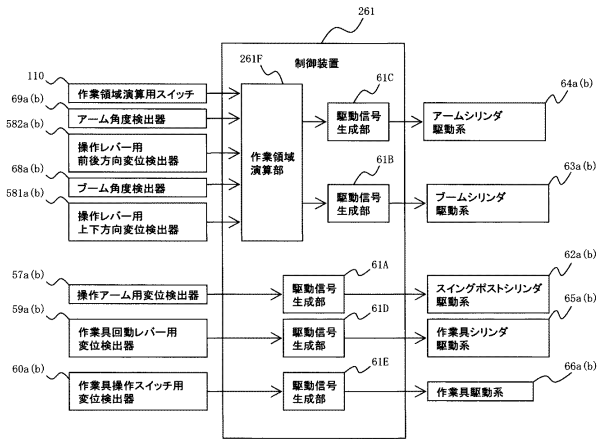
【図12】



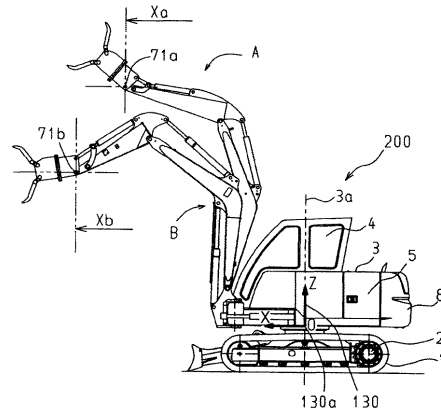
【図13】



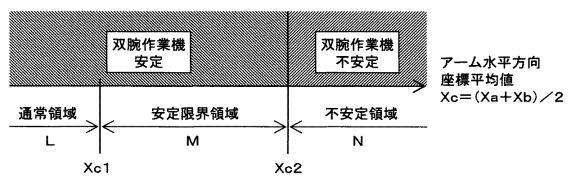
【図15】



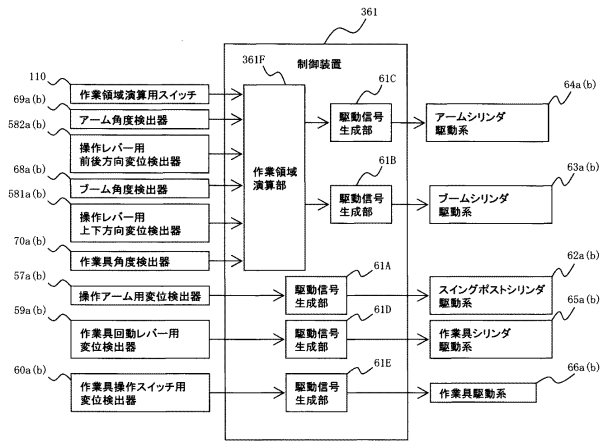
【図16】



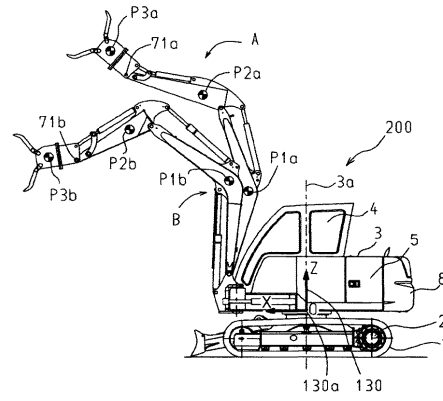
【図17】



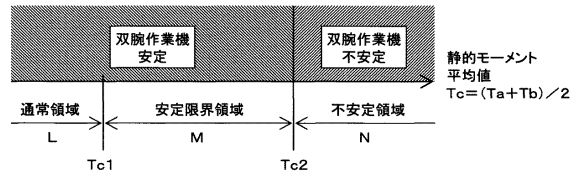
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

E04G 23/08

E02F 3/96

E02F 9/20

E02F 9/24