

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6110242号
(P6110242)

(45) 発行日 平成29年4月5日(2017.4.5)

(24) 登録日 平成29年3月17日(2017.3.17)

(51) Int.Cl.

G O 1 L 1/22 (2006.01)

F 1

G O 1 L 1/22

G

請求項の数 9 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2013-143795 (P2013-143795)
 (22) 出願日 平成25年7月9日 (2013.7.9)
 (65) 公開番号 特開2015-17838 (P2015-17838A)
 (43) 公開日 平成27年1月29日 (2015.1.29)
 審査請求日 平成27年12月2日 (2015.12.2)

(73) 特許権者 000005522
 日立建機株式会社
 東京都台東区東上野二丁目16番1号
 (74) 代理人 110000442
 特許業務法人 武和国際特許事務所
 (72) 発明者 水落 麻里子
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
 (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 土浦工場内
 審査官 岡田 卓弥

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】荷重検出装置及びこれを備えた作業機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ピン型ロードセルと、前記ピン型ロードセルの検出信号出力から前記ピン型ロードセルに作用する荷重を算出する荷重算出部とを備えた荷重検出装置において、

前記ピン型ロードセルは、軸方向にピン穴が設けられたピン本体と、前記ピン本体の周方向に配置された3対以上又は3個以上の歪検出部を備え、

前記荷重算出部は、前記3対以上又は3個以上の歪検出部のうち、前記ピン本体の断面形状変化の影響が小さい歪検出部を選択する選択部と、前記選択部で選択された歪検出部の検出信号出力に基づいて、前記ピン本体に作用する荷重を算出する算出部を備えることを特徴とする荷重検出装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の荷重検出装置において、

前記歪検出部は、取付箇所におけるせん断歪を検出するものであることを特徴とする荷重検出装置。

【請求項 3】

請求項1及び請求項2のいずれか1項に記載の荷重検出装置において、

前記3対以上の歪検出部は、それぞれ前記ピン本体の軸心を介して対向の位置に配置された2個の歪センサを1対とする特徴とする荷重検出装置。

【請求項 4】

請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の荷重検出装置において、

10

20

前記 3 対以上又は 3 個以上の歪検出部のうち、特定の 1 対又は 1 個の歪検出部の設定位置に対して、90° 以上離れた箇所に少なくとも 1 対又は 1 個の歪検出部が設置されることを特徴とする荷重検出装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の荷重検出装置において、

前記荷重算出部は、前記 3 対以上又は 3 個以上の歪検出部から、荷重算出値が最も小さくなる 2 対又は 2 個の歪検出部の組を選択し、当該選択された 2 対又は 2 個の歪検出部の検出信号出力から、前記ピン本体の x 軸方向及びこれと直交する y 軸方向に作用する荷重を算出することを特徴とする荷重検出装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の荷重検出装置において、

前記荷重算出部は、荷重作用方向情報を用いて前記 3 対以上又は 3 個以上の歪検出部から前記ピン本体の断面形状変化の影響が小さい歪検出部を選択し、選択された歪検出部の出力から荷重を算出することを特徴とする荷重検出装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の荷重検出装置において、

前記荷重算出部は、前記荷重の作用方向と前記歪検出部とのなす角度が 45°、135°、225°、315° から最も離れた 2 対又は 2 個の歪検出部を選択し、当該選択された 2 対又は 2 個の歪検出部の検出信号出力に基づいて、前記ピン本体に作用する荷重を算出することを特徴とする荷重検出装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載のピン型ロードセルにより、機構部材の連結部が結合されることを特徴とする作業機械。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の作業機械において、

下部走行体と、前記下部走行体の上部に取り付けられた上部作業体と、前記上部作業体に回動自在に取り付けられた作業装置と、前記作業装置の先端に回動軸を介して取り付けられたアタッチメントと、作業機械の姿勢を検出する姿勢検出部と、前記アタッチメントに作用する荷重を演算する演算装置と、前記アタッチメントに作用する荷重を表示する表示装置を備え、

前記ピン型ロードセルにより前記作業装置とアタッチメントとの連結部が連結され、

前記演算装置は、前記姿勢検出部及び前記ピン型ロードセルの出力に基づいて前記アタッチメントに加わる荷重を算出し、

前記表示装置は、前記演算装置の出力結果に基づいて荷重の大きさおよび方向を表示することを特徴とする作業機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ピン型ロードセルを備えた荷重検出装置と、当該荷重検出装置を備えた作業機械とに関する。

【背景技術】

【0002】

機械を構成する各機械部品が受ける荷重を検出することは、機械の状態把握及び機械の駆動制御を行う上で重要である。従来、リンク状に組み合わされた機構部材の連結ピンに作用する荷重を検出する荷重検出装置として、機構部材の連結ピン自体に荷重検出機能を備えたピン型ロードセルを用いるものが知られている。ピン型ロードセルは、機構部材の連結部に挿入され、当該連結部に作用する荷重を検出する。

【0003】

油圧ショベル等の作業機械においては、作業量の把握や安定性確保のため、アタッチメント部に作用する負荷を計測することが不可欠である。特許文献 1 には、この種の作業機

10

20

30

40

50

械に好適なピン型ロードセルとして、ピンの軸方向に設けられたピン穴と、このピン穴の壁面又はピンの外周における同一周上に位置し、かつ互いに直交する2面にそれぞれ1つずつ取り付けられた2つのひずみセンサを備え、ピン穴の径／ピンの外径の値を0.2以下としたものが提案されている。特許文献1に記載のピン型ロードセルは、ピン穴の径を規制することによって、荷重によるピンの断面形状の変形が防止されるので、荷重の作用方向が変化しても、ピンに作用する荷重の測定を高精度に行うことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-159548号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載のピン型ロードセルは、ピンの穴径をピンの外径の0.2以下とするので、ピンの外径が小さく、かつピン穴内にひずみセンサを取り付けるピン型ロードセルについては、ピン穴内にひずみセンサの接着面を十分に確保することが困難であり、計測精度がピンの寸法による制約を受けるという問題がある。

【0006】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、ピンの寸法によらず作用方向が変化する荷重の大きさ及び方向を高精度に検出可能な荷重検出装置と、この荷重検出装置を備え、作業を安全かつ高能率に行うことが可能な作業機械を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上記課題を解決するため、荷重検出装置に関しては、ピン型ロードセルと、前記ピン型ロードセルの検出信号出力から前記ピン型ロードセルに作用する荷重を算出する荷重算出部とを備えた荷重検出装置において、前記ピン型ロードセルは、軸方向にピン穴が設けられたピン本体と、前記ピン本体の周方向に配置された3対以上又は3個以上の歪検出部を備え、前記荷重算出部は、前記3対以上又は3個以上の歪検出部のうち、前記ピン本体の断面形状変化の影響が小さい歪検出部を選択する選択部と、前記選択部で選択された歪検出部の検出信号出力に基づいて、前記ピン本体に作用する荷重を算出する算出部を備えることを特徴とする。

30

【0008】

ピン穴を有するピンの断面形状は、せん断荷重を受けたとき、荷重の作用方向に関して上下非対称に変形する。また、作業機械のアームとアタッチメントを連結する回転軸（ピン）には、作業の進行に伴って時々刻々と作用方向が変化する荷重が作用する。このため、従来例に係るピン型ロードセルのように、互いに直交する2面にそれぞれ1つずつ歪センサが取り付けられたピン型ロードセルを用いて、作業機械のアームとアタッチメントの連結部に作用する荷重を検出しようとすると、荷重の作用方向によっては、ピンの断面形状の変形に起因する歪量がピン型ロードセルの検出信号に重畠し、正確な荷重を検出することができない。これに対して、ピン（ピン本体）の周方向に3対以上又は3個以上の歪検出部を備えると、荷重検出に当たり、ピンの断面形状の変形の影響が小さい歪検出部を適宜選択して、ピンに作用する荷重の算出を行うことができるので、荷重を受けてピン穴を有するピンの断面形状が上下非対称に変形した場合にも、ピンに作用する荷重を正確に検出することができる。よって、ピン穴のサイズを規制する必要がなく、ピンサイズが異なる広範な部位の荷重検出を行うことができる。

40

【0009】

また本発明は、前記構成の荷重検出装置において、前記歪検出部は、取付箇所におけるせん断歪を検出するものであることを特徴とする。

【0010】

50

ピン型ロードセルは、リンク部材の連結部に作用する荷重の検出に用いられ、リンク部材の連結部には、せん断力が作用する。したがって、歪検出部として取付箇所におけるせん断歪を検出するものを用いることにより、リンク部材の連結部に作用する荷重を精度よく検出することができる。

【0011】

また本発明は、前記構成の荷重検出装置において、前記3対以上の歪検出部は、それぞれ前記ピン本体の軸心を介して対向の位置に配置された2個の歪センサを1対とすることを特徴とする。

【0012】

ピン本体の軸心を介して対向の位置に配置された2個の歪センサを1対として歪検出部を構成すると、これら2個の歪センサの検出信号出力の差をとることにより、ピン本体に作用する曲げモーメントの影響をキャンセルできるので、ピン本体に作用する剪断力を正確に検出することができる。

【0013】

また本発明は、前記構成の荷重検出装置において、前記3対以上又は3個以上の歪検出部のうち、特定の1対又は1個の歪検出部の設定位置に対して、90°以上離れた箇所に少なくとも1対又は1個の歪検出部が設置されることを特徴とする。

【0014】

3対以上又は3個以上の歪検出部を、ピン周方向の1つの象限に集中させることなく、特定の1対又は1個の歪検出部の設定位置に対して90°以上離れた箇所に他の少なくとも1対又は1個の歪検出部を設定すると、いかなる方向から荷重が作用した場合においても、ピンの断面形状の変形の影響が小さく、十分な出力を持った歪検出部を選択することができ、より高精度に荷重を検出することができる。

【0015】

また本発明は、前記構成の荷重検出装置において、前記荷重算出部は、前記3対以上又は3個以上の歪検出部から、荷重算出値が最も小さくなる2対又は2個の歪検出部の組を選択し、当該選択された2対又は2個の歪検出部の検出信号出力から、前記ピン本体のx軸方向及びこれと直交するy軸方向に作用する荷重を算出することを特徴とする。

【0016】

特定の1対又は1個の歪検出部の設定位置及びこれに直交する設定位置の荷重を用いた歪センサ校正結果を用いる場合、ピン本体の上下非対称の変形に起因する荷重検出値は、常に正方向に現れる。したがって、荷重算出値が最も小さくなる2対又は2個の歪検出部の組を選択して荷重を算出することにより、ピン本体の断面傾向変化に起因する検出誤差を最小にすることができる。

【0017】

また本発明は、前記構成の荷重検出装置において、前記荷重算出部は、荷重作用方向情報を用いて、前記3対以上又は3個以上の歪検出部から前記ピン本体の断面形状変化の影響が小さい歪検出部を選択し、選択された歪検出部の出力から荷重を算出することを特徴とする。

【0018】

荷重の作用方向を用いれば、各歪検出部と荷重作用方向の関係を導出でき、ピン本体の断面形状変化の影響が小さい歪検出部が判るので、これを選択することによって、ピン本体の断面形状変化の影響が小さい荷重算出を行うことができる。

【0019】

また本発明は、前記構成の荷重検出装置において、前記荷重算出部は、前記荷重の作用方向と前記歪検出部とのなす角度が45°、135°、225°、315°から最も離れた2対又は2個の歪検出部を選択し、当該選択された2対又は2個の歪検出部の検出信号出力に基づいて、前記ピン本体に作用する荷重を算出することを特徴とする。

【0020】

ピン本体の断面形状変化の影響は、荷重の作用方向と歪検出部とのなす角度が45°、

10

20

30

40

50

135°、225°、315°で最も大きくなる。したがって、荷重の作用方向と歪検出部とのなす角度が45°、135°、225°、315°から最も離れた2対又は2個の歪検出部を選択して、ピン本体に作用する荷重を算出することにより、高精度な荷重検出を行うことができる。

【0021】

また本発明は、作業機械に関して、請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載のピン型ロードセルにより、機構部材の連結部が結合されることを特徴とする。

【0022】

作業機械を構成する機構部材の連結部には、作業の進行に伴って時々刻々と大きさ及び方向が変化する荷重が作用する。上述したように、請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載のピン型ロードセルは、このような荷重を受けてピン本体の断面形状が変化した場合にも、荷重検出を高精度に行うことができるので、作業の安全性を高めつつ、作業の高能率化を図ることができる。

10

【0023】

また本発明は、前記構成の作業機械において、下部走行体と、前記下部走行体の上部に取り付けられた上部作業体と、前記上部作業体に回動自在に取り付けられた作業装置と、前記作業装置の先端に回動軸を介して取り付けられたアタッチメントと、作業機械の姿勢を検出する姿勢検出部と、前記アタッチメントに作用する荷重を演算する演算装置と、前記アタッチメントに作用する荷重を表示する表示装置を備え、前記ピン型ロードセルにより前記作業装置とアタッチメントとの連結部が連結され、前記演算装置は、前記姿勢検出部及び前記ピン型ロードセルの出力に基づいて前記アタッチメントに加わる荷重を算出し、前記表示装置は、前記演算装置の出力結果に基づいて荷重の大きさおよび方向を表示することを特徴とする。

20

【0024】

ピン型ロードセルを用いて作業装置とアタッチメントとの連結部を連結すると、例えば油圧ショベルなどのアタッチメントを備える作業機械について、荷重作用方向の変化によらず、作業装置とアタッチメントとの連結部に作用する荷重を高精度に検出することができる。また、演算部は、作業機械の各所に備えられた姿勢検出部及びピン型ロードセルの出力を基づいてアタッチメント部に加わる荷重を算出するので、アタッチメントに作用する荷重の方向を正確に把握することができる。さらに、荷重の算出結果を表示装置に表示するので、作業機械のオペレータはアタッチメントに作用する荷重を常時明確に認識することができ、作業の安全と作業効率の高能率化を図ることができる。

30

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、ピン型ロードセルを構成するピン本体に作用する荷重の方向が変化する場合においても、ピン本体の寸法による制約を受けない簡易な構成で、ピン本体に作用する荷重の大きさ及び方向を高精度に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】実施形態に係る作業機械の側面図である。

40

【図2】実施形態に係る作業機械のアタッチメント周辺部の拡大側面図である。

【図3】実施形態に係る作業機械のアタッチメント周辺部の拡大正面図である。

【図4】実施形態に係る作業機械に備えられる荷重計測装置の構成図である。

【図5】実施形態に係る作業機械のアタッチメントに作用する負荷の演算方法を示す図である。

【図6】実施形態に係るピン型ロードセルの断面図である。

【図7】実施形態に係るピン型ロードセルのせん断変形発生部の横断面図である。

【図8】実施形態に係るピン型ロードセルのせん断変形発生部の拡大図である。

【図9】従来例に係るピン型ロードセルのせん断歪検出部の横断面図である。

【図10】従来例に係るピン型ロードセルの荷重を受けたときの断面形状変化を示す図である。

50

あり、図10(a)は図8に示す荷重点1Cにおけるピン型ロードセルの断面形状、図10(b)は図8に示す計測点1Eにおけるピン型ロードセルの断面形状、図10(c)は図8に示す支持点1Dにおけるピン型ロードセルの断面形状である。

【図11】従来例に係るピン型ロードセルの荷重算出値を示す図であり、図11(a)は原点Oを通る直線の方位を荷重方向、原点Oからの距離を荷重測定値とするグラフ図、図11(b)は横軸を荷重方向、縦軸を荷重測定値とするグラフ図である。

【図12】実施形態に係るピン型ロードセルの荷重算出値を示す図であり、図12(a)は実施の形態に係るピン型ロードセル4において、荷重作用方向を変化させたときのF_ab、F_ac、F_bcを示す図、図12(b)は荷重算出値F_ab_cを示す図である。

【図13】歪センサの取り付け位置に対して荷重方向を0°から360°まで変化させたときのセンサ出力の理論値と測定値との関係を示す図である。 10

【発明を実施するための形態】

【0027】

<作業機械>

まず、本発明に係る作業機械の実施形態を、図1～図3を参照して説明する。

【0028】

<作業機械の外観構成>

図1に示すように、実施形態に係る作業機械100は、地面と接して走行する下部走行体102と、下部走行体102上に取り付けられた上部作業体103と、一端が上部作業体103に回動可能に取り付けられた作業装置106とから主に構成されている。 20

【0029】

図1に記載の下部走行体102は、いわゆるクローラ式のものであり、地面に接する履体201と、履体201を駆動する駆動輪202と、履体201によって回転される従動輪203と、これらを支持する構造物204等で構成されている。なお、下部走行体102は、複数の車輪を備えたいわゆるホイール式で構成しても良い。

【0030】

上部作業体103は、下部走行体102の上部に取り付けられている。本例の作業機械100は油圧ショベルであり、上部作業体103は、旋回装置を介して、或いは旋回装置を介さずに、下部走行体102上に取り付けられる。

【0031】

作業装置106は、作業フロントとも呼ばれ、運転室から見て上部作業体103の前方に取り付けられる。図1の例においては、作業装置106が、回動軸140を介して上下方向にのみ回動自在であるように上部作業体103に取り付けられたブーム110と、回動軸141を介して上下方向にのみ回動自在であるようにブーム110の先端に取り付けられたアーム112と、回動軸142を介して上下方向にのみ回動自在であるようにアーム112の先端に取り付けられたアタッチメント123が取り付けられている。 30

【0032】

図1の例においては、アタッチメント123としてバケットがアーム112の先端に取り付けられており、当該アタッチメント(バケット)123には、一端がアーム112に連結されたリンク機構118の他端が、回動軸144を介して連結されている。また、リンク機構118には、一端がアーム112に取り付けられたアタッチメントシリンド115のロッド側の端部が、回動軸145を介して連結されている。アタッチメントシリンド115は油圧シリンドであり、伸縮することで回動軸142を中心としてアタッチメント123を回動させる。なお、作業によっては、バケットに代えて、グラップル、カッタ、ブレーカ、マグネット等の他のアタッチメントを取り付けることができる。 40

【0033】

図2は、アタッチメント123の周辺部の詳細図である。この図から明らかなように、図1に示したリンク機構118は、アタッチメントシリンド115におけるロッド側の先端部とアタッチメント123の間に架け渡された第1リンク116と、アタッチメントシリンド115におけるロッド側の先端部とアーム112の間に架け渡された第2リンク1 50

17を有している。第1リンク116は、一方側の端部において回動軸144を介してアタッチメント123に回動可能に取り付けられており、他方側の端部において回動軸145を介してアタッチメントシリンダ115に回動可能に取り付けられている。一方、第2リンク117は、一方側の端部において回動軸146を介してアーム112と回動可能に取り付けられており、他方側の端部において回動軸145を介してアタッチメントシリンダ115に回動可能に取り付けられている。なお、リンク機構118としては、他の構成のものを備えることもできる。例えば、図2のリンク機構118に、アタッチメントシリンダ115のロッド側の先端部と回動軸145の間に架け渡された第3のリンク部材と、アタッチメントシリンダ115のロッド側の先端部とアーム112の間に架け渡された第4のリンク部材とが追加してなる4節形のリンク機構を備えることができる。さらには、4つ以上のリンク部材の組合せからなるものを用いることもできる。10

【0034】

<作業機械の状態量検出部>

作業機械の所要の部分には、機械の状態量を検出するためのセンサ（状態量検出部）が備えられる。以下、実施の形態に係る作業機械100に備えられる状態量検出部について、図1～図3を参照しながら説明する。作業機械100の状態量検出部は、アタッチメント123の姿勢を検出する姿勢検出装置と、アタッチメント123に加わる荷重を検出する荷重検出装置とから構成される。

【0035】

<姿勢検出装置>

図1に示すように、作業機械100には、アタッチメント123の姿勢を検出する姿勢検出装置として、ブーム角度センサ140aと、アーム角度センサ141aと、アタッチメント角度センサ142aを備えている。ブーム角度センサ140aは、上部作業体103に対するブーム110の回転角度（相対角度）を検出するもので、上部作業体103とブーム110の回動軸140に設けられている。アーム角度センサ141aは、ブーム110に対するアーム112の回転角度（相対角度）を検出するもので、ブーム110とアーム112の回動軸141に設けられている。アタッチメント角度センサ142aは、アーム112に対するアタッチメント123の回転角度（相対角度）を検出するもので、アーム112とアタッチメント123の回動軸142に設けられている。作業機械100は、ブーム角度センサ140a、アーム角度センサ141a、及びアタッチメント角度センサ142aの検出値に基づいて、後述の演算装置160が水平面に対するアタッチメント123の姿勢の絶対角度（対地角度）を算出している。20

【0036】

<荷重検出装置>

また、作業機械100は、アタッチメント123に加わる荷重を検出する荷重検出装置として、互いに直交する2軸方向の荷重を検出するピン型ロードセル4a、4bを有している。ピン型ロードセル4a、4bは、回動軸142及び回動軸144に設けられた連結ピンに代えて設けられる。ピン型ロードセル4a、4bは、回動軸142、144に相当する所要の形状及びサイズに形成されたピン本体に歪検出部を設けることにより、ピン本体に作用する力を検出できるようになっている。ピン型ロードセル4a、4bの具体的な構成については、図6及び図7を用いて後に詳細に説明する。ピン型ロードセル4aは、アタッチメント123と一緒に回転するように、回動軸142の設定位置において、アタッチメント123に固定される。一方、ピン型ロードセル4bは、アタッチメント123と一緒に回転するように、回動軸144の設定位置において、アタッチメント123に固定される。30

【0037】

図3に示すように、アタッチメント123には、回動軸142、144を介してアーム112を連結するための2枚のリブ123a、123bが所要の間隔を隔てて対向に形成されている。アーム112の先端部は、2枚のリブ123a、123bの間に配置されており、アーム112の先端部に開設された貫通孔及び2枚のリブ123a、123bに開

10

20

30

40

50

設された貫通孔に、回動軸 142, 144 に対応した連結ピンに代わるピン型ロードセル 4a, 4b を貫通することにより、アーム 112 の先端部にアタッチメント 123 が回動自在に取り付けられる。したがって、アタッチメント 123 に土砂等の負荷が加わった場合、ピン型ロードセル 4a, 4b には、図 3 に白抜き矢印で示すように、アーム 112 との接触部では上向きの、アタッチメント 123 との接触部では下向きの力が作用し、アーム 112 とリブ 123a, 123b の隙間部分 1A, 1B にせん断変形が生じる。このような理由から、ピン型ロードセル 4a, 4b としては、この隙間部分 1A, 1B に生じるせん断歪を検出するものが用いられる。

【0038】

<荷重計測装置>

10

図 4 に、上述した姿勢検出装置及び荷重検出装置の検出信号から、アーム 112 とアタッチメント 123 の連結部に作用する荷重を計測する荷重計測装置 150 の構成を示す。この図から明らかなように、本例の荷重計測装置 150 は、2 軸ピン型ロードセル 4a, 4b と、ブーム角度センサ 140a と、アーム角度センサ 141a と、アタッチメント角度センサ 142a と、演算装置 160 と、表示装置 161 とから構成される。

【0039】

演算装置 160 は、図示しない中央処理装置及び記憶装置を有しており、角度センサ 140a, 141a, 142a の検出信号に基づいてアタッチメント 123 の姿勢を検出し、アタッチメント姿勢情報及びピン型ロードセル 4a, 4b の検出信号に基づいて、アタッチメント 123 に加わる力の大きさと方向を算出する。

20

【0040】

表示装置 161 は、演算装置 160 と接続されており、演算装置 160 が算出した力の大きさと方向を表示する。作業機械のオペレータは、この表示装置 161 に表示される力の大きさと方向を参照しながら、作業機械の運転を行うことができる。

【0041】

以下、図 5 を用いて演算装置 160 で行われる具体的な演算方法について説明する。図 5 は、アタッチメント 123 に加わる力 F_{123} と、ピン型ロードセル 4a で検出される力 F_{142} と、ピン型ロードセル 4b で検出される力 F_{144} との関係図である。基準座標系として、作業機械 100 の前後方向に x 軸を、鉛直方向に y 軸を設定する。また、アタッチメント 123 の座標系（アタッチメント座標系）として、回動軸 142 と回動軸 144 を結ぶ線分の方向に x' 軸を、この x' 軸に対して垂直な方向に y' 軸を設定する。ここで、アタッチメント 123 における点 P_{123} に力 F_{123} が作用したとき、回動軸 142 には力 F_{142} が、回動軸 144 には力 F_{144} が作用したとする。

30

【0042】

このとき、回動軸 142 に設けられ、アタッチメント 123 に固定されているピン型ロードセル 4a は、回動軸 142 に作用する力 F_{142} を、x' 軸方向の力 $F_{142x'}$ と、y' 軸方向の力 $F_{142y'}$ として検出し、演算装置 160 に出力する。同様に、回動軸 144 に設けられ、アタッチメント 123 に固定されているピン型ロードセル 4b は、回動軸 144 に作用する力 F_{144} を、x' 軸方向の力 $F_{144x'}$ と、y' 軸方向の力 $F_{144y'}$ として検出し、演算装置 160 に出力する。

40

【0043】

演算装置 160 はアタッチメント 123 に作用する力 F_{123} の x' 軸方向成分 $F_{123x'}$ 及び y' 軸方向成分 $F_{123y'}$ を、 $F_{142x'}$, $F_{142y'}$, $F_{144x'}$, $F_{144y'}$ を用いて、以下のように算出する。

【数 1】

$$F_{123x'} = F_{142x'} + F_{144x'}$$

$$F_{123y'} = F_{142y'} + F_{144y'}$$

・・・ (1)

50

【0044】

演算装置160は、水平面(×軸方向)に対するアタッチメント123の角度(図5参照)を、ブーム角度センサ40a、アーム角度センサ41a及びアタッチメント角度センサ42a(姿勢検出装置)の検出値に基づいて算出する。そして、演算装置160は、アタッチメント123に加わる力 F_{123} の×軸方向成分 F_{123x} とy軸方向成分 F_{123y} を、上記の角度と上式から算出された F_{123x} 、 F_{123y} を用いて、以下の式を利用して算出する。これにより、演算装置160は、アタッチメント123に作用する力 F_{123} の大きさと方向を算出することができる。

【数2】

$$\begin{bmatrix} F_{123x} \\ F_{123y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_{123x'} \\ F_{123y'} \end{bmatrix}$$

10

・・・ (2)

【0045】

<荷重検出装置>

次に、上述した作業機械に適用される荷重検出装置の実施形態につき、図を参照しながら説明する。

【0046】

20

<ピン型ロードセルの構成>

図6に示すように、実施の形態に係る荷重検出装置は、ピン型ロードセル4と、ピン型ロードセル4の検出信号から、当該ピン型ロードセル4に作用する荷重を算出する荷重算出部30とから構成される。なお、ピン型ロードセル4は、ピン型ロードセル4a、4bの総称である。

【0047】

ピン型ロードセル4は、図6に示すように、S45C等の構造用炭素鋼を用いて形成された所定寸法のピン本体1と、当該ピン本体1のピン穴2内に取り付けられたせん断歪検出部20とからなる。ピン穴2は、ピン本体1と同心で、ピン本体1の軸方向に設けられた穴であり、ピン本体1を貫通する貫通孔とすることもできるし、ピン本体1の両端から少なくとも図3のせん断歪発生部1A、1Bに相当する部分まで達するように設けられた半貫通孔とすることもできる。ピン本体1の外周の所定位置、即ち、図3に記載したせん断歪発生部1A、1Bに相当する部分には、凹部1aが形成される。図6及び図7に示すように、ピン穴2の内部であって凹部1aの形成部と対応する部分には、せん断歪検出部20を構成する複数の歪センサが設けられる。

30

【0048】

せん断歪検出部20は、ピン本体1に作用するせん断歪を検出する複数の歪センサから構成される。歪センサとしては、一般に広く使用されている金属抵抗式歪ゲージや、単結晶シリコン基板に不純物を導入した不純物拡散抵抗を用いた半導体歪センサ等を用いることができる。

40

【0049】

本実施の形態においては、図7に示すように、1つのせん断歪発生部1A又は1Bについて、互いに対向に配置された2枚を1対とする歪センサが、ピン穴2の周方向に3対配置されている。図7において、歪センサ21aと22aは1対の歪センサを構成し、歪センサ21bと22bは他の1対の歪センサを構成し、歪センサ21cと22cはさらに他の1対の歪センサを構成する。センサ対(21a、22a)、(21b、22b)、(21c、22c)は、それぞれ×軸からa、b、cの位置に配置されるものとする。他方のせん断歪発生部1Bに設定される歪センサ24aと25a、24bと25b、24cと25cについても、同様に構成される。各対の歪センサは、それぞれのセンサ取付位置に発生するせん断歪を検出する。なお、ピン穴2の周方向に3対の歪センサを配置する

50

のは、荷重を受けてピン本体1の断面形状がその軸心に関して非対称に変形したときにも、その変形の影響を受けにくい位置に2対の歪センサが存在するようにするためである。また、軸心を介して2枚の歪センサを対向に配置するのは、曲げモーメントによる歪の影響を除去するためであり、曲げモーメントによる歪の影響を無視できる場合には、対に配置する必要はなく、3個の歪センサをピン穴2の周方向に配置すれば足りる。

【0050】

なお、上述した3対の歪センサの配置 a、b、cは、ピン穴の周方向に関して必ずしも等間隔である必要はなく、ある1対の歪センサの設定位置に対して、90°～180°となる箇所に少なくとも他の1対の歪センサを設置するように配置すれば良い。これは、0°～90°に全てのセンサ対を密集して配置すると、計測精度が劣化するためである。但し、荷重を受けてピン本体1の断面形状が荷重方向に関して上下非対称に変形した場合を考慮し、3対の歪センサのうちのいずれか2対の間の角度が90°となる配置は、避けることが望ましい。これらの理由については、以下に記載する（誤差の発生原理と誤差回避の原理）で詳細に説明する。また、せん断歪発生部1Aに設けられる各歪センサと、せん断歪発生部1Bに設けられる各歪センサの配置についても、必ずしも同じである必要はない。

10

【0051】

<誤差の発生原理と誤差回避の原理>

作業機械の回動軸には、作業の進行に伴って、時々刻々と方向が変化する荷重が作用する。以下に、回動軸に代わるピン型ロードセルに方向が変化する荷重が作用する場合における計測誤差の発生原理及び発生する誤差の傾向と、3対又は3個の歪センサを備えることによって計測誤差の回避が可能になる理由について説明する。

20

【0052】

図8は、ピン型ロードセル4のせん断変形発生部1Aの拡大図である。ピン型ロードセル4では、荷重点1Cと支持点1Dの中間位置1E（計測点）であってピン穴2の内壁に歪センサ21a、22aを設けている。歪センサ21a、22aは、計測点の近傍における軸方向に対して45°方向の伸縮を検出し、対向するように配置された2枚の歪センサ21a、22aの出力値の差をせん断歪として出力する。ピン型ロードセル4の断面形状が変化せず、歪センサ21a、22aに対し、せん断変形のみが作用する場合には、歪センサ21a、22aは、ピン型ロードセル4に作用する荷重のセンサ取付面に対応した方向成分によるせん断歪を検出する。

30

【0053】

次に、図9に示すように、2対の歪センサ（21a、22a）と（21b、22b）が等間隔に配置された従来例に係るピン型ロードセル40について考える。このピン型ロードセル40に対し、方向から大きさFの荷重が作用した時、0°方向に備えられた歪センサ対（21a、22a）と90°方向に備えられた歪センサ対（21b、22b）の出力値Sx及びSyは、理論的には以下のようになる。

【数3】

$$Sx = \alpha F \sin\theta$$

$$Sy = \alpha F \cos\theta$$

40

$$\dots (3)$$

【0054】

ここで、 α は歪センサの荷重に対する感度を表す定数である。 x 軸方向の力 F_x 、 y 軸方向の力 F_y は、各センサ対の出力値 S_x 、 S_y に、 $1/\alpha$ を乗することにより算出できる。

【0055】

ところで、実際のピン本体1にあっては、ピン穴2やピン取付部の寸法公差等の影響により、荷重を受けたときに、断面形状が図10に示すように変形する。図10（a）は荷

50

重点 1 C、図 10 (b) は計測点 1 E、図 10 (c) は支持点 1 D における断面形状の変形の拡大図である。これらの図から明らかのように、荷重点 1 C 及び支持点 1 D では、荷重の影響により、上下非対称な変形となる。各点における断面形状に着目すると、荷重点 1 C では上部が小さく下部が大きい形状となり、逆に支持点 1 D では上部が大きく下部が小さい形状となる。このような場合には、歪センサ 2 1 の検出値にはせん断変形による歪に加えて、上記の非対称な変形によって発生する歪が含まれる。また、この非対称な断面形状の変形による歪は、荷重作用方向とセンサ位置の関係によって異なるため、荷重作用方向によって非対称な断面形状の変形による影響の大きさは変化し、ある荷重作用方向における歪センサの校正值を用いて荷重値を算出すると、荷重作用方向が変化した際に計測誤差が生じる。したがって、荷重を受けてピン本体 1 の断面形状が上下非対称に変形する場合には、ピン本体 1 の 0° 方向に備えられた歪センサ対 (2 1 a, 2 2 a) と 90° 方向に備えられた歪センサ対 (2 1 b, 2 2 b) の出力値 S_x 、 S_y (数 3 参照) に基づいてピン本体 1 に作用する荷重 F 及びその作用方向を求めることができない。10

【 0 0 5 6 】

図 11 に、荷重作用方向を 0° から 360° まで変化させたときの x 軸方向及び y 軸方向の荷重の理論値及び測定値の傾向を示す。図 11 (a) は原点 0 を通る直線の方位を荷重方向、原点 0 からの距離を荷重測定値とするグラフ図であり、図 11 (b) は横軸を荷重方向、縦軸を荷重測定値とするグラフ図である。これらの図から明らかのように、荷重計測誤差は、荷重作用方向によって変化し、45°、135°、225°、315° で特に大きくなる傾向がある。また、荷重算出値は、0°、90°、180°、270° で最小値を取る傾向がある。つまり、0° 方向および 90° 方向の荷重を用いた歪センサ校正結果を用いる場合には、誤差は常に正方向に発生する。荷重計測誤差の大きさは、ピンの剛性、即ち、ピンの材質や外径、ピン穴径によって異なり、ピン穴径が小さい場合には減少するが、荷重作用方向と誤差の大きさとの関係は常に上記と同様の傾向を示す。20

【 0 0 5 7 】

したがって、断面形状の非対称な変形の影響を受けやすく、計測誤差が大きくなる 45°、135°、225°、315° 及びその近傍を避けて計測できれば、荷重計測誤差を小さくすることが可能である。つまり、図 7 に示すピン型ロードセル 4 のように、ピン本体 1 の周方向に 3 対又は 3 個の歪センサを配置する場合において、ある 1 対の歪センサの設定位置に対して、90° ~ 180° となる箇所に少なくとも他の 1 対の歪センサを設置すると共に、これら 3 対の歪センサのうちのいずれか 2 対の間の角度が 90° となる配置を避けねば、ピン本体 1 に対してもかなる方向から荷重が作用しようと、少なくとも 2 対又は 2 個の歪センサについては、ピン本体 1 の変形の影響を受けにくくすることができる。よって、これら 2 対又は 2 個の歪センサの検出信号に基づいてピン本体 1 に作用する荷重を算出することにより、高精度な荷重計測が可能となる。30

【 0 0 5 8 】

< 荷重算出部 >

荷重算出部 3 0 は、図 6 に示すように、せん断歪検出部 2 0 の検出信号を入力する入力部 3 1 と、3 対の歪センサから選択される 2 対の歪センサの検出信号を用いて、歪センサ対の組合せが異なる 3 種のピン本体 1 に加わる荷重の大きさを算出する算出部 3 2 と、3 種の歪センサの組合せのうち、算出された荷重の大きさが最も小さくなる組合せを選択する選択部 3 3 と、選択された歪センサから算出された 2 軸方向の荷重 F_x 、 F_y を出力する出力部 3 4 とから構成される。この荷重算出部 3 0 は、マイクロコンピュータ等をもって構成できる。なお、本発明の要旨は、荷重算出部 3 0 に算出部と選択部を備えれば足りるのであって、入力部 3 1 に入力されたひずみ信号の選択部を前段に配置し、選択されたひずみ信号から 2 軸方向の荷重 F_x 、 F_y を算出する算出部を後段に配置する構成とすることもできる。40

【 0 0 5 9 】

図 7 に示した 3 対の歪センサのうちから 2 対を選択して荷重を算出する方法として、歪センサ対 (2 1 a, 2 2 a) と歪センサ対 (2 1 b, 2 2 b) を用いる場合、歪センサ対50

(2 1 b 、 2 2 b) と歪センサ対 (2 1 c 、 2 2 c) を用いる場合、歪センサ対 (2 1 a 、 2 2 a) と歪センサ対 (2 1 c 、 2 2 c) を用いる場合の 3 通りが考えられる。上述したように、各歪センサ対に対して、 0° の方向及び 90° の方向から荷重を付加した際の検出値を用いて導出した校正値を用いる場合には、荷重計測誤差は必ず正方向に生じる。したがって、最も計測誤差が小さくなる歪センサ対の組合せは、 2 対の歪センサの検出信号を用いて算出された荷重値が 3 通りの中で最も小さい値となるものである。つまり、歪センサ対 (2 1 a 、 2 2 a) と歪センサ対 (2 1 b 、 2 2 b) を用いて算出した荷重値 F_{ab} 、歪センサ対 (2 1 b 、 2 2 b) と歪センサ対 (2 1 c 、 2 2 c) を用いて算出した荷重値 F_{ac} 、歪センサ対 (2 1 a 、 2 2 a) と歪センサ対 (2 1 c 、 2 2 c) を用いて算出した荷重値 F_{bc} のうち、 F_{ab} が最も小さい場合には、歪センサ対 (2 1 a 、 2 2 a) と歪センサ対 (2 1 b 、 2 2 b) が、計測誤差の最も小さくなるセンサの組合せとなる。したがって、荷重算出部 30 は、 3 通りの組合せそれぞれにおける荷重値を算出し、算出された荷重値が最も小さくなる組合せを最良の組合せとして選択し、その組合せを用いて算出した荷重値を荷重算出値とする。各センサ対の取付位置がピン型ロードセル 4 の x 軸に対してそれぞれ a 、 b 、 c であるとき、各組合せにおける x 軸方向および y 軸方向の荷重値は以下のように算出される。

【数 4】

$$Fabx = -\frac{F_a \cos \theta_b - F_b \cos \theta_a}{\sin(\theta_b - \theta_a)}$$

$$Faby = \frac{F_a \sin \theta_b - F_b \sin \theta_a}{\sin(\theta_b - \theta_a)}$$

$$Facx = -\frac{F_a \cos \theta_c - F_c \cos \theta_a}{\sin(\theta_c - \theta_a)}$$

$$Facy = \frac{F_a \sin \theta_c - F_c \sin \theta_a}{\sin(\theta_c - \theta_a)}$$

$$Fbcx = -\frac{F_b \cos \theta_c - F_c \cos \theta_b}{\sin(\theta_c - \theta_b)}$$

$$Fbcy = \frac{F_b \sin \theta_c - F_c \sin \theta_b}{\sin(\theta_c - \theta_b)}$$

・・・ (4)

【0060】

ここで、 F_a 、 F_b 、 F_c は各センサ対の出力を力次元に変換したものであり、各センサ対を形成する 2 枚のセンサ出力の差分に、歪センサの校正値を乗することによって算出される値である。荷重値の大きさ F_{ab} 、 F_{ac} 、 F_{bc} は以下のように算出できる。

【数 5】

$$Fab = \sqrt{Fabx^2 + Faby^2}$$

$$Fac = \sqrt{Facx^2 + Facy^2}$$

$$Fbc = \sqrt{Fbcx^2 + Fbcy^2}$$

・・・ (5)

【0061】

荷重算出部 30 は、各組合せにおける荷重算出値に基づき、せん断変形発生部 1 A に作用する荷重 F_{1Ax} 、 F_{1Ay} を以下のように算出する。

【数6】

$$F1Ax = \begin{cases} Fabx & \left(\text{if } \min(Fab, Fac, Fbc) = Fab \right) \\ Facx & \left(\text{if } \min(Fab, Fac, Fbc) = Fac \right) \\ Fbcx & \left(\text{if } \min(Fab, Fac, Fbc) = Fbc \right) \end{cases}$$

$$F1Ay = \begin{cases} Faby & \left(\text{if } \min(Fab, Fac, Fbc) = Fab \right) \\ Facy & \left(\text{if } \min(Fab, Fac, Fbc) = Fac \right) \\ Fbcy & \left(\text{if } \min(Fab, Fac, Fbc) = Fbc \right) \end{cases}$$

••• (6)

10

【0062】

せん断変形発生部1Bについても、これと同様の演算を行い、せん断変形発生部1Bに作用する荷重 $F1Bx$ 、 $F1By$ を算出する。荷重算出部30は、ピン型ロードセル4に作用する荷重 $F4x$ 、 $F4y$ をせん断変形発生部 $F1A$ において検出された荷重値とせん断変形発生部 $F1B$ において検出された荷重値の和をとして算出し、荷重算出値 Fx 、 Fy として出力する。

【数7】

$$Fx = F1Ax + F1Bx$$

$$Fy = F1Ay + F1By$$

••• (7)

20

【0063】

したがって、ピン型ロードセル4に作用する荷重の大きさ F は、次式で求められる。

【数8】

$$F = \sqrt{Fx^2 + Fy^2}$$

••• (8)

30

【0064】

図12(a)は本実施の形態に係るピン型ロードセル4において、荷重作用方向を変化させたときの Fab 、 Fac 、 Fbc を示す図であり、図12(b)は荷重算出値 Fab 、 Fac 、 Fbc を示す図である。この図に示されるように、3対のセンサを配置し、そのうち2対を用いて荷重を算出し、全てのセンサの組合せのうち最も荷重算出値が小さくなる組合せを最も組合せとして選択することにより、図9に示した従来例の構成を用いた場合と比べて、大幅に誤差を抑制することができる。従来例においては荷重作用方向が 45° 、 135° 、 225° 、 315° 付近の場合に大きな誤差が発生していたが、本発明の構成では、そのような荷重作用方向においても誤差が小さく保たれており、荷重作用方向によらず高精度な計測ができることが分かる。

40

【0065】

<変形例>

上記の実施形態では、歪センサ21をせん断歪検出部1A、1Bにそれぞれ3対備える例を示したが、3対は前述の非対称な断面変形の影響の小さいセンサ対が常に2対以上存在するための最小構成であり、さらに多くのセンサ対を備えても良い。センサ対が多い場合にもおいても、上記の3対の場合と同様に取り得る全ての2対の組合せについて荷重を算出し、算出値が最も小さい組合せを採用の組合せとして選択し、 Fx 、 Fy の算出に用いる。センサ対をさらに多く配置することによって、非対称な断面変形の影響のより小さいセンサを選択することが可能となり、荷重算出のさらなる高精度化が可能である。

50

【0066】

また、上記の実施形態では、荷重作用方向を未知とし、せん断歪検出部20の出力値とともに非対称な変形の影響の小さいセンサを選択し、荷重算出に用いる方法を示したが、荷重作用方向が既知の場合には、荷重作用方向の情報を用いて荷重作用方向とセンサとの角度を算出し、この角度情報に基づいて、ピン本体の断面形状変化の影響が大きい位置に配置されたセンサ対を避け、断面形状変化の影響が小さい2対を選択し、荷重算出に用いるように構成しても良い。図13に、センサの取付位置に対して荷重方向を0°から360°まで変化させたときのセンサ出力の理論値と測定値との関係を示す。図13に示す理論値と測定値との差がピン本体の断面変形の影響分であるが、この大きさは、荷重作用方向とセンサ取付位置との角度によって異なる。したがって、荷重作用方向とセンサとの角度を用いれば、3対のセンサ対のうち、よりピン本体の断面変形の影響が小さい2対を選択することができる。また、上述のように、一般に、ピン本体の断面変形の影響は、荷重方向に対して、45°、135°、225°、315°の近傍で発生しやすい傾向がある。したがって、一般には、荷重作用方向とセンサとのなす角度が45°、135°、225°、315°から最も離れた2対を選択し、荷重算出に用いるように構成すれば良い。荷重作用方向が既知な例としては、作業機械のアタッチメント部に作用する負荷の計測にピン型ロードセルを適用した場合のうち、作業する力が重力方向に限定される場合が挙げられる。この場合には、ピン型ロードセルと重力方向との角度を傾斜角センサや角度センサ等から導出することにより、ピンが他ロードセルに作用する荷重の方向を算出することができる。

10

20

【0067】

また、上記の実施形態では、せん断歪検出部20としてピン穴2の内壁に歪センサを備える構成としたが、せん断歪検出部20はせん断変形発生部1A、1Bのせん断歪を検出できれば良く、ピン本体1の外周に形成された凹部内に歪センサを備えるように構成しても良いし、ピン穴に歪検出ブロックを挿入し、検出ブロック表面に歪センサを備える構成（例えば、特開昭61-145426号公報参照。）としても良い。いずれの場合においても、各センサ対の配置方法および荷重算出部30における荷重算出方法は上記の実施の形態と同様とすれば良い。

【0068】

また、上記の実施形態では、せん断歪検出部20として互いに対向するように歪センサを配置する例を示したが、対向面に配置する代わりに同一面の同一位置に2枚の歪センサを互いに直交するように配置しても良い。また、2枚の歪センサの差分を算出するのと同等の機能を有する歪センサを用いる場合には、3枚の歪センサを配置するようにしても良い。この場合には、歪センサ21Aから90°以上離れた位置に少なくとも1枚の歪センサを存在するように歪センサを配置すればよい。

30

【0069】

上述したように、実施の形態に係る作業機械は、荷重の作用方向が時々刻々と変化した場合においても、回転軸（ピン型ロードセル）に作用する荷重の大きさ及び方向を高精度に検出可能な荷重検出装置を備えたので、アタッチメント123に作用する荷重の大きさ及び方向を高精度に検出することができ、作業者又は作業管理者が作業機械の状態を正確に把握することできる。よって、作業の安全性の向上、作業および作業管理の効率向上を図ることができる。

40

【0070】

なお、上述の実施形態においては、荷重検出装置を用いてアタッチメント123に作用する荷重の大きさ及び方向を検出する場合を例にとって説明したが、本発明の要旨はこれに限定されるものではなく、例えば上部作業体106とブーム110の連結部又はブーム110とアーム112の連結部など、他の部位に作用する荷重の大きさ及び方向を荷重検出装置を用いて検出することも、勿論可能である。

【0071】

また、実施形態に係る荷重検出装置は、単に作業機械に適用できるだけでなく、機械一

50

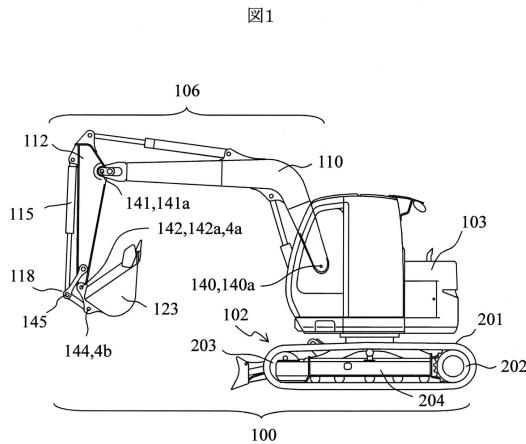
般の荷重検出に広く適用することができる。

【符号の説明】

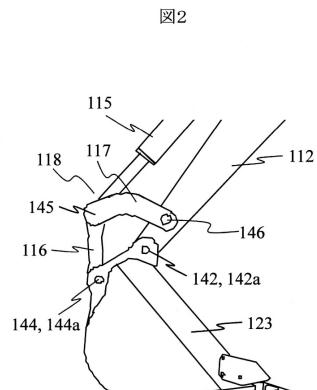
【0072】

1 ... ピン本体、1A、1B ... せん断変形発生部、1C ... 荷重点、1D ... 支持点、1E ... 計測点、2 ... ピン穴、4、4a、4b ... ピン型ロードセル、20 ... せん断歪検出部、21a、22a、21b、22b、21c、22c ... 歪センサ(歪検出部)、30 ... 荷重算出部、100 ... 作業機械、102 ... 下部走行体、103 ... 上部作業体、106 ... 作業装置、110 ... ブーム、112 ... アーム、112a ... 傾斜角センサ、115 ... アタッチメントシリンド、116 ... 第1リンク、117 ... 第2リンク、118 ... リンク機構、123 ... アタッチメント、123a ... 傾斜角センサ、140 ... 回動軸、140a ... ブーム角度センサ、141 ... 回動軸、141a ... アーム角度センサ、142 ... 回動軸(アーム側ピン)、142a ... アタッチメント角度センサ、144 ... 回動軸(リンク側ピン)、145 ... 回動軸、146 ... 回動軸、150 ... 荷重計測装置、160 ... 演算装置、161 ... 表示装置

【図1】



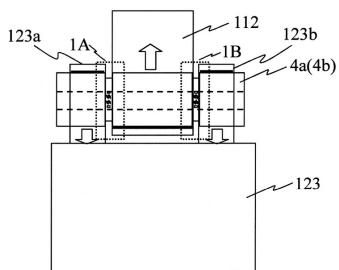
【図2】



【図3】

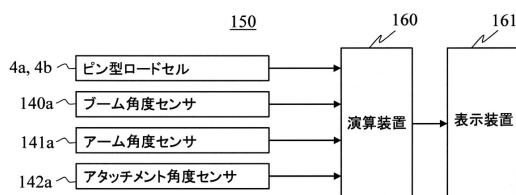
【図5】

図3



【図4】

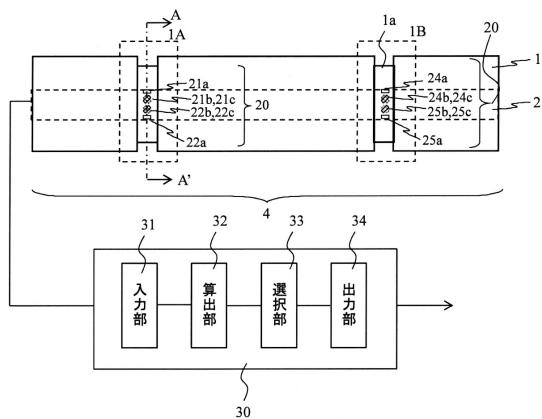
図4



【図6】

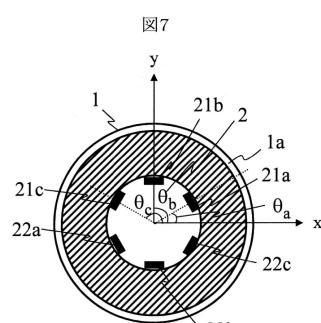
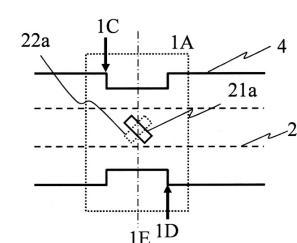
【図7】

図6

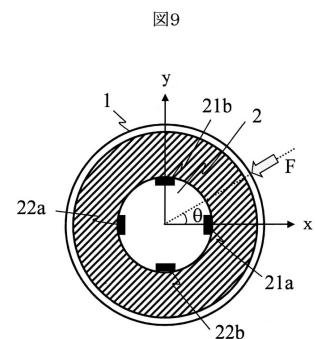


【図8】

図8

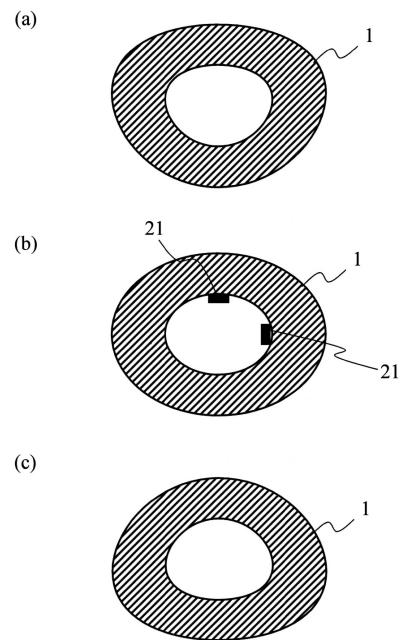


【図9】



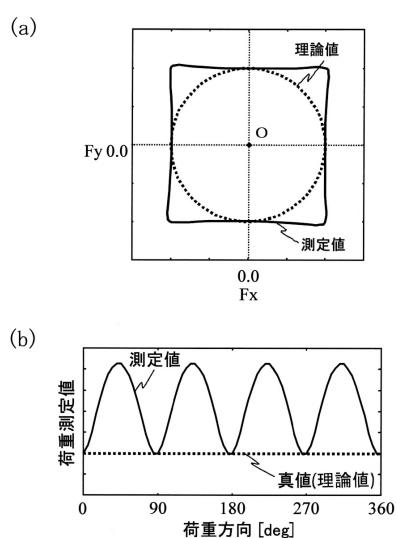
【図10】

図10



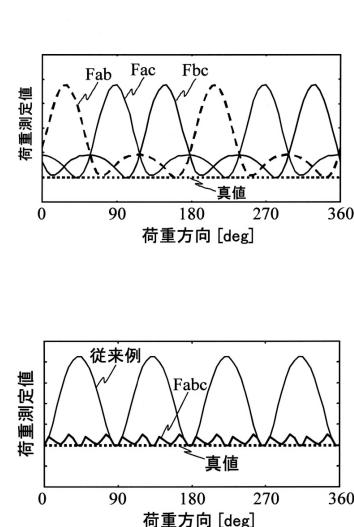
【図11】

図11

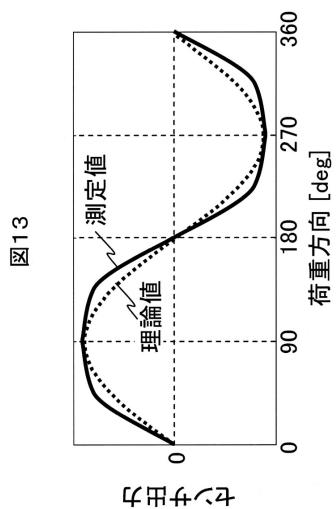


【図12】

図12



【図 1 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-281783(JP,A)
特開2010-107266(JP,A)
特開平6-241922(JP,A)
特開昭57-157129(JP,A)
特開昭57-75123(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 L 1/00 - 1/26
G 01 G 3/14 - 3/147
G 01 G 19/18