

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6809367号
(P6809367)

(45) 発行日 令和3年1月6日(2021.1.6)

(24) 登録日 令和2年12月14日(2020.12.14)

(51) Int. Cl. F I
FO4B 51/00 (2006.01) FO4B 51/00
GO1M 99/00 (2011.01) GO1M 99/00 A

請求項の数 7 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-96948 (P2017-96948) (22) 出願日 平成29年5月16日 (2017.5.16) (65) 公開番号 特開2018-193896 (P2018-193896A) (43) 公開日 平成30年12月6日 (2018.12.6) 審査請求日 令和2年1月14日 (2020.1.14)</p>	<p>(73) 特許権者 000246273 コベルコ建機株式会社 広島県広島市佐伯区五日市港2丁目2番1号 (74) 代理人 110001841 特許業務法人 梶・須原特許事務所 (72) 発明者 川本 真大 広島県広島市佐伯区五日市港2丁目2番1号 号 コベルコ建機株式会社 広島本社内 審査官 田谷 宗隆</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 油圧ポンプ異常診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

油圧ポンプと、
 前記油圧ポンプの吐出圧力を検出する吐出圧力センサと、
 前記油圧ポンプの吐出量を取得する吐出量取得手段と、
 前記油圧ポンプからリークする作動油が流入するドレン管と、
 前記ドレン管に接続され、前記ドレン管を流れる作動油中の金属の量を検出する金属センサと、
 前記金属センサを通る作動油の流量を取得する金属センサ通過流量取得手段と、
 演算手段と、
 を備え、
 前記演算手段は、
 前記金属センサ通過流量取得手段に取得された流量が、予め設定された適正流量範囲内であるか否かを判定する金属センサ通過流量判定処理と、
 前記金属センサ通過流量判定処理で適正流量範囲内であると判定された場合、前記吐出圧力センサに検出された吐出圧力と、前記吐出量取得手段に取得された吐出量と、前記金属センサに検出された金属の量と、を用いて摩耗係数を算出する摩耗係数算出処理と、
 前記金属センサ通過流量判定処理で適正流量範囲内であると判定された場合、前記金属センサに検出された金属の量を検出摩耗量としてカウントする検出摩耗量カウント処理と、

前記金属センサ通過流量判定処理で適正流量範囲内でないと判定された場合、前記摩耗係数を用いて算出した金属の量を演算摩耗量としてカウントする演算摩耗量カウント処理と、

前記検出摩耗量および前記演算摩耗量を合算した合算摩耗量を算出する合算摩耗量算出処理と、

前記合算摩耗量が、予め設定された異常判定閾値を超えたか否かを判定することで、前記油圧ポンプが異常であるか否かを判定する異常判定処理と、

を実行する、

油圧ポンプ異常診断装置。

【請求項 2】

10

請求項 1 に記載の油圧ポンプ異常診断装置であって、

前記演算手段は、第 1 時刻に前記摩耗係数算出処理で算出した前記摩耗係数を、前記第 1 時刻よりも後の第 2 時刻に前記摩耗係数算出処理で算出した前記摩耗係数に更新する摩耗係数更新処理を実行する、

油圧ポンプ異常診断装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の油圧ポンプ異常診断装置であって、

前記演算手段は、

第 3 時刻よりも後の第 4 時刻に前記摩耗係数算出処理で算出された前記摩耗係数と、前記第 3 時刻に前記摩耗係数算出処理で算出された前記摩耗係数と、の差を算出する摩耗係数差算出処理と、

20

前記摩耗係数差算出処理で算出された差が、予め設定された摩耗係数閾値を超えた場合、前記演算摩耗量カウント処理でカウントした前記演算摩耗量を補正する演算摩耗量補正処理と、

を実行する、

油圧ポンプ異常診断装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の油圧ポンプ異常診断装置であって、

前記演算摩耗量補正処理では、前記第 3 時刻に前記摩耗係数算出処理で算出された前記摩耗係数と、前記第 4 時刻に前記摩耗係数算出処理で算出された前記摩耗係数と、を用いて前記演算摩耗量が補正される、

30

油圧ポンプ異常診断装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の油圧ポンプ異常診断装置であって、

前記金属センサを通る作動油の温度を検出する温度センサを備える、

油圧ポンプ異常診断装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の油圧ポンプ異常診断装置であって、

前記摩耗係数算出処理では、前記温度センサに検出された温度が、前記摩耗係数の算出に用いられる、

40

油圧ポンプ異常診断装置。

【請求項 7】

請求項 5 または 6 に記載の油圧ポンプ異常診断装置であって、

前記金属センサの上流と下流との差圧を検出する差圧センサを備え、

前記金属センサ通過流量取得手段は、前記温度センサに検出された温度と、前記金属センサの開口面積と、前記差圧センサに検出された差圧と、に基づいて前記ドレン管を流れる作動油の流量を算出する、

油圧ポンプ異常診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、油圧ポンプが異常であるか否かを診断する、油圧ポンプ異常診断装置に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

例えば特許文献 1 に記載の技術では、油圧ポンプの内部の摩耗により生じた金属粉が、金属センサで検出される。そして、金属センサで検出された金属の量に応じて、ポンプが故障であるかどうか判定される。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 2 4 1 3 0 6 公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

同文献に記載の技術では、金属を含む作動油が、金属センサを通る。一般的に、金属センサを通る作動油の流量が、所定の範囲（適正流量範囲）から外れると、金属センサの検出の精度が悪くなる。そのため、ポンプが異常か否かの判定を適切に行えないおそれがある。

【 0 0 0 5 】

20

そこで本発明は、金属センサを通る作動油の流量が、適正流量範囲内でない場合でも、油圧ポンプが異常であるか否かを判定できる、油圧ポンプ異常診断装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明の油圧ポンプ異常診断装置は、油圧ポンプと、吐出圧力センサと、吐出量取得手段と、ドレン管と、金属センサと、金属センサ通過流量取得手段と、演算手段と、を備える。吐出圧力センサは、前記油圧ポンプの吐出圧力を検出する。前記吐出量取得手段は、前記油圧ポンプの吐出量を取得する。前記ドレン管には、前記油圧ポンプからリークする作動油が流入する。前記金属センサは、前記ドレン管に接続され、前記ドレン管を流れる作動油中の金属の量を検出する。前記金属センサ通過流量取得手段は、前記金属センサを通る作動油の流量を取得する。前記演算手段は、金属センサ通過流量判定処理と、摩耗係数算出処理と、検出摩耗量カウント処理と、演算摩耗量カウント処理と、合算摩耗量算出処理と、異常判定処理と、を実行する。前記金属センサ通過流量判定処理は、前記金属センサ通過流量取得手段に取得された流量が、予め設定された適正流量範囲内であるか否かを判定する処理である。前記摩耗係数算出処理は、前記金属センサ通過流量判定処理で適正流量範囲内であると判定された場合、摩耗係数を算出する処理である。前記摩耗係数算出処理は、前記吐出圧力センサに検出された吐出圧力と、前記吐出量取得手段に取得された吐出量と、前記金属センサに検出された金属の量と、を用いて摩耗係数を算出する処理である。前記検出摩耗量カウント処理は、前記金属センサ通過流量判定処理で適正流量範囲内であると判定された場合、前記金属センサに検出された金属の量を検出摩耗量としてカウントする処理である。前記演算摩耗量カウント処理は、前記金属センサ通過流量判定処理で適正流量範囲内でないと判定された場合、前記摩耗係数を用いて算出した金属の量を演算摩耗量としてカウントする処理である。合算摩耗量算出処理は、前記検出摩耗量および前記演算摩耗量を合算した合算摩耗量を算出する処理である。異常判定処理は、前記合算摩耗量が、予め設定された異常判定閾値を超えたか否かを判定することで、前記油圧ポンプが異常であるか否かを判定する処理である。

30

40

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

上記構成により、金属センサを通る作動油の流量が、適正流量範囲内でない場合でも、

50

油圧ポンプが異常であるか否かを判定できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】油圧ポンプ異常診断装置の構成を示す図である。

【図2】図1に示す油圧ポンプ異常診断装置の処理のフローチャートである。

【図3】図2に示す適正流量範囲内の場合の処理（S30）のフローチャートである。

【図4】図2に示す適正流量範囲内でない場合の処理（S60）のフローチャートである。

【図5】図1に示す油圧ポンプ異常診断装置での合算摩耗量を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

10

【0009】

図1～図5を参照して、図1に示す油圧ポンプ異常診断装置1について説明する。

【0010】

油圧ポンプ異常診断装置1は、油圧ポンプ11が異常であるか否かを診断する装置である。油圧ポンプ異常診断装置1は、建設機械に設けられる。この建設機械は、油圧アクチュエータ（図示なし）を備えるものであり、例えば油圧ショベルなどである。油圧ポンプ異常診断装置1は、油圧ポンプ装置10と、エンジン21と、ドレン管23と、コントロールバルブ25と、操作部27と、作動油タンク30と、モニタ41と、コントローラ50と、センサ70と、を備える。

【0011】

20

油圧ポンプ装置10は、油圧ポンプ11を備える。油圧ポンプ装置10は、複数の油圧ポンプ11を備え、図1に示す例では3つの油圧ポンプ11を備える。油圧ポンプ装置10を構成する油圧ポンプ11の数は、1、2、または4以上でもよい。

【0012】

油圧ポンプ11は、作動油を吐出する。油圧ポンプ11は、可変容量型であり、傾転角が変えられることで容量が変わるものである。油圧ポンプ11が使用されると、油圧ポンプ11の内部の摩耗により、金属粉が生じる。

【0013】

エンジン21は、油圧ポンプ11を駆動させる。油圧ポンプ11の駆動源の全部または一部は、電気モータでもよい。

30

【0014】

ドレン管23は、油圧ポンプ11からリークする作動油が流入する管である。ドレン管23には、油圧ポンプ11で生じた金属粉を含む作動油が流れる。

【0015】

コントロールバルブ25は、作動油の流れの方向を制御する。コントロールバルブ25は、油圧ポンプ11が吐出した作動油を、油圧アクチュエータ（図示なし）に供給する。コントロールバルブ25は、油圧ポンプ11が吐出した作動油を、作動油タンク30に流す。コントロールバルブ25は、油圧アクチュエータから排出された作動油を、作動油タンク30に流す。コントロールバルブ25は、操作部27により操作（制御）される。操作部27は、建設機械の操作者に操作され、例えば操作レバーである。

40

【0016】

作動油タンク30は、作動油を貯留する。作動油タンク30は、吸込油路30aを介して油圧ポンプ11につながれ、ドレン管23につながれ、戻り油路30bを介してコントロールバルブ25につなされる。戻り油路30bに熱交換器30cが設けられてもよい。例えば、作動油タンク30は、フィルタ室31と、エアブリーザ33と、を備える。フィルタ室31に設けられるフィルタ31fは、戻り油路30bから作動油タンク30に流入した作動油をろ過する。エアブリーザ33は、作動油タンク30の外から中に入る空気をろ過する。

【0017】

モニタ41は、油圧ポンプ11の異常を報知する手段（報知手段）であり、表示を行う

50

表示装置である。なお、報知手段は、モニタ 4 1 でなくてもよく、光および音の少なくともいずれかなどを用いて油圧ポンプ 1 1 の異常を報知するものでもよい。

【 0 0 1 8 】

コントローラ 5 0 は、電気信号の入出力、情報の記憶、および演算などを行う。コントローラ 5 0 には、センサ 7 0 の検出信号（検出結果を伝達する信号）が入力される。コントローラ 5 0 は、油圧ポンプ 1 1 に容量の指令（傾転指令）を出力し、エンジン 2 1 に回転数の指令（回転指令）を出力し、コントロールバルブ 2 5 に開口指令を出力し、モニタ 4 1 に報知に関する指令（演算指令など）を出力する。コントローラ 5 0 は、吐出量取得手段 M 1 を構成し、金属センサ通過流量取得手段 M 2 を構成し、演算手段 M 3 を構成する。

10

【 0 0 1 9 】

センサ 7 0 には、回転センサ 7 1 と、吐出圧力センサ 7 3 と、温度センサ 7 5 と、金属センサ 7 7 と、差圧センサ 7 9 と、がある。

【 0 0 2 0 】

回転センサ 7 1 は、エンジン 2 1 の出力軸の回転数を検出する。エンジン 2 1 の出力軸は、油圧ポンプ 1 1 に接続される軸である。回転センサ 7 1 は、検出信号である回転信号をコントローラ 5 0 に出力する。

【 0 0 2 1 】

吐出圧力センサ 7 3 は、油圧ポンプ 1 1 の吐出圧力 P を検出する。油圧ポンプ 1 1 が複数設けられる場合、吐出圧力センサ 7 3 は、例えば油圧ポンプ 1 1 ごとに吐出圧力 P を検出する。吐出圧力センサ 7 3 は、検出信号である圧力信号をコントローラ 5 0 に出力する。

20

【 0 0 2 2 】

温度センサ 7 5 は、金属センサ 7 7 を通る作動油の温度 t を検出する。温度センサ 7 5 は、ドレン管 2 3 を流れる作動油の温度 t を検出することで、金属センサ 7 7 を通る作動油の温度 t を検出する。温度センサ 7 5 は、ドレン管 2 3 に接続され、例えば差圧センサ 7 9 よりも上流側（油圧ポンプ 1 1 側、作動油タンク 3 0 とは反対側）に接続される。温度センサ 7 5 は、検出信号である温度信号をコントローラ 5 0 に出力する。温度センサ 7 5 は、金属センサ通過流量取得手段 M 2 を構成する。

【 0 0 2 3 】

金属センサ 7 7 は、ドレン管 2 3 を流れる作動油中の金属の量を検出する。金属センサ 7 7 は、油圧ポンプ 1 1 の金属の摩耗量を検出する。金属センサ 7 7 は、ドレン管 2 3 に接続され、油圧ポンプ 1 1 と作動油タンク 3 0 との間（ドレン管 2 3 の途中）に設けられる。上記「間」は、管路における間を意味する。金属センサ 7 7 は、検出信号である金属摩耗量信号を出力する。

30

【 0 0 2 4 】

差圧センサ 7 9 は、金属センサ 7 7 の上流と下流との差圧を検出する。差圧センサ 7 9 は、金属センサ 7 7 よりも上流側のドレン管 2 3 と、金属センサ 7 7 よりも下流側の例えば作動油タンク 3 0 と、に接続される。差圧センサ 7 9 は、金属センサ 7 7 よりも下流側のドレン管 2 3 に接続されてもよい。差圧センサ 7 9 は、金属センサ通過流量取得手段 M 2 を構成する。

40

【 0 0 2 5 】

（作動）

油圧ポンプ異常診断装置 1 の作動は以下の通りである。上記の油圧ポンプ異常診断装置 1 を構成する機器および配管については図 1 を参照して説明する。図 2 ~ 図 4 に、油圧ポンプ異常診断装置 1 の作動のフローチャートを示す。なお、各ステップの順序は変更されてもよい。

【 0 0 2 6 】

ステップ S 1 1（図 2 参照）では、機械キーがオンにされる。機械キーは、建設機械を起動させるスイッチであり、エンジン 2 1 を起動させるスイッチである。その結果、電力

50

が、センサ 70 に供給される。図 2 に示すステップ S 13 では、センサ 70 での検出（計測）が開始される。ステップ S 15 では、コントローラ 50 が、前回の（過去の）合算金属摩耗量 $W_{\text{合算 } n-1}$ （詳細は後述）を取得する。以下、情報の記憶、判定、および演算などは、コントローラ 50 により行われる。

【0027】

ステップ S 17（金属センサ通過流量取得処理）では、金属センサ通過流量取得手段 M 2 により、金属センサ 77 を通る作動油の流量が取得される。金属センサ通過流量取得手段 M 2 は、コントローラ 50 と、温度センサ 75 と、差圧センサ 79 と、により実現される。金属センサ 77 を通る作動油の流量は、温度センサ 75 に検出された温度 t と、金属センサ 77 の開口面積と、差圧センサ 79 に検出された差圧と、を用いて、コントローラ 50 により演算（算出）される。金属センサ 77 の開口面積は、例えばコントローラ 50 に予め設定（記憶）される。

10

【0028】

ステップ S 21（金属センサ通過流量判定処理）では、次の処理が行われる。金属センサ 77 を通る作動油の流量（S 17 で取得された流量）が、適正流量範囲内であるか否かが判定される。適正流量範囲は、コントローラ 50 に予め設定される。適正流量範囲は、金属センサ 77 を通る作動油の流量の範囲であって、金属センサ 77 が適正な精度（所定の精度）で金属の量を検出可能な範囲である。適正流量範囲は、金属センサ 77 の仕様として指定された範囲（仕様範囲）であり、金属センサ 77 の定格流量範囲である。例えば、適正流量範囲は、0 リットル/分以上、10 リットル/分以下などである。金属センサ 77 を通る作動油の流量が、適正流量範囲内の場合（S 21 で YES の場合）、適正流量範囲内の場合の処理（S 30）に進む。金属センサ 77 を通る作動油の流量が、適正流量範囲内でない場合（S 21 で NO の場合）、適正流量範囲内でない場合の処理（S 60）に進む。

20

【0029】

（適正流量範囲内の場合の処理（S 30））

金属センサ 77 を通る作動油の流量が、適正流量範囲内の場合（S 21 で YES の場合）は、金属センサ 77 で適正な精度で金属の量を検出できる。図 3 を参照して、この場合の処理を説明する。

【0030】

ステップ S 31（摩耗係数算出処理、摩耗係数更新処理）では、摩耗係数 K が算出される。摩耗係数 K は、吐出圧力 P と、吐出量 V と、検出摩耗量 $W_{\text{検出 } n}$ と、温度 t と、に基づいて、コントローラ 50 により算出される。吐出圧力 P は、油圧ポンプ 11 の吐出圧力（面圧）であり、吐出圧力センサ 73 に検出される。吐出量 V は、所定時間 T あたりの油圧ポンプ 11 の吐出量（すべり速度）であり、吐出量取得手段 M 1 に取得される（後述）。検出摩耗量 $W_{\text{検出 } n}$ は、金属センサ 77 に検出された金属の量である。温度 t は、金属センサ 77 を通る作動油の温度であり、温度センサ 75 に検出される。なお、摩耗係数 K などの変数の初期値を、例えば 0 とする。例えば、摩耗係数 K は、次の式により算出される。

30

$$K_n = W_{\text{検出 } n} / (P \times V \times T \times t) \quad (\text{式 } 1)$$

40

【0031】

所定時間 T は、数秒でもよく、数分でもよい。摩耗係数 K の算出に、温度 t は用いられなくてもよい。この場合、例えば、摩耗係数 K は次の式により算出されてもよい。

$$K_n = W_{\text{検出 } n} / (P \times V \times T) \quad (\text{式 } 1')$$

【0032】

添え字として「 n 」を付した値は、 n 回目のフロー（一連の処理）の値であることを表し、今回のフローの値であることを表し、現在の値であることを表す。添え字として「 $n-1$ 」を付した値は、 $n-1$ 回目のフローの値であることを表し、前回のフローの値であることを表し、過去の値であることを表す。1 回分のフローが終了すると、ステップ S_e （図 2 および図 4 参照）で n が 1 だけ増える。なお、 n 、 $n-1$ などの添え字は適宜変更

50

されてもよい。例えば、 $n - 1$ の添え字が、 $n - 2$ や $n - 3$ などに置き換えられてもよい。

【0033】

上記の式1および式1'の、所定時間Tあたりの油圧ポンプ11の吐出量Vは、吐出量取得手段M1により取得される。吐出量取得手段M1は、コントローラ50により実現される。所定時間Tあたりの油圧ポンプ11の吐出量Vは、油圧ポンプ11の容量と、油圧ポンプ11の回転数と、を用いて、コントローラ50により算出される。例えば、所定時間Tあたりの油圧ポンプ11の吐出量Vは、次の式により算出される。

所定時間Tあたりの油圧ポンプ11の吐出量V

$$= \text{油圧ポンプ11の容量} \times \text{所定時間Tあたりの油圧ポンプ11の回転数} \quad (\text{式2})$$

10

【0034】

式2の油圧ポンプ11の容量は、コントローラ50から油圧ポンプ11への傾転指令から取得される。式2の油圧ポンプ11の回転数は、コントローラ50からエンジン21への回転指令、または、回転センサ71の回転信号により取得される。

【0035】

(摩耗係数更新処理)

摩耗係数Kは、例えば油圧ポンプ11が経年劣化していく過程などで、変化する。そこで、このステップS31では、過去に算出された摩耗係数Kが、新たに算出された摩耗係数Kに更新される(摩耗係数更新処理)。さらに詳しくは、図5に示すように、ある時刻を時刻T1(第1時刻)とし、時刻T1よりも後の、ある時刻を時刻T2(第2時刻)とする。このとき、時刻T1に(過去に)摩耗係数算出処理(S31、図3参照)で算出した摩耗係数K1が、時刻T2に(新たに)摩耗係数算出処理(S31)で算出した摩耗係数K2に更新される。

20

【0036】

補正処理(S40、図3参照)の詳細は後述する。図3に示すように、ステップS41(後述)でNOの場合、ステップS50に進む。

【0037】

ステップS50(検出摩耗量カウント処理)では、金属センサ77に検出された金属の量が、検出摩耗量 $W_{\text{検出}n}$ としてカウントされる。カウントされるとは、コントローラ50に値が記憶されることである。

30

【0038】

(適正流量範囲内でない場合の処理(S60))

金属センサ77を通る作動油の流量が、適正流量範囲内でない場合(図2のS21でNOの場合)は、金属センサ77で適正な精度で金属の量を検出できない場合がある。この場合の処理について、図4を参照して説明する。

【0039】

ステップS61では、摩耗係数Kが算出されているか否かが判定される。過去に(今回のフローまでに)摩耗係数Kが算出されたか否かが判定される。例えば、摩耗係数 K_{n-1} が初期値(例えば0)の場合、摩耗係数 K_{n-1} が算出されていないと判定される。摩耗係数 K_{n-1} が初期値でない場合、摩耗係数 K_{n-1} が算出されていると判定される。摩耗係数 K_{n-1} が算出されていない場合(S61でNOの場合)、今回のフローを終了し(ステップSe)、nを1だけ増やし、ステップS15(図2参照)に進み、次のフローが開始される。摩耗係数 K_{n-1} が算出されている場合(S61でYESの場合)、ステップS63に進む。

40

【0040】

ステップS63(演算摩耗量カウント処理)では、図4に示すように、摩耗係数Kを用いて算出(推定)した金属の量を演算摩耗量 $W_{\text{演算}n}$ としてカウントする。例えば、演算摩耗量 $W_{\text{演算}n}$ は次の式により算出される。

$$W_{\text{演算}n} = K_{n-1} \times P \times V \times T \times t \quad (\text{式3})$$

【0041】

50

演算摩耗量 $W_{演算n}$ の算出に、温度 t は用いられなくてもよい。この場合、例えば、演算摩耗量 $W_{演算n}$ は、次の式により算出される。

$$W_{演算n} = K_{n-1} \times P \times V \times T \quad (\text{式3'})$$

【0042】

金属センサ77を通る作動油の流量が適正流量範囲内ではない状態が連続する間（図2に示すステップS21でNOの状態が連続する間）、演算摩耗量 $W_{演算n}$ が積算される。積算された演算摩耗量 $W_{演算n}$ は、図3に示す補正処理（S40）での補正に使われる（詳細は後述）。次に、ステップS70に進む。

【0043】

ステップS70（合算摩耗量算出処理）では、図2に示すように、合算摩耗量 $W_{合算n}$ が算出される。合算摩耗量 $W_{合算n}$ は、検出摩耗量 $W_{検出}$ および演算摩耗量 $W_{演算}$ を合算（積算）した値である。さらに詳しくは、合算摩耗量 $W_{合算n}$ は、過去の検出摩耗量 $W_{検出}$ および過去の演算摩耗量 $W_{演算}$ を合算した値（合算摩耗量 $W_{合算n-1}$ ）と、今回のフローの検出摩耗量 $W_{検出n}$ または今回のフローの演算摩耗量 $W_{演算n}$ と、を合算した値である。例えば、演算摩耗量 $W_{演算n}$ は、次の式により算出される。

$$W_{合算n} = W_{合算n-1} + W_{検出n} + W_{演算n} \quad (\text{式4})$$

【0044】

式4では、ステップS40（図3参照）からステップS70に進んだ場合、 $W_{検出n}$ および $W_{演算n}$ は0である（詳細は後述）。ステップS50（図3参照）からステップS70に進んだ場合、 $W_{検出n}$ はステップS50でカウントされた値であり、 $W_{演算n}$ は0である。ステップS63（図4参照）からステップS70に進んだ場合、 $W_{演算n}$ はステップS63でカウントされた値であり、 $W_{検出n}$ は0である。

【0045】

合算摩耗量 $W_{合算n}$ の算出後、各値は次のようになる。添え字が n の値は、添え字が $n-1$ の値に代入され、0にリセットされる。例えば、合算摩耗量 $W_{合算n}$ の値は、合算摩耗量 $W_{合算n-1}$ に代入され、0にリセットされる。ただし、今回のフローでステップS31の処理が行われず、摩耗係数 K_n が算出も更新もされなかった場合は、摩耗係数 K_{n-1} の値は変更されない（保持、維持される）。

【0046】

異常判定処理（S80）では、油圧ポンプ11が異常（例えば故障）であるか否かが判定される。まず、ステップS81では、合算摩耗量 $W_{合算n}$ が、異常判定閾値を超えたか否かが判定される。異常判定閾値は、コントローラ50に予め設定される。例えば、異常判定閾値は、油圧ポンプ11で許容される摩耗量の上限值、またはその近傍の値などである。合算摩耗量 $W_{合算n}$ が、異常判定閾値を超えた場合（S81でYESの場合）、油圧ポンプ11が異常であると判定される（ステップS83）。この場合、モニタ41が、異常を報知する。合算摩耗量 $W_{合算n}$ が、異常判定閾値を超えない場合（S81でNOの場合）、油圧ポンプ11が正常であると判定される（ステップS85）。ステップS83またはステップS85の後、今回のフローを終了し（ステップSe）、 n を1だけ増やし、ステップS15に進み、次のフローが開始される。

【0047】

（補正処理（S40））

補正処理（S40）について、図5を参照して説明する。時刻 T_0 から時刻 T_a （第3時刻）まで、適正流量範囲内（図2のS21でYES）であるとする。時刻 T_0 から時刻 T_a までの時間は、検出摩耗量 $W_{検出}$ （図3のS50）が、合算摩耗量 $W_{合算}$ に合算される（図2のS70）。時刻 T_a に、摩耗係数算出処理（図3のS31）で摩耗係数 K_a が算出される。

【0048】

時刻 T_a の直後（時刻 T_a の次のフロー）から、時刻 T_b （第4時刻）の直前（時刻 T_b の1回前のフロー）まで、適正流量範囲内ではない（S21でNO）状態が連続したとする。この間は、摩耗係数 K_a を用いて算出された演算摩耗量 $W_{演算}$ （図4のS63）

10

20

30

40

50

が、合算摩耗量 $W_{合算}$ に合算される(図2のS70)。また、この間は、摩耗係数 K_a が更新されない(図3のS31の処理が行われない)(摩耗係数 K_{n-1} が変更されない)。

【0049】

時刻 T_b (第4時刻)に、適正流量範囲内ではない(S21でNO)状態から、適正流量範囲内(S21でYES)になったとする。この時刻 T_b に摩耗係数算出処理(図3のS31)で摩耗係数 K_b が算出される。

【0050】

このとき、摩耗係数 K_a と摩耗係数 K_b との差が小さいと(図3のS41でNOの場合)、演算摩耗量 $W_{演算n}$ と実際の摩耗量(例えば二点鎖線で示す量)との誤差(乖離)が小さく、油圧ポンプ11が異常か否かの判定(図2のS80)を適切に行える。一方、摩耗係数 K_a と摩耗係数 K_b との差が大きいと(図3のS41でYESの場合)、演算摩耗量 $W_{演算n}$ と実際の摩耗量との誤差が大きいためにより、油圧ポンプ11が異常か否かの判定(図2のS80)を適切に行えない場合がある。

【0051】

そこで、摩耗係数 K_a を用いて算出された演算摩耗量 $W_{演算}$ を補正し、補正摩耗量 $W_{補正}$ を算出する(図3のS43、S45)。そして、図3に示すように、補正摩耗量 $W_{補正n}$ を用いて、前回までの合算摩耗量 $W_{合算n-1}$ を補正する(S47)。そして、補正された合算摩耗量 $W_{合算n-1}$ を用いて、油圧ポンプ11が異常か否かの判定(図2のS80)を行う。以下、図3を参照して、補正処理(S40)の各ステップについて説明する。

【0052】

ステップS41では、摩耗係数差算出処理と、摩耗係数閾値判定処理と、が行われる。摩耗係数差算出処理では、摩耗係数 K_n (図5の K_b)と摩耗係数 K_{n-1} (図5の K_a)との差(乖離量、差分)が算出される。例えば、摩耗係数 K の差(摩耗係数差)は、次のように算出される。

$$\text{摩耗係数差} = K_n - K_{n-1} \quad (\text{式5})$$

【0053】

摩耗係数閾値判定処理では、摩耗係数差算出処理で(式5で)算出された摩耗係数差が、摩耗係数閾値を超えたか否かが判定される。摩耗係数閾値は、コントローラ50に予め設定される。摩耗係数閾値は、0でもよく、0以外の値でもよく、例えば0以上の値である。摩耗係数差が摩耗係数閾値を超えない場合(S41でNOの場合)、ステップS50に進む。この場合は、例えば、摩耗係数 K を補正する必要がない程度に、摩耗係数 K が変化していない、またはほぼ変化していない場合などである。なお、例えば、摩耗係数 K_{n-1} が初期値(0)の場合は、摩耗係数差にかかわらずステップS50に進んでもよい。摩耗係数差が摩耗係数閾値を超えた場合(S41でYESの場合)、ステップS43に進む。

【0054】

ステップS43(摩耗係数補正処理)では、摩耗係数 K が補正され、補正摩耗係数 $K_{補正}$ が算出される。補正摩耗係数 $K_{補正}$ は、図5に示す時刻 T_a に算出された摩耗係数 K_a (摩耗係数 K_{n-1})と、時刻 T_b に算出された摩耗係数 K_b (摩耗係数 K_n)と、を用いて算出される。補正摩耗係数 $K_{補正}$ は、例えば次のように算出される。時刻 T_a の直前から時刻 T_b の直前までの間に、摩耗係数 K が急上昇する場合がある。このとき、時刻 T_a から時刻 T_b までの間の、どのタイミングで摩耗係数 K が急上昇したかは分からない。そこで、例えば、下記の式6のように、摩耗係数 K_a (式6では K_{n-1})と摩耗係数 K_b (式6では K_n)との平均値を、補正摩耗係数 $K_{補正}$ (式6では $K_{補正n}$)とする。なお、補正摩耗係数 $K_{補正}$ は、摩耗係数 K_a と摩耗係数 K_b との平均値でなくてもよい。

$$K_{補正n} = (K_n + K_{n-1}) / 2 \quad (\text{式6})$$

【0055】

ステップS45(図3参照、演算摩耗量補正処理)では、ステップS63(図4参照、演算摩耗量カウント処理)でカウントされた演算摩耗量 $W_{演算}$ が補正される。そして、補正後の演算摩耗量 $W_{演算}$ である補正摩耗量 $W_{補正}$ が算出される。補正摩耗量 $W_{補正}$ は、補

10

20

30

40

50

正摩耗係数 $K_{補正}$ を用いて算出される。補正摩耗量 $W_{補正n}$ は、補正前の摩耗係数 K_{n-1} および補正摩耗係数 $K_{補正n}$ を用いて算出される。補正摩耗量 $W_{補正n}$ は、補正摩耗係数 $K_{補正n}$ を、補正前の摩耗係数 K_{n-1} で割った値を用いて算出される。例えば、補正摩耗量 $W_{補正n}$ は、次の式により算出される。

$$W_{補正n} = W_{演算n-1} / K_{n-1} \times K_{補正n} \quad (式7)$$

【0056】

適正流量範囲でない状態（図2のS21でNO）が連続した場合は、時刻 T_a の直前から時刻 T_b の直前までの間に積算された演算摩耗量 $W_{演算}$ が補正されてもよい。例えば、式7の「 $W_{演算n-1}$ 」を、積算された演算摩耗量 $W_{演算}$ に代えてもよい（下記の式8についても同様）。

【0057】

ステップS47（図3参照、合算摩耗量補正処理）では、図3に示すステップS45で算出された補正摩耗量 $W_{補正n}$ を用いて、合算摩耗量 $W_{合算n-1}$ が補正される。例えば、補正後の合算摩耗量 $W_{合算n-1}$ は、次の式により算出される。

$$\begin{aligned} & \text{補正後の } W_{合算n-1} \\ & = \text{補正前の } W_{合算n-1} - W_{演算n-1} + W_{補正n} \end{aligned} \quad (式8)$$

【0058】

補正後の $W_{合算n-1}$ が算出された後、時刻 T_a から時刻 T_b の直前までの間に積算された $W_{演算}$ がリセットされる。なお、例えば、ステップS41でNOの場合、積算された $W_{演算}$ がリセットされてもよい。ステップS41でYESであっても、演算摩耗量 $W_{演算}$ が0であれば（図4のS63の処理を一度も行っていない場合など）、ステップS50に進んでもよい。補正処理（S40）の後、上記のステップS70（図2参照）に進む。補正処理（S40）の後、ステップS50に進んだ後、ステップS70（図2参照）に進んでもよい。

【0059】

（第1の発明の効果）

図1に示す油圧ポンプ異常診断装置1による効果は次の通りである。なお、油圧ポンプ異常診断装置1を構成する機器および配管については図1を参照して説明する。油圧ポンプ異常診断装置1は、油圧ポンプ11と、吐出圧力センサ73と、吐出量取得手段M1と、ドレン管23と、金属センサ77と、金属センサ通過流量取得手段M2と、コントローラ50（演算手段M3）と、を備える。吐出圧力センサ73は、油圧ポンプ11の吐出圧力 P を検出する。吐出量取得手段M1は、油圧ポンプ11の吐出量 V を取得する。ドレン管23は、油圧ポンプ11からリークする作動油が流入するものである。金属センサ77は、ドレン管23に接続され、ドレン管23を流れる作動油中の金属の量を検出する。金属センサ通過流量取得手段M2は、金属センサ77を通る作動油の流量を取得する。

【0060】

コントローラ50は、金属センサ通過流量判定処理（図2のS17）と、摩耗係数算出処理（図3のS31）と、検出摩耗量カウント処理（S50）と、を実行する。コントローラ50は、演算摩耗量カウント処理（図4のS63）と、合算摩耗量算出処理（図2のS70）と、異常判定処理（S80）と、を実行する。金属センサ通過流量判定処理（図2のS17）は、金属センサ通過流量取得手段M2に取得された流量が、予め設定された適正流量範囲内であるか否かを判定する処理である。摩耗係数算出処理（図3のS31）は、金属センサ通過流量判定処理で適正流量範囲内であると判定された場合（図2のS21でYESの場合）、摩耗係数 K を算出する処理である。摩耗係数算出処理（図3のS31）は、吐出圧力センサ73に検出された吐出圧力 P と、吐出量取得手段M1に取得された吐出量 V と、金属センサ77に検出された金属の量（検出摩耗量 $W_{検出}$ ）と、を用いて摩耗係数 K を算出する処理である。検出摩耗量カウント処理（S50）は、金属センサ通過流量判定処理で適正流量範囲内であると判定された場合（図2のS21でYESの場合）、金属センサ77に検出された金属の量を検出摩耗量 $W_{検出}$ としてカウントする処理である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

[構成 1 - 1] 演算摩耗量カウント処理 (図 4 の S 6 3) は、金属センサ通過流量判定処理で適正流量範囲内でないと判定された場合 (図 2 の S 2 1 で N O の場合)、摩耗係数 K を用いて算出した金属の量を演算摩耗量 $W_{演算}$ としてカウントする処理である。

[構成 1 - 2] 合算摩耗量算出処理 (図 2 の S 7 0) は、検出摩耗量 $W_{検出}$ および演算摩耗量 $W_{演算}$ を合算した合算摩耗量 $W_{合算}$ を算出する処理である。異常判定処理 (S 9 0) は、合算摩耗量 $W_{合算}$ が、予め設定された異常判定閾値を超えたか否かを判定することで、油圧ポンプ 1 1 が異常であるか否かを判定する処理である。

【 0 0 6 2 】

油圧ポンプ異常診断装置 1 は、主に上記 [構成 1 - 1] を備える。よって、金属センサ 7 7 を通る作動油の流量が、予め設定された適正流量範囲内でないと判定された場合 (S 2 1 で N O の場合) でも、摩耗係数 K を用いて金属の量 (演算摩耗量 $W_{演算}$) が算出される。そして、上記 [構成 1 - 2] により、演算摩耗量 $W_{演算}$ を用いて、油圧ポンプ 1 1 が異常であるか否かが判定される。よって、金属センサ 7 7 を通る作動油の流量が、適正流量範囲内でない場合でも、油圧ポンプ 1 1 が異常であるか否かを判定できる。例えば、金属センサ 7 7 を通る作動油の流量が適正流量範囲よりも高い流量 (高流量条件下) であっても、油圧ポンプ 1 1 が故障したか否かを診断できる。

10

【 0 0 6 3 】

(第 2 の発明の効果)

[構成 2] コントローラ 5 0 は、摩耗係数更新処理 (図 3 の S 3 1) を実行する。摩耗係数更新処理 (S 3 1) は、図 5 に示す時刻 T 1 に摩耗係数算出処理 (図 3 の S 3 1) で算出した摩耗係数 K 1 を、時刻 T 1 よりも後の時刻 T 2 に摩耗係数算出処理 (図 3 の S 3 1) で算出した摩耗係数 K 2 に更新する処理である。

20

【 0 0 6 4 】

上記 [構成 2] により、摩耗係数 K が変化しても、摩耗係数 K が新たな値に更新される。よって、演算摩耗量カウント処理 (図 4 の S 6 3) で、更新された摩耗係数 K (K 2) を用いて、演算摩耗量 $W_{演算}$ を算出できる。その結果、油圧ポンプ 1 1 が異常であるか否かを適切に判定できる。

【 0 0 6 5 】

(第 3 の発明の効果)

コントローラ 5 0 は、摩耗係数差算出処理 (図 3 の S 4 1 の一部) と、演算摩耗量補正処理 (図 3 の S 4 5) と、を実行する。摩耗係数差算出処理は、時刻 T a よりも後の時刻 T b に摩耗係数算出処理 (図 3 の S 3 1) で算出された摩耗係数 K b と、時刻 T a に摩耗係数算出処理 (S 3 1) で算出された摩耗係数 K a と、の差を算出する処理である。

30

[構成 3] 摩耗係数差算出処理 (図 3 の S 3 1) で算出された差が、予め設定された摩耗係数閾値を超えた場合 (図 3 の S 4 1 で Y E S の場合)、演算摩耗量カウント処理 (図 4 の S 6 3) でカウントした演算摩耗量 $W_{演算}$ を補正する処理である。

【 0 0 6 6 】

摩耗係数差算出処理で算出された差が、摩耗係数閾値を超えた場合 (図 3 の S 4 1 で Y E S の場合)、演算摩耗量 $W_{演算}$ と、実際の摩耗量と、の差異が大きく、油圧ポンプ 1 1 が異常であるか否かの判定を適切に行えない場合がある。そこで、油圧ポンプ異常診断装置 1 は、特に上記 [構成 3] を備える。よって、補正後の演算摩耗量 $W_{演算}$ (補正摩耗量 $W_{補正}$) を用いて、油圧ポンプ 1 1 が異常であるか否かを適切に判定できる。いわば、過去に遡って、油圧ポンプ 1 1 の異常の判定ができる。

40

【 0 0 6 7 】

(第 4 の発明の効果)

[構成 4] 演算摩耗量補正処理 (図 3 の S 4 5) では、時刻 T a に摩耗係数算出処理 (図 3 の S 3 1) で算出された摩耗係数 K a と、時刻 T b に摩耗係数算出処理 (図 3 の S 3 1) で算出された摩耗係数 K b と、を用いて、演算摩耗量 $W_{演算}$ が補正される。

【 0 0 6 8 】

50

上記〔構成４〕により、摩擦係数 K_a および摩擦係数 K_b を用いることなく演算摩擦量 $W_{演算}$ を補正する場合に比べ、より適切に演算摩擦量 $W_{演算}$ を補正できる。

【００６９】

（第５の発明の効果）

〔構成５〕油圧ポンプ異常診断装置１は、金属センサ７７を通る作動油の温度 t を検出する温度センサ７５を備える。

【００７０】

上記〔構成５〕により、温度センサ７５に検出された温度 t を、例えば、摩擦係数 K の算出、および、ドレン管２３を流れる作動油の流量の算出、の少なくともいずれかなどに用いることができる。

10

【００７１】

（第６の発明の効果）

〔構成６〕摩擦係数算出処理（図３のＳ３１）では、温度センサ７５に検出された温度 t が、摩擦係数 K の算出に用いられる。

【００７２】

上記〔構成６〕により、金属センサ７７を通る作動油の温度 t に基づかずに算出した摩擦係数 K から摩擦量を算出する場合に比べ、演算摩擦量 $W_{演算}$ （図４のＳ６３参照）を適切に算出できる。例えば摩擦量の推定の精度を向上させることができる。

【００７３】

（第７の発明の効果）

20

〔構成７〕金属センサ７７の上流と下流との差圧を検出する差圧センサ７９を備える。金属センサ通過流量取得手段 M_2 は、温度センサ７５に検出された温度 t と、金属センサ７７の開口面積と、差圧センサ７９された差圧と、に基づいてドレン管２３を流れる作動油の流量を算出する。

【００７４】

上記〔構成７〕により、金属センサ７７を通る作動油の流量を取得するために、流量センサを用いる必要がない。例えば、金属が多量に流量センサを通った場合、流量センサが故障（例えば破損）するおそれがあるところ、流量センサを用いない場合はこの問題が生じない。

【００７５】

30

（変形例）

上記実施形態の構成は様々に変形されてもよい。図１に示す構成要素の数が変更されてもよく、構成要素の一部が設けられなくてもよい。回路の接続は変更されてもよい。金属センサ７７は、図１に示す例では、作動油タンク３０に取り付けられるが、作動油タンク３０に取り付けられなくてもよい（差圧センサ７９も同様）。

【００７６】

吐出量取得手段 M_1 は、油圧ポンプ１１が吐出した作動油の流量を検出する流量センサでもよい。金属センサ通過流量取得手段 M_2 は、金属センサ７７を通る（ドレン管２３を流れる）作動油の流量を検出する流量センサでもよい。

【００７７】

40

第１時刻と第３時刻は同じ時刻でもよく、第２時刻と第４時刻とは同じ時刻でもよい。さらに詳しくは、上記実施形態では、図５に示す時刻 T_1 を第１時刻、時刻 T_2 を第２時刻、時刻 T_a を第３時刻、時刻 T_b を第４時刻というように、第１時刻～第４時刻を４つの相違する時刻として説明した。一方、時刻 T_a を第１時刻（摩擦係数 K_a が算出される時刻）とすれば、時刻 T_b は、第２時刻（摩擦係数 K_a が摩擦係数 K_b に更新される時刻）である。

【符号の説明】

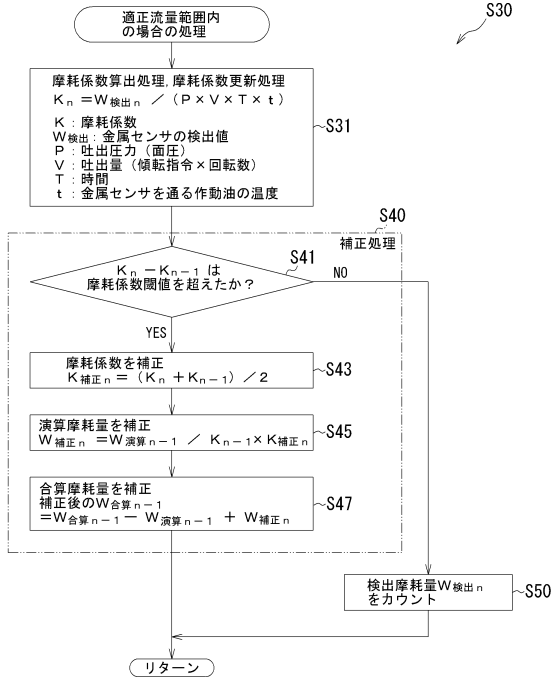
【００７８】

１ 油圧ポンプ異常診断装置

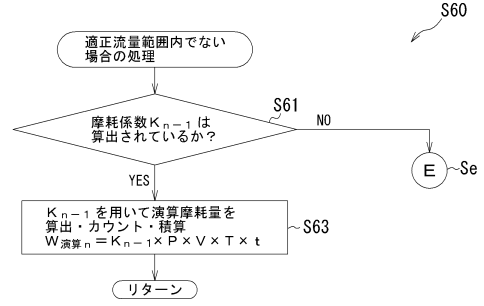
１１ 油圧ポンプ

50

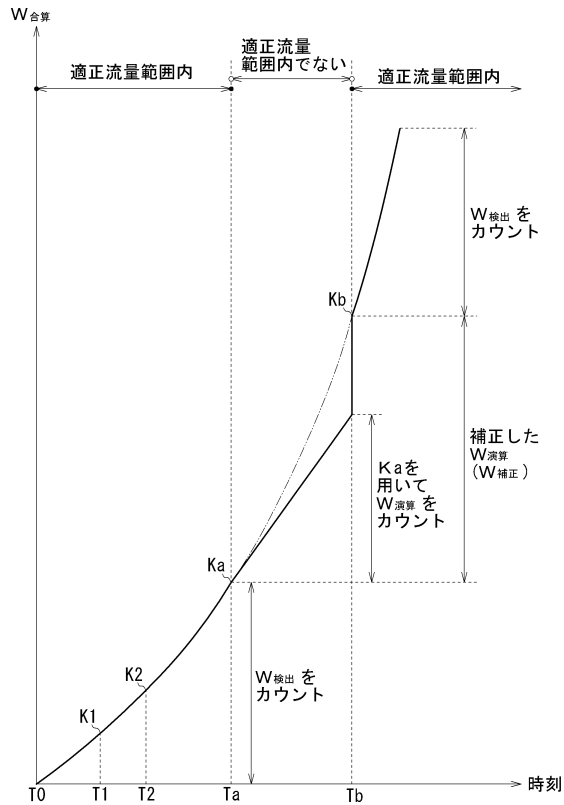
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-241306(JP,A)
特開2015-080780(JP,A)
特開2005-330935(JP,A)
特開平06-011376(JP,A)
特開平10-329187(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04B 51/00

G01M 99/00