

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6438897号
(P6438897)

(45) 発行日 平成30年12月19日(2018.12.19)

(24) 登録日 平成30年11月22日(2018.11.22)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 5 D 9/14 (2006.01) B 2 5 D 9/14

請求項の数 7 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2015-559827 (P2015-559827)	(73) 特許権者	594149398 古河ロックドリル株式会社 東京都中央区日本橋一丁目5番3号
(86) (22) 出願日	平成27年1月30日(2015.1.30)	(74) 代理人	100066980 弁理士 森 哲也
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/000409	(74) 代理人	100103850 弁理士 田中 秀▲てつ▼
(87) 国際公開番号	W02015/115106	(74) 代理人	100105854 弁理士 廣瀬 一
(87) 国際公開日	平成27年8月6日(2015.8.6)	(72) 発明者	小泉 匡弘 群馬県高崎市吉井町吉井1058 古河ロ ックドリル株式会 吉井工場内
審査請求日	平成29年12月5日(2017.12.5)	(72) 発明者	村上 進 群馬県高崎市吉井町吉井1058 古河ロ ックドリル株式会 吉井工場内 最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	特願2014-17840 (P2014-17840)		
(32) 優先日	平成26年1月31日(2014.1.31)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2014-17842 (P2014-17842)		
(32) 優先日	平成26年1月31日(2014.1.31)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2014-17843 (P2014-17843)		
(32) 優先日	平成26年1月31日(2014.1.31)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

(54) 【発明の名称】 液圧式打撃装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリンダ内に摺嵌されたピストンを前後進させて打撃用のロッドを打撃する液圧式打撃装置であって、

前記ピストンの外周面と前記シリンダの内周面との間に画成されて前後に離隔配置された前室および後室と、前記ピストンの前進時に前記前室を低圧回路に切り替えて前記ピストンの前進および後退が繰返されるように作動油を給排させる切換弁機構とを備え、

前記前室は、前記シリンダ内面に嵌合された前室用ライナを有し、前記前室用ライナには、前記前室と連通して作動油が満たされる液室空間がクッション室として設けられており、

前記クッション室は、前記前室用ライナのライナ軸受部を通る作動油を低圧回路に導くドレン回路とは別個に設けられて前記ライナ軸受部以外の箇所を通る第二のドレン回路を有することを特徴とする液圧式打撃装置。

【請求項2】

前記第二のドレン回路は、前記ライナ軸受部以外の箇所を通る一または複数の連通孔を介して当該クッション室内の作動油を低圧回路に常に連通させており、

前記一または複数の連通孔の総通路面積は、前記ライナ軸受部のクリアランス量に対して、下記(式1)に規定する所定範囲内の面積に設定されていることを特徴とする請求項1に記載の液圧式打撃装置。

$$0.1Apf < A < 2.5Apf \quad \dots \dots (式1)$$

但し、 $A_p f$ ：ライナ軸受部のクリアランス量

A：連通孔の総通路面積

【請求項3】

前記前室用ライナは、前記一または複数の連通孔として、前記クッション室に連通するとともに周方向に離隔して且つ径方向に沿って貫通形成された径方向連通路と、前記径方向連通路の位置に合せて該径方向連通路に連通するように当該前室用ライナの外周面に軸方向に沿って形成されたスリットからなる軸方向連通路とを有し、

前記前室用ライナの前端側の外周面と前記シリンダの内周面との間に、前記軸方向連通路に連通するドレンポートが形成されるとともに、前記ドレンポートに前記低圧回路に常に連通される低圧ポートが接続されており、

前記第二のドレン回路は、前記クッション室の作動油を、前記径方向連通路、前記軸方向連通路および前記ドレンポートをこの順に通じて前記低圧回路に常に連通されていることを特徴とする請求項1または2に記載の液圧式打撃装置。

【請求項4】

シリンダ内に摺嵌されたピストンを前後進させて打撃用のロッドを打撃する液圧式打撃装置であって、

前記ピストンの外周面と前記シリンダの内周面との間に画成されて前後に離隔配置された前室および後室と、前記ピストンの前進時に前記前室を低圧回路に切り替えて前記ピストンの前進および後退が繰返されるように作動油を給排させる切換弁機構とを備え、

前記前室は、当該前室の前方に、前記シリンダ内面に嵌合された前室用ライナを有し、前記前室用ライナは、軸方向前後に二分割された前ライナと後ライナとから構成され、

前記前ライナは、銅合金製であってピストンの摺動を支持する軸受部材とされ、前記後ライナは、前記前ライナよりも機械的強度が高い合金製であることを特徴とする液圧式打撃装置。

【請求項5】

前記シリンダ内面に、前記後ライナの後方側の外周面に対向して円環状に形成された前室ポートを有し、この前室ポートに連通するように前記前室の作動油の高低圧を切替える前室通路が接続され、

前記後ライナは、前記前室ポートに対向する位置まで延設されるとともに、前記前室ポートに対向する面に、周方向に離隔する複数の貫通孔が径方向に貫通して形成されていることを特徴とする請求項4に記載の液圧式打撃装置。

【請求項6】

シリンダ内に摺嵌されたピストンを前後進させて打撃用のロッドを打撃する液圧式打撃装置であって、

前記ピストンの外周面と前記シリンダの内周面との間に画成されて前後に離隔配置された前室および後室と、前記ピストンの前進時に前記前室を低圧回路に切り替えて前記ピストンの前進および後退が繰返されるように作動油を給排させる切換弁機構とを備え、

前記前室は、前記シリンダ内面に嵌合された前室用ライナを有し、前記前室用ライナには、前記前室と連通して作動油が満たされる液室空間がクッション室として設けられており、

前記クッション室は、後端部側の第一円環部と、この第一円環部の前方に隣接して形成されて第一円環部よりも大径の第二円環部とを有することを特徴とする液圧式打撃装置。

【請求項7】

前記第二円環部を形成する前方側の端面は、軸方向と直交する直交面とされていることを特徴とする請求項6に記載の液圧式打撃装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、さく岩機やブレーカ等の液圧式打撃装置に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

この種の液圧式打撃装置としては、例えば特許文献 1 に記載の技術が知られている。

特許文献 1 に記載の液圧式打撃装置は、軸方向中央の大径部と、その大径部の前後に形成された小径部とを有するピストンを備えている。そして、このピストンが、シリンダ内に摺嵌して設けられることで、ピストンの外周面とシリンダの内周面との間に前室と後室とがそれぞれ画成されている。

前室は常時高圧回路に連通される一方、後室は切換弁機構により高圧回路と低圧回路のそれぞれに交互に連通される。後室が高圧回路に連通時は、打撃方向にピストンが移動するように前後の受圧面積を異ならせており、これにより、シリンダ内でピストンの前進および後退が繰返されるようになっている（以下、「後室交互切替方式」ともいう）。 10

【 0 0 0 3 】

ところで、「後室交互切替方式」を採用する特許文献 1 記載の液圧式打撃装置は、打撃時には、上記のように、受圧面積差でピストンを打撃方向に移動させるところ、前室が常時高圧回路に連通されているので、前室側の作動油が打撃方向へのピストンの移動に抗するように作用する。そのため、打撃効率をより向上させる上では検討の余地がある。

これに対し、例えば特許文献 2 には、前室と後室とを交互に高圧回路と低圧回路とに切り替える液圧式打撃装置が開示されている（以下、「前後室交互切替方式」ともいう）。「前後室交互切替方式」の液圧式打撃装置であれば、ピストン前進時に前室を低圧回路に切り替えるため、前室側の作動油が打撃方向へのピストンの移動に抗することがない。したがって、打撃効率を向上させる上で好適である。 20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 実開昭 6 1 - 1 6 9 5 8 7 号公報

【 特許文献 2 】 特開昭 4 6 - 1 5 9 0 号公報

【 特許文献 3 】 実開平 5 - 3 9 8 7 7 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、「前後室交互切替方式」の液圧式打撃装置は、ピストンが前進する打撃工程から反転して後退工程に移行する通常の打撃局面において、前室において作動油の急激な圧力変動が生じる。このような前室での作動油の圧力変動は、「後室交互切替方式」の液圧式打撃装置では、前室が常時高圧回路に連通されているため、重大な問題とはならない。これに対し、「前後室交互切替方式」の液圧式打撃装置では、作動油中に多数の微小気泡、つまりキャビテーション (c a v i t a t i o n) が起き易くなるという問題がある。また、キャビテーションの消滅による衝撃圧力によって、エロージョン (壊食) が引き起こされるとい問題がある。 30

【 0 0 0 6 】

また、本発明者らは、上記前室でのキャビテーションの問題は、ピストン前進時に前室を低圧回路に切り替えることから、ピストン前進時に前室が低圧になることが根本的な原因であることに思い至った。すなわち、ピストン前進時に前室が低圧となる上記の「前後室交互切替方式」に加えて、後室が常時高圧接続され前室が高圧と低圧に交互に切換えられる「前室交互切替方式」（例えば特許文献 3 参照）においても同様の問題がある。 40

そこで、本発明は、このような問題点に着目してなされたものであって、ピストン前進時に前室を低圧回路に切り替える方式の液圧式打撃装置における、前室でのキャビテーションを防止または抑制し得る液圧式打撃装置を提供することを課題とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

ここで、液圧式打撃装置において、例えばさく岩機 (ドリフタ) では、ピストン前側ストローク端でピストンの大径部がシリンダと衝突することを防止するために、制動機構と 50

して前室にクッション室を設けることが行われている。

図7に前室にクッション室を設けた一例を示すように、この例では、前室用ライナ130の後部に、作動油が満たされる液室空間が画成され、この液室空間が前室102と連通するクッション室103になっている。クッション室103は、ピストン120の大径部121がクッション室103に侵入したときに液室を閉空間にしてピストン120の移動を規制する。このときに、クッション室103から前室102側へ圧油が高速で流出すると、圧油の流速が高い箇所では局所的なキャビテーションの発生の原因となる。

【0008】

そこで、上記課題を解決するために、本発明の第一の態様に係る液圧式打撃装置は、シリンダ内に摺嵌されたピストンを前後進させて打撃用のロッドを打撃する液圧式打撃装置であって、前記ピストンの外周面と前記シリンダの内周面との間に画成されて前後に離隔配置された前室および後室と、前記ピストンの前進時に前記前室を低圧回路に切り替えて前記ピストンの前進および後退が繰返されるように作動油を給排させる切換弁機構とを備え、前記前室は、前記シリンダ内面に嵌合された前室用ライナを有し、前記前室用ライナには、前記前室と連通して作動油が満たされる液室空間がクッション室として設けられており、前記クッション室は、前記前室用ライナのライナ軸受部を通る作動油を低圧回路に導くドレン回路とは別個に設けられて前記ライナ軸受部以外の箇所を通る第二のドレン回路を有することを特徴とする。

【0009】

本発明の第一の態様に係る液圧式打撃装置によれば、第二のドレン回路は、前室用ライナのライナ軸受部を通る作動油を低圧回路に導くドレン回路（以下、「第一のドレン回路」ともいう）とは別個に設けられてライナ軸受部以外の箇所を通るので、ライナ軸受部以外の箇所からクッション室内の作動油を低圧回路にリークさせることができる。そのため、「シャンクロッド前進状態」時などのように、クッション室内で圧油が圧縮されて超高压状態となるときに、前室用ライナ内のクッション室から流出する作動油を、ライナ軸受部以外の箇所から「第二のドレン回路」へと逃がすことができる。そして、第二のドレン回路は、ライナ軸受部以外の箇所から作動油を低圧回路にリークさせるため、ライナ軸受部に必要なクリアランスを維持できるとともに、通常打撃時における打撃効率の低下を可及的に防ぐことができる。

【0010】

これにより、図7に比較例として示す「第二のドレン回路」を有しない場合に比べて、本発明の第一の態様に係る液圧式打撃装置によれば、クッション室での断熱圧縮が緩和されるので作動油の油温上昇も抑制される。さらに、前室に流入する作動油の流速が下がるので、局所的なキャビテーションの発生が抑制される。次いで、切換弁機構により前室が高圧に切り換わるが、キャビテーションが抑制されているので、キャビテーションの圧縮による発熱も緩和され、作動油温度上昇を劇的に下げることができる。そのため、これに伴う前室用ライナの銅合金部の膨張も緩和される。したがって、前室用ライナとの摺接箇所でのピストンの「カジリ」の発生を低減することができる。なお、「第一のドレン回路」による通路面積は、温度上昇による膨張で急激に減少するのに対し、「第二のドレン回路」による通路面積は、温度上昇による影響を受けにくい。

【0011】

さらに、ピストンがクッション室内でストローク前端まで前進して停止する場合のピストン作動に着目すると、バルブ切換により前室に供給される圧油は、後ライナの径とピストンの大径部の隙間からクッション室内へと供給されてピストンは後退に転じる。このとき、圧油の一部が「第二のドレン回路」から排出されるので、クッション室内の圧力上昇は穏やかなものとなる。したがって、ピストンの後退速度が遅くなり、「シャンクロッド前進状態」における時間当たりの打撃数が減少するので、前室における油温上昇は緩和されるのである。

【0012】

ここで、本発明の第一の態様に係る液圧式打撃装置において、前記第二のドレン回路は

10

20

30

40

50

、前記ライナ軸受部以外の箇所を通る一または複数の連通孔を介して当該クッション室内の作動油を低圧回路に常に連通させており、前記一または複数の連通孔の総通路面積は、前記ライナ軸受部のクリアランス量（ピストンの小径部と前ライナの内周の摺接面との内外径方向の対向隙間により形成される円環状隙間の面積）に対して、下記（式1）に規定する所定範囲内の面積に設定されていることは好ましい。

$$0.1 A p f < A < 2.5 A p f \quad \dots \dots \text{（式1）}$$

但し、A p f：ライナ軸受部のクリアランス量

A：連通孔の総通路面積

このような構成であれば、通常打撃時の打撃効率の低下を可及的に抑えつつも、「シャックロッド前進状態」時などのように、クッション室内で圧油が圧縮されて超高压状態となるとき湯温上昇を抑制する上で好適である。なお、一または複数の連通孔が低圧回路に常に連通されてなる第二のドレン回路に、絞り機構を付設することは好ましい。

10

【0013】

また、本発明の第一の態様に係る液圧式打撃装置において、前記前室用ライナは、前記一または複数の連通孔として、前記クッション室に連通するとともに周方向に離隔して且つ径方向に沿って貫通形成された径方向連通路と、前記径方向連通路の位置に合せて該径方向連通路に連通するように当該前室用ライナの外周面に軸方向に沿って形成されたスリットからなる軸方向連通路とを有し、前記前室用ライナの前端側の外周面と前記シリンダの内周面との間に、前記軸方向連通路に連通するドレンポートが形成されるとともに、前記ドレンポートに前記低圧回路に常に連通される低圧ポートが接続されており、前記第二のドレン回路は、前記クッション室の作動油を、前記径方向連通路、前記軸方向連通路および前記ドレンポートをこの順に通じて前記低圧回路に常に連通されていることは好ましい。このような構成であれば、「第二のドレン回路」用として専用の低圧ポートが不要となるので、構造を簡素としつつ「第二のドレン回路」を設ける上で好適である。

20

【0014】

また、上記課題を解決するために、本発明の第二の態様に係る液圧式打撃装置は、シリンダ内に摺嵌されたピストンを前後進させて打撃用のロッドを打撃する液圧式打撃装置であって、前記ピストンの外周面と前記シリンダの内周面との間に画成されて前後に離隔配置された前室および後室と、前記ピストンの前進時に前記前室を低圧回路に切り替えて前記ピストンの前進および後退が繰返されるように作動油を給排させる切換弁機構とを備え、前記前室は、当該前室の前方に、前記シリンダ内面に嵌合された前室用ライナを有し、前記前室用ライナは、軸方向前後に二分割された前ライナと後ライナとから構成され、前記前ライナは、銅合金製であってピストンの摺動を支持する軸受部材とされ、前記後ライナは、前記前ライナよりも機械的強度が高い合金製であることを特徴とする。

30

【0015】

本発明の第二の態様に係る液圧式打撃装置によれば、前室の前方の前室用ライナを、前方側の前ライナと後方側の後ライナとに分割し、前ライナは、銅合金製であってピストンの摺動を支持する軸受部材とされ、後ライナは、前ライナよりも機械的強度が高い合金製なので、キャビテーションエロージョンについては、前ライナよりも機械的強度が高い合金製の後ライナで受け持たせ、ピストンを摺動支持する軸受機能は、銅合金製の前ライナで受け持たせることができる。よって、前室側で必要な軸受としてのピストン摺動支持機能を前ライナで維持しつつ、前室側の後ライナによって前室でのキャビテーションの消滅による衝撃圧力に対抗して、エロージョンに対する耐性を高めることができる。よって、前室でのキャビテーションエロージョンによって引き起こされる不具合を最小限に止めることができる。

40

【0016】

さらに、本発明者による実験研究の結果によれば、前室でのキャビテーションエロージョンは、前室の作動油を給排させる前室通路の開口部に対して周方向で最も離れた側に偏在して発生することが確認された。

そこで、本発明の第二の態様に係る液圧式打撃装置において、前記シリンダ内面に、前

50

記前室用ライナの後方側の外周面に対向して円環状に形成された前室ポートを有し、該前室ポートに連通するように前記前室の作動油の高低圧を切替える前室通路が接続され、前記前室用ライナは、前記前室ポートに対向する位置まで延設されるとともに、前記前室ポートに対向する面に、周方向に離隔する複数の貫通孔が径方向に貫通して形成されていることは好ましい。

【0017】

このような構成であれば、シリンダ内面に円環状に形成された前室ポートを設け、この前室ポートに連通するように高低圧を切替える前室通路を接続し、前記後ライナは、前室ポートに対向する位置まで延設されるとともに、前記前室ポートに対向する面に、周方向に離隔する複数の貫通孔が径方向に貫通して形成されているので、後ライナの複数の貫通孔が、発生したキャビテーションの分散領域として働く。

10

これにより、前室用ライナの内側で発生したキャビテーションは、後ライナの複数の貫通孔によって前室ポートに入る前に分散される。そのため、仮にキャビテーションが発生した場合であっても、前室通路の開口部に対して周方向で最も離れた側の部分へのキャビテーションの偏在が緩和される。したがって、この部分における集中的なエロージョンを効果的に抑制することができる。さらに、後ライナの後側を前室ポートの後方まで延設しているため、シリンダ内径摺動面でのエロージョンの発生を防止できる。そのため、エロージョンによる消耗部品を最小限に抑えることができる。

【0018】

さらに、本発明者らは、上記急激な圧力変動時におけるキャビテーション、および上記局所的なキャビテーションの問題に対し、クッション室の液室形状と容積を工夫することにより、前室での作動油の圧力低下時のキャビテーションの発生を可能な限り抑制し、仮にキャビテーションが発生してエロージョンに到っても、ピストンとの摺動に影響の無い箇所にエロージョンを発生させれば、キャビテーションエロージョンによって引き起こされる不具合を最小限に止め、直ちに打撃不能状態となることを防止できるとの知見を得た。

20

【0019】

さらに、上記課題を解決するために、本発明の第三の態様に係る液圧式打撃装置は、シリンダ内に摺嵌されたピストンを前後進させて打撃用のロッドを打撃する液圧式打撃装置であって、前記ピストンの外周面と前記シリンダの内周面との間に画成されて前後に離隔配置された前室および後室と、前記ピストンの前進時に前記前室を低圧回路に切り替えて前記ピストンの前進および後退が繰返されるように作動油を給排させる切換弁機構とを備え、前記前室は、前記シリンダ内面に嵌合された前室用ライナを有し、前記前室用ライナには、前記前室と連通して作動油が満たされる液室空間がクッション室として設けられており、前記クッション室は、後端部側の第一円環部と、この第一円環部の前方に隣接して形成されて第一円環部よりも大径の第二円環部とを有することを特徴とする。

30

【0020】

本発明の第三の態様に係る液圧式打撃装置によれば、クッション室は、後端部側の第一円環部と、この第一円環部の前方に隣接して形成されて第一円環部よりも大径の第二円環部とを有するので、第一円環部の前側に設けた第二円環部52による容積拡大により作動油の圧力低下を緩和できる。そのため、前室2でのキャビテーションの発生を抑制することができる。

40

ここで、本発明の第三の態様に係る液圧式打撃装置において、前記第二円環部を形成する前方側の端面は、軸方向と直交する直交面とされていることは好ましい。このような構成であれば、仮にクッション室の第二円環部内でキャビテーションが発生してエロージョンに到っても、第二円環部を形成する前方側の端面は、軸方向と直交する直交面とされているので、軸受機能をもつ前ライナ側に向かうキャビテーションをこの直交面によって第二円環部内に留め、エロージョンをピストンとの摺動に影響の無い箇所に発生させることができる。そのため、キャビテーションエロージョンによって引き起こされる不具合を最小限に止め、直ちに打撃不能状態となることを防止することができる。

50

【発明の効果】

【0021】

上述のように、本発明によれば、ピストン前進時に前室を低圧回路に切り替える方式の液圧式打撃装置における、前室でのキャビテーションを防止または抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の一態様に係る液圧式打撃装置の一実施形態を説明する断面図であり、同図は、軸線に沿った断面を示している。

【図2】図1の要部（前室用ライナ部分）の拡大図である。

【図3】図2の前室用ライナの要部断面図であり、同図（a）は図2のA-A断面図、（b）は図2のB-B断面図、（c）は図2のC-C断面図である。

【図4】図2の前室用ライナを構成する後ライナの斜視図であり、同図（a）はその第一実施例、（b）は第二実施例、（c）は第三実施例を示している。

【図5】本発明の一態様に係る液圧式打撃装置の一実施形態の動作を説明する縦断面図であり、同図はさく岩機への適用例において、シャンクロッド部分を併せて模式的に示しており、同図（a）は通常打撃位置を示し、（b）は通常打撃におけるピストン後退時であって、同図の中心線上側は後退方向での減速時を、中心線下側はピストンが後死点に位置したときをそれぞれ示し、（c）はシャンクロッド前進状態であって、同図の中心線上側はピストンがクッション室に突入したときを、中心線下側はピストンが停止したときを示している。

【図6】後ライナに形成された複数の貫通孔部分の作用効果を説明する模式図であり、同図（a）は複数の貫通孔部分に内面側円環状溝を設けない例であり、同図（c）は（a）でのD矢視図、また、同図（b）は複数の貫通孔部分に内面側円環状溝を設けている例であり、同図（d）は（b）でのE矢視図を示している。

【図7】本発明の一態様に係る液圧式打撃装置およびその一実施形態に対する比較例を示す図であり、同図は、さく岩機の適用例において、シャンクロッド部分を併せて模式的に示す縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の一実施形態について、図面を適宜参照しつつ説明する。

本実施形態の液圧式打撃装置1は、「前後室交互切替方式」の打撃装置であって、図1に示すように、ピストン20は、中実円筒状の軸部材であって、軸方向中央の大径部21、22と、この大径部21、22の前後に形成された小径部23、24とを有する。そして、このピストン20が、シリンダ10内に摺嵌して設けられることで、ピストン20の外周面20gとシリンダ10の内周面10nとの間に前室2と後室8とがそれぞれ画成されている。なお、軸方向前側の大径部21と小径部23とが接続する段部は、ピストン20の進行方向に推力を与えるための、前室2側での受圧面とされ、本実施形態では、前室2側での受圧面は、大径部21側から小径部23側に向けて縮径する円錐面26となっている。一方、軸方向後側の大径部22と小径部24とが接続する段部は、後室8側での受圧面とされ、本実施形態では、後室8側での受圧面は、大径部22側の端面が、軸方向と直交する直交面27となっている。

【0024】

大径部21、22の間には、凹の段部により制御用溝25が形成されている。制御用溝25は、複数の制御ポートを介して切換弁機構9に接続される。また、前室2および後室8は、それぞれの高低圧切替ポート5、85を介して切換弁機構9に接続される。そして、この切換弁機構9により所期のタイミングで作動油を給排させて前室2および後室8が高圧回路91と低圧回路92のそれぞれに交互に連通され、上記受圧面が作動油の油圧で軸方向に押されることにより、シリンダ10内でピストン20の前進および後退が繰返されるようになっている。なお、シリンダ10の前後には、さく岩機やブレーカ等の打撃装

10

20

30

40

50

置に応じたフロントヘッド6とバックヘッド7がそれぞれ装着される。

【0025】

ここで、前室2は、前室2の前方に設けられてシリンダ内周面10nに嵌合された前室用ライナ30を有する。前室用ライナ30の前側には、シリンダ内周面10nに環状のシールリテーナ32が嵌合されている。シールリテーナ32は、その内外周面の適宜の位置に形成された複数の環状溝32aにパッキン等が嵌め込まれており、前室2の前方への作動油の漏れを防止している。また、後室8は、後室8の後方に設けられてシリンダ内周面10nに嵌合された筒状の後室用ライナ80を有する。

後室用ライナ80は、軸方向前方から順に、後室画成部81、軸受部82、シールリテーナ部83を一体に有する。後室画成部81の前側内周の円筒状空間、シリンダ10内周面およびピストン20の小径部の外周面との間の液室空間により上記後室8が画成されている。後室8を画成するシリンダ10内周面に連通して後室通路85が接続される。軸受部82は、ピストン20の後方側の小径部外周面に摺接されてピストン20の後部を軸支している。軸受部82の内周面には、複数条の円環状油溝82aが軸方向に離隔してラビリンスを形成している。シールリテーナ部83には、その内外周面の適宜の位置に形成された複数の環状溝83aにパッキン等が嵌め込まれており、後室8後方への作動油の漏れを防止している。軸受部82とシールリテーナ部83の間には、ドレン用の連通孔84が径方向に貫通形成され、この連通孔84が後室用低圧ポート(不図示)に接続される。

【0026】

前室用ライナ30は、軸方向前後一組の前ライナ40と後ライナ50とから構成されている。つまり、本実施形態では、前室用ライナ30は、軸方向の前方側と後方側とが別個のライナによって分割されている。そして、本実施形態では、前ライナ40には液室を設けず、後ライナ50にのみ液室空間を設けており、後ライナ50の後部に前室2と連通して形成された液室空間がクッション室3になっている。クッション室3は、ピストン前側ストローク端でピストン20の大径部21がシリンダ10と衝突することを防止するために、ピストン20の大径部21が侵入したときに液室を閉空間にしてピストン20の移動を規制する。

【0027】

詳しくは、上記前ライナ40は、銅合金製であり、図2に拡大図示するように、前側端部に径方向外側に向けて円環状に張り出すつば部41を有し、つば部41よりも後方の部分は円筒状の軸受部42になっている。つば部41の外周には、シリンダ10内周面との間に、円環状をなすドレンポート45が形成され、このドレンポート45がドレン通路49に接続されている。

前ライナ40は、後ライナ50の前端側内周の小径部54の所定の対向隙間(ピストン20の外径とライナ内径とのクリアランス)よりも狭い対向隙間をもってピストン20の小径部23の外周面23gに摺接している。前ライナ40の内周の摺接面40nには、複数条の円環状の油溝40mが軸方向に離間してラビリンスを形成している。前ライナ40は、この油溝40m以外には液室空間を設けておらず、ピストン20を摺動支持する軸受となっている。

【0028】

前ライナ40の後端面42tは、後ライナ50の前端面50tに当接しており、前ライナ40の後端面42tには、周方向に離隔して複数の第一端面溝46が、径方向連通路として径方向に沿って形成されている。この例では、複数の第一端面溝46は、周方向に離隔して4か所に等配されている(図3(b)参照)。

さらに、前ライナ40には、円筒状の軸受部42の外周面42gに、上記第一端面溝46の形成位置に合せて、軸方向に沿って複数のスリット48が軸方向連通路として形成されている。この例では、複数のスリット48は、上記第一端面溝46の位置に合せて4か所に等配されている(図3(a)参照)。さらに、前ライナ40のつば部41の後方側を向く面には、複数のスリット48の位置に合せて、複数の第二端面溝47が径方向に沿って径方向連通路として形成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

複数の第二端面溝 4 7 は、前ライナ 4 0 のつば部 4 1 の外周に設けられた上記ドレンポート 4 5 に連通している。これにより、後ライナ 5 0 のクッション室 3 内の作動油を、後ライナ 5 0 の前端側の小径部 5 4 の所定隙間に通し、さらに、「第一端面溝 4 6 ~ スリット 4 8 ~ 第二端面溝 4 7 ~ ドレンポート 4 5 」を通してドレン通路 4 9 へと逃がすことができる。

つまり、この回路がいわば「ドレン回路」として機能するようになっている。なお、ライナ軸受部（ピストン 2 0 の小径部 2 3 と前ライナ 4 0 の内周の摺接面 4 0 n との内外径方向の対向隙間）を通る圧油のドレン回路（以下、「第一のドレン回路」ともいう）とは別個に形成されていることから、この回路を「第二のドレン回路」ということができる。

10

【 0 0 3 0 】

「第一端面溝 4 6 ~ スリット 4 8 ~ 第二端面溝 4 7 」からなる連通路は、第一端面溝 4 6、スリット 4 8、第二端面溝 4 7 の各通路面積が、略等しい面積に設定されている。そして、本実施形態の連通路は 4 箇所形成されている例であるが、これら複数の連通路の通路面積を合計した「連通路の総通路面積」は、「ライナ軸受部のクリアランス量」に対して、下記（式 1）に規定する所定範囲内の面積に設定され、これにより、「第二のドレン回路」からの圧油のリーク量が所定量に制限されている。ここで、「ライナ軸受部のクリアランス量」とは、ピストン 2 0 の小径部 2 3 と前ライナ 4 0 の内周の摺接面 4 0 n との内外径方向の対向隙間により形成される円環状隙間の面積である。

$$0.1 A p f < A < 2.5 A p f \quad \dots \dots \text{(式 1)}$$

20

但し、A p f : ライナ軸受部のクリアランス量

A : 連通路の総通路面積

【 0 0 3 1 】

上記後ライナ 5 0 は、上記銅合金製の前ライナ 4 0 よりも機械的強度が高い合金製である。本実施形態では、合金鋼の機械的強度は、合金鋼の熱処理により向上させている。例えば、はだ焼き鋼に浸炭焼入れ焼き戻しを施して表面に硬化層を形成することができる。後ライナ 5 0 は、円筒状をなし、その円筒形状の外径寸法は、上記前ライナ 4 0 の軸受部 4 2 の外径寸法と同寸法とされている。後ライナ 5 0 の内径寸法は、後端側内周部 5 0 n の内径寸法が、ピストン 2 0 の大径部 2 1 に対して僅かな隙間を隔てた摺接面とされている。一方、後ライナ 5 0 の前端側内周の小径部 5 4 の寸法は、前ライナ 4 0 の内周の摺接面 4 0 n の内径寸法よりも大径とされ、ピストン 2 0 の外周面に対して上記ライナ軸受部のクリアランスよりも大きな所定の対向隙間を隔てている。

30

【 0 0 3 2 】

後ライナ 5 0 の後方側の外周面 5 0 g とシリンダ 1 0 内周面との間には、円環状の前室ポート 4 が形成され、この前室ポート 4 に、前室 2 の高低圧を切替える前室通路 5 が接続されている。換言すれば、本実施形態の後ライナ 5 0 は、前室ポート 4 よりも後方に延びる延設部 5 5 を有している。

本実施形態においては、後ライナ 5 0 には、上記延設部 5 5 の外周面に、前室ポート 4 に対向する位置に外面側円環状溝 5 6 が形成されるとともに、延設部 5 5 の内周面に内面側円環状溝 5 7 が形成されている。そして、この内外の円環状溝 5 6、5 7 内に、周方向に離隔する複数の貫通孔 5 8 が径方向に穿孔されている。

40

【 0 0 3 3 】

複数の貫通孔 5 8 は、周方向に等配されることは好ましい（図 3（c）に示す例では、貫通孔 5 8 が 1 6 か所に等配されている。）。複数の貫通孔 5 8 の形状は特に限定されないが、例えば円形（図 4（a）参照）、または図 4（b）に示すように、矩形（但し角は R 形状）や楕円形等にすることができる。貫通孔 5 8 を矩形や楕円形等のように、軸方向よりも周方向を長くした「スロット形状（長穴形状）」とすれば、個々の貫通孔 5 8 の通路面積が拡大するので、作動油の流速を抑えてキャピテーションの発生を低減する上で好ましい。

【 0 0 3 4 】

50

なお、図4(c)に示すように、後ライナ50を更に分割構造にすることもできる。同図に示す例では、図4(b)に示した「スロット形状」とした貫通孔58の後方側縁面の位置にて分割構造とし、これにより、後ライナ(前)63と後ライナ(後)64とから後ライナ50を構成している。この位置で後ライナ50を二分割することにより、周方向で隣りあう貫通孔58同士の間形成された柱部62は、後ライナ(前)63の後端から後方に向けて張り出す片持ち梁となっている。

さらに、図2に示すように、後ライナ50の後方側の内周面には、上記クッション室3が形成されている。本実施形態においては、クッション室3は、軸方向後方の第一円環部51と、この第一円環部51の前方に形成された第二円環部52とを有する。第一円環部51と第二円環部52とが接続する部分は、第一円環部51側から第二円環部52側に向けて拡径する円錐面59となっている。

10

【0035】

第一円環部51は、軸方向後方が上記内面側円環状溝57に全周に亘って連通している。第一円環部51は、上記内面側円環状溝57の深さ(内径)よりも浅い径(小径)であり、自身後方が内面側円環状溝57の前方に隣接して形成されている。第二円環部52は、第一円環部51よりも大径であり、自身後方が第一円環部51の前方に隣接して形成されている。第二円環部52を形成する前方側の端面は、軸方向と直交する直交面53とされている。

【0036】

次に、この液圧式打撃装置1の動作、および作用・効果について説明する。ここでは、本実施形態の液圧式打撃装置1をさく岩機に適用した例として、図5を適宜参照して説明する。なお、さく岩機は、図5(a)に示すように、上記液圧式打撃装置1のピストン20の前方に、シャンクロッド60を有する。シャンクロッド60は、後部にスプライン61が形成され、フロントカバー70に所定範囲で軸方向に摺動可能に支持されている。シャンクロッド60は、後方側への移動限が不図示のダンパ機構により規制されている。また、さく岩機は、不図示のフィード機構および回転機構を備え、シャンクロッド60は、スプライン61に歯合する回転機構により回転可能とされるとともに、液圧式打撃装置1のシリンダ10側がフィード機構により破砕量に応じてフィードされるようになっている。

20

【0037】

通常の打撃は、同図(a)に示す、シャンクロッド60の後方移動限において、ピストン20の打撃効率が最大のときに打撃が行われる。シャンクロッド60がピストン20により打撃されると、打撃により発生する衝撃波がシャンクロッド60からロッドを介して先端のビット(不図示)まで伝播し、ビットが岩盤を破砕するエネルギーとして使用される。シリンダ10側は不図示のフィード機構により破砕量に応じてフィードされる。そして、上記液圧式打撃装置1の切換弁機構9により所期のタイミングで作動油が給排されると、同図(b)に示すように、シリンダ10内でピストン20が後退され、同図の中心線上側に示す後退方向の所定位置で減速し、その後、同図中心線下側に示すように、ピストン20が後死点で再び前進方向に移動を開始する。

30

【0038】

ここで、この液圧式打撃装置1は、上記切換弁機構9により所期のタイミングで作動油が給排されると、前室2および後室8が、各高低圧切替ポート5、85を介して交互に高圧回路91と低圧回路92に連通され、これにより、シリンダ10内でピストン20の前進および後退が繰返し行なわれる。つまり、この液圧式打撃装置1は、「前後室交互切替方式」の打撃により、前室2側の作動油が打撃方向へのピストンの移動に抗することがない。そのため、打撃効率を向上させる上で好適である。

40

ここで、さく孔中において、ビットが空洞帯に入るなどして正常に着岩しないと、図5(c)に示すように、シャンクロッド60が通常の打撃位置よりも前方に移動して「シャンクロッド前進状態」が生じる。このとき、ピストン前側ストローク端でピストン20の大径部21がシリンダ10と衝突することを防止するために、前室2と連通するクッショ

50

ン室3が設けられている。同図(c)の中心線上側に示すように、クッション室3は、ピストン20の大径部21がクッション室3に侵入したときに液室を閉空間にしてピストンの移動を規制する。これにより、同図(c)の中心線下側に示すように、ピストン20の大径部21の端部(円錐面26の位置)が、クッション室3内で留まるため、ピストン前側ストローク端でピストン20の大径部21がシリンダ10と衝突することを防止することができる。

【0039】

ここで、この種の「前後室交互切替方式」の液圧式打撃装置にあっては、前室において作動油圧に負圧状態が生じてキャビテーションが起き易くなる。また、クッション室によるピストンの制動時に、クッション室内で圧油が圧縮されて超高压状態となる。そのため、クッション室での圧縮、および、圧油の流速が高い箇所での局所的なキャビテーションの発生と圧縮に伴う作動油の温度上昇が問題となる。さらに、ピストンと前室用ライナとの隙間が減少することにより、ドレン機能が低下して高温の圧油の排出が抑制されるため温度上昇が加速されるという問題もある。

10

【0040】

詳しくは、「前後室交互切替方式」の液圧式打撃装置において、例えばさく岩機(ドリフタ)では、ピストン前側ストローク端でピストンの大径部がシリンダと衝突することを防止するために、制動機構として前室にクッション室を設けることが行われている。図7に本実施形態に対する比較例を示す。

同図に示す比較例では、ピストン120の前方にシャンクロッド160が配置されている。シリンダ110の内部の前側には、円環状の前室ポート104が形成され、この前室ポート104の前方に、銅合金製の一体構造の前室用ライナ130がシリンダ110の内面に嵌合されている。そして、この前室用ライナ130の後部に、作動油が満たされる液室空間が画成され、この液室空間が前室102と連通するクッション室103になっている。

20

【0041】

ピストン120は、打撃効率が最大のときにシャンクロッド160の後端を打撃する。シャンクロッド160がピストン120により打撃されると、打撃により発生する衝撃波が、シャンクロッド160の先端側のロッドを介して先端のビット(不図示)まで伝播し、さく孔のエネルギーとして使用される。

30

ここで、さく孔中においては、ビットが空洞帯に入るなどして正常に着岩しないと、ビット、ロッドおよびシャンクロッド160それぞれがネジで締結されているので、さく岩機本体に対して相対的に前方に突出する状態(シャンクロッド160が通常の打撃位置よりも前進した状態)が発生する(以下、「シャンクロッド前進状態」ともいう)。この「シャンクロッド前進状態」でピストン120が作動すると、ピストン120の大径部121がクッション室103内に侵入して制動を受けることになる。そのため、クッション室103内では圧油が圧縮されて超高压状態となる。

【0042】

そのため、クッション室103において圧縮により作動油の油温が上昇する。さらに、クッション室103内が超高压となると、クッション室103から前室102側への圧油の流出速度も過剰となる。そのため、圧油の流速が高い箇所では局所的にキャビテーションが発生し、次いで、前室102が高压に切り換わることにより、発生したキャビテーションが圧縮されるため発熱して油温がさらに上昇する。油温が上昇することにより、前室用ライナ130の銅合金部が膨張して縮径し、ピストン120との摺接箇所で、いわゆる「カジリ」が発生するおそれがある。なお、前室102およびクッション室103における油温の上昇は、ピストン120の前進量に比例するので、シャンクロッド160がそのストローク前端まで移動した時に最大となる。

40

【0043】

この比較例に示したように、「前後室交互切替方式」の液圧式打撃装置においては、局所的なキャビテーションの発生と圧縮に伴う作動油の温度上昇により「カジリ」が発生し

50

易くなるという問題がある。特に、「カジリ」の発生は打撃数が多くなるほどそのリスクは高まる傾向にある。さらに、ピストンと前室用ライナとの隙間が減少することにより、ドレン機能が低下して高温の圧油の排出が抑制されるため温度上昇が加速されるという問題もある。

【 0 0 4 4 】

これに対し、本実施形態の液圧式打撃装置 1 によれば、クッション室 3 は、上記「第二のドレン回路」により、ライナ軸受部以外の箇所を通る一または複数の連通路として「第一端面溝 4 6 ~ スリット 4 8 ~ 第二端面溝 4 7」からなる通路を介して当該クッション室 3 内の作動油を低圧回路に常に連通させている。つまり、クッション室 3 は、前室用ライナ 3 0 の上記ライナ軸受部を通る作動油を低圧回路であるドレン通路 4 9 に導くドレン回路とは別個に設けられた「第二のドレン回路」を有するので、クッション室 3 内で圧油が圧縮されて超高圧状態となるときに、前室用ライナ 3 0 内のクッション室 3 から流出する作動油を、「第二のドレン回路」から逃がすことができる。

10

【 0 0 4 5 】

これにより、「第二のドレン回路」を有しない場合に比べて、クッション室 3 での圧縮が緩和されるので作動油の油温上昇も抑制される。さらに、前室 2 に流入する作動油の流速が下がるので、局所的なキャビテーションの発生が抑制される。次いで、切換弁機構 9 により前室 2 が高圧に切り換わるが、キャビテーションが抑制されているので、キャビテーションの圧縮による発熱も緩和され、作動油温度上昇を劇的に下げることができる。

そのため、これに伴う前室用ライナ 3 0 の銅合金部（本実施形態では、前室用ライナ 3 0 を構成する前ライナ 4 0）の膨張も緩和されるので、前室用ライナ 3 0 との摺接箇所でのピストン 2 0 の「カジリ」の発生を低減することができる。なお、上記「第一のドレン回路」による通路面積は、温度上昇による膨張で急激に減少するのに対し、「第二のドレン回路」による通路面積は、温度上昇による影響を受けにくい。

20

【 0 0 4 6 】

さらに、ピストン 2 0 がクッション室 3 内でストローク前端まで前進して停止する場合のピストン作動に着目すると、バルブ切換により前室 2 に供給される圧油は、後ライナ 5 0 の内径とピストン 2 0 の大径部 2 1 の隙間からクッション室 3 内へと供給されてピストン 2 0 は後退に転じるが、このとき、圧油の一部が「第二のドレン回路」から排出されるので、クッション室 3 内の圧力上昇は穏やかなものとなる。したがって、ピストン 2 0 の後退速度が遅くなり、「シャンクロッド前進状態」における時間当たりの打撃数が減少するので、前室 2 における油温上昇は緩和されるのである。

30

【 0 0 4 7 】

また、本実施形態では、複数の連通路として「第一端面溝 4 6 ~ スリット 4 8 ~ 第二端面溝 4 7」からなる通路の総通路面積は、上記ライナ軸受部のクリアランス量に対して、上記（式 1）に規定する所定範囲内の面積に設定されているので、通常打撃時の打撃効率の低下を可及的に抑えつつも、「シャンクロッド前進状態」時などのように、クッション室内で圧油が圧縮されて超高圧状態となる時の湯温上昇を抑制することができる。

さらに、本実施形態の第二のドレン回路は、クッション室 3 の作動油を、径方向連通路である第一端面溝 4 6、軸方向連通路であるスリット 4 8、およびドレンポート 4 5 をこの順に通じて低圧回路のドレン通路 4 9 に常に連通させているので、「第二のドレン回路」用として専用の低圧ポートが不要となる。よって、構造を簡素としつつ「第二のドレン回路」を設けることができる。

40

【 0 0 4 8 】

ここで、「前後室交互切替方式」の液圧式打撃装置は、ピストンが前進する打撃工程から反転して後退工程に移行する通常の打撃局面において、前室において作動油の急激な圧力変動が生じる。このような前室での作動油の圧力変動の問題は、「後室交互切替方式」の液圧式打撃装置では、前室が常時高圧回路に連通されているため、重大な問題とはならない。これに対し、「前後室交互切替方式」の液圧式打撃装置では、負圧状態が生じるため、キャビテーションが起き易くなる。また、キャビテーションの消滅による衝撃圧力に

50

よるエロージョンが起き易くなる。

【0049】

すなわち、例えばさく岩機（ドリフタ）では、ピストンの前方にシャンクロッドが配置され、ピストンが前進してシャンクロッド後端を打撃するようになっている。ここで、「前後室交互切替方式」の液圧式打撃装置において、打撃局面では、前室が低圧回路に連通されるところ、ピストンがシャンクロッドを打撃するとピストンには急制動がかかる。このとき、ピストンが急制動されても作動油は慣性によって流出を続けるので、前室において負圧状態が生じる。そのため、作動油の圧力がごく短時間だけ飽和蒸気圧より低くなったとき、キャビテーションが生じ易くなるのである。そして、打撃後にピストンが後退工程に移行時に、切換弁機構により前室が高圧回路に連通される。そのため、発生したキャビテーションが圧縮されて消滅するときの衝撃圧力により前室内でエロージョンが発生し易いという問題がある。

10

【0050】

これに対し、本実施形態の液圧式打撃装置1によれば、クッション室3は、後端部側の第一円環部51と、この第一円環部51の前方に隣接して形成されて第一円環部51よりも大径の第二円環部52とを有するので、第一円環部51の前側に設けた第二円環部52による容積拡大により作動油の圧力低下を緩和できる。そのため、前室2でのキャビテーションの発生を抑制することができる。また、キャビテーションが発生しても、破裂してエロージョンを生じることを抑制することができる。よって、湯温上昇を抑制する上でより好適である。

20

【0051】

さらに、クッション室3は、第二円環部52を形成する前方側の端面が、軸方向と直交する直交面53とされているので、仮にクッション室3の第二円環部52内でキャビテーションが発生してエロージョンに到っても、軸受機能をもつ前ライナ40側に向かうキャビテーションを直交面53によってクッション室3に留め、エロージョンをピストンとの摺動に影響の無い箇所に発生させることができる。そのため、キャビテーションエロージョンによって引き起こされる不具合を最小限に止め、直ちに打撃不能状態となることを防止することができる。

【0052】

さらに、本実施形態の液圧式打撃装置1によれば、前室用ライナ30を軸方向前後に二分した前ライナ40と後ライナ50とから構成し、前ライナ40は、銅合金製であって油溝40m以外には液室空間を設けないことでピストン20の摺動を支持する軸受部材とされ、後ライナ50は、表面に硬化層を形成した合金鋼製であって前室2と連通して作動油が満たされる液室空間がクッション室3として設けられているので、キャビテーションエロージョンについては、硬度の高い合金鋼製の後ライナ50のクッション室3の液室空間内壁面で受け持たせ、ピストン20を摺動支持する軸受機能については、液室空間を設けない銅合金製の前ライナ40で受け持たせることができる。

30

【0053】

よって、前室2側で必要な軸受としてのピストン摺動支持機能を前ライナ40で維持しつつ、後ライナ50によって前室2でのキャビテーションの消滅による衝撃圧力に対抗してエロージョンに対する耐性を高めることができる。よって、キャビテーションエロージョンによって引き起こされる不具合を最小限に止めることができる。

40

さらに、本発明者による実験研究の結果によれば、「前後室交互切替方式」の液圧式打撃装置において、前室でのキャビテーションエロージョンは、前室から作動油を給排させる高低圧切替ポートの開口部に対して周方向で最も離れた側に偏在して発生することが確認された。

【0054】

これに対し、本実施形態の液圧式打撃装置1によれば、シリンダ10の内面に円環状に形成された前室ポート4を設け、この前室ポート4に連通するように高低圧を切替える前室通路5を接続し、前室用ライナ30を構成する後ライナ50は、前室ポート4に対向す

50

る位置まで延設されるとともに、前室ポート4に対向する面に、周方向に離隔する複数の貫通孔58が径方向に貫通して形成されているので、複数の貫通孔58が、発生したキャビテーションの分散領域として働く。

これにより、前室用ライナ30を構成する後ライナ50の内側で発生したキャビテーションは、後ライナ50に形成された複数の貫通孔58によって前室ポート4に入る前に分散される。そのため、仮にキャビテーションが発生した場合でも、前室通路5の開口部の開口部に対して周方向で最も離れた側の部分へのキャビテーションの偏在が緩和される。したがって、この部分における集中的なエロージョンを効果的に抑制することができる。

【0055】

さらに、後ライナの後側を前室ポートの後方まで延設しているため、シリンダ内径摺動面でのエロージョンの発生を防止できる。そのため、エロージョンによる消耗部品を最小限に抑えることができる。

さらに、本実施形態において、複数の貫通孔58は、延設部55の内周面に形成された内面側円環状溝57内に設けられ、上記第一円環部51は、軸方向後方が内面側円環状溝57に全周に亘って連通しているため、クッション室3によるクッション効果を所期の位置で開始させて、打撃効率の低下を防止することができる。

【0056】

つまり、図6(a)に示すように、仮に、複数の貫通孔58の部分に内面側円環状溝57を設けない場合には、貫通孔58の部分にピストン20の大径部21が直接摺接して通過することになる。そのため、貫通孔58の部分にピストン20の大径部21が通過するときに、同図(c)に示すように、低圧側(前室ポート4側)への圧油の流出通路面積の変化が大きくなる(同図の二点鎖線は、大径部端部稜線が通過する過程のイメージを示す)。そのため、クッション室3に突入する前の段階からクッション作用が生じて打撃効率が低下する。

【0057】

これに対し、同図(b)に示すように、本実施形態のように内面側円環状溝57を設ければ、貫通孔58の部分にピストン20の大径部21が通過するときに、内面側円環状溝57を介することで、同図(d)に二点鎖線で通過過程のイメージを示すように、低圧側への圧油の流出通路面積の変化率を一定にすることができる。そのため、クッション室3に突入前の段階でのクッション作用の発生が防止され、所期の位置、つまり内面側円環状溝57の前方側端部に続く第一円環部51の後端位置から、所期のクッション効果を開始させることができる。

【0058】

ここで、周方向で隣りあう貫通孔58同士の間形成された複数の柱部62を片持ち梁とすることは好ましい。この場合において、図4(c)に示した第三実施例のように、「スロット形状」とした貫通孔58の後方側縁面の位置にて後ライナ50を分割して後ライナ(前)63と後ライナ(後)64とから後ライナ50を構成することは好ましい。

つまり、ピストン20の往復に伴ってサージ圧が発生するところ、図4(b)のような両持ち構造の柱部であると、発生するサージ圧が、柱部に対して前後方向の引張り圧力として作用する。そのため、柱部の部分でエロージョンが進行すると、柱部が引張り圧力に耐えられなくなって壊れてしまうおそれがある。これに対し、図4(c)に示したように、複数の柱部62を片持ち梁とすれば、柱部62にサージ圧による引張り圧力は作用しない。そのため、サージ圧による柱部62の破壊を防止または抑制することができる。

【0059】

以上説明したように、この液圧式打撃装置によれば、前室でのキャビテーションを防止または抑制することができる。そして、前室での湯温上昇を抑制して前室用ライナとの摺接箇所でのピストンの「カジリ」の発生を低減することができる。さらに、前室でのキャビテーションエロージョンを効果的に防止若しくは抑制、またはキャビテーションエロージョンによって引き起こされる不具合を最小限に止めることができる。なお、本発明に係る液圧式打撃装置は、上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しな

10

20

30

40

50

ければ種々の変形が可能であることは勿論である。

【 0 0 6 0 】

例えば、上記実施形態の液圧式打撃装置 1 は、「前後室交互切替方式」の打撃装置を例に説明したが、これに限らず、本発明は、ピストン前進時に前室を低圧回路に切り替える方式の液圧式打撃装置に適用することができる。例えば特許文献 3 に開示されるような、「前室交互切替方式」の打撃装置にも適用することができる。

つまり、「前室交互切替方式」の打撃装置は、後室が常時高圧回路に連通される一方、前室が切換弁機構により高圧回路と低圧回路のそれぞれに交互に連通される。前室が高圧回路に連通時は、後退方向にピストンが移動するように前後の受圧面積を異ならせており、これにより、シリンダ内でピストンの前進および後退が繰返される。よって、ピストン前進時に前室を低圧回路に切り替える方式なので、ピストン前進時に前室が低圧になるため、前室での油温上昇にともなうピストンのカジリの発生を防止する等の問題が同様の作用機序にて生じることから、本発明を適用することができるのである。

10

【 0 0 6 1 】

また、例えば上記実施形態では、前室用ライナ 3 0 を軸方向前後に二分割した前ライナ 4 0 と後ライナ 5 0 とから構成した例で説明したが、これに限定されず、図 5 の比較例に示す形態のように、前室用ライナ 3 0 を一体構造のライナから構成してもよい。

しかし、前室 2 側で必要な軸受としてのピストン摺動支持機能を前ライナ 4 0 で維持しつつ、後ライナ 5 0 によって前室 2 でのキャビテーションの消滅による衝撃圧力に対抗してエロージョンに対する耐性を高める上では、上記実施形態のように、前室用ライナ 3 0 を軸方向前後に二分割した前ライナ 4 0 と後ライナ 5 0 とから構成し、後ライナ 5 0 を前ライナ 4 0 よりも機械的強度が高い合金製とすることが好ましい。

20

【 0 0 6 2 】

なお、二分割した前ライナ 4 0 と後ライナ 5 0 とから構成する場合において、上記実施形態では、後ライナ 5 0 は、浸炭焼入れ焼き戻しを施して表面に硬化層を形成した「はだ焼き鋼」を用いた例を説明したが、後ライナ 5 0 は、前ライナ 4 0 よりも機械的強度が高い合金製であればよい。

例えば、機械的強度を向上させるために、熱処理、物理的処理、化学的処理によるものなど、種々の硬化処理を採用可能である。また、材料についても、例えば、クロム鋼、クロムモリブデン鋼、ニッケルクロム鋼等の他、種々の機械構造用合金鋼を採用することができる。また、機械的強度は、表面に硬化層を形成するだけでなく、S K D 等の合金工具鋼を用いて全体を硬化させてもよいし、また、硬化処理を施すことの有無も限定されず、例えばステライトのような合金を用いてもよい。

30

【 0 0 6 3 】

また、例えば上記実施形態では、後ライナ 5 0 は、前室ポート 4 に対向する位置まで延設され、前室ポート 4 に対向する面に、周方向に離隔する複数の貫通孔 5 8 が径方向に貫通して穿孔されている例で説明したが、これに限定されず、図 7 の比較例に示す形態のように、前室用ライナ 3 0 (後ライナ 5 0) の後端部の位置を、前室ポート 4 の前側の位置に留めた長さとすることもできる。

しかし、前室通路 5 の開口部に対して周方向で最も離れた側の部分へのキャビテーションの偏在をより好適に緩和する上では、後ライナ 5 0 を、前室ポート 4 に対向する位置まで延設し、前室ポート 4 に対向する面に、周方向に離隔する複数の貫通孔 5 8 を径方向に貫通して形成することが好ましい。さらに、シリンダ 1 0 の内径部でのエロージョンの発生を防止するためにも、後ライナ 5 0 を前室ポート 4 の後側まで延設することは好ましい。

40

【 0 0 6 4 】

また、例えば上記実施形態では、「第二のドレン回路」として、クッション室 3 よりも前方の位置である、前ライナ 4 0 と後ライナ 5 0 との境界部に、周方向に離隔して径方向に沿って第一端面溝 4 6 を形成し、「第一端面溝 4 6 ~ スリット 4 8 ~ 第二端面溝 4 7 」からなる複数の連通孔が、低圧回路に常に連通されている例で説明したが、これに限定さ

50

れない。

例えば、「第二のドレン回路」は、ライナ軸受部を通る圧油の「第一のドレン回路」とは別個に形成されて、ライナ軸受部以外の箇所を通過してクッション室3に連通されていれば、種々変形可能である。また、「第二のドレン回路」は、複数の連通孔をクッション室3よりも前方の位置に設けることは好ましいが、複数の連通孔の形成位置は、前ライナ40と後ライナ50との境界部に限定されない。前室用ライナ30を一体構造のライナから構成する場合は勿論、前ライナ40と後ライナ50とから前室用ライナ30を構成する場合であっても同様である。

【0065】

しかし、前室用ライナ30を前ライナ40と後ライナ50とから構成する場合に、クッション室3での油温上昇を抑制して、前室用ライナ30との摺接箇所でのピストン20の「カジリ」の発生を低減する上では、前ライナ40と後ライナ50との境界部に、周方向に離隔して径方向に沿って貫通形成された複数の径方向連通路を設け、この複数の径方向連通路が低圧回路に常に連通されるように「第二のドレン回路」を構成することは好ましい。

10

また、例えば上記実施形態では、クッション室3の液室形状と容積につき、第一円環部51と、これよりも大径な第二円環部52とからクッション室3を構成し、さらに、第二円環部52を形成する前方側の端面が、軸方向と直交する直交面53とされている例で説明したが、これに限定されず、クッション室3の液室形状を、例えば図7の比較例に示す形態のように、一の円環部のみから構成してもよい。

20

【0066】

しかし、前室2での作動油の圧力低下時におけるキャビテーションの発生をより好適に抑制する上では、クッション室3を、第一円環部51と、この第一円環部51の前側に設けた容積の大きな第二円環部52とを有する構成とすることが好ましい。また、第二円環部52を形成する前方側の端面を、例えば図7の比較例に示す形態のように、傾斜面により構成してもよい。しかし、軸受機能をもつ前ライナ40側に向かうキャビテーションをより好適に抑制する上では、第二円環部52を形成する前方側の端面は、軸方向と直交する直交面53とすることが好ましい。

【符号の説明】

【0067】

- 1 液圧式打撃装置
- 2 前室
- 3 クッション室
- 4 前室ポート
- 5 前室通路
- 6 フロントヘッド
- 7 バックヘッド
- 8 後室
- 9 切換弁機構
- 10 シリンダ
- 20 ピストン
- 21、22 大径部
- 23、24 小径部
- 25 制御用溝部
- 26 円錐面
- 27 直交面
- 30 前室用ライナ
- 32 シールリテーナ
- 40 前ライナ
- 41 つば部

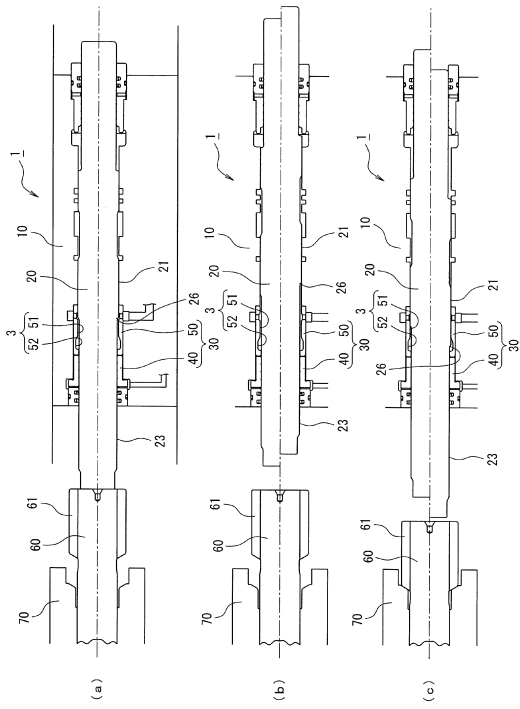
30

40

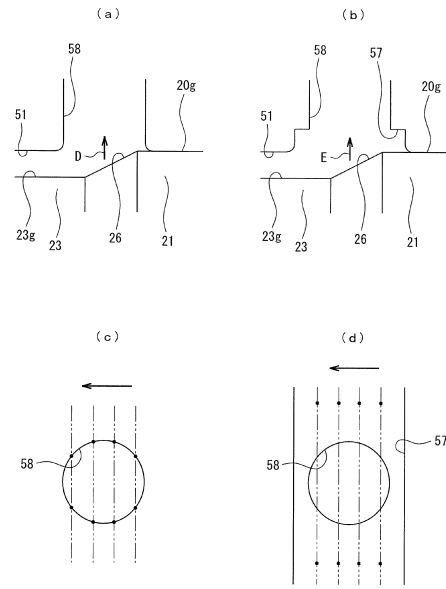
50

4 2	軸受部	
4 5	ドレンポート	
4 6	第一端面溝（第一の径方向連通路）	
4 7	第二端面溝（第二の径方向連通路）	
4 8	スリット（軸方向連通路）	
4 9	ドレン通路	
5 0	後ライナ	
5 1	第一円環部	
5 2	第二円環部	
5 3	直交面	10
5 4	小径部	
5 5	延設部	
5 6	外面側円環状溝	
5 7	内面側円環状溝	
5 8	貫通孔	
5 9	円錐面	
6 2	柱部	
6 3	後ライナ（前）	
6 4	後ライナ（後）	
8 0	後室用ライナ	20
8 1	後室画成部	
8 2	軸受部	
8 3	シールリテーナ部	
8 4	ドレン用の連通路	
8 5	後室通路	
9 1	高圧回路	
9 2	低圧回路	

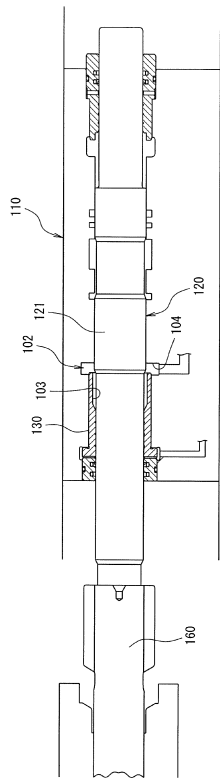
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 松田 年雄
群馬県高崎市吉井町吉井1058 古河ロックドリル株式会社 吉井工場内
- (72)発明者 後藤 智宏
群馬県高崎市吉井町吉井1058 古河ロックドリル株式会社 吉井工場内
- (72)発明者 越後谷 駿介
群馬県高崎市吉井町吉井1058 古河ロックドリル株式会社 吉井工場内

審査官 亀田 貴志

- (56)参考文献 国際公開第2012/168559(WO, A1)
国際公開第2008/051146(WO, A1)
特表2013-524052(JP, A)
特表2012-509199(JP, A)
米国特許出願公開第2012/0138328(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25D	9/00	-	9/26
B25D	17/00	-	17/32
E21B	1/00	-	1/38