明　細　書

発明の名称 ： 深礎掘削機

技術分野

[0001] 本開示は、立坑を掘削するのに好適に用いられる深礎掘削機に関する。

背景技術

[0002] 高層建築物の建設現場では、建築物の重量を地中の支持層に伝える深礎杭を施工するため、地中深く立坑を掘削する深礎掘削機が用いられる。深礎掘削機は、自走可能な車体に設けられた作業装置を有し、この作業装置は、車体に設けられたブームと、ブームの先端に設けられたアームと、アームに設けられたバケット昇降・開閉装置と、クラムシェルバケットとを備えている。クラムシェルバケットは、昇降ロープおよび開閉ロープを介してバケット昇降・開閉装置に支持され、バケット昇降・開閉装置を構成する昇降シリンダおよび開閉シリンダの伸縮動作によって昇降動作および開閉動作を行うことにより立坑を掘削する。

[0003] 立坑の掘削作業時には、クラムシェルバケットを開いた状態で地面まで下降させ、地面に着地した後に昇降ロープおよび開閉ロープを緩ませることにより、クラムシェルバケットを自重によって地中に潜り込ませる。この状態でクラムシェルバケットを閉じることにより、大量の土砂を掘削することができる。この場合、クラムシェルバケットが地中に潜るときに昇降ロープの緩みは除去されるが、開閉ロープの緩みは除去されない。このため、開閉シリンダによってクラムシェルバケットを閉じる時間が、開閉ロープの緩み分だけ余分に必要となる。

[0004] これに対し、クラムシェルバケットを閉じる前に、緩んだ開閉ロープの緩みを除去する緩取りシリンダを備えた深礎掘削機が提案されている。この緩取りシリンダを操作して開閉ロープの緩みを除去することにより、地中に潜り込んだクラムシェルバケットを開閉シリンダによって素早く閉じて土砂を掬うことができ、掘削作業を効率良く行うことができる（特許文献１，２参

照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第７１６６３０８号公報

特許文献2：特許第７１６６４８７号公報

発明の概要

[0006] しかし、特許文献１，２による深礎掘削機は、開閉ロープの緩みを除去するための専用の緩取りシリンダを備えている。このため、オペレータは、クラムシェルバケットが着地した後には、開閉シリンダを操作してクラムシェルバケットを閉じる前に、緩取りシリンダを操作して開閉ロープの緩みを除去する煩雑な作業を行う必要がある。また、緩取りシリンダによって開閉ロープの緩みを除去した後に、開閉シリンダによってクラムシェルバケットが閉じ始めるまでに無駄なタイムラグが生じる。この結果、掘削作業の効率が低下してしまうという問題がある。

[0007] また、緩取りシリンダの伸縮動作はシーブを介して開閉ロープに伝わるため、シーブによる開閉ロープの曲げ回数が増加し、この分、開閉ロープの長さが増加する。このため、開閉ロープの引上げ、送出しによるクラムシェルバケットの開閉速度が低下し、掘削作業の効率が低下してしまうという問題がある。

[0008] 一方、掘削作業の効率を上げるためには、クラムシェルバケットの昇降速度は大きい方が望ましい。このため、例えば油圧ポンプから昇降シリンダに供給される作動油の流量を増加させ、昇降シリンダの伸縮速度を増大させることが考えられる。しかし、昇降ロープには複数のシーブ類が巻回されているため、昇降シリンダの伸縮速度に昇降ロープおよび開閉ロープの移動が追従できなくなることがある。この場合には、昇降ロープおよび開閉ロープが弛みを生じて周囲の構造物に接触し、損傷してしまうという問題がある。

[0009] また、掘削した土砂をダンプトラックの荷台等に積み込むときには、立坑から地上まで上昇させたクラムシェルバケットを、ダンプトラックの荷台の

高さに合わせて下降させたり、荷台に積み込んだ土砂の山をクラムシェルバケットを用いて均す必要がある。この場合、オペレータは、クラムシェルバケットが荷台に接触しないように、クラムシェルバケットを荷台上で細かく昇降させる必要があり、掘削作業の効率が低下してしまうという問題がある。

[0010] さらに、クラムシェルバケットには複数のシーブが設けられ、この複数のシーブに巻回された開閉ロープを開閉シリンダの伸縮動作によって引上げ、送出すことにより、クラムシェルバケットの開閉動作が行われる。このため、クラムシェルバケットによる掘削力を増大させるためにシーブの数を増加させた場合には、開閉シリンダの伸縮速度が過大となると、開閉シリンダの伸縮速度に開閉ロープの移動が追従できなくなり、開閉ロープが弛みを生じて周囲の構造物に接触し、損傷してしまうという問題がある。

[0011] 本発明の目的は、掘削作業の効率を高めることができるようにした深礎掘削機を提供することにある。

[0012] 本発明は、自走可能な車体と、前記車体に設けられた作業装置とからなり、前記作業装置は、前記車体に対して回動可能に設けられたアームと、前記アームに対して昇降可能に設けられ立坑を掘削するクラムシェルバケットと、前記アームに設けられ前記クラムシェルバケットの昇降および開閉を行うバケット昇降・開閉装置とを備え、前記バケット昇降・開閉装置は、前記アームに設けられた昇降シリンダと、前記昇降シリンダの一端側に取付けられ前記昇降シリンダの伸縮方向に移動する第１昇降用シーブおよび第１開閉用シーブと、前記第１昇降用シーブから離間して前記アームに取付けられた第２昇降用シーブと、前記第１開閉用シーブから離間して前記アームに取付けられた第２開閉用シーブと、前記第１開閉用シーブに対して前記第２開閉用シーブを接近、離間させることで前記クラムシェルバケットを開閉させる開閉シリンダと、一端が前記アームに取付けられると共に他端が前記クラムシェルバケットに取付けられ、中間部が前記第１昇降用シーブと前記第２昇降用シーブとに巻回された昇降ロープと、一端が前記アームに取付けられると

共に他端が前記クラムシェルバケットに取付けられ、中間部が前記第１開閉用シーブと前記第２開閉用シーブとに巻回された開閉ロープとを備えてなる深礎掘削機において、前記開閉シリンダのストローク長は、前記クラムシェルバケットの開閉範囲に対応するストローク長に、前記クラムシェルバケットが着地してから前記昇降シリンダが停止するまでの間に生じた前記開閉ロープの緩み量に対応するストローク長を加算した値以上に設定されていると共に、前記クラムシェルバケットの重量が前記開閉ロープに作用したときに前記開閉シリンダ内の過剰圧をリリーフする開閉シリンダ用リリーフ弁、前記クラムシェルバケットを上昇させるときに前記昇降シリンダに供給される作動油の流量と、前記クラムシェルバケットを下降させるときに前記昇降シリンダに供給される作動油の流量とを可変とする昇降用流量調整装置、および、前記クラムシェルバケットを昇降させるときに前記クラムシェルバケットの昇降速度を調整する昇降速度調整装置、のうち少なくとも１つを備えていることを特徴とする。

[0013] 本発明によれば、クラムシェルバケットを用いて立坑を掘削するときの作業の効率を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の実施形態に係る深礎掘削機を示す左側面図である。

[図2]バケット昇降・開閉装置を模式的に示す構成図である。

[図3]バケット昇降・開閉装置の油圧回路図である。

[図4]クラムシェルバケットが下降するときの動作を模式的に示す動作説明図である。

[図5]クラムシェルバケットが地面に着地した状態を示す動作説明図である。

[図6]クラムシェルバケットが着地した後に昇降ロープと開閉ロープを緩めた状態を示す動作説明図である。

[図7]クラムシェルバケットを閉じる前に開閉ロープの緩みを除去した状態を示す動作説明図である。

[図8]クラムシェルバケットを閉じて土砂を掘削する状態を示す動作説明図で

ある。

[図9]クラムシェルバケットを持上げる前に昇降ロープの緩みを除去した状態を示す動作説明図である。

[図10]クラムシェルバケットを地面から持上げた状態を示す動作説明図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施形態に係る深礎掘削機について、図１ないし図１０を参照しつつ詳細に説明する。なお、実施形態では、深礎掘削機の走行方向を前後方向とし、この走行方向と直交する方向を左右方向として説明する。

[0016] 図１において、深礎掘削機１は、自走可能なクローラ式の下部走行体２と、下部走行体２上に旋回可能に搭載された上部旋回体３と、上部旋回体３に設けられた後述の作業装置５とにより構成されている。下部走行体２と上部旋回体３とは、深礎掘削機１の車体を構成している。

[0017] 上部旋回体３の左前側には、運転室を画成するキャブ４が設けられている。キャブ４内には、深礎掘削機１を操縦するオペレータが座る運転席（図示せず）が設けられ、運転席の周囲には、後述する昇降用操作装置３２、開閉用操作装置３４、操作スイッチ５０等が配置されている。

[0018] 作業装置５は、上部旋回体３に回動可能に設けられたブーム６と、ブーム６の先端に回動可能に設けられたアーム７と、後述のクラムシェルバケット１０と、バケット昇降・開閉装置１１とを含んで構成されている。上部旋回体３とブーム６との間には、上部旋回体３に対してブーム６を回動させるブームシリンダ８が設けられている。ブーム６とアーム７との間には、ブーム６に対してアーム７を回動させるアームシリンダ９が設けられている。

[0019] アーム７は、例えば長尺な角筒体として形成されている。アーム７の外周面には、バケット昇降・開閉装置１１が搭載されている。アーム７の先端部には、後述の昇降ロープ２４を下方に案内する昇降ガイドシーブ２２と、後述の開閉ロープ２５を下方に案内する開閉ガイドシーブ２３とが設けられている（図２参照）。

[0020] クラムシェルバケット１０は、バケット支持部１０Ａと、バケット支持部１０Ａの下側に開閉可能に設けられた一対のバケット１０Ｂと、連結ブラケット１０Ｃと、一対の開閉アーム１０Ｄとを有している。連結ブラケット１０Ｃには、一対のバケット１０Ｂが回動可能に連結されている。一対の開閉アーム１０Ｄは、バケット支持部１０Ａと一対のバケット１０Ｂとの間を連結している。バケット支持部１０Ａには、複数枚の上側シーブ１０Ｅが設けられている。連結ブラケット１０Ｃには、上側シーブ１０Ｅと上下方向で対向する複数枚の下側シーブ１０Ｆが設けられている。

[0021] クラムシェルバケット１０のバケット支持部１０Ａには、昇降ロープ２４の他端２４Ｂが取付けられている。また、クラムシェルバケット１０の上側シーブ１０Ｅと下側シーブ１０Ｆには、開閉ロープ２５が交互に巻回されている。開閉ロープ２５の他端２５Ｂは、クラムシェルバケット１０のバケット支持部１０Ａに取付けられている。

[0022] バケット昇降・開閉装置１１は、アーム７に設けられている。バケット昇降・開閉装置１１は、クラムシェルバケット１０の昇降動作および開閉動作等を行う。図２に示すように、バケット昇降・開閉装置１１は、昇降シリンダ１２、第１昇降用シーブ１４、第１開閉用シーブ１５、第２昇降用シーブ１７、開閉シリンダ１８、第２開閉用シーブ２０、昇降ロープ２４、開閉ロープ２５を含んで構成されている。

[0023] 昇降シリンダ１２は、アーム７の長手方向に沿ってアーム７に設けられている。昇降シリンダ１２は、昇降用操作装置３２の操作に応じて伸長または縮小することにより、クラムシェルバケット１０を昇降させる。昇降シリンダ１２は、基端がアーム７に取付けられたチューブ１２Ａと、チューブ１２Ａ内に挿嵌されたピストン１２Ｂと、一端がピストン１２Ｂに取付けられ他端がチューブ１２Ａから伸縮可能に突出したロッド１２Ｃと、を有している。

[0024] 第１軸部材１３は、昇降シリンダ１２のロッド１２Ｃの先端に連結されている。第１軸部材１３は、昇降シリンダ１２の伸縮方向、即ち、アーム７の

長手方向と交差する横方向（幅方向）に延び、第１昇降用シーブ１４と第１開閉用シーブ１５とを回転可能に支持している。

[0025] 第１昇降用シーブ１４は、第１軸部材１３を介して昇降シリンダ１２の一端側となるロッド１２Ｃの先端に取付けられている。第１昇降用シーブ１４は、第１軸部材１３に横方向に重なった状態で複数枚（図２では２枚を例示）設けられ、昇降シリンダ１２の伸縮方向（アーム７の長手方向）に移動可能となっている。第１昇降用シーブ１４の枚数は、必要とされる垂直掘削深さに応じて設定される。

[0026] 第１開閉用シーブ１５は、第１昇降用シーブ１４と共に、第１軸部材１３を介して昇降シリンダ１２の一端側となるロッド１２Ｃの先端に取付けられている。第１開閉用シーブ１５は、第１軸部材１３に横方向に重なった状態で複数枚（図２では２枚を例示）設けられ、昇降シリンダ１２の伸縮方向に移動可能となっている。従って、これら複数の第１開閉用シーブ１５と複数枚の第１昇降用シーブ１４とは、昇降シリンダ１２の伸縮動作によって一体的にアーム７の長手方向に移動する。

[0027] 第２軸部材１６は、昇降ガイドシーブ２２および開閉ガイドシーブ２３が設けられたアーム７の先端側に固定して取付けられている。第２軸部材１６は、昇降シリンダ１２の伸縮方向と交差する方向（横方向）に延び、第２昇降用シーブ１７を回転可能に支持している。

[0028] 第２昇降用シーブ１７は、複数枚の第１昇降用シーブ１４に対し昇降シリンダ１２の伸縮方向に離間した状態で、第２軸部材１６に回転可能に支持されている（図２では１枚を例示）。第２昇降用シーブ１７は、アーム７に対して昇降シリンダ１２の伸縮方向に固定されている。従って、第１昇降用シーブ１４は、昇降シリンダ１２の伸縮動作に応じて第２昇降用シーブ１７に対して接近、離間する。

[0029] 開閉シリンダ１８は、昇降シリンダ１２と平行してアーム７に設けられ、アーム７の長手方向に延びている。開閉シリンダ１８は、開閉用操作装置３４の操作に応じて伸長または縮小することにより、クラムシェルバケット１

０を開閉させる。開閉シリンダ１８は、基端がアーム７に取付けられたチューブ１８Ａと、チューブ１８Ａ内に挿嵌されたピストン１８Ｂと、一端がピストン１８Ｂに取付けられ、他端がチューブ１８Ａから伸縮可能に突出したロッド１８Ｃとを有している。

[0030] 第３軸部材１９は、開閉シリンダ１８のロッド１８Ｃの先端に設けられている。第３軸部材１９は、昇降シリンダ１２の伸縮方向、即ち、アーム７の長手方向と交差する横方向に延び、第２開閉用シーブ２０を回転可能に支持している。

[0031] 第２開閉用シーブ２０は、複数枚の第１開閉用シーブ１５に対し昇降シリンダ１２の伸縮方向に離間した状態で、第３軸部材１９に回転可能に支持されている。なお、図２においては、図の明確さのために、第２開閉用シーブ２０が１つのみ図示されているが、第３軸部材１９には複数の第２開閉用シーブ２０が設けられている。第２開閉用シーブ２０は、開閉シリンダ１８の伸縮方向に移動可能となっている。開閉シリンダ１８は、伸縮動作に応じて第２開閉用シーブ２０をアーム７の長手方向に移動させることにより、第１開閉用シーブ１５に対して第２開閉用シーブ２０を接近、離間させる。

[0032] ここで、開閉シリンダ１８のストローク長Ｓｃは、後述する掘削作業時にクラムシェルバケット１０を開閉させる（図７の状態から図８の状態に移行させる）ために必要なストローク長Ｘｂに、クラムシェルバケット１０が掘削場所（地面）に着地したときの開閉ロープ２５の緩みを除去する（図６の状態から図７の状態に移行させる）ために必要なストローク長Ｘｓを加算した値以上に設定され、下記数１で表される。

[0033] [数1]

$$Sc \geqq Xb + Xs$$

[0034] この場合、クラムシェルバケット１０の開閉時における上側シーブ１０Ｅに対する下側シーブ１０Ｆの移動量をＳｂとし、上側シーブ１０Ｅと下側シーブ１０Ｆとに対する開閉ロープ２５の掛け数をＮｂとし、第２開閉用シーブ２０に対する開閉ロープ２５の掛け数をＮｃとすると、クラムシェルバケ

ット１０の開閉に必要なストローク長、即ち、クラムシェルバケット１０の開閉範囲に対応するストローク長Ｘｂは、下記数２で表される。

[0035] [数2]

$$Xb = \frac{Sb \times Nb}{Nc}$$

[0036] また、クラムシェルバケット１０が掘削場所（地面）に着地したときの開閉ロープ２５の緩み量をｘとし、第２開閉用シーブ２０に対する開閉ロープ２５の掛け数をＮｃとすると、クラムシェルバケット１０が掘削場所（地面）に着地したときの開閉ロープ２５の緩みを除去するために必要なストローク長、即ち、クラムシェルバケット１０が地面に着地してから昇降シリンダ１２が停止するまでの間に生じた開閉ロープ２５の緩み量に対応するストローク長Ｘｓは、下記数３で表される。

[0037] [数3]

$$Xs = \frac{x}{Nc}$$

[0038] このように、実施形態による開閉シリンダ１８のストローク長Ｓｃは、クラムシェルバケット１０を開閉させるために必要なストローク長Ｘｂに、クラムシェルバケット１０が掘削場所に着地したときに生じた開閉ロープ２５の緩みを除去するために必要なストローク長Ｘｓを加算した値以上に設定されている。これにより、従来技術による緩取りシリンダのような開閉ロープ２５の緩みを除去するための専用の装置を不要とし、後述するように開閉シリンダ１８を利用して開閉ロープ２５の緩みを除去した後、迅速にクラムシェルバケット１０を閉じることができる構成となっている。

[0039] 第４軸部材２１は、アーム７の先端部に設けられている。第４軸部材２１は、昇降シリンダ１２の伸縮方向、即ち、アーム７の長手方向と交差する横方向に延び、昇降ガイドシーブ２２と開閉ガイドシーブ２３とを回転可能に支持している。

[0040] 昇降ガイドシーブ２２と開閉ガイドシーブ２３は、第４軸部材２１を介し

てアーム７の先端部に設けられ、第４軸部材２１に回転可能に支持されている。昇降ガイドシーブ２２は、アーム７からクラムシェルバケット１０に向けて昇降ロープ２４を案内している。一方、開閉ガイドシーブ２３は、アーム７からクラムシェルバケット１０に向けて開閉ロープ２５を案内している。

[0041] 昇降ロープ２４は、アーム７とクラムシェルバケット１０との間に設けられ、クラムシェルバケット１０を昇降可能に支持している。昇降ロープ２４は、ワイヤロープからなり、長さ方向の一端２４Ａはアーム７に取付けられている。昇降ロープ２４の長さ方向の他端２４Ｂは、昇降ガイドシーブ２２から下向きに延び、クラムシェルバケット１０のバケット支持部１０Ａに取付けられている。昇降ロープ２４の中間部２４Ｃは、第１昇降用シーブ１４と第２昇降用シーブ１７に交互に巻回されている。

[0042] 開閉ロープ２５は、アーム７とクラムシェルバケット１０との間に設けられ、クラムシェルバケット１０の一対のバケット１０Ｂを開閉させる。開閉ロープ２５は、ワイヤロープからなり、長さ方向の一端２５Ａはアーム７に取付けられている。開閉ロープ２５の長さ方向の他端２５Ｂは、開閉ガイドシーブ２３から下向きに延び、クラムシェルバケット１０のバケット支持部１０Ａに取付けられている。開閉ロープ２５の中間部２５Ｃは、第１開閉用シーブ１５と第２開閉用シーブ２０に交互に巻回されている。また、開閉ロープ２５の他端２５Ｂ側は、クラムシェルバケット１０を構成する上側シーブ１０Ｅと下側シーブ１０Ｆとに交互に巻回されている。

[0043] 従って、クラムシェルバケット１０は、昇降シリンダ１２が縮小して第１昇降用シーブ１４が第２昇降用シーブ１７に接近することにより下降する。また、クラムシェルバケット１０は、昇降シリンダ１２が伸長して第１昇降用シーブ１４が第２昇降用シーブ１７から離間することにより上昇する。この場合、第１昇降用シーブ１４と第２昇降用シーブ１７の枚数を増やしたり、昇降シリンダ１２のストロークを変えることにより、クラムシェルバケット１０の下降距離（最大深度）を自由に設定することができる。

[0044] 一方、クラムシェルバケット１０は、開閉シリンダ１８が縮小して第２開閉用シーブ２０が第１開閉用シーブ１５に接近することにより開く（図４参照）。また、クラムシェルバケット１０は、開閉シリンダ１８が伸長して第２開閉用シーブ２０が第１開閉用シーブ１５から離間することにより閉じる（図８参照）。

[0045] 次に、バケット昇降・開閉装置１１を構成する昇降シリンダ１２、開閉シリンダ１８等を駆動するための油圧回路について、図３を参照して説明する。

[0046] 油圧ポンプ２６は、タンク２７と共に油圧源を構成している。油圧ポンプ２６は、深礎掘削機１に搭載されたエンジン（原動機）によって駆動される。油圧ポンプ２６にはパイロットポンプ２８が接続され、パイロットポンプ２８は油圧ポンプ２６と一緒にエンジンによって駆動される。油圧ポンプ２６から吐出した作動油（圧油）は、センタバイパス型の主管路２９を通じて昇降シリンダ１２、開閉シリンダ１８に供給される。主管路２９は、油圧ポンプ２６からの作動油を昇降シリンダ１２に供給する昇降用ポンプ管路２９Ａと、油圧ポンプ２６からの作動油を開閉シリンダ１８に供給する開閉用ポンプ管路２９Ｂと、タンク２７に接続されたタンク管路２９Ｃとを有している。

[0047] 昇降切換弁３０は、油圧ポンプ２６と昇降シリンダ１２との間に設けられている。昇降切換弁３０は、例えば６ポート３位置の油圧パイロット式方向制御弁により構成されている。昇降切換弁３０と昇降シリンダ１２のロッド側油室１２Ｄとの間は、ロッド側管路３０Ａを介して接続され、昇降切換弁３０と昇降シリンダ１２のボトム側油室１２Ｅとの間は、ボトム側管路３０Ｂを介して接続されている。昇降切換弁３０は、中立位置から切換位置（ａ）に切換えられることにより、油圧ポンプ２６からの作動油を、ロッド側管路３０Ａを通じて昇降シリンダ１２のロッド側油室１２Ｄに供給する。これにより、昇降シリンダ１２が縮小し、クラムシェルバケット１０は下降する。一方、昇降切換弁３０は、中立位置から切換位置（ｂ）に切換えられるこ

とにより、油圧ポンプ２６からの作動油を、ボトム側管路３０Ｂを通じて昇降シリンダ１２のボトム側油室１２Ｅに供給する。これにより、昇降シリンダ１２が伸長し、クラムシェルバケット１０は上昇する。

[0048] 開閉切換弁３１は、油圧ポンプ２６と開閉シリンダ１８との間に設けられている。開閉切換弁３１は、例えば６ポート３位置の油圧パイロット式方向制御弁により構成されている。開閉切換弁３１と開閉シリンダ１８のロッド側油室１８Ｄとの間は、ロッド側管路３１Ａを介して接続され、開閉切換弁３１と開閉シリンダ１８のボトム側油室１８Ｅとの間は、ボトム側管路３１Ｂを介して接続されている。開閉切換弁３１は、中立位置から切換位置（ｃ）に切換えられることにより、油圧ポンプ２６からの作動油を、ロッド側管路３１Ａを通じて開閉シリンダ１８のロッド側油室１８Ｄに供給する。これにより、開閉シリンダ１８が縮小し、クラムシェルバケット１０が開く。一方、開閉切換弁３１は、中立位置から切換位置（ｄ）に切換えられることにより、油圧ポンプ２６からの作動油を、ボトム側管路３１Ｂを通じて開閉シリンダ１８のボトム側油室１８Ｅに供給する。これにより、開閉シリンダ１８が伸長し、クラムシェルバケット１０が閉じる。

[0049] 昇降用操作装置３２および開閉用操作装置３４は、深礎掘削機１のキャブ４内に設けられている。昇降用操作装置３２は、縮小側減圧弁部３２Ａおよび伸長側減圧弁部３２Ｂを有する減圧弁型のパイロット操作弁からなり、オペレータによって踏込み操作されるペダル３２Ｃを有している。昇降用操作装置３２のペダル３２Ｃが縮小側に操作されたときには、パイロットポンプ２８から吐出したパイロット圧が、縮小側減圧弁部３２Ａからパイロット管路３３Ａ等を通じて昇降切換弁３０に供給される。これにより、昇降切換弁３０が切換位置（ａ）に切換えられて昇降シリンダ１２が縮小し、クラムシェルバケット１０は下降する。一方、昇降用操作装置３２のペダル３２Ｃが伸長側に操作されたときには、パイロット圧が、伸長側減圧弁部３２Ｂからパイロット管路３３Ｂ等を通じて昇降切換弁３０に供給される。これにより、昇降切換弁３０が切換位置（ｂ）に切換えられて昇降シリンダ１２が伸長

し、クラムシェルバケット１０は上昇する。

[0050] 開閉用操作装置３４は、縮小側減圧弁部３４Ａおよび伸長側減圧弁部３４Ｂを有する減圧弁型のパイロット操作弁からなり、オペレータによって傾転操作されるレバー３４Ｃを有している。開閉用操作装置３４のレバー３４Ｃが縮小側に操作されたときには、パイロットポンプ２８から吐出したパイロット圧が、縮小側減圧弁部３４Ａからパイロット管路３５Ａ等を通じて開閉切換弁３１に供給される。これにより、開閉切換弁３１が切換位置（ｃ）に切換えられて開閉シリンダ１８が縮小し、クラムシェルバケット１０が開く。一方、開閉用操作装置３４のレバー３４Ｃが伸長側に操作されたときには、パイロット圧が、伸長側減圧弁部３４Ｂからパイロット管路３５Ｂ等を通じて開閉切換弁３１に供給される。これにより、開閉切換弁３１が切換位置（ｄ）に切換えられて開閉シリンダ１８が伸長し、クラムシェルバケット１０が閉じる。

[0051] 緩み検出装置３６は、アーム７と昇降ロープ２４の一端２４Ａとの間に設けられている（図２参照）。緩み検出装置３６は、ばね部材３６Ａと検出器３６Ｂとを有している。ばね部材３６Ａは、アーム７と昇降ロープ２４の一端２４Ａとの間に挟まれた圧縮ばねにより構成されている。昇降ロープ２４によってクラムシェルバケット１０が支持されているときには、ばね部材３６Ａは、クラムシェルバケット１０の重量によって圧縮され、検出器３６Ｂに対して非接触となる（図４参照）。一方、クラムシェルバケット１０が着地して昇降ロープ２４が緩んだときには、ばね部材３６Ａは、クラムシェルバケット１０の重量が解除されて伸長し、検出器３６Ｂに接触する（図６参照）。

[0052] 検出器３６Ｂは、クラムシェルバケット１０が着地したときに生じる昇降ロープ２４の緩みを検出する。検出器３６Ｂは、ばね部材３６Ａの接触、非接触に応じてＯＮ状態とＯＦＦ状態とが切換わる接触式のセンサ（スイッチ）によって形成され、検出器３６ＢがＯＮ状態になったときにリレー３６Ｃが励磁される。クラムシェルバケット１０の重量によってばね部材３６Ａが

圧縮され、ばね部材３６Ａが検出器３６Ｂに対して非接触のときには、検出器３６ＢはＯＦＦ状態になる。一方、クラムシェルバケット１０が着地して昇降ロープ２４が緩み、ばね部材３６Ａが検出器３６Ｂに接触すると、検出器３６ＢはＯＦＦ状態からＯＮ状態に切換わる。これにより、リレー３６Ｃが励磁され、後述する下降停止弁４０の電磁パイロット部４０Ａに対し、バッテリ３７から電力（緩み検出信号）が供給される。これと同時に、バッテリ３７からの電力は、キャブ４内に配置された報知ランプ３８およびブザー３９にも供給され、報知ランプ３８が点灯すると共にブザー３９が鳴動する。これにより、キャブ４内のオペレータは、報知ランプ３８およびブザー３９によって昇降ロープ２４が緩んだ状態であることを認識することができる。

[0053] 下降停止弁４０は、昇降用操作装置３２の縮小側減圧弁部３２Ａに接続されたパイロット管路３３Ａの途中に設けられている。下降停止弁４０は、電磁パイロット部４０Ａを有する３ポート２位置の方向制御弁からなり、電磁パイロット部４０Ａに対し、電力が供給されていないときには切換位置（ｅ）を保持し、電力が供給されたときには切換位置（ｆ）に切換る。下降停止弁４０が切換位置（ｅ）にあるときには、パイロット管路３３Ａを通じて昇降切換弁３０にパイロット圧が供給される。下降停止弁４０が切換位置（ｆ）にあるときには、パイロット管路３３Ａが遮断され、昇降切換弁３０に供給されていた油液（パイロット圧）が、戻し管路４１を通じてタンク２７に戻される。

[0054] 可変絞り弁４２は、戻し管路４１に設けられている。可変絞り弁４２は、クラムシェルバケット１０が着地したときに、昇降ロープ２４と開閉ロープ２５に、クラムシェルバケット１０を地中に潜らせるための追加緩みを形成する。具体的には、可変絞り弁４２は、昇降切換弁３０が中立位置に切換わるときに、パイロット管路３３Ａから戻し管路４１を通じてタンク２７に戻される油液の流量を制限する。従って、クラムシェルバケット１０が着地してから実際に昇降シリンダ１２の縮小動作（昇降ロープ２４および開閉ロー

プ２５の送出し）が停止するまでには、可変絞り弁４２によって時間差が生じる。これにより、昇降ロープ２４と開閉ロープ２５には追加緩みが形成され、この追加緩みに応じてクラムシェルバケット１０を地中に潜り込ませることができる。

[0055] 非常下降弁４３は、下降停止弁４０をバイパスした状態（並列状態）でパイロット管路３３Ａに接続されている。非常下降弁４３は、切換レバー４３Ａを有する２ポート２位置の手動式の常閉弁からなり、常時は閉弁位置（ｇ）を保持し、切換レバー４３Ａの操作によって開弁位置（ｈ）に切換えられる。非常下降弁４３が開弁位置（ｈ）にあるときには、パイロット管路３３Ａを流れるパイロット圧は、下降停止弁４０をバイパスして昇降切換弁３０に供給される。従って、仮に下降停止弁４０の不具合によって昇降用操作装置３２からのパイロット圧が昇降切換弁３０に供給されず、クラムシェルバケット１０が下降できない状態になっても、非常下降弁４３の切換レバー４３Ａを操作することにより、クラムシェルバケット１０を下降させることができる。

[0056] 昇降シリンダ用リリーフ弁４４は、昇降シリンダ１２のボトム側油室１２Ｅに接続されたボトム側管路３０Ｂとタンク管路２９Ｃとに接続されている。昇降シリンダ用リリーフ弁４４は、昇降シリンダ１２のボトム側油室１２Ｅ内に、予め設定されたリリーフ設定圧を超える圧力（過剰圧）が生じたときに、この過剰圧をタンク管路２９Ｃを通じてタンク２７にリリーフする。

[0057] 開閉シリンダ用リリーフ弁４５は、開閉シリンダ１８のボトム側油室１８Ｅに接続されたボトム側管路３１Ｂとタンク管路２９Ｃとに接続されている。開閉シリンダ用リリーフ弁４５は、開閉シリンダ１８のボトム側油室１８Ｅ内に、予め設定されたリリーフ設定圧を超える圧力（過剰圧）が生じたときに、この過剰圧をタンク管路２９Ｃを通じてタンク２７にリリーフする。開閉シリンダ用リリーフ弁４５は、後述する掘削作業時において、クラムシェルバケット１０の重量が開閉ロープ２５に作用して開閉シリンダ１８のボトム側油室１８Ｅ内に過剰圧が生じたときに、この過剰圧をタンク２７にリ

リーフする。

[0058] ここで、昇降シリンダ用リリーフ弁４４のリリーフ設定圧Ｐｒと、開閉シリンダ用リリーフ弁４５のリリーフ設定圧Ｐｃとは、後述する掘削作業時に以下の条件１、条件２、条件３を満たすように設定されている。

[0059] 条件１：開閉シリンダ１８を伸長させてクラムシェルバケット１０を閉じることにより土砂を掘削することはできる。しかし、クラムシェルバケット１０を閉じた後に開閉シリンダ１８の伸長動作を継続させたとしても、開閉ロープ２５だけでクラムシェルバケット１０を上昇させる（持上げる）ことはできない。

[0060] 具体的には、クラムシェルバケット１０が土砂を掘削するために必要な開閉ロープ２５の張力をＦｂとし、上側シーブ１０Ｅと下側シーブ１０Ｆとに対する開閉ロープ２５の掛け数をＮｂとし、開閉シリンダ１８のボトム側油室１８Ｅの受圧面積をＡｃとし、第２開閉用シーブ２０に対する開閉ロープ２５の掛け数をＮｃとし、クラムシェルバケット１０の自重とクラムシェルバケット１０に作用する開閉ロープ２５の重量（開閉ロープ２５の他端２５Ｂから開閉ガイドシーブ２３までの重量）との和をＷ１とすると、条件１は下記数４で表される。

[0061] [数4]

$$\frac{Fb}{Nb}<\frac{Pc\times Ac}{Nc}<W1$$

[0062] 条件２：昇降シリンダ１２を伸長させることにより、昇降ロープ２４と開閉ロープ２５とを用いてクラムシェルバケット１０を上昇させる（持上げる）ことができる。

[0063] 具体的には、クラムシェルバケット１０の自重と、クラムシェルバケット１０に作用する開閉ロープ２５の重量（開閉ロープ２５の他端２５Ｂから開閉ガイドシーブ２３までの重量）と、クラムシェルバケット１０に作用する昇降ロープ２４の重量（昇降ロープ２４の他端２４Ｂから昇降ガイドシーブ２２までの重量）と、クラムシェルバケット１０で掴める最大積載量の土砂

の重量と、の和をＷ２とする。また、昇降シリンダ１２のボトム側油室１２Ｅの受圧面積をＡｒとし、第１昇降用シーブ１４に対する昇降ロープ２４の掛け数をＮｒとすると、条件２は下記数５で表される。

[0064] [数5]

$$W2<\frac{Pr\times Ar}{Nr}$$

[0065] 条件３：クラムシェルバケット１０を閉じた状態で昇降ロープ２４が緩んでいる場合に、昇降シリンダ１２を伸長させて昇降ロープ２４の緩みが除去されるまでの間、開閉シリンダ１８のボトム側油室１８Ｅに生じた過剰圧を開閉シリンダ用リリーフ弁４５によってリリーフし、開閉シリンダ１８を縮小させることができる。

[0066] 具体的には、開閉シリンダ１８のボトム側油室１８Ｅの受圧面積をＡｃとし、第２開閉用シーブ２０に対する開閉ロープ２５の掛け数をＮｃとし、昇降シリンダ１２のボトム側油室１２Ｅの受圧面積をＡｒとし、第１昇降用シーブ１４に対する昇降ロープ２４の掛け数をＮｒとすると、条件３は下記数６で表される。

[0067] [数6]

$$\frac{Pc\times Ac}{Nc}<\frac{Pr\times Ar}{Nr}$$

[0068] これら（数４）、（数５）、（数６）をまとめると、昇降シリンダ用リリーフ弁４４のリリーフ設定圧Ｐｒと、開閉シリンダ用リリーフ弁４５のリリーフ設定圧Ｐｃとは、下記数７を満足するように設定される。

[0069] [数7]

$$\frac{Fb}{Nb}<\frac{Pc\times Ac}{Nc}<W1<W2<\frac{Pr\times Ar}{Nr}$$

[0070] このように、実施形態では、開閉シリンダ１８のボトム側油室１８Ｅ内に生じた過剰圧が、開閉シリンダ用リリーフ弁４５によってタンク２７にリリーフされる。これにより、土砂を掘削したクラムシェルバケット１０を、開閉ロープ２５だけで持上げることなく、昇降ロープ２４と開閉ロープ２５と

によって安定して持上げることができる構成となっている。

[0071] 第２油圧ポンプ４６は、油圧ポンプ２６と並列に主管路２９に接続されている。具体的には、第２油圧ポンプ４６は、昇降用ポンプ管路２９Ａから分岐した分岐管路２９Ｄに接続され、油圧ポンプ２６と共にエンジンによって駆動されることにより、分岐管路２９Ｄを介して昇降用ポンプ管路２９Ａに作動油を吐出する。

[0072] 合流切換弁４７は、第２油圧ポンプ４６と昇降切換弁３０との間に位置して分岐管路２９Ｄに設けられている。合流切換弁４７は、２ポート２位置の油圧パイロット式の開閉弁からなり、常時は閉弁位置（ｊ）を保持して分岐管路２９Ｄを遮断する。一方、合流切換弁４７は、昇降用操作装置３２が伸長側に操作されて伸長側減圧弁部３２Ｂからのパイロット圧が供給されることにより、開弁位置（ｋ）に切換って分岐管路２９Ｄを開通させる。

[0073] 従って、クラムシェルバケット１０を下降させるために昇降用操作装置３２を縮小側に操作したときには、油圧ポンプ２６から吐出した作動油のみが昇降切換弁３０を介して昇降シリンダ１２のロッド側油室１２Ｄに供給される。一方、クラムシェルバケット１０を上昇させるために昇降用操作装置３２を伸長側に操作したときには、油圧ポンプ２６から吐出した作動油と第２油圧ポンプ４６から吐出した作動油とが昇降用ポンプ管路２９Ａで合流した状態で、昇降切換弁３０を介して昇降シリンダ１２のボトム側油室１２Ｅに供給される。このように、第２油圧ポンプ４６と合流切換弁４７とは、クラムシェルバケット１０を上昇させる場合と下降させる場合とで、昇降シリンダ１２に供給される作動油の流量を可変とする昇降用流量調整装置を構成している。

[0074] 上昇用減圧弁４８は、昇降用操作装置３２の伸長側減圧弁部３２Ｂと昇降切換弁３０との間を接続するパイロット管路３３Ｂに設けられている。上昇用減圧弁４８は電磁パイロット部４８Ａを有し、後述する操作スイッチ５０の操作に応じて電磁パイロット部４８Ａに電力（速度切換信号）が供給される。上昇用減圧弁４８は、設定圧（減圧の度合）を調整することができる可

変式の減圧弁となっている。操作スイッチ５０がＯＦＦ操作されたときには、電磁パイロット部４８Ａに対する電力の供給が停止され、パイロット管路３３Ｂを流れるパイロット圧は、上昇用減圧弁４８により減圧された状態で昇降切換弁３０に供給される。一方、操作スイッチ５０がＯＮ操作されたときには、電磁パイロット部４８Ａに電力が供給され、パイロット管路３３Ｂを流れるパイロット圧は、上昇用減圧弁４８をバイパスして昇降切換弁３０に供給される。

[0075] 下降用減圧弁４９は、昇降用操作装置３２の縮小側減圧弁部３２Ａと昇降切換弁３０との間を接続するパイロット管路３３Ａに設けられている。下降用減圧弁４９は電磁パイロット部４９Ａを有し、操作スイッチ５０の操作に応じて電磁パイロット部４９Ａに電力（速度切換信号）が供給される。下降用減圧弁４９は、設定圧を調整することができる可変式の減圧弁となっている。操作スイッチ５０がＯＦＦ操作されたときには、電磁パイロット部４９Ａに対する電力の供給が停止され、パイロット管路３３Ａを流れるパイロット圧は、下降用減圧弁４９により減圧された状態で昇降切換弁３０に供給される。一方、操作スイッチ５０がＯＮ操作されたときには、電磁パイロット部４９Ａに電力が供給され、パイロット管路３３Ａを流れるパイロット圧は、下降用減圧弁４９をバイパスして昇降切換弁３０に供給される。

[0076] 操作スイッチ５０は、キャブ４内に配置され、オペレータによってＯＮ／ＯＦＦ操作される。操作スイッチ５０は、バッテリ５１とリレー５２との間に電気的に接続され、操作スイッチ５０がＯＮ操作されることにより、リレー５２が励磁される。これにより、バッテリ５１からの電力（速度切換信号）が、上昇用減圧弁４８の電磁パイロット部４８Ａおよび下降用減圧弁４９の電磁パイロット部４９Ａに供給される。従って、操作スイッチ５０が、オペレータによってＯＮ操作されることにより、昇降用操作装置３２の伸長側減圧弁部３２Ｂから出力されたパイロット圧は、上昇用減圧弁４８をバイパスして昇降切換弁３０に供給され、縮小側減圧弁部３２Ａから出力されたパイロット圧は、下降用減圧弁４９をバイパスして昇降切換弁３０に供給され

る。

[0077] 操作スイッチ５０がＯＦＦ操作されているときには、上昇用減圧弁４８および下降用減圧弁４９によって昇降シリンダ１２の伸縮速度が制限されることにより、クラムシェルバケット１０の昇降速度を抑えることができる。一方、操作スイッチ５０がＯＮ操作されることにより、昇降シリンダ１２の伸縮速度の制限が解除され、クラムシェルバケット１０の昇降速度を増大させることができる。また、操作スイッチ５０がＯＮ操作されたときには、バッテリ５１からの電力がキャブ４内に配置された報知ランプ５３に供給され、報知ランプ５３が点灯する。これにより、キャブ４内のオペレータは、クラムシェルバケット１０の昇降速度が増大していることを、報知ランプ５３によって確認することができる。このように、上昇用減圧弁４８と下降用減圧弁４９とは、クラムシェルバケット１０を昇降させるときの速度（クラムシェルバケット１０の昇降速度）を調整する昇降速度調整装置を構成している。

[0078] バケット用流量調整装置としてのバケット開用減圧弁５４は、開閉用操作装置３４の縮小側減圧弁部３４Ａと開閉切換弁３１との間を接続するパイロット管路３５Ａに設けられている。バケット開用減圧弁５４は、設定圧（減圧の度合）を調整することができる可変式の減圧弁となっており、例えば開閉シリンダ１８が縮小するときの速度が、クラムシェルバケット１０が開くときの開閉ロープ２５の移動速度に近づくような設定圧に調整されている。これにより、開閉ロープ２５の移動速度に応じて開閉シリンダ１８を縮小させ、開閉ロープ２５を弛ませることなく、クラムシェルバケット１０を開くことができる。

[0079] 実施形態による深礎掘削機１は、上述の如き構成を有するもので、以下、深礎掘削機１を用いて立坑を掘削する作業について説明する。

[0080] キャブ４に搭乗したオペレータは、立坑を掘削すべき地面の上方にクラムシェルバケット１０を閉じた状態で配置する。このとき、緩み検出装置３６のばね部材３６Ａは、クラムシェルバケット１０の重量により圧縮されて検

出器３６Ｂに対して非接触となり、検出器３６ＢはＯＦＦ状態となっている。この状態で、オペレータは、昇降用操作装置３２を縮小側に操作する。これにより、パイロット管路３３Ａを通じてパイロット圧が昇降切換弁３０に供給され、昇降シリンダ１２が縮小する。従って、第１昇降用シーブ１４が第２昇降用シーブ１７に接近すると共に、第１開閉用シーブ１５が第２開閉用シーブ２０に接近し、昇降ロープ２４と開閉ロープ２５がアーム７から送り出され、クラムシェルバケット１０が下降する。

[0081] ここで、実施形態では、キャブ４内に操作スイッチ５０が配置され、オペレータによって操作スイッチ５０がＯＮ操作されたときには、パイロット管路３３Ａに設けられた下降用減圧弁４９の電磁パイロット部４９Ａに電力が供給される。これにより、パイロット管路３３Ａを流れるパイロット圧は、下降用減圧弁４９をバイパスして昇降切換弁３０に供給される。この結果、昇降用操作装置３２に対する縮小側への操作に応じて昇降シリンダ１２を縮小させ、クラムシェルバケット１０を迅速に下降させることができる。

[0082] クラムシェルバケット１０が下降し、地面から数メートル（例えば２～３メートル）の位置に達すると、オペレータは、昇降用操作装置３２の操作を停止してクラムシェルバケット１０の下降動作を一旦停止させる。また、オペレータは、開閉用操作装置３４を縮小側に操作する。これにより、開閉シリンダ１８が縮小し、第２開閉用シーブ２０が第１開閉用シーブ１５に接近する。この結果、開閉ロープ２５がアーム７から送り出され、図４に示すように、クラムシェルバケット１０が全開となる。ここで、クラムシェルバケット１０を開いたときに、開閉シリンダ１８のチューブ１８Ａから突出したロッド１８Ｃの突出長を、初期突出長Ｌとする。

[0083] このようにして、クラムシェルバケット１０を全開とした後、オペレータは、開閉用操作装置３４の操作を停止すると共に、昇降用操作装置３２を縮小側に操作する。これにより、全開となったクラムシェルバケット１０が下降していき、一対のバケット１０Ｂの下端が地面に着地する（図５参照）。

[0084] クラムシェルバケット１０が着地した後、オペレータは、昇降用操作装置

３２の縮小側への操作を継続する。これにより、クラムシェルバケット１０が着地した位置を保持したまま、昇降ロープ２４と開閉ロープ２５が更に送り出され、昇降ロープ２４と開閉ロープ２５が緩みを生じる（図６参照）。このように、クラムシェルバケット１０が着地した後に、昇降ロープ２４と開閉ロープ２５を緩ませることにより、クラムシェルバケット１０を自重によって地中に潜り込ませることができる。

[0085] このとき、昇降ロープ２４の緩みにより、緩み検出装置３６のばね部材３６Ａが伸びて検出器３６Ｂに接触し、検出器３６ＢがＯＮ状態に切換わる。これにより、下降停止弁４０の電磁パイロット部４０Ａ、報知ランプ３８、ブザー３９に対し、バッテリ３７からの電力（緩み検出信号）が供給される。このため、下降停止弁４０が切換位置（ｆ）に切換って昇降切換弁３０に対するパイロット圧の供給が遮断され、クラムシェルバケット１０の下降動作が停止する。オペレータは、報知ランプ３８の点灯とブザー３９の鳴動により、クラムシェルバケット１０が着地したことを認識し、昇降用操作装置３２の操作を停止する。

[0086] ここで、昇降切換弁３０からタンク２７に戻される油液は、戻し管路４１に設けられた可変絞り弁４２によって流量が制限されるため、昇降切換弁３０が切換位置（ａ）から中立位置に切換わるのに時間を要する。これにより、クラムシェルバケット１０が着地してから実際に昇降シリンダ１２の縮小動作が停止するまでの間に、昇降ロープ２４および開閉ロープ２５に追加の緩み（追加緩み）を形成することができる。

[0087] 次に、オペレータは、開閉用操作装置３４を伸長側に操作する。これにより、パイロット管路３５Ｂを通じて開閉切換弁３１にパイロット圧が供給され、開閉切換弁３１が切換位置（ｄ）に切換わる。このため、開閉シリンダ１８が伸長して第２開閉用シーブ２０が第１開閉用シーブ１５から離れ、開閉ロープ２５が引上げられる。この結果、昇降ロープ２４は緩んだ状態のまま、開閉ロープ２５の緩みのみが除去される（図７参照）。このとき、開閉シリンダ１８のロッド１８Ｃの突出長は、クラムシェルバケット１０を開い

たときの初期突出長Ｌに、開閉ロープ２５の緩みを除去するために必要なストローク長Ｘｓを加算した値となっている。このように、実施形態では、開閉シリンダ１８を利用して開閉ロープ２５の緩みを除去することができるので、例えば従来技術による緩取りシリンダのような昇降ロープ２４の緩みを除去するための専用の装置を操作するといった煩雑な作業を不要にでき、掘削作業の効率を高めることができる。

[0088] 開閉ロープ２５の緩みが除去された後、オペレータは、開閉用操作装置３４に対する伸長側への操作を継続する。これにより、開閉シリンダ１８がさらに伸長して第２開閉用シーブ２０が第１開閉用シーブ１５から離れることにより、開閉ロープ２５が引上げられる。この結果、クラムシェルバケット１０は、自重によって地中に潜り込みながら閉じていき、大量の土砂を掬うことができる（図８参照）。このとき、開閉シリンダ１８のロッド１８Ｃの突出長は、クラムシェルバケット１０を開いたときの初期突出長Ｌに、開閉ロープ２５の緩みを除去するために必要なストローク長Ｘｓと、クラムシェルバケット１０を閉じるために必要なストローク長Ｘｂとを加算した値となっている。即ち、上記数１のように、実施形態による開閉シリンダ１８のストローク長Ｓｃは、クラムシェルバケット１０の開閉範囲に対応するストローク長（即ち、クラムシェルバケット１０を開閉させるために必要なストローク長）Ｘｂに、クラムシェルバケット１０が着地してから昇降シリンダ１２が停止するまでの間に生じた開閉ロープ２５の緩み量に対応するストローク長Ｘｓを加算した値以上に設定されている。

[0089] ここで、クラムシェルバケット１０を閉じる前段階では、昇降ロープ２４が緩んだまま、開閉ロープ２５の緩みのみが除去されている。従って、開閉シリンダ１８が伸長すると同時にクラムシェルバケット１０を閉じることができ、迅速に土砂を掘削することによって掘削作業の効率を高めることができる。しかも、開閉ロープ２５の緩みを除去する作業と、クラムシェルバケット１０を閉じて土砂を掬う作業とを、開閉シリンダ１８の伸長動作によって連続して実施することができる。このため、例えば緩取りシリンダ等の専

用の装置を用いて開閉ロープ２５の緩みを除去した後に、開閉シリンダ１８を用いてクラムシェルバケット１０を閉じる場合に比較して、開閉ロープ２５の緩みを除去してからクラムシェルバケット１０が閉じ始めるまでのタイムラグをなくすことができる。また、開閉ロープ２５は第２開閉用シーブ２０に複数回かけ回されていることが往々にしてあるため、緩取りシリンダ等の専用の装置を用いた場合と比較して、迅速に開閉ロープ２５の緩みを取ることができる。この結果、掘削作業の効率を高めることができる上に、オペレータの操作を簡素化することができる。

[0090] クラムシェルバケット１０を閉じて土砂を掘削した後には、オペレータは、昇降用操作装置３２を伸長側に操作する。このとき、操作スイッチ５０はＯＮ状態を保持しているため、上昇用減圧弁４８の電磁パイロット部４８Ａに電力が供給され、伸長側減圧弁部３２Ｂからのパイロット圧は、上昇用減圧弁４８をバイパスして昇降切換弁３０に供給される。一方、合流切換弁４７は、パイロット管路３３Ｂを通じてパイロット圧が供給されることにより開弁位置（ｋ）に切換る。このため、油圧ポンプ２６から吐出した作動油と第２油圧ポンプ４６から吐出した作動油とが昇降用ポンプ管路２９Ａで合流し、昇降切換弁３０を介して昇降シリンダ１２のボトム側油室１２Ｅに供給される。これにより、昇降シリンダ１２が伸長し、第１昇降用シーブ１４が第２昇降用シーブ１７から離れると共に、第１開閉用シーブ１５が第２開閉用シーブ２０から離れる。

[0091] このとき、昇降ロープ２４に緩みが残っている場合には、土砂を抱えたクラムシェルバケット１０の重量が、開閉ロープ２５のみに作用することになり、開閉ロープ２５の耐久性を低下させる虞がある。このように、クラムシェルバケット１０の重量が開閉ロープ２５に作用したときには、開閉シリンダ１８に対して縮小させる方向への力が作用し、開閉シリンダ１８のボトム側油室１８Ｅ内の圧力が上昇する。

[0092] これに対し、実施形態では、開閉シリンダ１８のボトム側油室１８Ｅに接続されたボトム側管路３１Ｂとタンク２７に接続されたタンク管路２９Ｃと

に、開閉シリンダ用リリーフ弁４５が接続されている。このため、開閉シリンダ１８のボトム側油室１８Ｅ内の圧力が、リリーフ設定圧を超える圧力（過剰圧）まで上昇すると、この過剰圧を開閉シリンダ用リリーフ弁４５がタンク２７にリリーフする。従って、昇降シリンダ１２が伸長した分だけ開閉シリンダ１８が縮小し、昇降ロープ２４の緩みが除去される。これにより、緩み検出装置３６のばね部材３６Ａが検出器３６Ｂから離脱し、検出器３６ＢがＯＦＦ状態となって下降停止弁４０は切換位置（ｅ）に切換る。このようにして、昇降ロープ２４の緩みが除去されることにより、土砂を抱えたクラムシェルバケット１０の重量を、昇降ロープ２４と開閉ロープ２５とに均等に分散させることができる（図９参照）。この結果、クラムシェルバケット１０を、開閉ロープ２５だけで持上げることなく、昇降ロープ２４と開閉ロープ２５とによって安定して持上げることができる。また、開閉ロープ２５の耐久性を高めることができる。

[0093] このように、クラムシェルバケット１０の重量を昇降ロープ２４と開閉ロープ２５とに分散させることにより、開閉シリンダ１８を縮小させる方向に作用する力が低下する。これにより、開閉シリンダ１８のボトム側油室１８Ｅ内の圧力が、開閉シリンダ用リリーフ弁４５のリリーフ設定圧を下回ると、ボトム側油室１８Ｅからタンク管路２９Ｃへの過剰圧のリリーフが停止される。この状態で、オペレータは、昇降用操作装置３２に対する伸長側への操作を継続し、さらに昇降シリンダ１２を伸長させる。これにより、昇降ロープ２４と開閉ロープ２５とがアーム７側へと引上げられ、クラムシェルバケット１０は、土砂を抱えた状態で、昇降ロープ２４と開閉ロープ２５とによって持上げられて地面から上昇する（図１０参照）。

[0094] ここで、クラムシェルバケット１０を上昇させるために昇降用操作装置３２を伸長側に操作したときには、油圧ポンプ２６から吐出した作動油と第２油圧ポンプ４６から吐出した作動油とを、合流切換弁４７によって合流させた状態で昇降シリンダ１２（ボトム側油室１２Ｅ）に供給することができる。この結果、昇降シリンダ１２に供給される作動油の流量を増大させて迅速

に伸長させ、クラムシェルバケット１０の上昇速度を増大させることができ、掘削作業の効率を高めることができる。

[0095] 一方、クラムシェルバケット１０が下降するときに、第１昇降用シーブ１４および第２昇降用シーブ１７と昇降ロープ２４との間に摩擦が生じ、第１開閉用シーブ１５および第２開閉用シーブ２０と開閉ロープ２５との間に摩擦が生じる。これにより、クラムシェルバケット１０が自重によって下降するときの下降速度に対し、昇降シリンダ１２が縮小するときの速度（伸縮速度）が過大となることがある。この場合には、昇降シリンダ１２の伸縮速度に昇降ロープ２４および開閉ロープ２５の移動が追従できなくなり、昇降ロープ２４および開閉ロープ２５が弛みを生じて周囲の構造物に接触し、損傷する虞がある。

[0096] これに対し、クラムシェルバケット１０を下降させるために昇降用操作装置３２を縮小側に操作したときには、合流切換弁４７が閉弁位置（ｊ）に切換り、昇降シリンダ１２のロッド側油室１２Ｄに油圧ポンプ２６から吐出した作動油が供給され、クラムシェルバケット１０が下降する。このように、クラムシェルバケット１０の下降時には、油圧ポンプ２６からの作動油のみを昇降シリンダ１２に供給することにより、作動油の流量が不必要に増大するのを抑えることができる。

[0097] この結果、過量な作動油がロッド側油室１２Ｄに流れ込むことを防ぎ、昇降シリンダ１２が縮小するときの速度を、クラムシェルバケット１０が自重によって下降する速度に対応させることができる。それにより、昇降ロープ２４および開閉ロープ２５が、弛みを生じて周囲の構造物等に接触するのを防止し、昇降ロープ２４および開閉ロープ２５の寿命を延ばすことができる。また、油圧ポンプ２６等を駆動するエンジンの燃費が悪化したり、作動油の温度が必要以上に上昇するのを防止することができる。

[0098] このようにして、クラムシェルバケット１０を地面から上昇させた後には、例えば上部旋回体３を旋回させてダンプトラックの荷台（図示せず）の上方までクラムシェルバケット１０を移動させる。次に、オペレータは、操作

スイッチ５０をＯＦＦ操作した後、昇降用操作装置３２を縮小側に操作し、クラムシェルバケット１０をダンプトラックに向けて下降させる。クラムシェルバケット１０は、昇降シリンダ１２の縮小動作によって第１昇降用シーブ１４と第２昇降用シーブ１７とが接近し、第１開閉用シーブ１５と第２開閉用シーブ２０とが接近することにより下降する。

[0099] ここで、図４等に例示した第１昇降用シーブ１４および第２昇降用シーブ１７の数とは異なり、深礎掘削機１の実機では、昇降ロープ２４は多数の第１昇降用シーブ１４および第２昇降用シーブ１７に巻回され、同様に、開閉ロープ２５は多数の第１開閉用シーブ１５および第２開閉用シーブ２０に巻回されている。このため、クラムシェルバケット１０の降下は迅速に行われるため、誤って昇降用操作装置３２を縮小側に操作し過ぎた場合、ダンプトラックとクラムシェルバケット１０が衝突する恐れがある。

[0100] これに対し、実施形態では、操作スイッチ５０をＯＦＦ操作することにより、下降用減圧弁４９の電磁パイロット部４９Ａに対する電力の供給が停止される。このため、昇降用操作装置３２の縮小側減圧弁部３２Ａからパイロット管路３３Ａを流れるパイロット圧は、下降用減圧弁４９を通って昇降切換弁３０に供給される。これにより、昇降切換弁３０に供給されるパイロット圧が下降用減圧弁４９によって減圧されることにより、昇降用操作装置３２によってクラムシェルバケット１０の下降速度を細かく調整することができる。この結果、土砂を放土すべきダンプトラックに対し、クラムシェルバケット１０を衝突させることなく近づけることができ、放土作業の効率を高めることができる。

[0101] このようにして、クラムシェルバケット１０をダンプトラックの近くまで下降させた後には、オペレータは、開閉用操作装置３４を縮小側に操作する。これにより、縮小側減圧弁部３４Ａからのパイロット圧が、パイロット管路３５Ａを通じて開閉切換弁３１に供給され、開閉切換弁３１が切換位置（ｃ）に切換わる。このため、開閉シリンダ１８が縮小して第２開閉用シーブ２０が第１開閉用シーブ１５に接近し、開閉ロープ２５が送出される。この

結果、クラムシェルバケット１０が開き、掘削した土砂はダンプトラックの荷台に放土される。

[0102] ここで、開閉ロープ２５は、第１開閉用シーブ１５および第２開閉用シーブ２０、クラムシェルバケット１０に設けられた複数の上側シーブ１０Ｅおよび下側シーブ１０Ｆに巻回されている。このため、クラムシェルバケット１０が開くときには、第１開閉用シーブ１５および第２開閉用シーブ２０と、上側シーブ１０Ｅおよび下側シーブ１０Ｆと、開閉ロープ２５との間に摩擦が生じる。これにより、開閉シリンダ１８が縮小するときの速度（伸縮速度）が、クラムシェルバケット１０が開くときの速度に対して過大になると、開閉シリンダ１８の伸縮速度に開閉ロープ２５の移動が追従できなくなり、開閉ロープ２５が弛みを生じて周囲の構造物に接触し、損傷する虞がある。

[0103] これに対し、実施形態では、開閉用操作装置３４の縮小側減圧弁部３４Ａと開閉切換弁３１との間を接続するパイロット管路３５Ａに、バケット開用減圧弁５４が設けられている。バケット開用減圧弁５４のセット圧（減圧の度合）は、例えば開閉シリンダ１８が縮小するときの速度が、クラムシェルバケット１０が開くときの開閉ロープ２５の移動速度に近づくように調整されている。これにより、開閉シリンダ１８が縮小するときの速度を、クラムシェルバケット１０が開く速度に対応させることができる。この結果、開閉ロープ２５が、弛みを生じて周囲の構造物等に接触するのを防止し、開閉ロープ２５の寿命を延ばすことができる。

[0104] このようにして、ダンプトラックの荷台に土砂が積み込まれた後には、積み込まれた土砂を均すために、例えばクラムシェルバケット１０を閉じた状態で荷台上に形成された土砂の山を突き崩す作業が行われる。まず、開いたクラムシェルバケット１０を閉じるときには、開閉用操作装置３４を伸長側に操作する。これにより、伸長側減圧弁部３４Ｂからのパイロット圧は、パイロット管路３５Ｂを通じて減圧されることなく開閉切換弁３１に供給される。このため、開閉切換弁３１が切換位置（ｄ）に切換り、開閉シリンダ１

８のボトム側油室１８Ｅに作動油が供給されることにより、開閉シリンダ１８が素早く伸長してクラムシェルバケット１０を迅速に閉じることができる。

[0105] 次に、閉じたクラムシェルバケット１０を昇降させて土砂の山を突き崩すときには、昇降用操作装置３２に対する伸長側への操作と縮小側への操作とが繰り返される。クラムシェルバケット１０を下降させて土砂の山を崩すときには、クラムシェルバケット１０を慎重に下降させて荷台との接触を避ける必要がある。このため、オペレータは、操作スイッチ５０をＯＦＦ操作し、上昇用減圧弁４８の電磁パイロット部４８Ａおよび下降用減圧弁４９の電磁パイロット部４９Ａに対する電力の供給を停止する。この状態で昇降用操作装置３２を縮小側に操作することにより、縮小側減圧弁部３２Ａからのパイロット圧は、下降用減圧弁４９によって減圧された状態で昇降切換弁３０に供給される。これにより、昇降シリンダ１２をゆっくりと縮小させ、クラムシェルバケット１０が下降するときの速度を低減させた状態で、土砂の山を崩すことができる。

[0106] 一方、土砂の山を崩したクラムシェルバケット１０を上昇させるときには、オペレータは、操作スイッチ５０をＯＮ操作し、上昇用減圧弁４８の電磁パイロット部４８Ａおよび下降用減圧弁４９の電磁パイロット部４９Ａに電力を供給する。この状態で昇降用操作装置３２を伸長側に操作することにより、伸長側減圧弁部３２Ｂからのパイロット圧は、上昇用減圧弁４８をバイパスした状態で昇降切換弁３０に供給され、昇降切換弁３０は素早く切換位置（ｂ）に切換る。また、伸長側減圧弁部３２Ｂからのパイロット圧によって合流切換弁４７が開弁位置（ｋ）に切換ることにより、油圧ポンプ２６から吐出した作動油と第２油圧ポンプ４６から吐出した作動油とが合流した状態で、昇降シリンダ１２のボトム側油室１２Ｅに供給される。この結果、クラムシェルバケット１０が上昇するときの速度を高めることができる。

[0107] このように、オペレータは、キャブ４内に配置された操作スイッチ５０をＯＮ／ＯＦＦ操作してクラムシェルバケット１０の昇降速度を細かく調整す

ることができる。これにより、クラムシェルバケット１０を慎重に下降させて荷台との接触を避けつつ土砂の山を崩す動作と、土砂の山からクラムシェルバケット１０を迅速に上昇させる動作とを連続的に行うことができる。この結果、ダンプトラックの荷台に積み込まれた土砂を均す作業を迅速に行うことができ、掘削作業の効率を高めることができる。

[0108] ダンプトラックの荷台に土砂を積込み、積み込んだ土砂の山を均した後には、例えば上部旋回体３を旋回させてクラムシェルバケット１０を立坑の上方に移動させ、前述した作業（操作）を繰り返すことにより、立坑の掘削作業が継続される。

[0109] かくして、実施形態による深礎掘削機１は、自走可能な車体と、前記車体に設けられた作業装置５とからなり、作業装置５は、前記車体に対して回動可能に設けられたアーム７と、アーム７に対して昇降可能に設けられ立坑を掘削するクラムシェルバケット１０と、アーム７に設けられクラムシェルバケット１０の昇降および開閉を行うバケット昇降・開閉装置１１とを備え、バケット昇降・開閉装置１１は、アーム７に設けられた昇降シリンダ１２と、昇降シリンダ１２の一端側に取付けられ昇降シリンダ１２の伸縮方向に移動する第１昇降用シーブ１４および第１開閉用シーブ１５と、第１昇降用シーブ１４から離間してアーム７に取付けられた第２昇降用シーブ１７と、第１開閉用シーブ１５から離間してアーム７に取付けられた第２開閉用シーブ２０と、第１開閉用シーブ１５に対して第２開閉用シーブ２０を接近、離間させクラムシェルバケット１０を開閉させる開閉シリンダ１８と、一端がアーム７に取付けられると共に他端がクラムシェルバケット１０に取付けられ、中間部が第１昇降用シーブ１４と第２昇降用シーブ１７とに巻回された昇降ロープ２４と、一端がアーム７に取付けられると共に他端がクラムシェルバケット１０に取付けられ、中間部が第１開閉用シーブ１５と第２開閉用シーブ２０とに巻回された開閉ロープ２５とを備え、開閉シリンダ１８のストローク長は、クラムシェルバケット１０の開閉範囲に対応するストローク長に、クラムシェルバケット１０が着地してから昇降シリンダが停止するまで

の間に生じた昇降ロープ２４の緩み量に対応するストローク長を加算した値以上に設定されていると共に、クラムシェルバケット１０からの重量が開閉ロープ２５に作用したときに開閉シリンダ１８内の過剰圧をリリーフする開閉シリンダ用リリーフ弁４５、クラムシェルバケット１０を上昇させるときに昇降シリンダ１２に供給される作動油の流量と、クラムシェルバケット１０を下降させるときに昇降シリンダ１２に供給される作動油の流量とを可変とする昇降用流量調整装置（第２油圧ポンプ４６および合流切換弁４７）、および、クラムシェルバケット１０を昇降させるときにクラムシェルバケット１０の昇降速度を調整する昇降速度調整装置（上昇用減圧弁４８および下降用減圧弁４９）、のうち少なくとも１つを備えていることを特徴とする。

[0110] 開閉シリンダ用リリーフ弁４５を備える構成によれば、クラムシェルバケット１０が着地したときに、昇降ロープ２４および開閉ロープ２５に適度な緩みを付与することにより、クラムシェルバケット１０を地中に潜り込ませることができ、大量の土砂を掬うことができる。クラムシェルバケット１０が土砂を掬った状態で、昇降シリンダ１２によってクラムシェルバケット１０を上昇させるときに、昇降ロープ２４の緩みが除去されるまでの間は、開閉ロープ２５のみにクラムシェルバケット１０の重量が作用するようになり、開閉シリンダ１８内に過剰圧が発生する。この過剰圧を、開閉シリンダ用リリーフ弁４５によってリリーフすることにより、昇降シリンダ１２のストロークに応じて開閉シリンダ１８を伸縮させることができる。また、開閉シリンダ１８の伸縮動作によって、昇降ロープ２４の緩みの除去とクラムシェルバケット１０の開閉とを行うことができる。

[0111] このため、開閉ロープの緩みを除去するための緩取りシリンダ等の専用の装置を設けることなく、開閉シリンダ１８を用いて開閉ロープ２５の緩みを除去することができる。この結果、緩取りシリンダ等を用いて開閉ロープ２５の緩みを除去するといった煩雑な作業を不要にでき、掘削作業の効率を高めることができる。しかも、開閉ロープ２５の緩みを除去する作業と、クラムシェルバケット１０を閉じて土砂を掬う作業とを、開閉シリンダ１８の伸

長動作によって連続して実施することができる。この結果、例えば緩取りシリンダ等の専用の装置を用いる場合に比較して、開閉ロープ２５の緩みを除去してからクラムシェルバケット１０が閉じ始めるまでのタイムラグをなくすことができ、掘削作業の効率を高めることができる。また、開閉ロープ２５は第２開閉用シーブ２０に複数回かけ回してあるため、緩取りシリンダ等の専用の装置を用いた場合と比較して、迅速に開閉ロープ２５の緩みを取ることができる。さらに、緩取りシリンダ等の専用の装置を不要にすることにより、部品点数を削減すると共に、バケット昇降・開閉装置１１の重量を低減することができ、コストの削減にも寄与することができる。

[0112] また、昇降用流量調整装置（第２油圧ポンプ４６および合流切換弁４７）を備える構成によれば、例えばクラムシェルバケット１０を上昇させるときには、油圧ポンプ２６から吐出した作動油と第２油圧ポンプ４６から吐出した作動油とが、合流切換弁４７によって合流した状態で昇降シリンダ１２に供給される。この結果、クラムシェルバケット１０が上昇するときの速度を増大させることができ、掘削作業の効率を高めることができる。一方、クラムシェルバケット１０の下降時には、油圧ポンプ２６からの作動油のみが昇降シリンダ１２に供給されるので、作動油の流量が不必要に増大するのを抑えることができる。これにより、例えばクラムシェルバケット１０の下降時に昇降シリンダ１２の昇降速度が過大となり、第２昇降用シーブ１７と第１昇降用シーブ１４とに巻回された昇降ロープ２４が、第１昇降用シーブ１４の移動に追従できずに弛みを生じる不具合を回避することができる。この結果、クラムシェルバケット１０の下降時に、弛んだ昇降ロープ２４が周囲の構造物等に接触するのを防止することができ、掘削作業の効率を高めることができる。また、油圧ポンプ２６等を駆動するエンジンの燃費が悪化したり、作動油の温度が必要以上に上昇するのを防止することができる。

[0113] また、昇降速度調整装置（上昇用減圧弁４８および下降用減圧弁４９）を備える構成によれば、昇降シリンダ１２の伸縮動作を制御する昇降切換弁３０に対し、昇降用操作装置３２から供給されるパイロット圧の流量を、上昇

用減圧弁４８および下降用減圧弁４９によって可変とし、クラムシェルバケット１０の昇降速度を調整することができる。これにより、昇降切換弁３０に供給されるパイロット圧が下降用減圧弁４９によって減圧されることにより、昇降用操作装置３２によってクラムシェルバケット１０の下降速度を細かく調整することができる。この結果、土砂を放土すべきダンプトラックに対し、クラムシェルバケット１０を衝突させることなく近づけることができ、放土作業の効率を高めることができる。

[0114] 実施形態では、深礎掘削機１は、クラムシェルバケット１０を開くときに開閉シリンダ１８に供給される作動油の流量を調整するバケット用流量調整装置（バケット開用減圧弁５４）を備える。この構成によれば、例えば開閉シリンダ１８の伸縮動作を制御する開閉切換弁３１に供給されるパイロット圧の流量を、バケット開用減圧弁５４によって減少させることにより、クラムシェルバケット１０が開くときの速度を低下させることができる。この結果、開閉ロープ２５が、弛みを生じて周囲の構造物等に接触するのを防止し、開閉ロープ２５の寿命を延ばすことができる。

[0115] 実施形態では、前記昇降用流量調整装置は、クラムシェルバケット１０を上昇させるときに昇降シリンダ１２に供給される作動油の流量を、クラムシェルバケット１０を下降させるときに昇降シリンダ１２に供給される作動油の流量よりも増大させる。この構成によれば、クラムシェルバケット１０を下降させるときには、昇降シリンダの伸縮速度が過大となって昇降ロープ２４が弛むのを防止することができる。クラムシェルバケット１０を上昇させるときには、昇降シリンダの伸縮速度を増大させてクラムシェルバケット１０の上昇速度を高めることにより、掘削作業の効率を高めることができる。

[0116] 実施形態では、前記昇降速度調整装置は、クラムシェルバケット１０の昇降速度を切換えるため、オペレータによって操作される操作スイッチ５０を備える。この構成によれば、例えばクラムシェルバケット１０によって土砂を掘削した後、操作スイッチ５０によってクラムシェルバケット１０の昇降速度（上昇速度）を大きく設定することにより、クラムシェルバケット１０

をダンプトラックの荷台の上方まで迅速に上昇させることができる。一方、例えばクラムシェルバケット１０が抱えた土砂をダンプトラックに積み込むときには、操作スイッチ５０によってクラムシェルバケット１０の昇降速度（下降速度）を小さく設定することにより、クラムシェルバケット１０をダンプトラックに接触させることなく、荷台の近くまで慎重に下降させることができる。このように、オペレータが操作スイッチ５０を操作し、掘削作業の状況に応じてクラムシェルバケット１０の昇降速度を適宜に切換えることにより、掘削作業の効率を高めることができる。

[0117] なお、実施形態では、バケット昇降・開閉装置１１を構成する昇降シリンダ１２、開閉シリンダ１８等を駆動するための油圧回路に、開閉シリンダ用リリーフ弁４５と、昇降用流量調整装置（第２油圧ポンプ４６および合流切換弁４７）と、昇降速度調整装置（上昇用減圧弁４８および下降用減圧弁４９）と、の３つを設けた場合を例示している。しかし、本発明はこれに限らず、開閉シリンダ用リリーフ弁４５、昇降用流量調整装置、および昇降速度調整装置、のうち少なくとも１つを設ける構成としてもよい。

[0118] また、実施形態では、昇降シリンダ１２に供給される作動油の流量を可変とする昇降用流量調整装置として第２油圧ポンプ４６および合流切換弁４７を用い、クラムシェルバケット１０の下降時には、油圧ポンプ２６から吐出した作動油を昇降シリンダ１２に供給し、クラムシェルバケット１０の上昇時には、油圧ポンプ２６から吐出した作動油に第２油圧ポンプ４６から吐出した作動油を合流させて昇降シリンダ１２に供給する場合を例示している。しかし、本発明はこれに限らず、例えばエンジン回転数を変化させて油圧ポンプの吐出量を変化させることにより、クラムシェルバケット１０の下降時と上昇時とで昇降シリンダ１２に供給される作動油の流量を可変とする構成としてもよい。

[0119] また、実施形態では、クラムシェルバケット１０を昇降させるときの昇降速度を調整する昇降速度調整装置として上昇用減圧弁４８および下降用減圧弁４９を用い、これら上昇用減圧弁４８および下降用減圧弁４９によって昇

降切換弁３０に供給されるパイロット圧の流量を可変とすることにより、クラムシェルバケット１０の昇降速度を調整する場合を例示している。しかし、本発明はこれに限らず、例えばエンジン回転数を変化させて油圧ポンプの吐出量を変化させることにより、昇降シリンダ１２に供給される作動油の流量を可変とし、クラムシェルバケット１０の昇降速度を調整する構成としてもよい。

[0120] また、実施形態では、昇降シリンダ１２を縮小させたときにクラムシェルバケット１０が下降し、伸長させたときにクラムシェルバケット１０が上昇するように構成されている。しかし、本発明はこれに限らず、昇降シリンダ１２を縮小させたときにクラムシェルバケット１０が上昇し、伸長させたときにクラムシェルバケット１０が下降するように構成されてもよい。同様に、開閉シリンダ１８の伸縮動作とクラムシェルバケット１０の開閉動作を逆にしてもよい。

[0121] さらに、実施形態では、アーム７を長尺な角筒体として形成し、その外周上にバケット昇降・開閉装置１１を搭載した場合を例示している。しかし、本発明はこれに限らず、例えば、アーム７を長尺な角筒体として形成し、その内部にバケット昇降・開閉装置１１を設ける構成としてもよい。

符号の説明

[0122] １　深礎掘削機
２　下部走行体（車体）
３　上部旋回体（車体）
５　作業装置
７　アーム
１０　クラムシェルバケット
１１　バケット昇降・開閉装置
１２　昇降シリンダ
１４　第１昇降用シーブ
１５　第１開閉用シーブ

１７　第２昇降用シーブ

１８　開閉シリンダ

２０　第２開閉用シーブ

２４　昇降ロープ

２５　開閉ロープ

４５　開閉シリンダ用リリーフ弁

４６　第２油圧ポンプ（昇降用流量調整装置）

４７　合流切換弁（昇降用流量調整装置）

４８　上昇用減圧弁（昇降速度調整装置）

４９　下降用減圧弁（昇降速度調整装置）

５０　操作スイッチ

５４　バケット開用減圧弁（バケット用流量調整装置）

請求の範囲

[請求項1] 自走可能な車体と、前記車体に設けられた作業装置とからなり、

前記作業装置は、前記車体に対して回動可能に設けられたアームと、前記アームに対して昇降可能に設けられ立坑を掘削するクラムシェルバケットと、前記アームに設けられ前記クラムシェルバケットの昇降および開閉を行うバケット昇降・開閉装置とを備え、

前記バケット昇降・開閉装置は、

前記アームに設けられた昇降シリンダと、

前記昇降シリンダの一端側に取付けられ前記昇降シリンダの伸縮方向に移動する第１昇降用シーブおよび第１開閉用シーブと、

前記第１昇降用シーブから離間して前記アームに取付けられた第２昇降用シーブと、

前記第１開閉用シーブから離間して前記アームに取付けられた第２開閉用シーブと、

前記第１開閉用シーブに対して前記第２開閉用シーブを接近、離間させることで前記クラムシェルバケットを開閉させる開閉シリンダと、

一端が前記アームに取付けられると共に他端が前記クラムシェルバケットに取付けられ、中間部が前記第１昇降用シーブと前記第２昇降用シーブとに巻回された昇降ロープと、

一端が前記アームに取付けられると共に他端が前記クラムシェルバケットに取付けられ、中間部が前記第１開閉用シーブと前記第２開閉用シーブとに巻回された開閉ロープとを備えてなる深礎掘削機において、

前記開閉シリンダのストローク長は、前記クラムシェルバケットの開閉範囲に対応するストローク長に、前記クラムシェルバケットが着地してから前記昇降シリンダが停止するまでの間に生じた前記開閉ロープの緩み量に対応するストローク長を加算した値以上に設定されて

いると共に、

前記クラムシェルバケットの重量が前記開閉ロープに作用したときに前記開閉シリンダ内の過剰圧をリリーフする開閉シリンダ用リリーフ弁、

前記クラムシェルバケットを上昇させるときに前記昇降シリンダに供給される作動油の流量と、前記クラムシェルバケットを下降させるときに前記昇降シリンダに供給される作動油の流量とを可変とする昇降用流量調整装置、および、

前記クラムシェルバケットを昇降させるときに前記クラムシェルバケットの昇降速度を調整する昇降速度調整装置、のうち少なくとも１つを備えていることを特徴とする深礎掘削機。

[請求項2] 前記クラムシェルバケットを開くときに前記開閉シリンダに供給される作動油の流量を調整するバケット用流量調整装置を備えることを特徴とする請求項１に記載の深礎掘削機。

[請求項3] 前記昇降用流量調整装置は、前記クラムシェルバケットを上昇させるときに前記昇降シリンダに供給される作動油の流量を、前記クラムシェルバケットを下降させるときに前記昇降シリンダに供給される作動油の流量よりも増大させることを特徴とする請求項１に記載の深礎掘削機。

[請求項4] 前記昇降速度調整装置は、前記クラムシェルバケットの昇降速度を切換えるため、オペレータによって操作される操作スイッチを備えることを特徴とする請求項１に記載の深礎掘削機。