

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6455924号
(P6455924)

(45) 発行日 平成31年1月23日(2019. 1. 23)

(24) 登録日 平成30年12月28日(2018. 12. 28)

(51) Int. Cl. F I
E 2 1 B 7/00 (2006. 01) E 2 1 B 7/00 E
E 2 1 B 10/44 (2006. 01) E 2 1 B 10/44

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-252453 (P2014-252453)	(73) 特許権者	599011687
(22) 出願日	平成26年12月12日 (2014. 12. 12)		学校法人 中央大学
(65) 公開番号	特開2016-113796 (P2016-113796A)		東京都八王子市東中野7 4 2 - 1
(43) 公開日	平成28年6月23日 (2016. 6. 23)	(74) 代理人	100080296
審査請求日	平成29年11月28日 (2017. 11. 28)		弁理士 宮園 純一
		(74) 代理人	100141243
			弁理士 宮園 靖夫
		(72) 発明者	中村 太郎
			東京都文京区春日1 - 1 3 - 2 7 中央大 学後楽園キャンパス内
		(72) 発明者	水品 明日香
			東京都文京区春日1 - 1 3 - 2 7 中央大 学後楽園キャンパス内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動掘削推進装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸方向に貫通する中空部を備え、掘削穴の壁面に対して蠕動運動することで推進力を生じさせる推進装置と、
 前記推進装置の中空部内に收容され、推進装置と相対回転して地盤を掘削するスクリュを備える掘削装置と、
 前記スクリュによって掘削された土砂を前記中空部内の後方へ搬送するときの土砂の進入をガイドするスカート部とを備え、
 前記推進装置は、
縮径時には軸方向長が伸長すると共に、拡径時には軸方向長が短縮する複数の伸縮ユニットを備え、前記複数の伸縮ユニットにより前記蠕動運動を再現し、
前記スクリュは、
先端側において掘削穴の壁面から前記スカート部の外周に落下した土砂を受け止め可能に、先端の半径が前記スカート部の半径よりも大きく設定され、かつ該スクリュにより掘削された掘削穴の壁面を前記伸縮ユニットが最も拡径したときに圧接可能な寸法に設定され、先端から後端に向けて螺旋を描きながら渦巻き状に縮径するとともに、先端から所定長さ外周縁に沿って延長し、軸方向に沿って立ち上がる立ち上がり部を備えた自動掘削推進装置。

10

【請求項 2】

前記推進装置は、前記スクリュを收容し、スクリュの回転により後方に搬送された土砂

20

を排出する排出口を有するケーシングパイプを前記中空部に備え、前記スクリュの前記排出口の縁部に堆積する土砂を清掃する清掃手段を設けた請求項 1 に記載の自動掘削推進装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動掘削推進装置に関し、特に、月面等の特殊な環境において無人で地盤を掘削する自動掘削推進装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、月面等の特殊な環境において無人で地盤を掘削する自動掘削推進装置が特許文献 1 に開示されている。特許文献 1 に開示される自動掘削推進装置は、推進機構と掘削機構との動作を制御する制御装置とで構成される。推進機構は、外径が縮径・拡径する 3 個以上の伸縮ユニットを軸方向に一列に配置し、個別に伸縮ユニットの縮径・拡径する順番を制御することで、縮径する伸縮ユニットの軸方向長を伸長させるとともに、拡径する伸縮ユニットの軸方向長を短縮させることにより蠕動運動による推進力を得るように構成される。

推進機構は、軸方向に貫通する中空部を形成するように構成され、この中空部にケーシングパイプを設けるとともに、ケーシングパイプ内に掘削機構のアースオーガーが収容される。アースオーガーは、地盤を掘削する掘削スクリュと、掘削スクリュにより掘削された土砂を後方に向けて搬送する搬送スクリュとで構成されている。掘削スクリュは、先端から後方へ向かうほど外径が漸減するように先端側が大径に形成されている。掘削スクリュは、ケーシングパイプの先端に設けたスカート部で覆われる。スカート部は、上記推進機構の伸縮ユニットの拡径時の外径よりも小さく、縮径時の外径よりも大きくなるように、ケーシングパイプよりも外径が大径に形成される。スカート部のケーシングパイプの逆側には、掘削スクリュの外周縁と対向し、外周縁の輪郭線と並行な円錐状の内壁が形成される。そして、この内壁に掘削スクリュを収容することで、掘削した土砂が掘削スクリュから搬送スクリュへ移動しやすく構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2011 - 169056 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記自動掘削推進装置では、推進機構が推進動作を行う毎に掘削壁の土砂が少しずつ崩れてスカート部の上部に堆積し、推進機構の伸縮ユニットの拡径を妨げることがないので、アースオーガーを推進させる十分な推進量が得られないため、掘削効率を悪化させてしまうという問題を生じさせている。

そこで、本発明では、上記課題を解決するように、アースオーガーによる安定した掘削を可能にする自動掘削推進装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するための自動掘削推進装置の構成として、軸方向に貫通する中空部を備え、掘削穴の壁面に対して蠕動運動することで推進力を生じさせる推進装置と、推進装置の中空部内に収容され、推進装置と相対回転して地盤を掘削するスクリュを備える掘削装置と、スクリュによって掘削された土砂を中空部内の後方へ搬送するときの土砂の進入をガイドするスカート部とを備え、推進装置は、縮径時には軸方向長が伸長すると共に、拡径時には軸方向長が短縮する複数の伸縮ユニットを備え、複数の伸縮ユニットにより蠕動運動を再現し、スクリュは、先端側において掘削穴の壁面からスカート部の外周に落下

10

20

30

40

50

した土砂を受け止め可能に、先端の半径が前記スカート部の半径よりも大きく設定され、かつ該スクリュにより掘削された掘削穴の壁面を伸縮ユニットが最も拡張したときに圧接可能な寸法に設定され、先端から後端に向けて螺旋を描きながら渦巻き状に縮径するとともに、先端から所定長さ外周縁に沿って延長し、軸方向に沿って立ち上がる立ち上がり部を備えたので、推進装置の蠕動運動等で掘削穴の壁面から崩れた土砂をスカート部の外周側に落下させることにより、崩れた土砂が推進装置の蠕動運動を妨げることなく、掘削装置による安定した推進力を与えながら、安定した掘削をさせることができる。また、スクリュが、先端から所定長さ外周縁に沿って延長し、軸方向に沿って立ち上がる立ち上がり部を備えるので、掘削穴の壁面から崩れた土砂を確実に回収することができる。

また、推進装置は、スクリュを収容し、スクリュの回転により後方に搬送された土砂を排出する排出口を有するケーシングパイプを中空部に備え、スクリュの排出口の縁部に堆積する土砂を清掃する清掃手段を設けたので、スクリュにより搬送された土砂を効率よく排出口から排出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】自動掘削推進装置の一実施形態の構成を示す断面図である。

【図2】掘削スクリュを示す図である。

【図3】搬送スクリュを示す図である。

【図4】排出カバーの平面図、及び斜視図である。

【図5】図4(b)における清掃手段のA-A断面図である。

【図6】スカート部と掘削スクリュとの関係を示す図である。

【図7】排出口と清掃手段を示す拡大図である。

【図8】推進ユニットを構成する伸縮ユニットの平面図及び断面図である。

【図9】排出装置の構成を示す図である。

【図10】自動掘削推進装置の推進動作を示す図である。

【図11】清掃手段の動作を示す図である。

【図12】排出装置の動作を示す図である。

【図13】掘削スクリュの他の形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

図1は、自動掘削推進装置1の一実施形態の構成を示す断面図である。以下、同図を用いて自動掘削推進装置1について説明する。自動掘削推進装置1は、概略、掘削装置2と、推進装置5、排出装置7と、制御装置10を備える。

掘削装置2は、いわゆるアースオーガーからなり、地面を掘削するスクリュ21と、スクリュ21を回転駆動させる掘削モーター22とを備え、スクリュモーター22の回転駆動により、スクリュ21を回転させて、地盤の掘削・掘削した土砂の運搬・排出を単一の機構で実行される。

【0008】

スクリュ21は、地面を掘削する掘削スクリュ23と、掘削スクリュ23によって掘削された土砂を搬送する搬送スクリュ24とを備える。掘削スクリュ23は、スクリュ軸25の外周にスパイラル翼26を備え、スクリュ軸25の先端側から後端側にかけてスパイラル翼26が螺旋を描きながら渦巻き状に縮径する。

【0009】

図2は、掘削スクリュ23を示す図である。同図に示すように、掘削スクリュ23は、スパイラル翼26のピッチが、先端が小さく、後端側に向かって漸増するように形成される。つまり、先端側が密、後端側が疎となるように形成される。また、掘削スクリュ23の外径は、先端から後端へ向かうに従ってテーパ状に漸減するように形成される。すなわち、スパイラル翼26の外径は、先端の半径を R_1 、先端から180度回転したときの半径を R_2 、先端から360度回転したときの半径を R_3 とした場合に、先端から後端に向かう半径が $R_1 > R_2 > R_3$ となるように縮径させて設計される。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

図 3 は、搬送スクリュ 2 4 を示す図である。同図に示すように、搬送スクリュ 2 4 は、スクリュ軸 2 7 の外周に螺旋状のスパイラル翼 2 8 を備える。搬送スクリュ 2 4 のスパイラル翼 2 8 は、外径及びピッチが一定になるようにスクリュ軸 2 7 の外周に設けられる。

スクリュ軸 2 7 の先端側には、上記掘削スクリュ 2 3 を連結するためのジョイント部 2 9、後端側には、掘削モーター 2 2 の駆動力を伝達するためのジョイント部 3 0 が設けられる。

【 0 0 1 1 】

搬送スクリュ 2 4 のスパイラル翼 2 8 の半径は、掘削スクリュ 2 3 のスパイラル翼 2 6 の後端の半径 R 3 と同じ寸法で形成される。搬送スクリュ 2 4 のスクリュ軸 2 7 は、スパイラル翼 2 8 の軸方向長さ比べて長く形成され、後端がスパイラル翼 2 8 よりも所定長さ突出する。搬送スクリュ 2 4 の後端側には、スパイラル翼 2 8 によって搬送された土砂の排出を制御するための排出カバー 3 2 が取り付けられる。

【 0 0 1 2 】

図 4 は、排出カバー 3 2 の平面図、及び斜視図である。

図 3、図 4 に示すように、排出カバー 3 2 は、スクリュ軸 2 7 の外周に所定角度、例えば 100° の間隔を隔てて互いに対向するように 2 箇所設けられる。排出カバー 3 2 は、扇状の天板 3 3 と、天板 3 3 の外周に沿った状態で先端側に向けて延長する弧状壁 3 4 とで構成される。天板 3 3 は、スパイラル翼 2 8 よりも後端側のスクリュ軸 2 7 の外周から、軸線と直交方向に延長する平板扇状に形成される。天板 3 3 の外周縁の半径は、スパイラル翼 2 8 の半径とほぼ等しい寸法で形成される。弧状壁 3 4 は、それぞれ先端側に向けて延長する。本実施形態では、一方の排出カバー 3 2 の弧状壁 3 4 は、スパイラル翼 2 8 と一回重なるように延長し、他方の排出カバー 3 2 の弧状壁 3 4 は、スパイラル翼 2 8 と二回重なるように延長する。つまり、排出カバー 3 2 の弧状壁 3 4 は、軸方向にそれぞれ異なる長さで形成される。一方の弧状壁 3 4 と他方の弧状壁 3 4 とで形成される排出カバー 3 2、3 2 の外径は、スパイラル翼 2 8 の外径と同一寸法に設定される。すなわち、スパイラル翼 2 8 と弧状壁 3 4 の重なりにおいて、スパイラル翼 2 8 と弧状壁 3 4 が一体に形成される。また、弧状壁 3 4 の外周の周方向長さは、例えば同一の長さに設定される。長尺の弧状壁 3 4 には、排出カバー 3 2、3 2 の間から排出された土砂を、後述のケーシングパイプ 5 0 の排出口 5 6 から排出する際に、排出口 5 6 の下側の縁部 5 6 D に堆積する土砂を取り除くための清掃手段 3 5 が設けられる。

【 0 0 1 3 】

図 5 は、図 4 (b) における清掃手段 3 5 の A - A 断面図である。図 4 (b) に示すように、清掃手段 3 5 は、弧状壁 3 4 から出沒するフィン 3 6 と、フィン 3 6 の出沒の支点となる軸 3 8 と、フィン 3 6 が弧状壁 3 4 から突出するように付勢する付勢手段 3 7 とを備える。フィン 3 6 は、弧状壁 3 4 の外周面から窪むように形成された収容部 3 9 に収容される。フィン 3 6 は、平板状の部品からなり、扉部 4 1 と、ヒンジ部 4 2 とで構成される。扉部 4 1 及びヒンジ部 4 2 は、一体に形成され、弧状壁 3 4 の収容部 3 9 に収容されたときに、外周面が弧状壁 3 4 の外周面と同一の円筒面を形成するように曲面状に形成される。扉部 4 1 は、平面視において軸方向に延長する長方形に形成される。ヒンジ部 4 2 は、扉部 4 1 の側面に一体に形成され、扉部 4 1 よりも小さく形成される。ヒンジ部 4 2 には、収容部 3 9 に収容したときに、先端側端面から後端側端面に軸方向に沿って貫通する貫通孔 4 3 が形成される。

【 0 0 1 4 】

弧状壁 3 4 の収容部 3 9 は、上述のフィン 3 6 を収容可能な形状、例えばフィン 3 6 とほぼ同一の形状で外周面から窪むように形成される。弧状壁 3 4 には、収容部 3 9 にフィン 3 6 を収容したときに、ヒンジ部 4 2 の貫通孔 4 3 と連通する貫通孔 4 4 が軸線に沿って形成される。

したがって、清掃手段 3 5 は、フィン 3 6 を弧状壁 3 4 の収容部 3 9 に収容した状態で、弧状壁 3 4 の貫通孔 4 4 とヒンジ部 4 2 の貫通孔 4 3 に軸 3 8 を挿入し、フィン 3 6 の

裏面側に設けた図外のばね受部と、収容部 39 の図外のばね受部とに付勢手段 37 のスプリングを着座させることにより、フィン 36 が、図 5 に示すように、軸 38 を回転中心としてスプリングの付勢力により回転することで、弧状壁 34 の外周面から突出する。なお、ヒンジ部 42 は、スクリュ 21 の回転方向側に位置するように設定される。

【0015】

掘削モーター 22 は、スクリュ軸 27 の後端に設けられたジョイント部 29（図 3 参照）を介して連結される。掘削モーター 22 は、後述のモーターカバー 53 により固定される。掘削モーターは、制御装置 10 と接続され、制御装置 10 から出力される信号に基づいて回転駆動する。

【0016】

図 1 に戻り、推進装置 5 について説明する。掘削装置 2 のスクリュ 21 の外周には、ケーシングパイプ 50 が設けられる。ケーシングパイプ 50 は、掘削スクリュ 23 を覆うスカート部 51 と、搬送スクリュ 24 を覆う円筒部 52 と、モーターカバー 53 とを備える。スカート部 51 は、外周から掘削スクリュ 23 の先端側の一部が外側に露出する寸法で形成される。スカート部 51 は、掘削スクリュ 23 のスパイラル翼 26 の外周縁との間に僅かなギャップを隔てて対向し、かつ外周縁の輪郭線と並行な円錐状の内壁 54 を有している。スカート部 51 の外周 51a 側の半径 R5 は、掘削スクリュ 23 の先端側の半径 R1 よりも小径に設定される。

【0017】

図 6 は、スカート部 51 と掘削スクリュ 23 との関係を示す図である。同図に示すように、スカート部 51 と掘削スクリュ 23 とは、軸方向視したときに、スカート部 51 の外周 51a から掘削スクリュ 23 の先端側の外周が露出している。このように、掘削スクリュ 23 の先端側の外周をスカート部 51 の外周 51a から半径方向に露出させることにより、掘削スクリュ 23 により掘削される掘削穴の穴径が、スカート部 51 の外径よりも大きくなるため、既に掘削した掘削穴の内壁から土砂が崩れても、崩れた土砂をスカート部 51 の外周 51a 側に落下させて、再び掘削スクリュ 23 で回収することができる。すなわち、掘削スクリュ 23 の掘削動作以外に掘削穴の内壁から落下した土砂も回収し、搬送スクリュ 24 に搬送できるので、効率よく掘削することができる。

【0018】

図 1 に示すように、円筒部 52 は、後端側に搬送スクリュ 24 によって搬送された土砂を排出する排出口 56 を備える。排出口 56 は、軸線を挟んで、円筒部 52 の円周方向に沿って互いに対向する位置に矩形状の開口として形成される。本実施形態では、排出口 56 は、上述の搬送スクリュ 24 に設けられた排出カバー 32 に対応するように 2 箇所に設けられる。排出口 56 の周方向の長さは、排出カバー 32 の弧状壁 34 外周の周方向長さと同等若しくは短く設定される。このように排出口 56 の周方向の長さを設定することにより、排出口 56 と排出カバー 32 とが重なるように一致したときに、2 箇所の排出口 56 を塞いで搬送スクリュ 24 からの土砂の排出を規制できる。

図 7 は、排出口 56 と清掃手段 35 を示す拡大図である。同図に示すように、排出口 56 は、上下方向に延長する縁部 56A, 56B がケーシングパイプ 50 の軸方向に、また周方向に延長する縁部 56C, 56D がケーシングパイプ 50 の円周方向に延長するように開口し、縁部 56D が、排出カバー 32 に設けられた清掃手段 35 のフィン 36 の下面 36A と軸方向に所定の距離の隙間を有するようにケーシングパイプ 50 の円筒部 52 に設けられる。排出口 56 は、少なくとも、縁部 56C, 56D の周方向に沿う長さ寸法が、フィン 36 の周方向の長さ寸法よりも大きく、縁部 56A, 56B の長さ寸法がフィン 36 の高さ寸法よりも大きく設定される。

【0019】

モーターカバー 53 は、例えば、ケーシングパイプ 50 の後端に設けられる図外の固定手段により固定される。モーターカバー 53 は、ケーシングパイプ 50 に固定されることにより、円筒部 52 の後端から突出する掘削モーター 22 を完全に収容するとともに駆動反力を支持するように固定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

図 8 は、推進装置 5 を構成する伸縮ユニット 6 0 の平面図及び断面図である。

推進装置 5 は、軸方向へ一列に配列されて個別にその外径を縮径・拡径させる複数の伸縮ユニット 6 0 を備える。各伸縮ユニット 6 0 は全体形状が環状をなし、縮径時には軸方向長が伸長すると共に、拡径時には軸方向長が短縮する構成を備える。伸縮ユニット 6 0 は、一对の軸方向可動部材 6 1 と、一对の軸方向可動部材 6 1 を連結する複数のリンク機構 6 2 と、一对の軸方向可動部材 6 1 を互いに近接離間させる駆動源となるモーター 6 3 と、モーター 6 3 の回転駆動を一对の軸方向可動部材 6 1 に伝達する伝達機構 6 9 とを備える。

【 0 0 2 1 】

リンク機構 6 2 は、軸方向可動部材 6 1 の周方向に沿って所定の間隔で複数（本例では 6 個）設けられる。リンク機構 6 2 は、各軸方向可動部材 6 1 の対向面に突設された支持部材 6 4 と、各支持部材 6 4 にそれぞれ設けられた 2 個の軸部 6 5 と、各軸部 6 5 によりそれぞれ一端が回転自在に支持された一对の平行なアーム 6 6 とで構成した四節平行リンク機構からなる。各アーム 6 6 の他端部は径方向可動部材 6 7 に対して軸部 6 8 によって回動自在に軸支されている。リンク機構 6 2 は、軸方向可動部材 6 1 と径方向可動部材 6 7 を連動して作動させる。

【 0 0 2 2 】

モーター 6 3 は、一方の軸方向可動部材 6 1 に設けられ、制御装置 1 0 によって駆動が制御される。モーター 6 3 は、例えば、一方の軸方向可動部材 6 1 に、少なくとも一個以上、本実施形態では、2 個搭載される。モーター 6 3 には、例えばステッピングモーターが適用される。伝達機構 6 9 は、上述の軸方向可動部材 6 1 に形成されたねじ孔 6 9 A と、このねじ孔 6 9 A に螺入されるボールねじ 6 9 B とで構成される。ボールねじ 6 9 B は、直接、あるいは歯車機構やプリー機構等の動力伝達機構を介してモーター 6 3 と接続される。

【 0 0 2 3 】

上記構成によれば、伸縮ユニット 6 0 は、モーター 6 3 を回転駆動することで、モーター 6 3 が固定された一方の軸方向可動部材 6 1 とボールねじ 6 9 B が螺入する他方の軸方向可動部材 6 1 とを相対的に近接離間させて、軸方向可動部材 6 1 同士が近接した場合にリンク機構 6 2 を構成するアーム 6 6 が径方向外側に移動し、軸方向可動部材 6 1 同士が離間した場合にリンク機構 6 2 のアーム 6 6 が径方向内側に移動する。したがって、伸縮ユニット 6 0 としては、軸方向可動部材 6 1 同士を近接させることで軸方向の長さ寸法を縮短させるとともに径方向の長さ寸法を拡径させ、軸方向可動部材 6 1 同士を離間させることで軸方向の長さ寸法を伸長させるとともに径方向の長さ寸法を縮径させる。すなわち、モーター 6 3 を正逆に回転させることで、各リンク機構 6 2 により支持された各径方向可動部材 6 7 が同時に放射状に内外径方向へ出没する。

【 0 0 2 4 】

本実施形態では、3 つの伸縮ユニット 6 0 をケーシングパイプ 5 0 の外周に直列に配置し、3 つの伸縮ユニット 6 0 がミミズの蠕動運動を摸すように、制御装置 1 0 により各伸縮ユニット 6 0 の伸縮を個別に制御することで、掘削装置 2 に推進力を付与する。すなわち、制御装置 1 0 が、各伸縮ユニット 6 0 を所定のタイミングで個別に縮径又は拡径を制御することにより、ミミズの移動方式と同様な蠕動運動を再現し、掘削装置 2 を推進させるための推進力を生じさせる。

【 0 0 2 5 】

モーター 6 3 の駆動によるボールねじ 6 9 B の収縮方向への回転によって他方の軸方向可動部材 6 1 が一方の軸方向可動部材 6 1 に最も接近した軸方向位置にある時には、リンク機構 6 2 が収縮状態にあることによって各径方向可動部材 6 7 は外径側に放射状に突出した加圧位置にある。また、ボールねじ 6 9 B の逆方向への回転によって他方の軸方向可動部材 6 1 が一方の軸方向可動部材 6 1 から最も離間した軸方向位置にある時には、リンク機構 6 2 が拡張状態にあることによって径方向可動部材 6 7 は内径側に退避した非加圧

10

20

30

40

50

位置にある。すなわち、伸縮ユニット60の最大拡張時の半径は、掘削スクリュ23の先端径(半径R1)よりも大きく、最大縮径時の半径は、掘削スクリュ23の先端径(半径R1)よりも小さい。

【0026】

図8(c)に示すように、隣接する伸縮ユニット60は、互いに対向する一方の伸縮ユニット60の軸方向可動部材61と、他方の伸縮ユニット60の対向面に形成された嵌合部同士を嵌めあわせ、図外のボルト等の固定手段により着脱可能に固定される。例えば、嵌合部には、一方の軸方向可動部材61に凸部、他方の軸方向可動部材61に凹部をそれぞれ形成しておき、互いに嵌合させることで、隣接する伸縮ユニット60;60同士が連結される。

10

【0027】

推進装置5は、直列に連結した3個の伸縮ユニット60により形成される中空部5A内にケーシングパイプ50を装着し、ケーシングパイプ50の内部に掘削装置2が配置される。先端側に位置する伸縮ユニット60は、軸方向可動部材61がスカート部51の上面に固定される。ケーシングパイプ50の後端側を中空部5Aまたは下側巻取装置74内側に、図示しないリング等のパッキングによって封止することにより、推進装置5の内側から各伸縮ユニット60の内部への掘削土砂の浸入を防止する。

【0028】

また、推進装置5の外周は、図8(c)に示したように、推進装置5内への土砂やほりの進入を阻止する防塵シート6で被われる。図8(a)に示したように、推進装置5は、先端側の伸縮ユニット60と後端側の伸縮ユニット60が図示しないリング等のパッキングによりケーシングパイプ50の外周と封止されるととともに、隣接する伸縮ユニット60同士を図示しないリング等のパッキングにより封止することで、内周側からの土砂の進入が防止されている。一方、推進装置5の外側からの土砂の進入は、図8(c)に示すように、両端が開口した円筒状の防塵シート6を推進装置5を構成する各伸縮ユニット60に跨って外面に覆うように、両端を閉止することで防止される。この防塵シート6は、例えば可撓性を有し、伸縮性のないビニルシートを基材とするシートの表面にアルミ蒸着を施すことで、掘削穴の内壁との摩擦抵抗を低減させながら防塵性を得ることができる。例えば、推進装置5が掘削穴を前進する過程では、防塵シート6の表面の摩擦抵抗が低いことにより前進がよりスムーズとなる。各伸縮ユニット60を構成する軸方向可動部材61の外周面に形成される環状の係止溝内にリングを嵌着することによって各伸縮ユニット60の外面の開口を防塵シート6によって封止することで、伸縮ユニット60内部への土砂の進入が防止される。

20

30

【0029】

図9(a),(b)は、排出装置7の構成を示す図である。同図に示すように、排出装置7は、ケーシングパイプ50の排出口56から排出された土砂を受けるバケット71と、バケット71に堆積した土砂を搬出する搬出機構72とを備える。バケット71は、ケーシングパイプ50の円筒部52の外周を包囲するように、上方が解放された環状の容器である。バケット71の内周壁71Aは、円筒部52の外周との間で所定の隙間を有するように筒状に形成される。バケット71の外周壁71Bは、少なくともスカート部51の外径と同等若しくは小径の寸法で形成される。

40

【0030】

搬出機構72は、吊り部材73と、下側巻取装置74と、上側巻取装置75とを備える。吊り部材73は、例えば、可撓性を有する長尺な帯状の部材で構成される。なお、吊り部材73は、帯状の部材に限定されず、ワイヤ等の断面円形の部材であっても良いが、好ましくは可撓性を有する金属製の帯状の部材を用いることで、バケット71を昇降させる際の下側巻取装置74による巻き取りや、上側巻取装置75による巻き上げ時に、バケット71を安定させて昇降させることができる。下側巻取装置74は、ベース板76と、吊り部材73を巻き取る巻取機構77とを備える。ベース板76は、環状の平板部材で構成され、内径がケーシングパイプ50が貫通可能な寸法、外径がスカート部51の外径と等

50

しい寸法で形成される。ベース板 76 の中心を挟んだ対称の位置には、一对の巻取機構 77 が設けられる。巻取機構 77 は、内部に渦巻ばねと、渦巻ばねの付勢により回転するスプール 77A を備え、スプール 77A の外周に吊り部材 73 が巻き付けられている。スプール 77A に巻き付けられた吊り部材 73 は、渦巻ばねにより常にスプール 77A による巻取り方向に付勢されている。この下側巻取装置 74 の巻取機構 77 上にバケット 71 が載置される。

【0031】

上側巻取装置 75 は、図外の支持手段により、掘削モータ 22 から所定距離離間させて支持される。図 9 (b) に示すように、上側巻取装置 75 は、一組のプーリ 78 と一組のプーリ 78 を同期させて回転駆動する巻取りモーター 79 とを備える。プーリ 78 には、
10
下側巻取装置 74 から巻き出された吊り部材 73 の一端が取り付けられる。巻取りモーター 79 は、制御装置 10 と接続され、制御装置 10 から出力される信号に基づいて回転が正転若しくは逆転する。下側巻取装置 74 から上側巻取装置 75 に渡された吊り部材 73 の中途部は、図外の固定手段によりバケット 71 にそれぞれ固定される。

したがって、上側巻取装置 75 が、吊り部材 73 を巻き取るように動作すると、下側巻取装置 74 から吊り部材 73 が巻き出されるとともに、バケット 71 が下側巻取装置 74 から離れ、掘削モータ 22 の後端を過ぎることで、掘削された土砂を外部に搬出することができる。

【0032】

図 10 (a) 乃至 (d) は、自動掘削推進装置 1 の推進動作を示す図である。同図に示すように、掘削モータ 22 を駆動してスクリュ 21 を掘進方向に回転させることにより、
20
先端部の掘削スクリュ 23 によって地盤 (例えば、月面におけるレゴリス層) を掘削する。この際、制御装置 10 は、スクリュ 21 の回転による掘削過程において、推進装置 5 を構成する 3 つの伸縮ユニット 60 を所定の順序で縮径又は拡張させる。なお、以下の説明では、先端側の伸縮ユニットを 60A、中間に位置する伸縮ユニットを 60B、後端側の伸縮ユニットを 60C として説明する。

【0033】

図 10 (a) に示すように、最初に全ての伸縮ユニット 60A 乃至 60C を拡張させることにより、推進装置 5 を掘削穴の内壁 12 に固定する。これにより、推進装置 5 がスクリュ 21 と共回りすることを阻止し、スクリュ 21 を安定して効率良く回転させることができる。
30

次に、図 10 (b) に示すように、中間の伸縮ユニット 60B 及び後端側の伸縮ユニット 60C を拡張させたまま、先端側の伸縮ユニット 60A を縮径させて、伸縮ユニット 60A を軸方向に伸長させることにより、掘削装置 2 を推進させる。すなわち、スクリュ 21 とスカート部 51 とが伸縮ユニット 60A の軸方向伸長分 X だけ前進する。

次に、図 10 (c) に示すように、後端側の伸縮ユニット 60C の拡張を維持したまま、中間の伸縮ユニット 60B の縮径と、先端側の伸縮ユニット 60A の拡張とを同時に実施する。

次に、図 10 (d) に示すように、中間の伸縮ユニット 60B の拡張と、後端側の伸縮ユニット 60C の縮径を同時に実施する。
40

そして、推進装置 5 に、図 10 (a) 乃至 (d) に示した推進動作を順次繰り返させることで、掘削装置 2 の掘削に推進力を付与することができる。

また、図 10 (a) 乃至 (d) に示したように、推進装置 5 による推進動作において、常に 2 個の伸縮ユニット 60 を拡張して掘削穴の内壁 12 に圧接させることにより、アンカー効果が得られ、推進装置 5 がスクリュ 21 と共まわりすることを阻止するとともに、掘削装置 2 におけるスクリュ 21 の姿勢を適切に維持できる。

【0034】

次に、清掃手段 35 の動作について説明する。図 11 (a) 乃至 (c) は、清掃手段 35 の動作を示す図である。掘削スクリュ 23 によって掘削された土砂 D は、掘削スクリュ 23 の回転力によってスカート部 51 の内壁 54 に沿って搬送スクリュ 24 側に移動し、
50

搬送スクリュ２４の後方へ搬送される。後方への搬送により搬送カバー３２に到達した土砂Ｄは、搬送カバー３２：３２の間隙間が、ケーシングパイプ５０の排出口５６と一致する毎にバケット７１に排出される。

【００３５】

図１１（ａ）に示すように、スクリュ２１の回転中において、搬送カバー３２：３２の間隙間が、ケーシングパイプ５０の排出口５６と一致している間、土砂Ｄがバケット７１に排出される。そして、図１１（ｂ）に示すように、スクリュ２１の回転により、フィン３６が排出口５６の位置まで回転すると、ケーシングパイプ５０の内周面により抑えられた付勢手段３７の付勢力が開放されて、フィン３６が軸３８を中心として回転し、排出口５６の外側に突出することで、フィン３６の扉部４１の下面３６Ａが、排出口５６の下側の縁部５６Ｄに沿って移動する。これにより、土砂の排出時に排出口５６の縁部５６Ｄに堆積した土砂Ｄが、バケット７１に払い落とされる。すなわち、ケーシングパイプ５０内からの土砂Ｄの排出時に、障害となる排出口５６の下側の縁部５６Ｄに堆積した土砂Ｄが取り除かれ、バケット７１へと土砂Ｄを排出することができる。

そして、図１１（ｃ）に示すように、さらにスクリュ２１が回転することで、フィン３６のヒンジ部４２側が排出口５６の軸方向に延長する縁部５６Ａ（図７参照）に衝突すると、フィン３６は、付勢手段３７の付勢力に打ち勝って、図１１（ｄ）に示すように、ヒンジ部４２側から徐々に収容部３９に収容される。このように、排出口５６の有無によりフィン３６を出没させることにより、スクリュ２１の回転を妨げることなく、また、自動で排出口５６の下側の縁部５６Ｄ（図７参照）に堆積した土砂Ｄをバケット７１に払い落とすことができる。

【００３６】

図１２は、排出装置７の動作を示す図である。スクリュ２１の掘削、搬送により排出口５６から排出された土砂が、バケット７１に所定量堆積すると、バケット７１内の土砂の搬出動作が行われる。バケット７１内の土砂を搬出する場合、排出口５６からの土砂の排出を停止させるため、制御装置１０は、掘削装置２及び推進装置５による掘削推進動作を停止する。具体的には、スクリュ２１の排出カバー３２が、ケーシングパイプ５０の排出口５６を塞ぐ位置でスクリュ２１の回転を停止させる。このように動作させることで、後工程でバケット７１を上昇させる際に、排出カバー３２が、ケーシングパイプ５０の内側からの土砂の排出を防ぐとともに、バケット７１の上昇をガイドするようにバケット７１からの土砂の落下を抑制する。これによりバケット７１の下方への土砂の落下を抑制することで、バケット７１が載置される下側巻取装置７４の巻取機構７７上への土砂の堆積を防ぐことができる。なお、ケーシングパイプ５０の排出口５６に対するスクリュ２１の排出カバー３２の位置の制御は、掘削モータ２２の回転角とスクリュ２１の排出カバー３２との関係と、排出口５６とスクリュ２１との関係をあらかじめ制御装置１０に記憶させておけば良い。

掘削推進動作の停止後、制御装置１０が上側巻取装置７５に信号を出力することで、図１２（ａ）に示すように、上側巻取装置７５に吊り部材７３の巻取り動作を実行させる。吊り部材７３の巻取り動作によりバケット７１が掘削穴の外まで上昇させ、地表面から所定距離の位置に到達すると、図外の転覆手段等によりバケット７１を逆さにして、バケット７１内の土砂を投棄する。土砂の投棄後、制御装置１０は、巻取とは逆向きに巻取りモーター７９を回転させて、バケット７１を下側巻取装置７４に向けて下降させる。このとき、巻取りモーター７９の駆動により巻き出された吊り部材７３は、巻取機構７７の渦巻ばねによってスプール７７Ａに巻き取られる。バケット７１が、下側巻取装置７４上に載置されると、制御装置１０は、掘削装置２及び推進装置５に信号を出力して掘削穴の掘進を開始する。

【００３７】

以上説明したように、本実施形態に係る自動掘削推進装置１では、掘削装置２のスクリュ２１の先端側の半径をスカート部５１の外周５１ａ側の半径よりも大きくしたので、推進装置５の蠕動運動等で掘削穴の内壁から崩れた土砂をスカート部５１の外周５１ａ側に

落下させることにより、崩れた土砂が推進装置 5 の蠕動運動を妨げることなく、掘削装置 2 による安定した推進力を与えることができる。また、推進装置 5 が、スクリュ 2 1 を収容し、スクリュ 2 1 の回転により後方に搬送された土砂を排出する排出口 5 6 を有するケーシングパイプ 5 0 を中空部 5 A に備え、スクリュ 2 1 の排出口 5 6 の縁部 5 6 D に堆積する土砂を清掃する清掃手段 3 5 を設けたので、スクリュ 2 1 により搬送された土砂を効率よく排出口 5 6 から排出することができる。

【 0 0 3 8 】

なお、上記実施形態では、推進装置 5 を 3 つの伸縮ユニット 6 0 で構成するとして説明したが、2 つの伸縮ユニット 6 0 を直列に連結して推進装置 5 を構成しても良い。なお、上述したように推進装置 5 を 3 つの伸縮ユニット 6 0 で構成した場合、推進力を得るための蠕動運動において、3 つの伸縮ユニット 6 0 のうち少なくとも 1 つが常時拡張した状態を維持することになり、この拡張状態の伸縮ユニット 6 0 が掘削穴の内壁を圧接するため、常時推進装置 5 によって掘削装置 2 を支持させることができる。これにより、掘削装置 2 の掘削動作中の推進装置 5 の共回りを防ぎつつ、安定した推進力を掘削装置に付与して、掘削装置 2 の掘削動作を連続的に行わせることができるという利点がある。

【 0 0 3 9 】

図 1 3 は、掘削スクリュ 2 3 の他の形態を示す図である。同図に示す掘削スクリュ 2 3 は、スパイラル翼 2 6 の外周縁に沿って延長する外周壁 2 6 A を備えている。外周壁 2 6 A は、スクリュ軸の軸線方向に沿って所定高さで立ち上がる立ち上がり部として設けられ、スパイラル翼 2 6 の先端側から外周縁に沿って例えば、3 6 0 ° 分形成される。このように外周壁 2 7 A を掘削スクリュ 2 3 に設けることにより、掘削穴の内壁から落下した土砂が確実にスパイラル翼 2 6 上で受け止められるため、掘削穴の内壁から落下した土砂の回収率を向上させながら、効率よく掘削することができる。

【 0 0 4 0 】

また、フィン 3 6 の構成は、上記実施形態に限らず、フィン 3 6 の下面 3 6 A にブラシ等の可撓性を有する繊維の束を延長方向に取り付けることにより、排出口 5 6 の縁部 5 6 D と、フィン 3 6 の下面 3 6 A との間の隙間を大きくしても確実に縁部 5 6 A の土砂を取り払うことができる。

【 符号の説明 】**【 0 0 4 1 】**

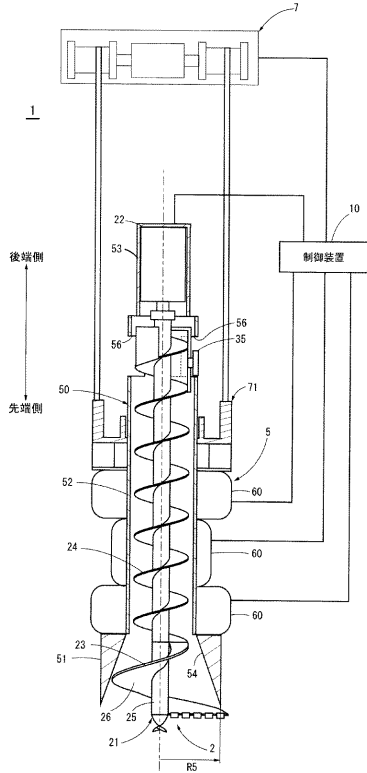
- 1 自動掘削推進装置、 2 掘削装置、 5 推進装置、 5 A 中空部、
2 1 スクリュ、 2 7 A 外周壁、 3 5 清掃手段、 5 0 ケーシングパイプ、
5 1 スカート部、 5 6 排出口。

10

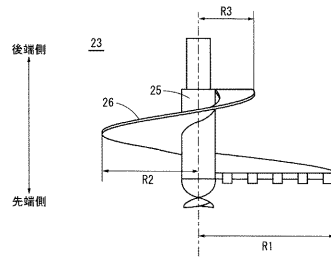
20

30

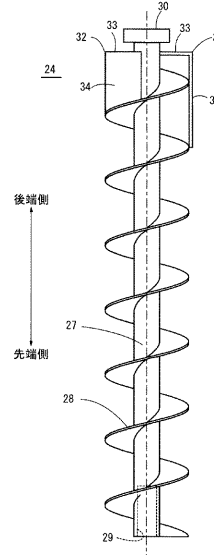
【 図 1 】



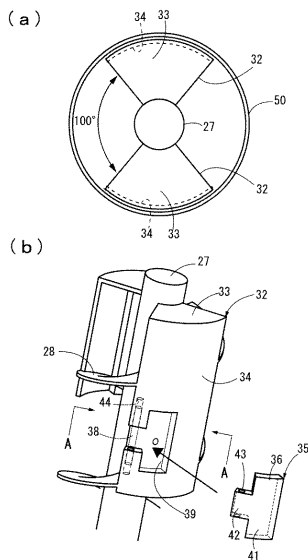
【 図 2 】



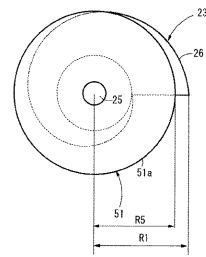
【 図 3 】



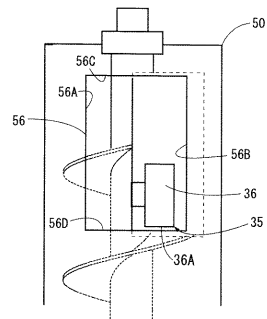
【 図 4 】



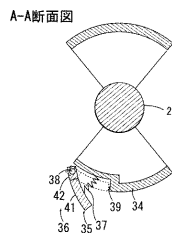
【 図 6 】



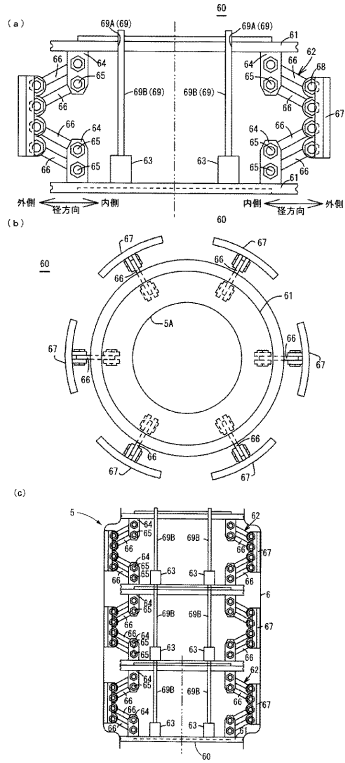
【 図 7 】



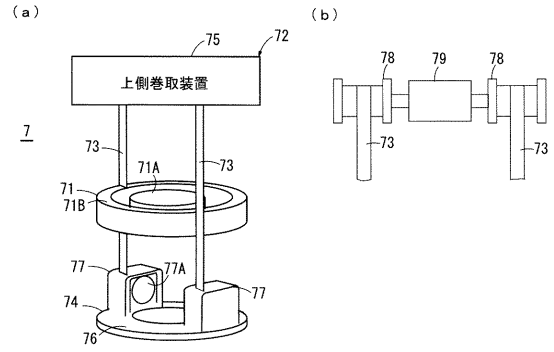
【 図 5 】



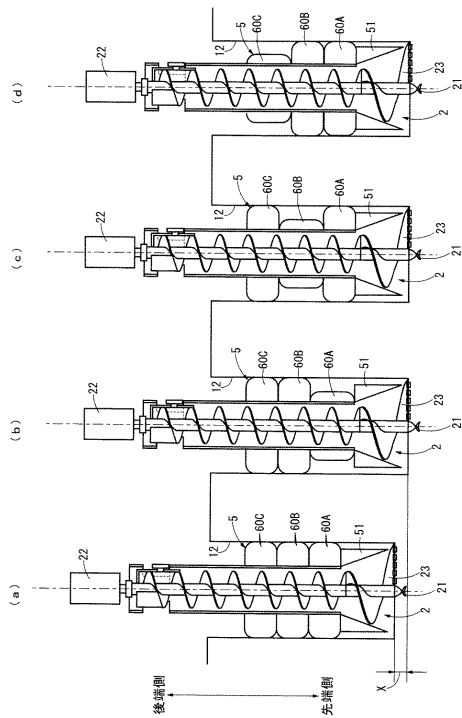
【 図 8 】



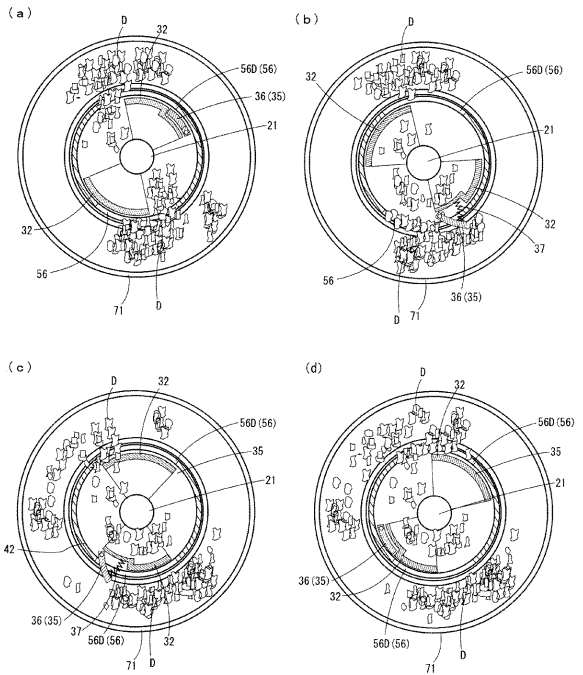
【 図 9 】



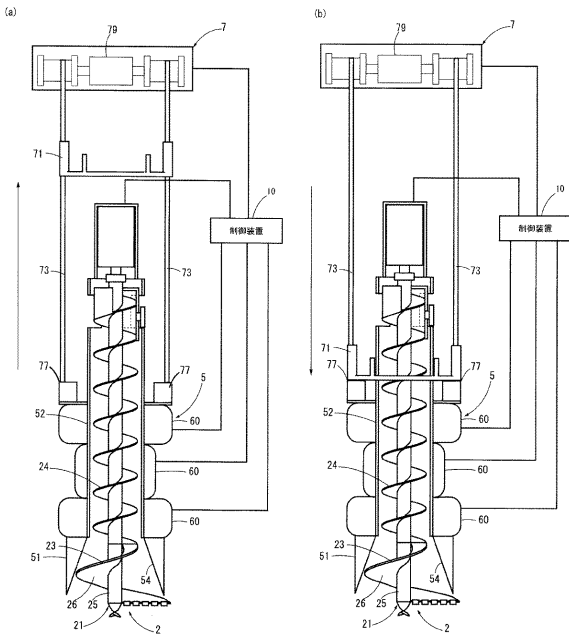
【 図 10 】



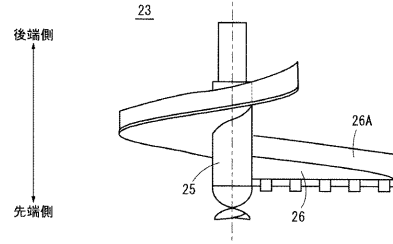
【 図 11 】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(72)発明者 金野 将志

東京都文京区春日 1 - 13 - 27 中央大学後楽園キャンパス内

審査官 佐々木 創太郎

(56)参考文献 特開 2011 - 169056 (JP, A)

実開昭 57 - 133689 (JP, U)

実開昭 53 - 130806 (JP, U)

実開昭 63 - 061492 (JP, U)

実開平 01 - 069895 (JP, U)

実開昭 49 - 103704 (JP, U)

特開 2002 - 295158 (JP, A)

実開昭 53 - 107003 (JP, U)

実開昭 54 - 080203 (JP, U)

米国特許第 05067570 (US, A)

米国特許第 04650011 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E 21 B 7 / 00

E 21 B 10 / 44

E 21 B 17 / 22