

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-44219

(P2013-44219A)

(43) 公開日 平成25年3月4日(2013.3.4)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
E 2 1 D 9/087 (2006.01)	E 2 1 D 9/08 B	2 D 0 5 4
E 2 1 D 9/12 (2006.01)	E 2 1 D 9/12 B	
	E 2 1 D 9/12 J	

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2011-185117 (P2011-185117)
 (22) 出願日 平成23年8月26日 (2011. 8. 26)
 (11) 特許番号 特許第5033257号 (P5033257)
 (45) 特許公報発行日 平成24年9月26日 (2012. 9. 26)

(71) 出願人 506322215
 池田 一博
 兵庫県神戸市北区有野町唐櫃3694-48
 (74) 代理人 100134669
 弁理士 永井 道彰
 (72) 発明者 池田 一博
 兵庫県神戸市北区有野町唐櫃3694-48
 Fターム(参考) 2D054 AC02 BA05 BA07 DA03 GA63

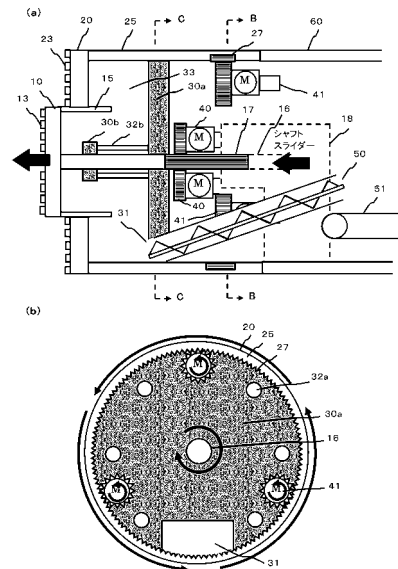
(54) 【発明の名称】 シールドトンネル掘進機

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 掘削する箇所の地盤の硬さに応じてカッターヘッドの形状を変える構造、地盤の硬さに応じてカッターヘッドの回転方向および回転速度を変化させる構造によって効率の良い掘進を可能とするシールドトンネル掘進機を提供する。

【解決手段】 カッターヘッドが小径の内カッターヘッド10と内カッターヘッドと同軸で取り付けられた大径の外カッターヘッド20を備える。内カッターヘッド10の回転シャフト16はシャフトスライダ18で前後方向にスライド可能となっている。なお、回転シャフト16は隔壁30aおよび隔壁30aに支持された回転シャフト支持部30bにより上下方向に安定して保持されている。第1のカッター駆動手段40および第2のカッター駆動手段41により内カッターヘッド10と外カッターヘッド20への回転駆動力の伝導経路をそれぞれ内外独立の別系統とし、回転方向、回転速度を自在に調整できるように構成する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

カッタービットが多数配設されたカッターヘッドと、前記カッターヘッドの背面側に形成されたカッターチャンバと、前記カッターチャンバ内の掘削土を排出する為の排土設備と、前記カッターディスクを回転駆動するカッター駆動手段と掘進機本体とを備えたシールド掘進機において、

前記カッターヘッドが、小径の内カッターヘッドと前記内カッターヘッドを前端面に持つ内カッタードラムと、中央に前記内カッターヘッドドラムが収まる孔を持ち前記内カッターヘッドと同軸で取り付けられた大径の外カッターヘッドと前記外カッターヘッドを前端面に持つ外カッターヘッドドラムと、

前記カッターチャンバが、前記内カッターヘッドドラム空間と前記外カッタードラム空間と前記外カッタードラム空間を仕切る隔壁に囲まれた空間であり、

前記内カッターヘッドドラムを回転させる回転シャフトと、

前記回転シャフトを前後にスライド移動させ、前記内カッターヘッドドラムを前記外カッターヘッドドラムに対して相対的に移動させるシャフトスライダと、

前記隔壁の前面において前記隔壁に固定された部位であり、前記回転シャフトを前記カッターチャンバ内で回転可能かつ前後スライド移動可能に支持する回転シャフト支持部を備え、

前記内カッターヘッドが独立して前進後退自在なシールドトンネル掘進機。

【請求項 2】

前記内カッターヘッドの回転方向と前記外カッターヘッドの回転方向を互いに逆方向とし、前記隔壁および前記回転シャフト支持部は回転しないことを特徴とする請求項 1 に記載のシールドトンネル掘進機。

【請求項 3】

前記内カッターヘッド前端面が、前記外カッターヘッド前端面よりも前に配設されている凸状態から、前記外カッターヘッド前端面よりも後ろ配設されている凹状態まで、前記内カッターヘッドが独立して前進後退自在な構造である請求項 1 または 2 に記載のシールドトンネル掘進機。

【請求項 4】

前記内カッターヘッドの回転方向と前記外カッターヘッドの回転方向を互いに逆方向とし、前記内カッターヘッドの回転速度と、前記外カッターヘッドの回転速度が、互いに独立して自在に調整可能である請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のシールドトンネル掘進機。

【請求項 5】

前記カッター駆動手段が、前記内カッターヘッドにつながるシャフトに回転駆動力を与える第 1 のカッター駆動手段と、前記外カッターヘッドドラムの内周壁に対して回転駆動力を与える 1 または複数の第 2 のカッター駆動手段を備え、

内カッターヘッドに回転駆動力を与える駆動手段および駆動力の伝導経路と、外カッターヘッドに回転駆動力を与える駆動手段および駆動力の伝導経路とをそれぞれ内外独立の別系統としたことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のシールドトンネル掘進機。

【請求項 6】

内カッターヘッド 10 に対して圧力センサを設けておき、前記内カッターヘッドにかかる岩盤からの負荷圧を前記圧力センサでとらえ、前記シャフトスライダが、前記圧力センサから得られる岩盤からの負荷圧に応じて、前記内カッターヘッドをスライドさせる制御を行う請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のシールドトンネル掘進機。

【請求項 7】

前記カッターチャンバの最外周面を形成する外カッターヘッドドラムが回転することにより、前記カッターチャンバ内に取り込まれた土砂が前記排土設備により取り込まれて運搬されるまでに攪拌することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のシールド

10

20

30

40

50

ドトンネル掘進機。

【請求項 8】

前記外カッターヘッドドラムの内周壁に対して回転駆動力を与えるよう配置された前記第 2 のカッター駆動手段がモータであり、前記外カッターヘッドの回転軸に対して等角度に 3 つ以上配置したことを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のシールドトンネル掘進機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、岩盤のような硬い地盤だけでなく、軟弱な地盤におけるトンネルの掘削も対応でき、作業能率の高いシールドトンネル掘進機に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、都市部では、土地の有効利用の観点から、下水排水のため、また電力供給線、通信線等を敷設するために地下トンネルが広く掘削されている。現在、地下トンネルを掘削する技術としてシールド工法が注目されている。シールド工法に用いる機械としてシールドトンネル掘進機が広く実用に供されている。

【0003】

シールドトンネル掘進機は、一般に、掘進機本体と、この掘進機本体の前端部に回転可能に設けられたカッターディスクと、カッターディスクを回転駆動するカッター駆動機構と、複数のシールドジャッキと、掘進機本体の後胴内に配設されてトンネル軸方向に所定長さ掘削する毎にトンネル内面を複数のセグメントで順次覆工していく為のエレクターと、スクリーコンベヤを含む排土機構を有する構造となっている。

20

【0004】

従来のシールドトンネル掘進機は、一般に、掘進機本体が大きな円筒型をしており、その前面が回転可能に設けられたカッターディスクとなっており、シャフトにより回転駆動可能に支持されている。カッターディスクには例えば略十字形状に仕切るように 4 本のスポークが設けられており、このスポークの両側部には、所定間隔をあけて超硬合金製の切削チップであるカッタービットが多数配設されている。カッタービットで削り取った土砂をカッターチャンパ内に取り込むために、スポーク 1 2 の両側に沿って所定幅のスリットが形成されている。カッターチャンパの背後には隔壁が設けられ、隔壁により土砂がトンネル掘進機本体の後方側へ流入しないように土留めしている。隔壁の下方には排土機構に通ずる排土孔が開いており、ここから土砂が排土機構へ運ばれていく。

30

【0005】

カッターチャンパ内に取り込まれた土砂を排土機構により後方へ排出するが、従来はスリットから流入する土圧のみで土が排土機構へ押し出されていたが、大径トンネルを掘削する際にはカッターチャンパも大きくなり、粘性の高い土砂などはカッターチャンパ内で張り付いて溜まってしまふという問題があった。そこで、泥水式排泥設備を備えたものが多い。泥水式排泥設備とは、カッターチャンパ内の土砂に水を与える送水パイプを備え、土砂を泥水状にしてカッターチャンパ内から隔壁の下方の排土孔に流し出し、泥水として排出するものである。排泥管は、隔壁に貫通状に固定され、トンネル内を後方へ延び地上へ導出された排泥系に接続されている。

40

【0006】

地下の地盤の状態はある程度地中レーダーなどにより探知することはできるが、地中の地盤の状態は多様であり、常に均一とは限らない。そのため、トンネルを掘進する予定のルート上の地盤の質が変わったり、まだら模様に入り組んでいた場合もあり得る。つまり、地盤が硬い岩石や礫石が多く含まれている地盤もあれば、柔らかい土が多い地盤や、水分を含む泥地盤、さらには粘性の高い粘土地盤などもあり得る。

【0007】

また、地盤の圧力も多様である。海底トンネルの掘削箇所などの大深度の地中では圧力

50

が高く、また、一般に地盤が硬い岩盤であることが多い。

【0008】

【特許文献1】特開2003-35093号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、上記従来のシールドトンネル掘進機では海底トンネルの掘削箇所、例えばドーバー海峡トンネルなどの大深度のトンネル掘削においては以下の問題がある。

【0010】

第1の問題は、掘削箇所の硬さが硬い岩盤から柔らかい土まで多様である点である。

10

平地部分や海底の浅い部分は一般に地盤が柔らかい土壌である。ここで、地盤が柔らかい土壌であれば、比較的掘り進みやすく、掘削すべきトンネルの径に合わせた径に応じて比較的速い回転速度でどんどん掘進して行けば良い。

しかし、海底トンネルの掘削箇所などの大深度の地中は上記したように一般に地盤が硬い岩盤である。ここで、従来のシールドトンネル掘進機は、掘削すべきトンネルの径に合わせた大径の一枚のカッターヘッドを大型のモータにより駆動回転するものであり、従来は岩盤に対して全面を同一方向に回転させ掘削させていたが、パワーを中心部分に集中させて突出したカッターヘッドで掘削した方が進みやすい。また、地盤の硬さに応じて回転方向と回転速度を調整することが好ましい。

このように、硬い岩盤から柔らかい土まで掘削箇所の硬さに応じてカッターヘッドの形状を変化させた方が、また、その回転速度と回転速度を変えた方がその掘削効率が上がるものであるが、従来のシールドトンネル掘進機ではカッターヘッドの形状を変化させるのが一般には難しいものであった。

20

【0011】

第2の問題は、岩盤から受ける反力によりバランスを崩すおそれである。

海底トンネルの掘削箇所などの大深度の地中は上記したように一般に地盤が硬い岩盤である。従来のシールドトンネル掘進機は、岩盤をカッタービットの刃を当てて細かく砕きながら掘進するため大きな反力を受ける。そのため、掘進機本体は、岩盤掘削により受ける反力に対抗する力がなければ、掘進機本体が回転により回転したり振動したりしてしまう。このように掘進機本体が回転したり振動したりしてしまうと正確なトンネルが掘れなくなってしまう。特に、カッターヘッドを同一方向しか回転しない場合、硬い岩盤から受ける反力により少しずつ曲がり蓄積してゆき、掘削孔が傾いてしまうという問題が発生する。

30

【0012】

第3の問題は、トンネル掘進中に地盤の質が変わり硬い地盤から軟弱地盤に遭遇すると、硬い岩盤用のカッターヘッドでは逆に適度な掘削反力が得られないために、空回りしてしまい掘進できなくなるおそれがある。そのため、ヘッドを交換するなどの対策のために工事が中断してしまうという問題があった。

上記のように従来のシールドトンネル掘進機では、大深度の海底トンネルなどのトンネル掘削に対して効果的ではなかった。

40

【0013】

そこで、本願発明のシールドトンネル掘進機は、新しい概念で、硬い岩盤などの地盤から柔らかい土壌の地盤まで掘削する箇所の地盤の硬さに応じてカッターヘッドの形状を変える構造、地盤の硬さに応じてカッターヘッドの回転方向および回転速度を変化させる構造によって効率の良い掘進を可能とするシールドトンネル掘進機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】

【0014】

本発明のシールドトンネル掘進機は、カッタービットが多数配設されたカッターヘッドと、前記カッターヘッドの背面側に形成されたカッターチャンバと、前記カッターチャン

50

バ内の掘削土を排出する為の排土設備と、前記カッターディスクを回転駆動するカッター駆動手段と掘進機本体とを備えたシールド掘進機において、前記カッターヘッドが、小径の内カッターヘッドと前記内カッターヘッドを前端面に持つ内カッタードラムと、中央に前記内カッターヘッドドラムが収まる孔を持ち前記内カッターヘッドと同軸で取り付けられた大径の外カッターヘッドと前記外カッターヘッドを前端面に持つ外カッターヘッドドラムと、前記カッターチャンバが、前記内カッターヘッドドラム空間と前記外カッタードラム空間と前記外カッタードラム空間を仕切る隔壁に囲まれた空間であり、前記内カッターヘッドドラムを回転させる回転シャフトと、前記回転シャフトを前後にスライド移動させ、前記内カッターヘッドドラムを前記外カッターヘッドドラムに対して相対的に移動させるシャフトスライダート、前記隔壁の前面において前記隔壁に固定された部位であり、前記回転シャフトを前記カッターチャンバ内で回転可能かつ前後スライド移動可能に支持する回転シャフト支持部を備え、前記内カッターヘッドが独立して前進後退自在なシールドトンネル掘進機である。

10

上記構成により、本願発明のシールドトンネル掘進機は、硬い岩盤などの地盤から柔らかい土壌の地盤まで掘削する箇所の地盤の硬さに応じてカッターヘッドの形状を変える構造とすることができる。

【0015】

ここで、上記構成において、前記内カッターヘッドの回転方向と前記外カッターヘッドの回転方向を互いに逆方向とし、前記隔壁および前記回転シャフト支持部は回転しない構造とすれば、前記隔壁および前記回転シャフト支持部は回転せずに安定した状態となり、シールドトンネル掘進機全体のバランスが良くなるとともに、内カッターヘッドの回転方向と外カッターヘッドの回転方向を互いに逆方向であるので、カッターヘッドの回転と地盤からの反力が加わってもシールドトンネル掘進機全体のバランスが良くなる。

20

【0016】

なお、モータの配置についてもシールドトンネル掘進機全体のバランスを考慮することが好ましい。例えば、外カッターヘッドドラムの内周壁に対して回転駆動力を与えるよう配置された第2のカッター駆動手段がモータであり、外カッターヘッドの回転軸に対して等角度に3つ以上配置する。このようにモータの配置も工夫することにより、さらにシールドトンネル掘進機のバランスが良くなる。例えば、3つのモータを中心軸の周囲に120度間隔で均等に配置する構成や、4つのモータを中心軸の周囲に90度間隔で均等に配置する構成がある。

30

【0017】

次に、内カッターヘッドと外カッターヘッドとの形状の相対的变化について述べる。上記構成において、前記内カッターヘッド前端面が、前記外カッターヘッド前端面よりも前に配設されている凸状態から、前記外カッターヘッド前端面よりも後ろ配設されている凹状態まで、前記内カッターヘッドが独立して前進後退自在な構造であることが好ましい。

上記構成により、シールドトンネル掘進機の先端部において、内カッターヘッドが外カッターヘッドに対して前方に出て凸型となったり、同じ平面を構成したり、後方に下がって凹型となったり自在に変化することができ、岩盤の硬さに応じてシールドトンネル掘進機の先端部の形状を自在に変化させることができる。

40

【0018】

次に、前記内カッターヘッドの回転方向と前記外カッターヘッドの回転方向を互いに逆方向とし、前記内カッターヘッドの回転速度と、前記外カッターヘッドの回転速度が、互いに独立して自在に調整可能であることが好ましい。

上記構成により、シールドトンネル掘進機において、地盤の硬さに応じてカッターヘッドの回転方向および回転速度を容易に変化させることができる。

【0019】

また、前記カッター駆動手段が、前記内カッターヘッドにつながるシャフトに回転駆動力を与える第1のカッター駆動手段と、前記外カッターヘッドドラムの内周壁に対して回転駆動力を与える1または複数の第2のカッター駆動手段を備え、内カッターヘッドに回

50

転駆動力を与える駆動手段および駆動力の伝導経路と、外カッターヘッドに回転駆動力を与える駆動手段および駆動力の伝導経路とをそれぞれ内外独立の別系統とする。

上記構成により、それぞれ内外独立の別系統であるので、岩盤を砕くカッターヘッドを内側と外側に分けつつ、パワー供給経路がそれぞれに独立しているので複数のモータなどの組み合わせが容易であり、従来のもよりも小さな筐体で全体として大きなパワーを得ることができる。

【0020】

次に、シャフトスライダによる回転シャフトのスライド制御に関して、内カッターヘッド10に対して圧力センサを設けておき、前記内カッターヘッドにかかる岩盤からの負荷圧を前記圧力センサでとらえ、前記シャフトスライダが、前記圧力センサから得られる岩盤からの負荷圧に応じて、前記内カッターヘッドをスライドさせる制御を行う構成とすることができる。

10

シールドトンネル掘進機の掘削状況を適切にモニタすることができ、状況に応じて内カッターヘッドを前後にスライドさせることができる。

【0021】

次に、本発明のシールドトンネル掘進機では、排土処理が効率的にできる。従来 of シールドトンネル掘進機では、土砂の持つ粘性によりカッターチャンバ内に土砂が貼り付いてしまうという不具合が発生しやすく、そのため送水パイプで水を供給し、泥水として汲み出していた。しかし、泥水が漏水しないように汲み出すためには配管設備が必要となりまた送水ポンプ設備、排水ポンプ設備も必要である。一方、本発明のシールドトンネル掘進機では、前記カッターチャンバの最外周面を形成する外カッターヘッドドラムが回転することにより、前記カッターチャンバ内に取り込まれた土砂が前記排土設備により取り込まれて運搬されるまでに攪拌することができる。つまり、カッターチャンバ内の土砂は攪拌により土砂や礫石が均質化しやすく、カッターチャンバの内壁面（外カッターヘッドドラムの内壁面）に貼り付くこともない。

20

【発明の効果】

【0022】

本発明のシールドトンネル掘進機によれば、硬い岩盤などの地盤から柔らかい土壌の地盤まで掘削する箇所の地盤の硬さに応じてカッターヘッドの形状を変える構造とすることができる。例えば、シールドトンネル掘進機の先端部において、内カッターヘッドが外カッターヘッドに対して前方に出て凸型となったり、同じ平面を構成したり、後方に下がって凹型となったり自在に変化することができ、岩盤の硬さに応じてシールドトンネル掘進機の先端部の形状を自在に変化させることができる。

30

また、本発明のシールドトンネル掘進機によれば、地盤の硬さに応じてカッターヘッドの回転方向および回転速度を容易に変化させることができる。

また、本発明のシールドトンネル掘進機によれば、シールドトンネル掘進機全体のバランスが良くなるとともに、内カッターヘッドの回転方向と外カッターヘッドの回転方向を互いに逆方向であるので、カッターヘッドの回転と地盤からの反力が加わってもシールドトンネル掘進機全体のバランスが良くなる。

また、本発明のシールドトンネル掘進機によれば、内カッターヘッドと外カッターヘッドに回転駆動力を与える駆動手段と駆動力の伝導経路がそれぞれ内外独立の別系統であるので、複数のモータなどの組み合わせが容易であり、従来 of シールドトンネル掘進機よりも小さな筐体で全体として大きなパワーを得ることができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、図面を参照しつつ、本発明のシールドトンネル掘進機の実施形態を説明する。ただし、本発明の技術的範囲は以下の実施形態に示した具体的な用途や形状・寸法などには限定されない。

【実施例1】

【0024】

50

本発明のシールドトンネル掘進機 100 の構成例を示す。図 1 は、本発明のシールドトンネル掘進機の構成例を示す図である。図 1 (a) は正面図、図 1 (b) は側面図となっている。図 2 は本発明のシールドトンネル掘進機 100 の内部構造を模式的に示した図であり、図 2 (a) は A - A 線断面図を模式的に示しており、図 2 (b) は B - B 線断面図を模式的に示しており、図 2 (c) は C - C 線断面図を模式的に示している。なお、図 2 において隔壁を支える支柱 32 や、外カッターヘッドドラム 25 を支える支持構造などは図示を省略している。

【0025】

本発明のシールド掘削機は、図 1 に示すように、概略、前端中央側にある内カッターヘッド 10、そのやや後方にある外カッターヘッド 20、外カッターヘッドを前端面に持つ外カッターヘッドドラム 25、その後方に控える本体部分である掘進機本体 60 がある。

10

【0026】

まず、内カッターヘッド 10 について説明する。

内カッターヘッド 10 は、面板 11、スポーク 12、カッタービット 13、スリット 14、内カッターヘッドドラム 15、回転シャフト 16、ギア 17 を備えた構造となっている。また、後段の外ヘッドドラム 60 側に、回転シャフト 16 を回転自在かつ前後スライド移動自在に支持するシャフトスライダ 18 を備えた構造となっている。

【0027】

この構成例では、図 1 (a) に示したように、面板 11 を略十字形状に仕切るように複数本のスポーク 12 (この例では 4 本) が設けられている。この内カッターヘッド 10 部分は、本実施例では、後方の隔壁 30 を貫通して配置されている回転シャフト 16 により回転駆動可能に支持されている。各スポーク 12 の両側部には、所定間隔をあけて複数個のカッタービット 13 が配設されている。カッタービット 13 は、例えば超合金製の切削チップからなり、スポーク 12 に堅固に固着されている。

20

【0028】

また、カッタービット 13 で削られた土砂をカッターチャンバ 32 内に取り込むために、スポーク 12 の両側に沿って所定幅のスリット 14 が形成されている。

内カッターヘッドドラム 15 は、円筒径のドラムであり、内カッターヘッド全体の筐体である。この構成例では、後述する外カッターヘッドに開けられた孔に収まる径となっており、後述する図 4 (a)、図 5 (a) に示すように内カッターヘッドドラム 15 と外カッターヘッドドラム 25 とは独立して回転可能なように配設される。

30

【0029】

次に、回転シャフト 16 は、第 1 の駆動手段 40 により駆動力が与えられる。この実施例ではモータとなっている。ここでは、モータが回転シャフト 16 を挟んで上下併せて 2 つあり、2 つのモータの協働により回転シャフト 16 が回転する。この第 1 の駆動手段 40 により内カッターヘッド 10 の回転が制御される。なお、正逆回転どちらでも制御できるものとする。なお、回転シャフト 16 には第 1 の駆動手段 40 のトルクにより回転しやすいようにギア 17 が設けられている。なお、この構成例では、ギア 17 は後述するように回転シャフト 16 がシャフトスライダ 18 により前後にスライド移動しても第 1 の駆動手段 40 のトルクを伝達できるように前後方向にある程度の長さを持って設けられている。

40

【0030】

次に、シャフトスライダ 18 について説明する。

シャフトスライダ 18 は、回転シャフト 16 を前後にスライド移動させ、内カッターヘッドドラム 10 を外カッターヘッドドラム 20 に対して前後方向に相対的に移動させるものである。

この構成例では、シャフトスライダ 18 は掘進機本体 60 側に配設されている。シャフトスライダ 18 の内部構造などは特に限定されることはないが、回転シャフト 16 を回転軸方向に回転可能に支持しつつ、かつ、回転シャフト 16 を前後方向にスライド可能に支持するものとなっている。図 2 では回転シャフト 16 が前方にスライドする様子を簡

50

単に示している。

【0031】

回転シャフト16は、ある程度の長さがあり、かつ、先端には内カッターヘッド10が取り付けられているため、上下方向に安定した形で前後にスライド移動させるように支持を補強することが望ましい。そこで、ここでは、シャフトスライダ18のみならず、隔壁30aおよび回転シャフト支持部30bの2点においても支持することにより、回転シャフト16を上下方向に安定した形で支えている。この隔壁30aおよび回転シャフト支持部30bについては後で詳しく述べる。

【0032】

なお、図示しないが内カッターヘッド10に対して圧力センサを設けておき、後述するように、内カッターヘッド10にかかる岩盤からの負荷圧を圧力センサでとらえ、シャフトスライダ18が、圧力センサから得られる岩盤からの負荷圧に応じて、内カッターヘッド10を相対的に前後移動させるスライド動作を制御する構成であっても良い。

10

【0033】

次に、外カッターヘッド20は、面板21、スポーク22、カッタービット23、スリット24、内カッターヘッドドラム25、トルク伝導部26を備えた構造となっている。

この構成例では、図1(a)に示したように、面板21を略十字形状に仕切るように複数本のスポーク22(この例では4本)が設けられている。各スポーク22の両側部には、所定間隔をあけて複数個のカッタービット23が配設されている。カッタービット23は、例えば超硬合金製の切削チップからなり、スポーク12に堅固に固着されている。

20

【0034】

また、カッタービット23で削られた土砂をカッターチャンバ32内に取り込むために、スポーク22の両側に沿って所定幅のスリット24が形成されている。

【0035】

外カッターヘッドドラム25は、円筒径のドラムであり、外カッターヘッド全体の筐体である。この構成例では、外カッターヘッドドラム25の中央付近に、内カッターヘッドドラム15を受け入れるための孔が開けられている。この孔に内カッターヘッドドラム15が収まる構造となっている。なお、後述するように内カッターヘッドドラム15と外カッターヘッドドラム25とは独立して回転可能なように配設される。

【0036】

外カッターヘッドドラム25は、図3に示す支柱32aにより後段の掘進機本体60側に支持される形で回転可能に支持されているものとする。そのため、内カッターヘッド10および外カッターヘッド20は互いに独立に駆動されることとなる。

30

【0037】

外カッターヘッドドラム25は、その内壁面において第2の駆動手段41により駆動力が与えられる構造となっている。この実施例では第2の駆動手段41はモータとする。第2の駆動手段41により外カッターヘッド20の回転が制御される。なお、正逆回転どちらでも制御できるものとする。この構成例では第2の駆動手段41であるモータは、図2(b)のB-B線断面図に示すように、3つの第2の駆動手段41が設けられており、中心軸から互いに120度の間隔で均等に配置されている。

40

第1の駆動手段40は回転シャフト16に対して設けられていたが、第2の駆動手段41は外カッターヘッドドラム25の内周壁に対して回転駆動力を与えるよう配置されており、回転シャフト16には取り付けられていない。このように、第1の駆動手段40が内カッターヘッド10に駆動力を伝導する伝導径路と、第2の駆動手段41が外カッターヘッド20に駆動力を伝導する伝導径路が内外独立の別系統となっている。

【0038】

次に、隔壁30について説明する。

ここで、隔壁30aは、掘削で生じる土砂を一時貯留するカッターチャンバを形成する仕切壁であり、隔壁30aは、内カッターヘッドドラム10および外カッタードラム20が回転する空間と、外カッタードラム60との空間を仕切る壁面であり、この隔壁30a

50

により、両空間が仕切られている。この隔壁 30 a は宙に浮いた状態で回転することなく、安定した状態で外カッタードラム 60 側に支持されている。図 2 (a) に示した例では、隔壁 30 a は外カッターヘッドドラム 25 の中で内カッターヘッド 10 の後方位置に設けられている。

隔壁 30 には下方に排土孔 31、後方に隔壁全体を支える複数の支柱 32 が設けられている。図中、隔壁 30 により形成されるカッターチャンバはカッターチャンバ 33 として示されている。

【 0039 】

排土孔 31 は密閉されたカッターチャンバ 33 から土砂が排出される出口であり、排土設備のスクリーコンベア 50 の土砂投入口が配置される。後述する図 5 のように土砂が排出されて行き、スクリーコンベア 50 の後段にはさらに後方へ排出するためのベルトコンベア 51 が配設されている。

10

【 0040 】

支柱 32 a は隔壁 30 の後方から延設されており、その先は後段にある掘進機本体 60 に対して支持されている。つまり、隔壁 30 a は、後段にある掘進機本体 60 から複数の支柱 32 a を介して宙に浮いた状態で回転しないように配設されている。つまり、掘進機本体 60 は回転しないので、掘進機本体 60 により支柱 32 a を介して支持固定される隔壁 30 は宙に浮いた状態で固定されて不動である。

【 0041 】

排土孔 31 は隔壁 30 の下方に固定されているため、隔壁 30 が回転すると排土孔 31 の位置が動いてしまうが、本発明のシールドトンネル掘進機 100 では内カッターヘッド 10 や外カッターヘッド 20 が回転しても隔壁 30 は内カッターヘッド 10 や外カッターヘッド 20 と連結している部分がなく連動して回転せず、掘進機本体 60 により宙に浮いた状態で固定される。

20

次に、回転シャフト支持部 30 b は、隔壁 30 a の前面に設けられた部位であり、隔壁 30 a の一部が前方に突出して固定されている部位とみることにもできる。つまり、この隔壁 30 a と回転シャフト支持部 30 b はともに回転運動とは独立して不動である。後述する図 3 に示すように、隔壁 30 a が支柱 32 a によりシールド掘進機 100 の本体部分とも言える外カッタードラム 60 側に固定されており、さらに、回転シャフト支持部 30 b は支柱 32 b により隔壁 30 a に固定されているため、この隔壁 30 a と回転シャフト支持部 30 b とシールド掘進機 100 の本体部分である外カッタードラム 60 とは一体化して安定した状態で回転もせず、回転シャフト 16 の前後方向へのスライド移動時もの動かない。

30

【 0042 】

図 3 は内カッターヘッド 10、外カッターヘッド 20、隔壁 30 a、回転シャフト支持部 30 b の相対的動作について分かりやすく説明した図である。隔壁 30 a が設けられている C - C 線付近の外カッターヘッドドラム 25 と、隔壁 30 a と、回転シャフト支持部 30 b と、回転シャフト 16 を抜き出して示している。

【 0043 】

図 3 に示したように、隔壁 30 a の中央付近に回転シャフト 16 が貫通するように配設されており、回転シャフト 16 は隔壁 30 a に対して回転可能に支持されている。隔壁 30 a の後面側には第 1 の駆動手段 40 (図 3 には図示せず) が配設されており、所定のギヤ列からなる駆動力伝達構造を介して回転シャフト 16 が回動可能となっている。また、外カッターヘッドドラム 25 は最外周にあり、図示しない支持機構により回動可能に支持されており、隔壁 30 a に連結せずに回動する。一方、隔壁 30 a は、複数の支柱 32 により掘進機本体 100 により宙に浮いた状態で不動に固定されており回転しない。

40

回転シャフト支持部 30 b は、支柱 32 b により隔壁 30 a に固定されているため、隔壁 30 a と同様、宙に浮いた状態で固定されており、中央付近に回転シャフト 16 が貫通するように配設されている。

【 0044 】

50

なお、回転シャフト16、隔壁30a、回転シャフト支持部30b、外カッターヘッドドラム25の内周壁面は連結することなく独立しているが、実際には摩擦が生じるのを防止するため、境目にベアリング等を設けておくことが好ましい。

隔壁30の後方位置に配置された掘進機本体60の各種設備については従来のシールドトンネル掘進機の掘進機本体60の各種設備と同様が良い。

【0045】

次に、シールドトンネル掘進機100の掘削動作について説明する。

図4および図5は、シールドトンネル掘進機100の内カッターヘッド10の位置が外カッターヘッド20に対して相対的に前後に移動する様子を示している。

【0046】

図4(a)は、内カッターヘッド10の位置が外カッターヘッド20の位置まで下がっている様子を示している。なお、内カッターヘッド10の移動範囲はシャフトスライダ18の調整により決まり、例えば、内カッターヘッド10が最も下がった位置が外カッターヘッド20の位置よりもさらに低く、シールドトンネル掘進機100の先端形状がいわゆる凹型になるまで下がるように移動範囲を広くすることも可能である。

【0047】

つまり、シャフトスライダ18によるスライド調整範囲としては、内カッターヘッド10の前端面が、外カッターヘッド20の前端面よりも前に配設されている凸状態から、外カッターヘッド20の前端面よりも後ろ側に配設されている凹状態まで、内カッターヘッド10が独立して前進後退自在なものとする。

なお、図4(a)の例では、両者の位置が同じであり、シールドトンネル掘進機100の先端形状がいわゆるフラットになっている。

【0048】

図4に示すように、例えば、第1の駆動手段40が時計回りに回転すると、回転シャフト16が時計回りに回転し、回転シャフト16により駆動力が内カッターヘッド10に伝導されて内カッターヘッド10が時計回りに回転する。また、第2の駆動手段41が反時計回りに回転すると、外カッターヘッドドラム25の内周壁面に回転力が伝導され、外カッターヘッドドラム25全体が反時計回りに回転することによりその前端面の外カッターヘッド20が反時計回りに回転する。なお、隔壁30aは図4には図示していないが支柱32aを介して支えられており、第1の駆動手段40および第2の駆動手段41の駆動力は伝導されず、回転しない。同様に、回転シャフト支持部30bは支柱32bを介して隔壁30aにより支えられており回転しない。

【0049】

図4(a)の状態から、シャフトスライダ18により回転シャフト16が押し出され、内カッターヘッド10が前方に押し出されてゆく。

【0050】

図4(b)は、内カッターヘッド10の位置が外カッターヘッド20の位置よりも前方に移動し、シールドトンネル掘進機100の先端形状がいわゆる凸型に変形した様子を示している。

なお、このように内カッターヘッド10の位置が外カッターヘッド20に対して相対的に前後に移動する場合、一時的に内カッターヘッド10の回転駆動を停止した上でシャフトスライダ18により前後に移動させても良いし、内カッターヘッド10の回転駆動は停止せずに回転させたままシャフトスライダ18により前後に移動させる構成であっても良い。

【0051】

次に、図5(a)から図5(b)は、内カッターヘッド10の位置が図4(b)に示した位置よりもさらに前方に移動し、シールドトンネル掘進機100の先端形状がさらに突出した凸型に変形した様子を示している。

先端形状を変形して凸型にした場合、内カッターヘッド10の前端面は外カッターヘッド20の前端面よりも前方に位置しているため、第1の駆動手段40の駆動力のパワーを

10

20

30

40

50

内カッターヘッド10の面積に集中することができ、前方の岩盤を砕くとともに、後方の外カッターヘッド20により複数の第2の駆動手段41の駆動力のパワーにより周囲の岩盤を削ることができる。

【0052】

以上、このように、シールドトンネル掘進機100は、掘削する岩盤や地盤の硬さや礫の多さなどに応じて先端形状を変形することができる。

【0053】

次に、シールドトンネル掘進機100が回転して掘削した土砂の排出について説明しておく。

図6はトンネル掘進により削り取られてカッターチャンバ33内に流入してきた土砂を掘進機本体60側に排出する動作を分かりやすく示した図である。

図6(a)はシールドトンネル掘進機100の先端形状が図4(b)に示した凸型の場合において土砂が取り込まれて排出される様子を簡単に示す図であり、図6(b)はシールドトンネル掘進機100の先端形状が図5(b)に示した凸型の場合において土砂が取り込まれて排出される様子を簡単に示す図である。

【0054】

図6に示すように、本発明のシールドトンネル掘進機100が進行すると、トンネル掘進が行われ、内カッターヘッド10のカッタービット13の両側端のスリット14、外カッターヘッド20のカッタービット23の両側端の24を介してカッターチャンバ33内に土砂が流入してくる。土砂はスリット14、24を介して流入するのである程度細かい土砂や礫石となっている。これらはカッターチャンバ33内で重力により下方に落ちる。

【0055】

ここで、外カッターヘッドドラム25は、図6に示すように回転しているので、土砂はカッターチャンバ33内で攪拌され、外カッターヘッドドラム25の内壁面に貼り付くことがない。いわゆるコンクリートミキサー車のように攪拌され、外周壁面が回転することにより、内部の材質が壁面に貼り付くことなく内部で流動状態を保ちやすい。

【0056】

カッターチャンバ33内には土砂が次々と流入してくるので、土圧が発生し、土砂は徐々に後方に送られて行く。重力により下方に集まり、その結果、排土孔32に集まりやすくなる。排土孔32にはスクリュコンベア50があり、次々と排土孔32を介して後段の掘進機本体60側に送られて行く。

上記のように、内カッターヘッド10が外カッターヘッド20に対して相対的に前後に移動しても、カッターチャンバ33内への土砂の取り込み処理、排土孔32を介した土砂の排出処理は影響を受けることなく継続することができる。

【0057】

次に、内カッターヘッド10の回転方向と外カッターヘッド20の回転方向を自在に変化させる制御と、内カッターヘッド10の回転速度と外カッターヘッド20の回転速度を互いに独立して自在に調整可能とする制御について述べる。

【0058】

まず、内カッターヘッド10の回転方向と外カッターヘッド20の回転方向を自在に変化させる制御について述べる。

図7は、内カッターヘッド10の回転方向と外カッターヘッド20の回転方向を互いに逆方向とする制御を簡単に示す図である。

【0059】

図7(a)は、内カッターヘッド10が反時計回り、外カッターヘッド20が時計回りに回転している様子を示す図である。

硬い岩盤などを切削する場合には内カッターヘッド10、外カッターヘッド20ともに大きな反力を受けるが、図7(a)のように、内カッターヘッド10は反時計回りに回転する一方、外カッターヘッド20は時計回りに回転しているので、相互に受ける反力は逆方向であり、全体として反力がキャンセルする方向に働き、バランスをとることができる

10

20

30

40

50

。

【0060】

図7(b)は、図7(a)とは逆で、内カッターヘッド10が時計回り、外カッターヘッド20が反時計回りに回転している様子を示した図である。図7(a)と同様、内カッターヘッド10は時計回りに回転する一方、外カッターヘッド20は反時計回りに回転しているため、相互に受ける反力は逆方向であり、全体として反力がキャンセルする方向に働き、バランスをとることができる。

【0061】

なお、図7(a)のように回転させたり、その逆で図7(b)のように回転させたりする回転方向の制御は、第1の駆動手段40の回転方向、第2の駆動手段41の回転方向を制御することにより簡単に切り替えることができる。

10

また、当然、内カッターヘッド10の回転方向と外カッターヘッド20の回転方向を互いに同方向とする制御も可能である。

【0062】

図8は、内カッターヘッド10の回転方向と外カッターヘッド20の回転方向を互いに同方向とする制御を簡単に示す図である。

図8(a)は、内カッターヘッド10が反時計回り、外カッターヘッド20も同じ反時計回りに回転している様子を示す図である。一方、図8(b)は、図8(a)とは逆で、内カッターヘッド10が時計回り、外カッターヘッド20も同じ反時計回りに回転している様子を示した図である。

20

【0063】

なお、図8の場合、シールドトンネル掘進機100の先端形状は、内カッターヘッド10が前方にスライドしているいわゆる凸型でも良いし、内カッターヘッドが後方にスライドしている平面型や凹型であっても良い。特に、内カッターヘッド10を外カッターヘッド20と同一平面の平面型となり、回転速度も同じならば、あたかも大きな一枚のカッターが回転している場合と同様にすることも可能である。

【0064】

次に、内カッターヘッド10の回転速度と外カッターヘッド20の回転速度を互いに独立して自在に調整可能とする制御について述べる。

図9は、内カッターヘッド10の回転速度と外カッターヘッド20の回転速度を変化させる様子を簡単に示す図である。この例では、図8(a)と同様、内カッターヘッド10が反時計回り、外カッターヘッド20が時計回りに回転している場合を示している。

30

【0065】

図9(a)は、内カッターヘッド10の回転速度を速くし、外カッターヘッド20の回転速度を遅く制御している場合を簡単に示している。

図9(b)は、内カッターヘッド10の回転速度を遅くし、外カッターヘッド20の回転速度を速く制御している場合を簡単に示している。

このように、内カッターヘッド10の回転速度と外カッターヘッド20の回転速度は互いに独立して自在に制御することができる。なお、回転速度の制御は、第1の駆動手段40の回転速度、第2の駆動手段41の回転速度を各々独立して制御することにより簡単に調整することができる。

40

【0066】

上記実施例に示したように、本発明のシールドトンネル掘進機によれば、硬い岩盤などの地盤から柔らかい土壌の地盤まで掘削する箇所、地盤の硬さに応じてカッターヘッドの形状を変える構造とすることができる。例えば、シールドトンネル掘進機の先端部において、内カッターヘッドが外カッターヘッドに対して前方に出て凸型となったり、同じ平面を構成したり、後方に下がって凹型となったり自在に変化することができる。岩盤の硬さに応じてシールドトンネル掘進機の先端部の形状を自在に変化させることができる。

また、本発明のシールドトンネル掘進機によれば、地盤の硬さに応じてカッターヘッドの回転方向および回転速度を容易に変化させることができる。

50

また、本発明のシールドトンネル掘進機によれば、シールドトンネル掘進機全体のバランスが良くなるとともに、内カッターヘッドの回転方向と外カッターヘッドの回転方向を互いに逆方向であるので、カッターヘッドの回転と地盤からの反力が加わってもシールドトンネル掘進機全体のバランスが良くなる。

【0067】

以上、本発明のシールドトンネル掘進機における好ましい実施例を図示して説明してきたが、本発明の技術的範囲を逸脱することなく種々の変更が可能であることは理解されるであろう。

【産業上の利用可能性】

【0068】

本発明は、シールドトンネル掘進機に対して広く適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】本発明のシールドトンネル掘進機の構成例を示す図である。

【図2】本発明のシールドトンネル掘進機100の内部構造を模式的に示した図である。

【図3】内カッターヘッド10、外カッターヘッド20、隔壁30a、回転シャフト支持部30bの相対的動作について分かりやすく説明した図である。

【図4】内カッターヘッド10の位置が外カッターヘッド20に対して相対的に前後に移動する様子を示す図(その1)である。

【図5】内カッターヘッド10の位置が外カッターヘッド20に対して相対的に前後に移動する様子を示す図(その2)である。

【図6】トンネル掘進により削り取られてカッターチャンバ33内に流入してきた土砂を掘進機本体60側に排出する動作を分かりやすく示した図である。

【図7】内カッターヘッド10の回転方向と外カッターヘッド20の回転方向を互いに逆方向とする制御を簡単に示す図である。

【図8】内カッターヘッド10の回転方向と外カッターヘッド20の回転方向を互いに同方向とする制御を簡単に示す図である。

【図9】内カッターヘッド10の回転速度と外カッターヘッド20の回転速度を変化させる様子を簡単に示す図である。

【符号の説明】

【0070】

10 内カッターヘッド

11 面板

12 スポーク

13 カッタービット

14 スリット

15 内カッターヘッドドラム

16 回転シャフト

17 ギア

18 シャフトスライダー

20 外カッターヘッド

21 面板

22 スポーク

23 カッタービット

24 スリット

25 外カッターヘッドドラム

26 トルク伝導部

30a 隔壁

30b 回転シャフト支持部

31 排土孔

10

20

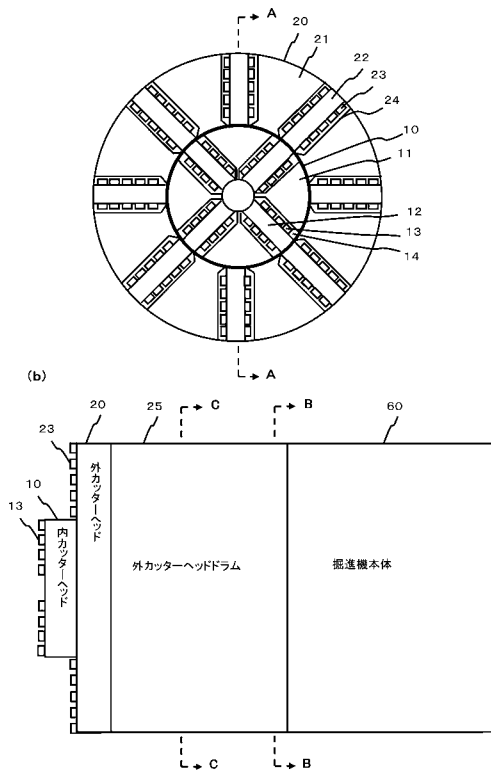
30

40

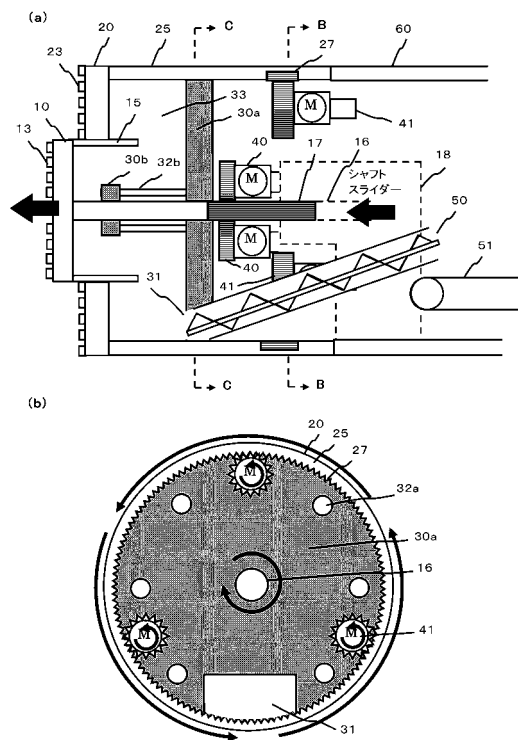
50

- 3 2 a , 3 2 b 支柱
- 3 3 カッターチャンバ
- 4 0 第 1 の駆動手段
- 4 1 第 2 の駆動手段
- 5 0 スクリューコンベア
- 5 1 ベルトコンベア
- 6 0 掘進機本体
- 1 0 0 シールドトンネル掘進機

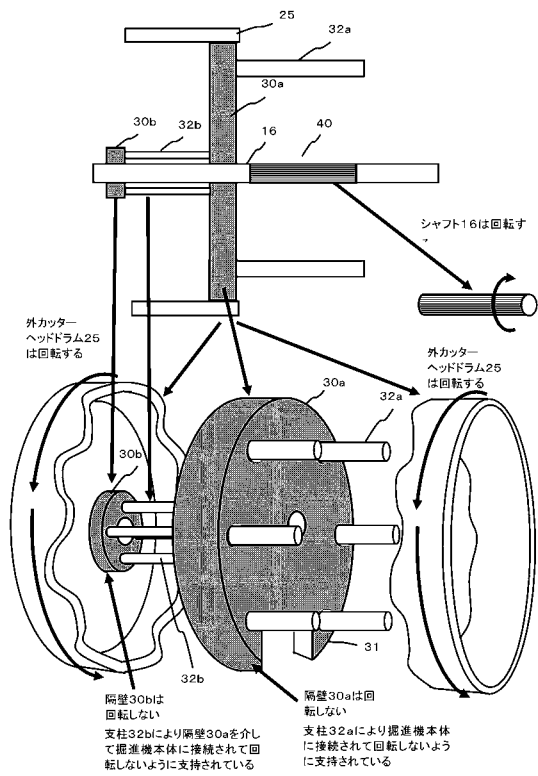
【 図 1 】



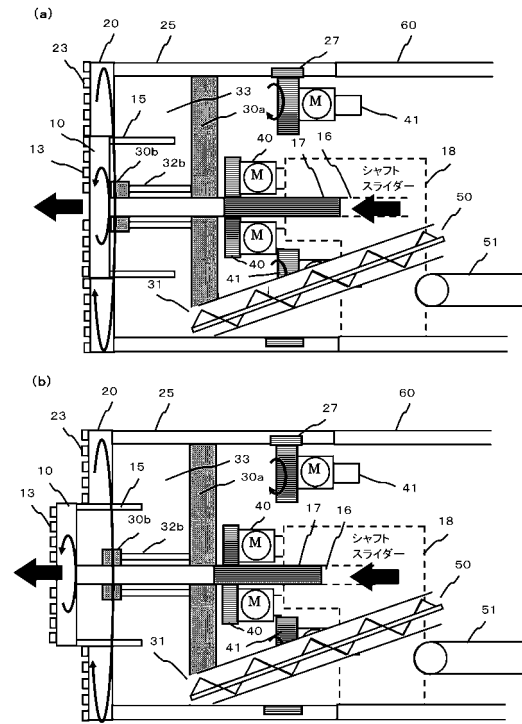
【 図 2 】



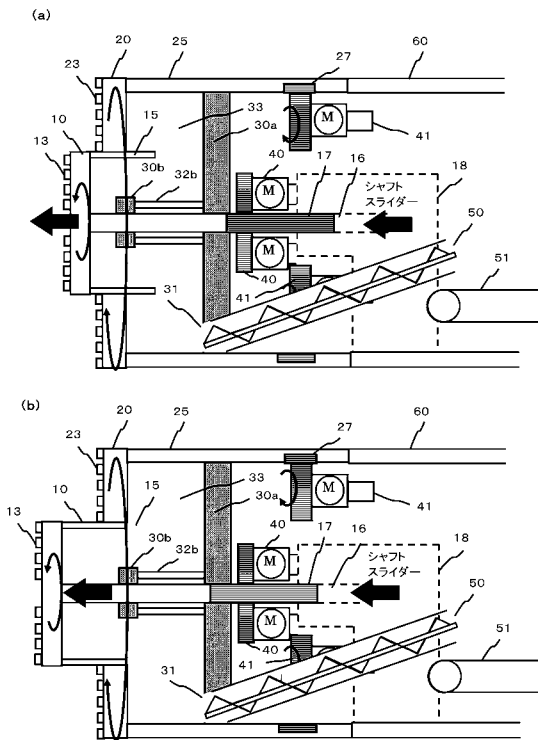
【 図 3 】



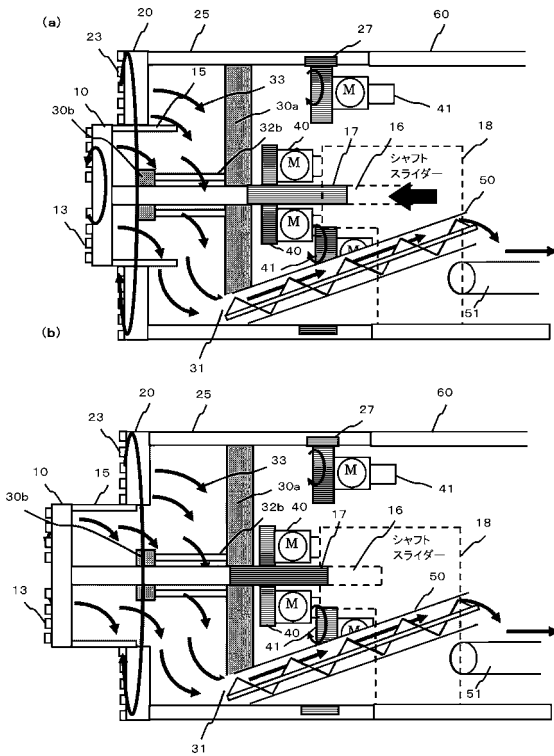
【 図 4 】



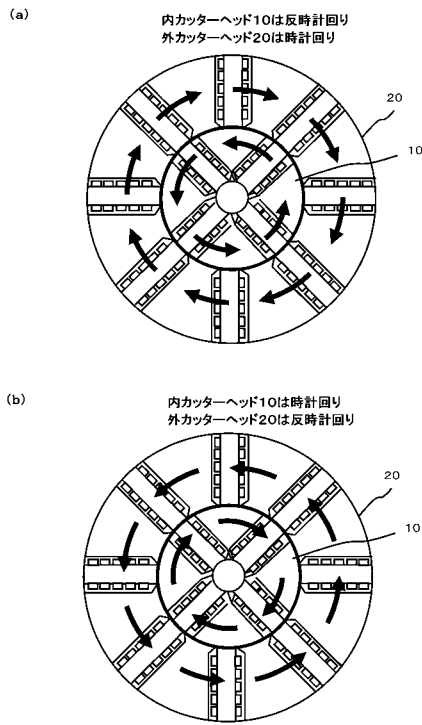
【 図 5 】



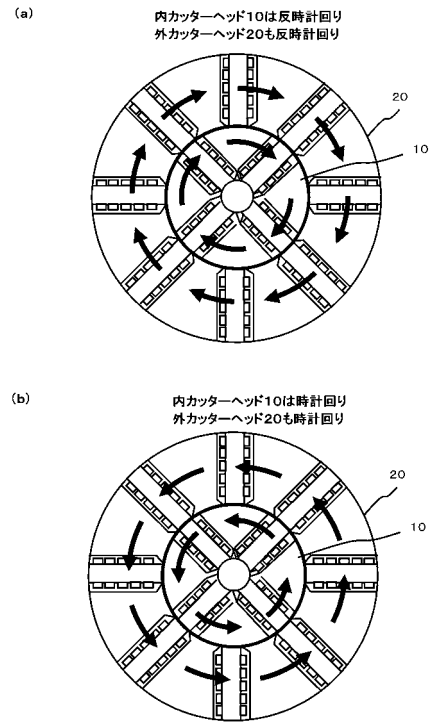
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

