(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2017-106192
(P2017-106192A)
(43)公開日　平成29年6月15日(2017.6.15)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
E21D 9/06	***(2006.01)***	E21D	9/06	301Z	2D054
E21D 9/11	***(2006.01)***	E21D	9/11	A	2D055
E21D 13/02	***(2006.01)***	E21D	13/02		2D155

審査請求 有　請求項の数 5　ＯＬ　（全 10 頁）

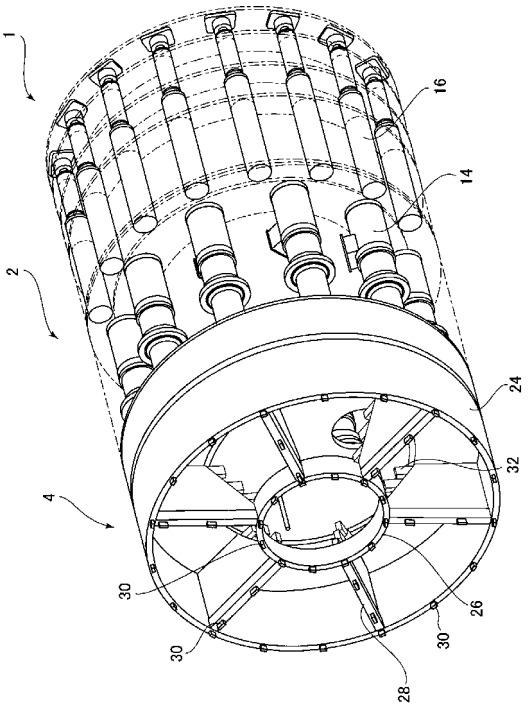
(21)出願番号　特願2015-239193 (P2015-239193)
(22)出願日　平成27年12月8日 (2015.12.8)

(71)出願人　390032517
株木建設株式会社
茨城県水戸市吉沢町３１１番地１
(74)代理人　100086771
弁理士　西島　孝喜
(74)代理人　100088694
弁理士　弟子丸　健
(74)代理人　100094569
弁理士　田中　伸一郎
(74)代理人　100103609
弁理士　井野　砂里
(74)代理人　100095898
弁理士　松下　満
(74)代理人　100098475
弁理士　倉澤　伊知郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】トンネル掘削装置、及び、トンネル掘削方法

(57)【要約】
【課題】シールド工法に適した円環状に地盤を掘削するトンネル掘削装置を提供する。
【解決手段】掘削装置本体２と、掘削装置本体２の先端に設けられ、掘削装置本体２に対して回転駆動される掘削機構４と、を備えた地盤を円環状に掘削するトンネル掘削装置１であって、掘削機構４は、円筒状の外部フレーム２４と、外部フレーム２４と同軸に設けられた円筒状の内部フレーム２６と、内部フレーム２６と外部フレーム２４とを結んで径方向に延びる径方向フレーム２８と、外部フレーム２４と、内部フレーム２６と、径方向フレーム２８の先端面に設けられた掘削ビット３０とを有し、径方向フレーム２８の径方向内側の後部の縁は、後方に向かって径方向外方へ傾斜しており、径方向内側の後部の縁には後方ビット３２が設けられている。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
掘削装置本体と、前記掘削装置本体の先端に設けられ、前記掘削装置本体に対して回転駆動される掘削機構と、を備えた地盤を円環状に掘削するトンネル掘削装置であって、
前記掘削機構は、
円筒状の外部フレームと、
前記外部フレームの内側に前記外部フレームと同軸に設けられた円筒状の内部フレームと、
前記内部フレームと前記外部フレームとを結んで径方向に延びる径方向フレームと、
前記外部フレーム、前記内部フレーム、及び、前記径方向フレームの先端面に設けられた掘削ビットとを有し、
前記径方向フレームの径方向内側の後部の縁は、後方に向かって径方向外方へ傾斜しており、前記径方向内側の後部の縁には後方ビットが設けられている、ことを特徴とするトンネル掘削装置。
【請求項２】
前記トンネル掘削装置は、前記掘削装置本体の後部に設けられたジャッキによりシールドに反力をとって推進されるシールドマシンである、請求項１記載のトンネル掘削装置。
【請求項３】
さらに、前記掘削装置本体の内部に設けられ、開口を有し、前記掘削機構の後方を閉鎖する閉鎖部材と、
前記閉鎖部材の前方側の空間内に入り込んだ掘削土を、前記閉鎖部材に形成された孔を通じて後方に排出する排出機構と、
を備える、請求項１又は２記載のトンネル掘削装置。
【請求項４】
さらに、前記閉鎖部材の前方側の空間内に掘削土を流動化させるための流動化剤を供給する流動化剤供給機構を備える、請求項３記載のトンネル掘削装置。
【請求項５】
請求項１～４の何れかに記載のトンネル掘削装置を用いたトンネル掘削方法であって、
前記掘削装置本体に対して、前記掘削機構を回転駆動させて、地盤を円環状に掘削するステップと、
円環状に掘削された内側の部分の地盤を、前記後方ビットにより粉砕するステップと、
を備えることを特徴とするトンネル掘削方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、トンネル掘削装置、及び、トンネル掘削方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
本件出願人らは、これまで、トンネルボーリングマシン（ＴＢＭ）を用いて地盤にトンネルを掘削するトンネル方法（ＴＢＭ工法）として、円筒状の掘削装置により、トンネルの外環部に当たる位置の地盤を先行して円環状に掘削する工程と、掘削装置の内側に円柱状に残留した地盤を掘削装置の内側に配置された重機により掘削する工程とを行うことによりトンネルを構築する方法を提案している。
【０００３】
そして、このような方法によりトンネルを掘削するための掘削装置として、装置の先端面に複数の掘削ビットが取り付けられた円環状のカッタヘッドを備え、このカッタヘッドを地盤に押し付けながら回転させることにより、地盤を円環状に掘削する装置を提案している（特許文献１～３参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】

【０００４】
【特許文献１】特許第４９３４２３４号
【特許文献２】特許第５１３８８２１号
【特許文献３】特開２０１４－５６７７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
本件出願人は、これまでＴＢＭ工法に用いられる円筒状のトンネル掘削装置を開発してきたが、この装置をシールド工法に適用することを考えている。ＴＢＭ工法は岩盤から成る強固な地盤にトンネルを掘削する方法であるのに対して、シールド工法は、土砂等の比較的に軟弱な地盤にトンネルを掘削する方法である。このように、ＴＢＭ工法とシールド工法とでは、適用される地盤が異なるため、ＴＢＭ工法に用いられていたトンネル掘削装置をそのままシールド工法に適用することは適切ではない。
【０００６】
本発明は、上記の課題に鑑みなされたものであり、シールド工法に適した円環状に地盤を掘削するトンネル掘削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】
【０００７】
本発明のトンネル掘削装置は、掘削装置本体と、掘削装置本体の先端に設けられ、掘削装置本体に対して回転駆動される掘削機構と、を備えた地盤を円環状に掘削するトンネル掘削装置であって、掘削機構は、円筒状の外部フレームと、外部フレームの内側に外部フレームと同軸に設けられた円筒状の内部フレームと、内部フレームと外部フレームとを結んで径方向に延びる径方向フレームと、外部フレーム、内部フレーム、及び、径方向フレームの先端面に設けられた掘削ビットとを有し、径方向フレームの径方向内側の後部の縁は、後方に向かって径方向外方へ傾斜しており、径方向内側の後部の縁には後方ビットが設けられている、ことを特徴とする。
【０００８】
本発明において、好ましくは、トンネル掘削装置は、掘削装置本体の後部に設けられたジャッキによりシールドに反力をとって推進されるシールドマシンである。
【０００９】
上記の通り、例えば、シールド工法が適用されるような軟弱な地盤では、掘削装置により地盤を円環状に掘削すると、その内側に残された円柱状の地盤は自重により崩壊する。これに対して、本発明によれば、自重により円柱状の地盤が崩壊した後、この地盤を後方ビットにより細かく粉砕することができる。このように、本発明によれば、トンネルの全断面を掘削するのではなく、円環状断面を掘削するのみでトンネルを構築することができるため、掘削速度を向上することができる。そして、特に軟弱な地盤を掘削する場合には、円環状に掘削された内側の地盤が自重により崩壊しやすくなるため、本発明のトンネル掘削装置はシールド工法に用いられるシールドマシンに非常に有効である。
【００１０】
本発明において、好ましくは、さらに、掘削装置本体の内部に設けられ、開口を有し、掘削機構の後方を閉鎖する閉鎖部材と、閉鎖部材の前方側の空間内に入り込んだ掘削土を、閉鎖部材に形成された孔を通じて後方に排出する排出機構と、を備える。
【００１１】
上記構成の本発明によれば、掘削装置本体の内側に掘削機構の後方を閉鎖する閉鎖部材が設けられている。これにより、閉鎖部材の前方の空間に掘削した土砂が溜まり、これにより切羽面が崩壊しないように保持することができる。また、閉鎖部材の前方の空間に溜まった土砂は掘削機構が回転することにより、径方向フレーム及び後方ビットにより細かく粉砕される。これにより、容易に閉鎖部材に形成された孔から排出することができる。
【００１２】
本発明において、好ましくは、さらに、閉鎖部材の前方側の空間内に掘削土を流動化さ

せるための流動化剤を供給する流動化剤供給機構を備える。
【００１３】
上記構成の本発明によれば、閉鎖部材の前方の空間の土砂が流動化され、よりスムーズに土砂を後方に排出することができる。
【００１４】
本発明のトンネル掘削方法は、上記のトンネル掘削装置を用いたトンネル掘削方法であって、掘削装置本体に対して、掘削機構を回転駆動させて、地盤を円環状に掘削するステップと、円環状に掘削された内側の部分の地盤を、後方ビットにより粉砕するステップと、を備えることを特徴とする。
【発明の効果】
【００１５】
本発明によれば、シールド工法に適した円環状に地盤を掘削するトンネル掘削装置が提供される。
【図面の簡単な説明】
【００１６】
【図１】本発明の第１実施形態によるトンネル掘削装置を示す透視斜視図である。
【図２】図１に示すトンネル掘削装置の中心軸に沿った鉛直断面図である。
【図３】図２におけるＡ－Ａ断面図である。
【図４】図２におけるＢ－Ｂ断面図である。
【図５】図２におけるＣ－Ｃ断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
以下、本発明のトンネル掘削装置の一実施形態を図面を参照しながら詳細に説明する。
図１は、本発明の第１実施形態によるトンネル掘削装置を示す透視斜視図であり、図２は、図１に示すトンネル掘削装置の中心軸に沿った鉛直断面図である。図３～図５は、それぞれ、図２におけるＡ－Ａ断面図、Ｂ－Ｂ断面図、及び、Ｃ－Ｃ断面図である。なお、以下の説明では、トンネルの掘削進行方向側を前方又は先端側といい、掘削進行方向の反対側を後方又は後端側という。
本実施形態のトンネル掘削装置１は、例えば、土砂からなる地盤にトンネルを掘削するためのシールドマシンである。図１～図５に示すように、本実施形態のトンネル掘削装置１は、全体として円柱状を呈しており、装置本体２と、装置本体２の先端に設けられた掘削機構４と、を備える。
【００１８】
装置本体２は、円筒状の外殻６と、装置本体２の先端側に設けられた円筒状の内殻８とを有する。外殻６と内殻８とは軸方向先端部が一致するように同軸に配置されている。内殻８の後端部と外殻６との間は円環状の後方閉鎖プレート１２により閉鎖されている。また、外殻６の先端部と、内殻８の先端部との間は掘削機構４の円環プレート１０により閉鎖されている。なお、掘削機構４の円環プレート１０は、外殻６及び内殻８とは別体に構成されている。
【００１９】
また、装置本体２は、掘削機構４を回転駆動させるための複数のモータ１４と、トンネル掘削装置１を推進させるための複数の後方ジャッキ１６とを備える。図１及び図２に示すように、モータ１４は外殻６と内殻８との間の空間内に設けられており、等しい角度間隔で配置されている。また、後方ジャッキ１６は、外殻６の内側に沿って後端部に設けられており、等しい角度間隔で配置されている。
【００２０】
また、装置本体２は、内殻８の内側に配置され、掘削機構４の後方を閉鎖する閉鎖部材１８を備える。閉鎖部材１８は円形の基部１８Ａと、基部１８Ａの縁から前方に向かって延びる円筒部１８Ｂとを有する。閉鎖部材１８は、内殻８内に隙間なく配置されており、先端が掘削機構４の円環プレート１０の径方向内側端部と当接している。図５に示すよう

に、基部１８Ａの下部には略楕円形状の開口１８Ｃが形成されている。また、基部１８Ａの側部及び上部には小孔１８Ｄが形成されている。図１に示すように、基部１８Ａに形成されえた開口１８Ｃにはスクリューコンベア２０の先端部が嵌め込まれている。スクリューコンベア２０は後方かつ斜め上方に向かって延びている。また、基部１８Ａの小孔１８Ｄには配管２２が挿通している。配管２２の後端には、水などの土砂を流動化させるための流動化剤を供給する供給装置（図示せず）が接続されており、配管２２を介して閉鎖部材１８内に流動化剤が供給される。なお、配管２２及び供給装置が流動化剤を供給する流動化剤供給機構を構成する。

【００２１】

掘削機構４は、円筒状の外部フレーム２４と、円筒状の内部フレーム２６と、外部フレーム２４及び内部フレーム２６を結び、径方向に延びる複数の径方向フレーム２８と、外部フレーム２４の後端に取り付けられた円環状の円環プレート１０と、を有する。これらフレーム２４、２６、２８は例えば鋼材により構成される。外部フレーム２４の軸方向長さは、内部フレーム２６の軸方向長さよりも長い。径方向フレーム２８は等角度間隔で配置されている。外部フレーム２４、内部フレーム２６、及び、径方向フレーム２８の先端面は略面一となっており、これらフレーム２４、２６、２８の先端面には複数の掘削ビット３０が設けられている。

【００２２】

図２に示すように、径方向フレーム２８の径方向内側の後部の縁は、後方に向かって径方向外方へ傾斜している。そして、径方向フレーム２８径方向内側の後部の縁には、複数の後方ビット３２が設けられている。

モータ１４を駆動させることにより、掘削機構４が装置本体２に対して回転駆動される。

【００２３】

以下、上述したトンネル掘削装置１を用いてトンネルを掘削する方法を説明する。

既にトンネル掘削装置１により円形に掘削されたトンネル表面には、円筒状にシールド３４が構築されている。トンネルを掘削する場合には、トンネル掘削装置１の後方ジャッキ１６を伸長させてシールド３４に反力を取りながら、トンネル掘削装置１を推進させる。

【００２４】

また、これと並行して、モータ１４を駆動させることにより掘削機構４を装置本体２に対して回転駆動する。掘削機構４が回転駆動されると、掘削機構４の先端面に設けられた掘削ビット３０により地盤が円環状に掘削される。円環状に地盤を掘削することにより生じた掘削土は、円環プレート１０内の内側を通り、閉鎖部材１８の前方の空間（閉鎖部材１８の円筒部１８Ｂ及び掘削機構４の外部フレーム２４により囲まれた空間）に収容される。

【００２５】

また、地盤が円環状に掘削されることにより、その内側には円柱状の地盤が残される。このように残された円柱状の地盤は、内部フレーム２６の内側に入り込む。ここで、シールドマシンによりトンネルを構築するような地盤は、土砂等の軟弱な地盤である。このため、内部フレーム２６内に入り込んだ円柱状の地盤は自重により崩落する。そして、このようにして崩落した地盤は、掘削機構４が回転することにより、後方ビット３２により細かく粉砕される。

【００２６】

閉鎖部材１８の前方の空間内には、供給装置から配管２２を通じて流動化剤が供給される。そして、掘削機構４が回転することにより、閉鎖部材１８の前方の空間に収容された土砂と流動化剤とが撹拌されて、土砂が流動性を増す。流動性が増した土砂は、スクリューコンベア２０により装置後方へと排出される。

【００２７】

このようにして、地盤を構築するとともにトンネル掘削装置１を所定距離、前進させる

と、一端後方ジャッキ１６を収縮させて、後方ジャッキ１６と既に構築されたシールド３４の間に新たなシールドセグメントを設置する。シールドセグメントの設置が完了したら、この新たに設置したシールドセグメントに反力を取りながら、上述したように掘削を続行する。このようにして、地盤を掘削して円形断面のトンネルを構築することができる。

【００２８】

以上説明したように、本実施形態によれば、掘削機構４により地盤を円環状に掘削し、その内側の円柱状の地盤は自重により崩壊した後、後方ビット３２により細かく粉砕している。このように、本実施形態では、トンネルの全断面を掘削するのではなく、円環状に掘削するのみであるため、掘削速度を向上することができる。特に軟弱な地盤を掘削する場合には、円環状に掘削された内側の地盤が自重により崩壊しやすくなるため、本実施形態のトンネル掘削装置はシールド工法に非常に有効である。

【００２９】

また、本実施形態によれば、装置本体２内に掘削機構４の後方を閉鎖する閉鎖部材１８が設けられている。これにより、閉鎖部材１８の前方の空間に掘削した土砂が溜まり、これにより切羽面が崩壊しないように保持することができる。また、閉鎖部材１８の前方の空間に溜まった土砂は掘削機構４が回転することにより、径方向フレーム２８及び後方ビット３２により細かく粉砕される。これにより、容易に閉鎖部材１８に形成された開口１８Ｃから排出することができる。

【００３０】

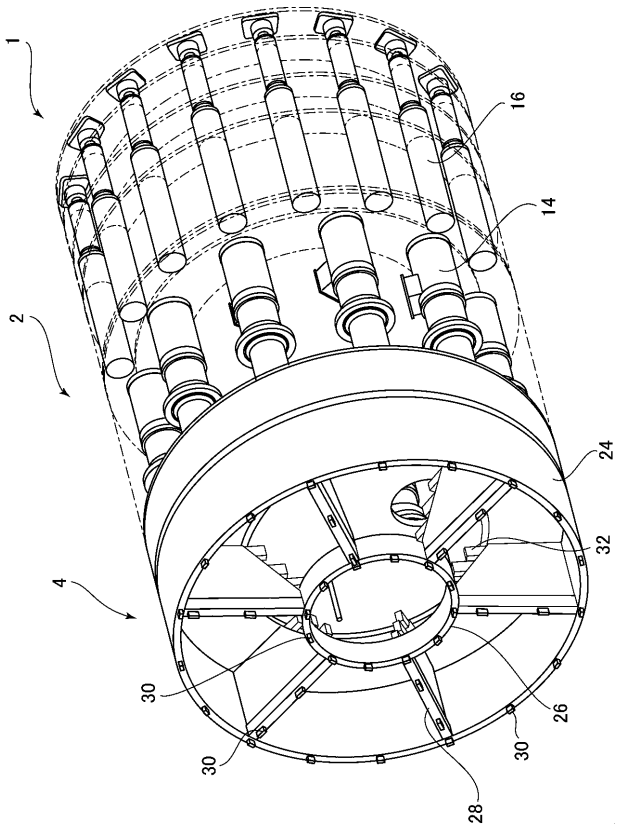
また、本実施形態によれば、配管２２を通じて閉鎖部材１８の前方の空間に流動化剤が供給される。これにより、閉鎖部材１８の前方の空間の土砂が流動化され、よりスムーズに土砂を後方に排出することができる。

【符号の説明】

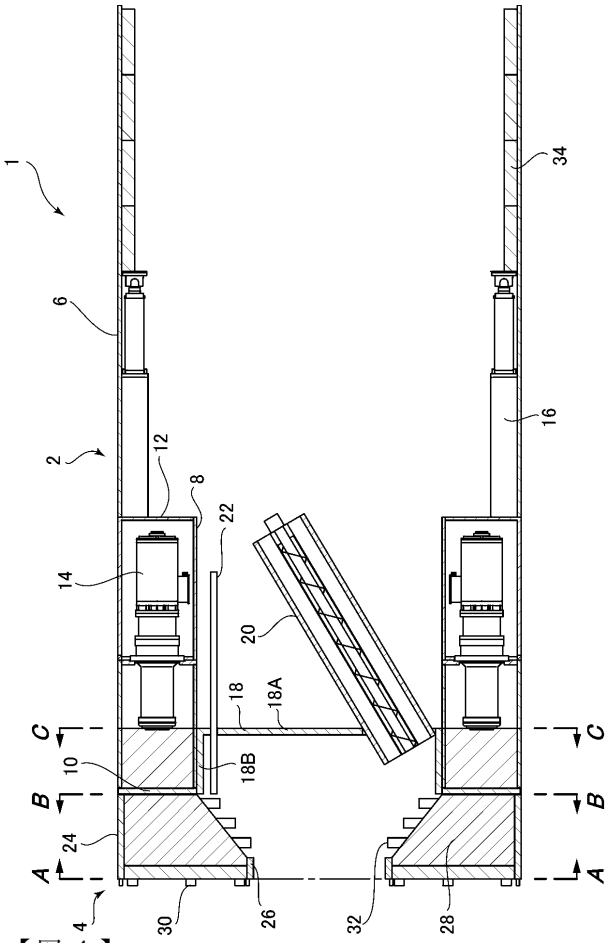
【００３１】

１　トンネル掘削装置
２　装置本体
４　掘削機構
６　外殻
８　内殻
１０　円環プレート
１２　後方閉鎖プレート
１４　モータ
１６　後方ジャッキ
１８　閉鎖部材
１８Ａ　基部
１８Ｂ　円筒部
１８Ｃ　開口
１８Ｄ　小孔
２０　スクリューコンベア
２２　配管
２４　外部フレーム
２６　内部フレーム
２８　径方向フレーム
３０　掘削ビット
３２　後方ビット
３４　シールド

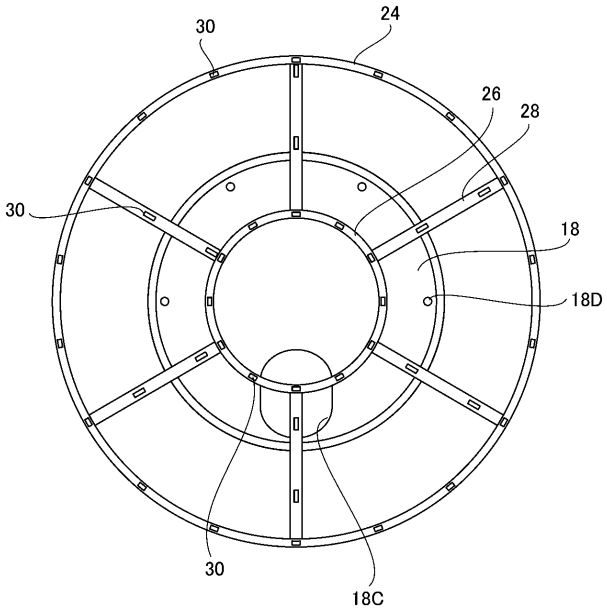
【図１】


1
2
4
16
14
24
32
30
26
28

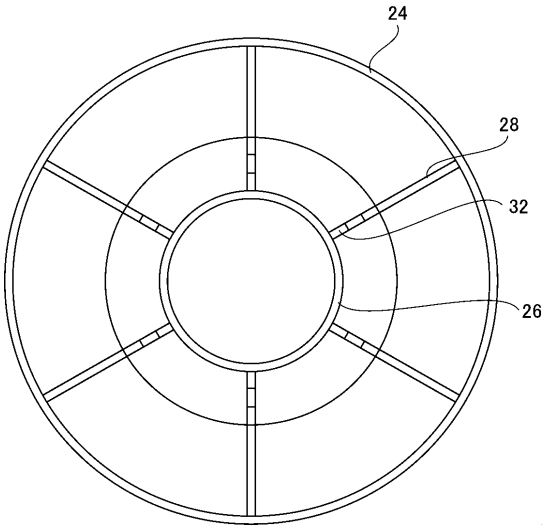
【図２】


1
2
4
6
8
10
12
14
16
18
18A
18B
20
22
24
26
28
30
32
34
A
B
C

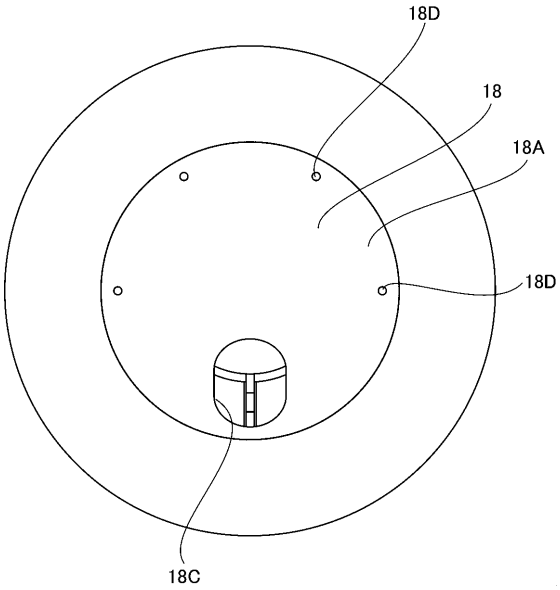
【図３】


30
24
26
28
18
18D
18C

【図４】


24
28
32
26

【図５】



【手続補正書】
【提出日】平成29年3月6日(2017.3.6)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
掘削装置本体と、前記掘削装置本体の先端に設けられ、前記掘削装置本体に対して回転駆動される掘削機構と、を備えた地盤を円環状に掘削するトンネル掘削装置であって、
前記掘削機構は、
円筒状の外部フレームと、
前記外部フレームの内側に前記外部フレームと同軸に設けられた円筒状の内部フレームと、
前記内部フレームと前記外部フレームとを結んで径方向に延びる径方向フレームと、
前記外部フレーム、前記内部フレーム、及び、前記径方向フレームの先端面に設けられた掘削ビットとを有し、
前記径方向フレームの径方向内側の後部の縁は、後方に向かって径方向外方へ傾斜しており、前記径方向内側の後部の縁には後方ビットが設けられている、ことを特徴とするトンネル掘削装置。
【請求項２】
前記トンネル掘削装置は、前記掘削装置本体の後部に設けられたジャッキにより新たに設置したシールドセグメントに反力をとって推進されるシールドマシンである、請求項１記載のトンネル掘削装置。

【請求項３】
さらに、前記掘削装置本体の内部に設けられ、開口を有し、前記掘削機構の後方を閉鎖する閉鎖部材と、
前記閉鎖部材の前方側の空間内に入り込んだ掘削土を、前記閉鎖部材に形成された孔を通じて後方に排出する排出機構と、
を備える、請求項１又は２記載のトンネル掘削装置。
【請求項４】
さらに、前記閉鎖部材の前方側の空間内に掘削土を流動化させるための流動化剤を供給する流動化剤供給機構を備える、請求項３記載のトンネル掘削装置。
【請求項５】
請求項１～４の何れかに記載のトンネル掘削装置を用いたトンネル掘削方法であって、
前記掘削装置本体に対して、前記掘削機構を回転駆動させて、地盤を円環状に掘削するステップと、
円環状に掘削された内側の部分の地盤を、前記後方ビットにより粉砕するステップと、
を備えることを特徴とするトンネル掘削方法。

フロントページの続き

(74)代理人　100170634
弁理士　山本　航介
(72)発明者　株木　康吉
東京都豊島区高田３丁目３１番地５号　株木建設株式会社内
(72)発明者　武田　光雄
東京都豊島区高田３丁目３１番地５号　株木建設株式会社内
(72)発明者　株木　雅浩
東京都豊島区高田３丁目３１番地５号　株木建設株式会社内

Ｆターム(参考) 2D054 AC01　AD07　BA05　BB09　DA03　DA12　DA33　GA12　GA56
2D055 BA01　BB01
2D155 BA01　BB01