

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4498543号
(P4498543)

(45) 発行日 平成22年7月7日 (2010.7.7)

(24) 登録日 平成22年4月23日 (2010.4.23)

(51) Int.Cl.

F 1

E 2 1 D 9/087 (2006.01)

E 2 1 D 9/08 B

E 2 1 D 9/06 (2006.01)

E 2 1 D 9/08 E

E 2 1 D 9/06 3 O 1 P

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-158677 (P2000-158677)
 (22) 出願日 平成12年5月29日 (2000.5.29)
 (65) 公開番号 特開2001-336391 (P2001-336391A)
 (43) 公開日 平成13年12月7日 (2001.12.7)
 審査請求日 平成19年5月28日 (2007.5.28)

(73) 特許権者 000001236
 株式会社小松製作所
 東京都港区赤坂二丁目3番6号
 (73) 特許権者 000166432
 戸田建設株式会社
 東京都中央区京橋1丁目7番1号
 (74) 代理人 100071054
 弁理士 木村 高久
 (72) 発明者 岩切 満行
 東京都港区赤坂二丁目3番6号 株式会社
 小松製作所内
 (72) 発明者 三谷 典夫
 東京都港区赤坂二丁目3番6号 株式会社
 小松製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トンネル掘進機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スキンプレート前端部に回転自在に設けた縮径可能なカッタヘッドと、縮径された前記カッタヘッドをスキンプレート内への引き込み駆動を行う駆動手段とを備えたトンネル掘進機において、

前記カッタヘッド内に収納され、前記カッタヘッド前方に膨張可能な袋と、

前記袋に注入材を吐出する膨張手段とを備え、

トンネル掘進機を地山に固定した状態にした上で、

前記カッタヘッドをスキンプレート内に引き込みながら前記袋を注入材で膨張させて止水壁を形成するようにしたことを特徴とするトンネル掘進機。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載のトンネル掘進機において、

前記袋は、前記カッタヘッドに着脱自在なカートリッジに収納されたことを特徴とするトンネル掘進機。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載のトンネル掘進機において、

前記袋は、前記カッタヘッドの面板に複数分散して装着されていることを特徴とするトンネル掘進機。

【請求項 4】

スキンプレート前端部に回転自在に設けた縮径可能なカッタヘッドを有するトンネル掘

20

進機のカッタヘッド前方に止水壁を形成するためのトンネル掘進機における止水壁形成方法であって、

トンネル掘進機を地山に固定するとともに、前記カッタヘッドをスキンプレートよりも縮径する工程と、

前記カッタヘッドをスキンプレート内に引き込みながら前記袋を注入材で膨張させて止水壁を形成する工程と

を含むことを特徴とするトンネル掘進機における止水壁形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

10

本発明は、トンネル掘進機に関する。

【0002】

【従来の技術】

トンネル掘進機のカッタヘッドに装着されたカッタ装置は、地山を掘削することにより先端が摩耗するため、長距離を掘進する工事では途中でカッタ装置の交換や補修が必要となる。

従来、カッタ装置の交換や補修の作業を行う場合、カッタ交換予定地点に立坑を構築する工法や、地上からの薬液注入による地盤改良工法が用いられている。

また最近では、カッタ自動交換装置や、カッタヘッド反転機構（球体シールド工法）や、固化材充填工法が開発されている。

20

【0003】

カッタ自動交換装置については、例えば実開平6-63697号公報に開示されているように、メインカッタが摩耗したときにカッタヘッドの面板に格納された予備カッタを油圧ジャッキで押し出す予備カッタ装置がある。

カッタヘッド反転機構については、例えば特開平6-173593号公報に開示されているように、シールドマシンの先端部に回転自在の球体作業室を設け、球体作業室の前面に球体作業室に格納可能なカッタヘッドを設けると共に、ビットを交換する際には、カッタヘッドを球体作業室内に格納してから球体作業室を反転して（すなわち、カッタヘッドをシールドマシンの後方に向けて）交換作業を行うことが可能なシールドマシンがある。

【0004】

30

固化材充填工法については、例えば図5に示す特開平10-184278号公報に開示されたものがある。すなわち、カッタ交換位置にてカッタヘッド51を縮径した後、チャンバ52内をミキシングしながら固化材を注入し、チャンバ52内の土石を低強度のソイルモルタルに置き換える（図5（a））。ついで、カッタヘッド51の前面に高強度モルタルを打設しながらから低強度モルタルとカッタヘッド51とを一体にスキンプレート53内に引き込み（図5（b））、高強度モルタルの壁体54を形成する。ついで、低強度モルタルを除去してカッタ交換用の作業空間を確保し（図5（c））、カッタ交換作業を行う。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

40

しかしながら、上記従来のカッタ交換には、次のような問題点がある。

地上から立坑を構築する工法においては、過密した都市部で立坑用地の確保が困難であり、また立坑の構築にコストと時間がかかる。また、地上から薬液注入する工法においては、掘削深度が大きいことや輻輳する既設埋設物が支障となって地上からの地盤改良が行えないなどの問題がある。

また、カッタ自動交換装置では作動回数が1回のみであり、長距離を掘進する場合には対応できない。

また、カッタヘッド反転機構では、球体作業室内にカッタヘッド回転用駆動装置やカッタヘッド格納用駆動装置等を配置するので、中・小口径マシンに適用しようとする球体作業室に占めるこれらの駆動装置の占める割合が大きいため、カッタヘッドを格納するため

50

のスペースが確保できないので、中・小口径マシンには適用できず、しかも、複雑な機構が必要となるために大幅なコストアップの原因となる。

更に、固化材充填工法では、チャンバ内にも固化材が充填されてしまうため、この固化材の除去作業に多大の時間を要する。また、引き込んだカッタヘッドを通常的位置に戻す際に、スキンプレーットの内面に固着した固化材を削り落とす機構が必要となる。

【0006】

本発明は、上記の課題を解決するため、簡単な構成でカッタ装置の交換作業が容易にできるトンネル掘進機を提供することを目的としている。また、カッタ装置の交換作業が繰り返しできるトンネル掘進機を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段、作用及び効果】

上記の目的を達成するために、本発明は、スキンプレーット前端部に回転自在に設けた縮径可能なカッタヘッドと、縮径された前記カッタヘッドをスキンプレーット内への引き込み駆動を行う駆動手段とを備えたトンネル掘進機において、

前記カッタヘッド内に収納され、前記カッタヘッド前方に膨張可能な袋と、

前記袋に注入材を吐出する膨張手段とを備え、

トンネル掘進機を地山に固定した状態にした上で、

前記カッタヘッドをスキンプレーット内に引き込みながら前記袋を注入材で膨張させて止水壁を形成するようにしたことを特徴とする。また、前記袋は、前記カッタヘッドに着脱自在なカートリッジに収納されたことを特徴とする。また、前記袋は、前記カッタヘッドの面板に複数分散して装着されていることを特徴とする。また、本発明の方法では、スキンプレーット前端部に回転自在に設けた縮径可能なカッタヘッドを有するトンネル掘進機のカッタヘッド前方に止水壁を形成するためのトンネル掘進機における止水壁形成方法であって、

トンネル掘進機を地山に固定するとともに、前記カッタヘッドをスキンプレーットよりも縮径する工程と、

前記カッタヘッドをスキンプレーット内に引き込みながら前記袋を注入材で膨張させて止水壁を形成する工程と

を含むことを特徴とする。

【0008】

本発明によると、カッタヘッドを前胴のスキンプレーット内部に引き込みながら、カッタヘッドに装着した袋（例えば、風船等）内に注入材（例えば、固化材等）を注入して風船を膨張させることにより、切羽とカッタヘッドの前面とスキンプレーットとに囲まれた空間に止水壁を形成するので、チャンバ内にカッタ装置の交換作業のための空間を確保することができる。

このため、従来のようにカッタ装置の交換作業のための立坑や地盤改良は必要なく、また、袋によって固化材はカッタヘッド前方のみで固まるため、固化材充填方式のようなチャンバ内の固化材除去作業も必要ないので、作業性が大幅に向上する。

また、カッタヘッド内には、袋を収納したカートリッジと注入材用の配管を装着するだけで、アクチュエータ等を装着する必要はないので、大幅なコストアップを招来することはない、また、小口径マシンにも適用できる。

更に、スキンプレーット及びカッタヘッドは、袋を介して注入材と接触するので、カッタ交換作業後の注入材除去時に注入材が付着することなく除去でき、スムーズに通常の掘進姿勢に戻ることができる。

更に、前記袋はカートリッジに内蔵した状態でカッタヘッドに着脱できるので、カッタ装置の交換作業の回数に制限がなくなり、トンネル工事での長距離掘進作業が可能となる。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して実施形態について詳細に説明する。

図1は、本発明を適用したトンネル掘進機の断面図であり、図2はその正面図である。

【0010】

トンネル掘進機1は、テレスコピック状にされた前胴2と後胴3とを備え、前胴2及び後胴3は複数のアーティキュレートジャッキ4により相互に摺動屈曲自在に接続されている。後胴3は、円筒形のスキンプレート3aに覆われており、後方にセグメント5を連続設置するエレクタ27と、連続設置されるセグメント5に反力をとってトンネル掘進機1を推進させる複数のシールドジャッキ6と、後胴3を地山に固定する複数本のグリッパ7とを有している。また、前胴2は円筒形のスキンプレート2aに覆われており、前胴2の前部には、隔壁8を備えたカッタヘッドサポート9がスキンプレート2aの内部に軸方向に移動可能に挿入されている。

カッタヘッドサポート9の前部には、カッタヘッド10が回転自在に装着されており、カッタヘッドサポート9とカッタヘッド10とで囲まれるチャンバ11を形成している。カッタ装置を交換する際には、作業員は隔壁8に設けられたマンホール8aからチャンバ11内に入って交換作業をすることが可能である。また、カッタヘッドサポート9の隔壁8は、カッタヘッド10の回転駆動用の複数の油圧モータ12と、排土装置13（送泥管13a、排泥管13b）と、圧油や固化材等をカッタヘッド10へ回転自在に送給するためのスィベルジョイント14とを有している。また、隔壁8の中心部には、スィベルジョイント14からカッタヘッド10への配管を内装したパイプ10aを回転自在に支持する軸受8bが装着されている。カッタヘッドサポート9は、前胴2の内面により半径方向に支持されると共に、隔壁8と後胴3との間に接続された複数のカッタヘッド引き込みジャッキ15により構成されるラチス構造により軸方向および回転方向（ねじれ方向）に支持されている。

【0011】

図2にも示すように、カッタヘッド10の面板16にはカッタ装置として複数のディスクカッタ17及び複数のカッタビット18が装着されている。これらのカッタ装置のうち外周側に張出自在に装着されているディスクカッタ17a及びカッタビット18aはそれぞれカッタ格納ジャッキ19、20を備えている。ディスクカッタ17a及びカッタビット18aの張出しにより、トンネル掘進機1の外径、すなわち、スキンプレート2a、3aの外径よりも大きく地山を掘削（オーバーカット）することが可能となっている。

また、カッタヘッド10の面板16には複数の風船カートリッジ21が分散して装着されている。

【0012】

図3は風船カートリッジ21の装着状態を示す断面図である。

風船カートリッジ21は、円盤状のベース21aとベース21aの中央に立設する筒体21bと筒体21bの先端開口部に冠入されるキャップ21cとを有しており、筒体21bの内部には風船22を収納している。風船22は、ゴム系の袋または繊維系の袋である。風船カートリッジ21は、面板16のチャンバ11側に装着された円筒状のブラケット16a内に筒体21bを挿入して、ベース21aとブラケット16aとをボルト（図示せず）により固定することによりカッタヘッド10に装着されている。なお、同図にも示すように、風船カートリッジ21の装着状態において、先端のキャップ21cは面板16の前面よりも若干引っ込んだ状態である。

風船22の開口部22aは、ベース21a内に設けられた通路24aと、通路24aに連通する、ブラケット16a内に設けられた通路24bとを介して、遮断バルブ23を有する注入材配管24の一端に接続されている。注入材配管24の他端は前記スィベルジョイント14に接続されている。

【0013】

後胴2の後方には、前述した各種ジャッキや油圧モータ12に圧油を供給する油圧ユニット（図示せず）等の他に、風船22に注入材を供給する注入ポンプユニット25が配設されている。注入ポンプユニット25には注入材配管26の一端が接続され、注入材配管26の他端はスィベルジョイント14に接続されている。これにより、注入ポンプユニット25から吐出される注入材は、注入材配管26、スィベルジョイント14、注入材配管2

4、ブラケット16aの通路24b及び風船カートリッジ21のベース21aの通路24aを介して風船22内に注入される。

【0014】

以上の構成において、掘進する際には、油圧モータ12を駆動してカッタヘッド10を回転させると共に、シールドジャッキ6を伸長させて、カッタヘッド10の前面の切羽を掘削しながらトンネル掘進機1を前進させる。曲線掘進する際には、アーティキュレートジャッキ4を駆動して前胴2と後胴3とを屈曲させた状態で掘進させる。

掘削によりチャンバ11内に取り込まれた土石は、送泥管13aから吐出される泥水と共に排泥管13bに吸い込まれ、トンネル掘進機1の後方に送られ処理される。

所定距離掘進する毎に、後胴3内に装着されたエレクタ27によりセグメント5を組み立ててゆきトンネルを構築してゆく。

10

【0015】

次に、カッタ装置の交換作業について、図4も参照して詳細に説明する。

トンネル掘進機1がカッタ装置の交換予定地点に到達したら、グリッパ7を伸長して後胴3を地山に固定する。そして、カッタ格納ジャッキ19、20を縮退してカッタヘッド10の外周側に装着されているディスクカッタ17a及びカッタビット18aをトンネル掘進機1の中心方向に引き込む(図4(a))。これにより、カッタヘッド10の外径は縮径して、前胴2のスキンプレート2aの内径よりも小さくなる。

次いで、カッタヘッド引き込みジャッキ15を固定したまま(カッタヘッド10を固定したまま)、アーティキュレートジャッキ4を駆動して前胴2のスキンプレート2aを所定距離前方に押し出す(図4(b))。

20

【0016】

次いで、注入ポンプユニット25を駆動して所定圧を加え注入材を風船22に注入して風船22を膨らませながら、カッタヘッド引き込みジャッキ15を縮退してカッタヘッドサポート9と共にカッタヘッド10をスキンプレート2a内部に所定距離後退させる(図4(c))。注入完了後、注入ポンプユニット25を停止する。注入材としては、例えばセメント系の固化材を用いる。これにより、切羽とカッタヘッド10の前面とスキンプレート2aとに囲まれた空間28が形成されるとともに、空間28は膨らんだ複数の風船22により填塞された状態となる。

このため空間28を填塞する膨張した複数の風船22は、切羽からの水の侵入を防ぐ止水効果を有し、風船22に注入した固化材が固まることにより、切羽の崩落を防止する効果を有する壁体となる。

30

所定時間経過して固化材が固まったら、チャンバ11内の土石を泥水と共に排泥管13bから排出し、作業員はマンホール8aからチャンバ11に入りカッタ装置の交換作業を行う。

【0017】

カッタ装置の交換作業終了後、カッタヘッド10を駆動して風船22による壁体を掘削しながらカッタヘッド引き込みジャッキ15を伸長して、カッタヘッドサポート9と共にカッタヘッド10を通常の掘進状態での位置まで前進させる(図4(d))。

次いで、アーティキュレートジャッキ4を縮退してスキンプレート2aを通常の掘進状態での位置まで後退させる。そして、カッタ格納ジャッキ19、20を伸長してディスクカッタ17a及びカッタビット18aを通常の掘進状態の位置に張出す。これにより、トンネル掘進機1は図1に示す通常の掘進状態となり、掘進作業を開始することが可能となる。

40

【0018】

風船カートリッジ21は、カッタ装置の交換作業時にカッタ装置と同様にチャンバ11内から交換することができる。このとき、遮断バルブ23を閉じて、風船カートリッジ21を取り外したときに、配管接続部から注入材が漏れないようにする。古い風船カートリッジ21を取り外した後のブラケット16aの内部に硬化した注入材が残っている場合には、注入材を削って新しい風船カートリッジ21を装着するスペースを確保すればよい。

50

【0019】

本実施形態によれば、カッタヘッド10をスキンプレート2a内に引き込んで、注入材を注入した風船22（袋）によりカッタヘッド10前方にのみ壁体を形成し地下水の漏出及び切羽の崩落を防止するので、この壁体によりチャンバ11内にカッタ装置の交換作業のための空間を確保することができる。このため、従来のようにカッタ装置の交換作業のための立坑や地盤改良は必要なく、固化材充填方式のようなチャンバ内の固化材除去作業も必要ないので、作業性が大幅に向上する。

また、カッタヘッド10内に装着する装置が、風船カートリッジ21と、注入材の配管のみという簡単で小型の装置である。このため、大幅なコストアップを招来することはなく、また、小口径マシンにも適用できる。

10

また、風船22により、注入材（固化材）がスキンプレート2a及びカッタヘッド10に直接接触することはないので、これらに付着しない。このため、カッタ交換作業後にカッタヘッド10を通常掘進位置に戻す際、固化材の除去が容易でスムーズに移動することができる。

複数の風船22により止水壁を形成する構成なので、風船22の個数と配置とを設定することにより、任意の径の掘進機に対応することが可能である。また、カッタヘッドの引き込み量を調整することにより、所定厚さの止水壁を形成することができる。

更に、風船カートリッジ21が着脱可能であるため、風船カートリッジ21を交換することによりカッタ装置の交換作業の回数に制限がなくなり、トンネル工事での長距離掘進作業が可能となる。

20

【0020】

また、直接空間28に固化材を注入していないので、スキンプレート2aの内面に固化材が凝着することがなく、カッタヘッド引き込みジャッキ15を伸長して、カッタヘッドサポート9と共にカッタヘッド10を通常の掘進状態での位置までスムーズに前進させることができ、また、アーティキュレートジャッキ4を縮退してスキンプレート2aを通常の掘進状態での位置までスムーズに後退させることができる。

【0021】

上記実施形態においては、風船22への注入材として固化材を注入する例にて説明したが、注入材として泥水を用いても構わない。この場合、カッタ装置の交換作業後にカッタヘッド10を通常の掘進状態での位置まで前進させるとき、風船22を割って泥水を排泥管13bから排出だけでよく、掘削の必要がない。また、泥水式のシールド掘進機の場合には、送泥管13aを分岐して注入材配管26と接続すれば、注入ポンプユニット25は廃止してもよい。

30

【0022】

実施形態においては、トンネル掘進機1として泥水式シールド掘進機を例に挙げて説明したが、土圧式シールド掘進機やTBM（Tunnel Boring Machine）等にも適用可能である。

カッタ装置は、ディスクカッタとカッタビットとを併用したカッタヘッドの例にて説明したが、ディスクカッタのみ、またはカッタビットのみを装着したカッタヘッドにも適用可能である。また、全てのカッタ装置を同時に交換するのではなく、例えば、摩耗の激しいディスクカッタのみを交換するようにしても構わない。

40

また、カッタヘッドサポート9及びカッタヘッド10を前胴2の内部で前後にスライドさせるのにラチス構造のカッタヘッド引き込みジャッキ15を用いたが、これに限定されず、軸方向の複数のジャッキと回転反力（カッタヘッドの回転掘削による反力）を受けることのできるキー溝構造とを有するスライド機構を用いても構わない。

【0023】

風船カートリッジ21の個数と面板16での配置は、実施例に限定されず任意であるが（1個でもよい）、所定サイズの風船を収納したカートリッジをトンネル径に対応してカッタヘッドの面板に配置すれば、カートリッジの共通化が図れる。

切羽とカッタヘッド10の前面と前胴2の内面とに囲まれた空間28を形成するのに、前

50

胴 2 を前方に押し出したが、これに限定されない。例えば、面板がほぼ平面であるようなカッタヘッドの場合、通常掘進時における前胴前部からのカッタヘッドの飛び出し量が小さいため、カッタ装置の交換作業のためカッタヘッドを前胴内部に後退させたとき、前胴を押し出さなくても前記空間の外周部はほぼ前胴内面で形成されるので、前胴の前方への押し出しは不要となる。

【0024】

以上説明したように、本発明によれば、切羽とカッタヘッドの前面とスキンプレートとに囲まれた空間に、所定圧で注入した固化材により膨張した袋（例えば、風船等）により壁体を形成し地下水の漏出及び切羽の崩落を防止するので、この壁体によりチャンバ内にカッタ装置の交換作業のための空間を確保することができる。

10

このため、従来のようにカッタ装置の交換作業のための立坑や地盤改良は必要なく、固化材充填方式のようなチャンバ内の固化材除去作業も必要ないので、作業性が大幅に向上する。また、装置構造が複雑でないので、大幅なコストアップを招来することはなく、また、小口径マシンにも適用できる。

更に、前記袋を収納したカートリッジが交換可能であるため、カッタ装置の交換作業の回数に制限がなくなり、トンネル工事での長距離掘進作業が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態の断面図である。

【図 2】本発明の実施形態の正面図である。

【図 3】本発明の実施形態の風船カートリッジの取付状態を示す断面図である。

20

【図 4】本発明の実施形態のカッタ装置交換作業の手順の説明図である。

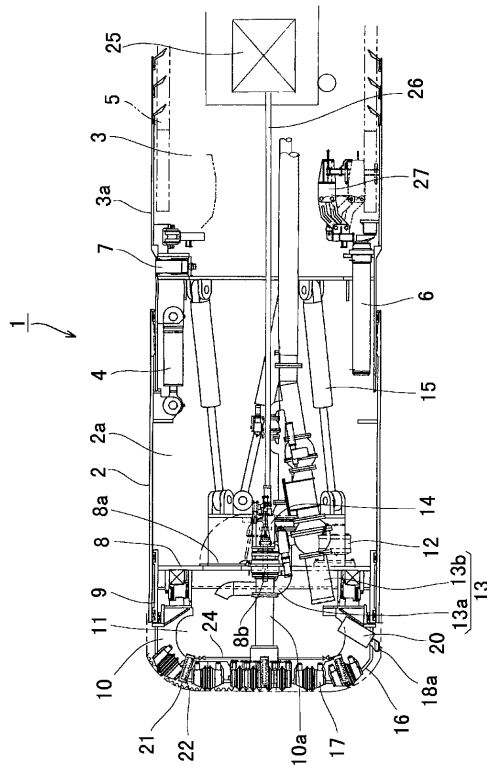
【図 5】従来技術のカッタ装置交換作業の手順の説明図である。

【符号の説明】

1…トンネル掘進機、2…前胴、3…後胴、2a, 3a…スキンプレート、4…アーティキュレートジャッキ、6…シールドジャッキ、7…グリッパ、8…隔壁、9…カッタヘッドサポート、10…カッタヘッド、11…チャンバ、12…油圧モータ、13…排土装置、15…カッタヘッド引き込みジャッキ、16…面板、17…ディスクカッタ、18…カッタビット、21…風船カートリッジ、22…風船、25…注入ポンプユニット、28…空間。

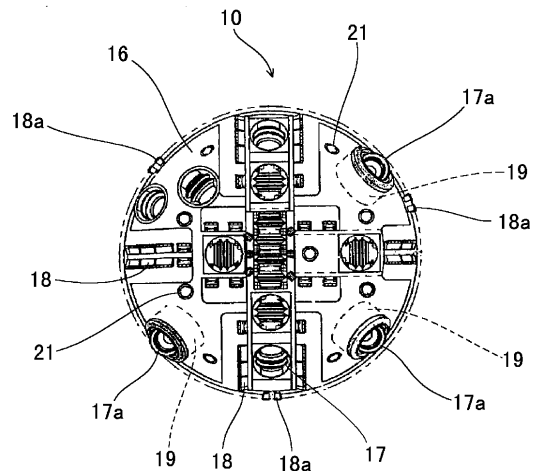
【図 1】

本発明の実施形態の断面図



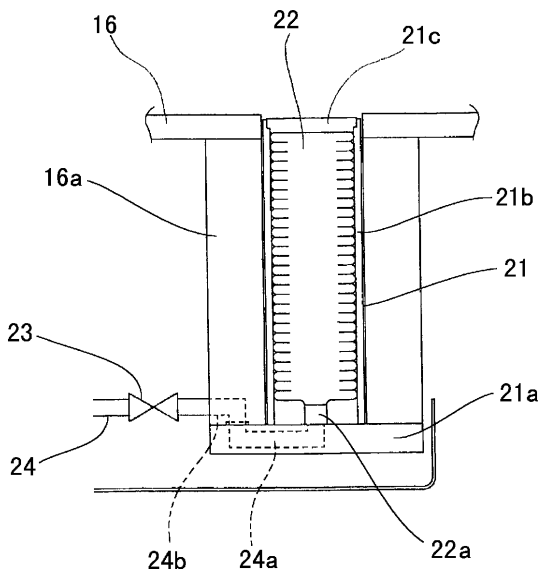
【図 2】

本発明の実施形態の正面図



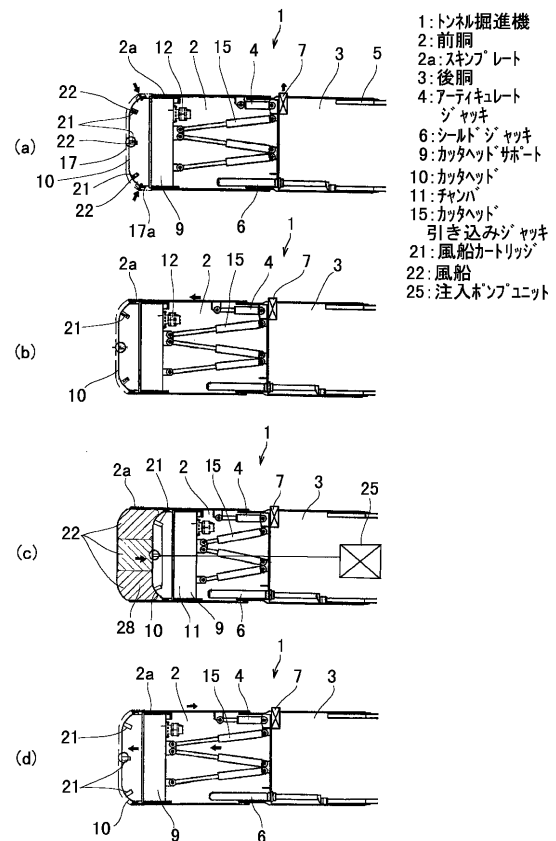
【図 3】

本発明の実施形態の風船カートリッジの取付状態を示す断面図



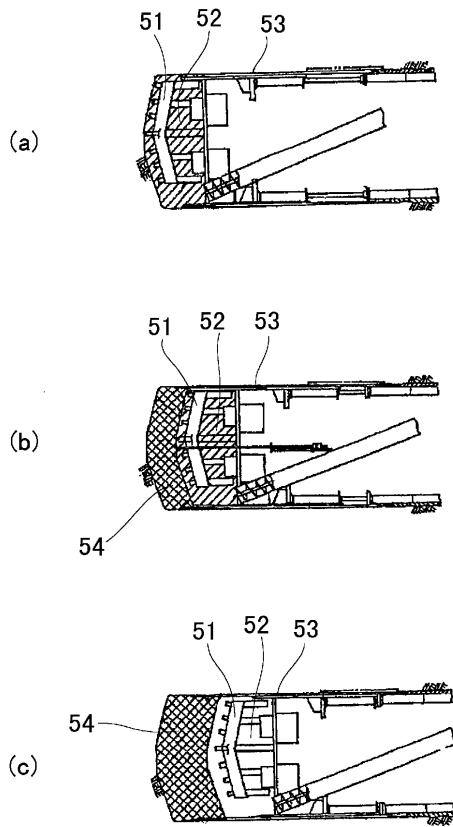
【図 4】

本発明の実施形態のカッタ装置交換作業の手順の説明図



【図 5】

従来技術のカッタ装置交換作業の手順の説明図



フロントページの続き

- (72)発明者 安本 匡剛
東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設株式会社内
- (72)発明者 多田 幸司
東京都中央区八丁堀 4-6-1 戸田建設株式会社内
- (72)発明者 浅井 康彦
東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設株式会社内
- (72)発明者 吉沢 武久
東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設株式会社内
- (72)発明者 松下 清一
東京都中央区八丁堀 4-6-1 戸田建設株式会社内
- (72)発明者 小林 光
東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設株式会社内
- (72)発明者 堀 昭
愛知県名古屋市中区泉 1-2-2 戸田建設株式会社内
- (72)発明者 河野 裕之
東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設株式会社内
- (72)発明者 柳楽 毅
東京都中央区八丁堀 4-6-1 戸田建設株式会社内
- (72)発明者 請川 誠
東京都中央区八丁堀 4-6-1 戸田建設株式会社内
- (72)発明者 元木 実
東京都中央区八丁堀 4-6-1 戸田建設株式会社内

審査官 須永 聡

- (56)参考文献 特開平 08-144697 (JP, A)
特開平 03-090797 (JP, A)
特開平 06-066085 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
E21D 9/087
E21D 9/06
CiNii