

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4141699号  
(P4141699)

(45) 発行日 平成20年8月27日 (2008. 8. 27)

(24) 登録日 平成20年6月20日 (2008. 6. 20)

(51) Int. Cl.

F 1

E 2 1 D 9/087 (2006. 01)

E 2 1 D 9/08

H

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2002-29786 (P2002-29786)  
 (22) 出願日 平成14年2月6日 (2002. 2. 6)  
 (65) 公開番号 特開2003-232193 (P2003-232193A)  
 (43) 公開日 平成15年8月22日 (2003. 8. 22)  
 審査請求日 平成16年9月2日 (2004. 9. 2)

(73) 特許権者 000000099  
 株式会社 I H I  
 東京都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号  
 (73) 特許権者 000207780  
 大豊建設株式会社  
 東京都中央区新川 1 丁目 2 4 番 4 号  
 (74) 代理人 100068021  
 弁理士 絹谷 信雄  
 (72) 発明者 中嶋 大  
 愛知県知多市北浜町 1 1 番 1 号 石川島播磨重工業株式会社 愛知工場内  
 (72) 発明者 門田 克美  
 愛知県知多市北浜町 1 1 番 1 号 石川島播磨重工業株式会社 愛知工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シールド掘進機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シールドフレームの先端で地山を切削するカッタと、シールドフレームの後部に組み付けられた既設セグメントを押すことによって推進力を得るシールドジャッキと備え、上記シールドフレームに、地山に形成される切羽トンネルの内周面と既設セグメントとのクリアランスに裏込材を注入する裏込材注入装置を設けたシールド掘進機において、カッタをトンネル径方向に拡縮可能に形成すると共に、そのカッタに、カッタを拡縮する伸縮ジャッキを設け、上記シールドジャッキに、その推進力を検出する油圧センサを設け、その油圧センサで検出される推進力が予め設定される所定範囲の推進力になるようにカッターを拡縮し、オーバーカット量を微調整して掘進して地山に形成される切羽トンネルの内周面とシールドフレームとのクリアランスを調整して推進抵抗を調整すると共に、上記裏込材注入装置を制御して切羽トンネルと既設セグメントとのクリアランスを埋める裏込材の注入量をそのクリアランスに応じて調整して裏込材口を無くす制御装置を設けたことを特徴とするシールド掘進機。

【請求項 2】

上記カッタは周方向に 4 分割され、かつ、周方向に延びる弧状に形成され、分割された各分割カッタに上記伸縮ジャッキがそれぞれ設けられ、上記伸縮ジャッキが最も縮退したときに、周方向に隣接する各分割カッタがリング形状になるように構成された請求項 1 記載のシールド掘進機。

【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

## 【産業上の利用分野】

本発明は、シールドフレームの先端で地山を切削するカッタと、シールドフレームの後部に組み付けられた既設セグメントを押すことによって推進力を得るシールドジャッキとを備えたシールド掘進機に関するものである。

## 【 0 0 0 2 】

## 【従来の技術】

シールド掘進機は、その先端に設けられたカッタの回転と、シールドジャッキによる推進力によって、地中を掘進するようになっている。カッタの前面には複数のビットが設けられており、このビットが切羽を削って地山を掘削するようになっている。

10

## 【 0 0 0 3 】

カッタには、シールド掘進機が曲線掘進する際に余掘りを行うためのコピーカッタが設けられている。コピーカッタはカッタの外周面に径方向に出没自在に設けられており、その外周側にビットが形成されている。そしてカッタと共に回転するコピーカッタが曲線の内側に位置したときに突出することによって、その曲線の内側を余掘りするようになっている。

## 【 0 0 0 4 】

## 【発明が解決しようとする課題】

シールド掘進機では、カッタにより掘削される切羽トンネルの内径が、シールドフレームの外周よりも若干大きくなるように、カッタが形成されており、シールドフレームが切羽トンネル内をスムーズに推進できるようになっている。なお、組み付けられた既設セグメントの外周面と切羽トンネルの内周面との隙間には裏込材が注入され、組み付けられた既設セグメントがずれるのを防止するようになっている。

20

## 【 0 0 0 5 】

ところで、シールド掘進機が掘進するにつれて、掘削する地山の土質が変わることがある。

## 【 0 0 0 6 】

掘削する地山が粘土等の粘性の大きい土質である場合には、シールドフレームの外周面との摩擦が大きいため、その土がシールドフレームの外周面に付着し、切羽トンネルの内周面と接触するため推進の抵抗が増加して、シールドジャッキに掛かる負荷が大きくなってしまふことがある。

30

## 【 0 0 0 7 】

また、掘削する地山が崩落性のある土質である場合には、シールドフレームの上部の土砂がシールドフレーム上に崩れて、その土砂がシールドフレームの外周面と切羽トンネルの内周面との間に噛み込まれて推進の抵抗が増加して、シールドジャッキに掛かる負荷が大きくなってしまふことがある。

## 【 0 0 0 8 】

そのため、上述のような場合には、推進の抵抗の増加を防止して、シールドジャッキに掛かる負荷を低減するために、切羽トンネルの内周面とシールドフレームの外周面との隙間を大きくする必要がある。

40

## 【 0 0 0 9 】

一方、掘削する地山が岩盤等の粘性が小さく硬い土質である場合には、シールドフレームに土が付着したり、土が噛み込まれることはないので、切羽トンネルの内周面と既設セグメントの外周面との隙間は、裏込材の量を考慮すると、小さい方が好ましい。

## 【 0 0 1 0 】

上述のように、掘削する地山の土質によって、切羽トンネルの内周面とシールドフレームの外周面との隙間を表すオーバーカット量の最適値が違ってくるため、掘削する地山の土質に応じて、オーバーカット量を変更することが望ましい。

## 【 0 0 1 1 】

そこで、従来では、余掘り装置であるコピーカッタを用いてオーバーカット量を調整する

50

ようになっていた。

【0012】

しかしながら、コピーカッタでは、その先端の外周面にカッタビットが設けられているだけであるので、切羽トンネルの内周面をほぐす程度しか切削できない。従って、コピーカッタによるカット量は、必要なオーバーカット量よりもかなり多めに設定されているのが現状であった。そのため、切羽トンネルの内周面と既設セグメントの外周面との隙間に注入される裏込材の量が非常に多くなり、ロスが大きいといった問題があった。

【0013】

さらに、従来のようにコピーカッタを用いてオーバーカット量を調整するのでは、土質の変化は、予め行われた地質調査の範囲でしか対応することができず、実際の細かい土質の

10

【0014】

そこで、本発明は、上記課題を解決するために案出されたものであり、その目的は、掘削される地山の土質に応じてオーバーカット量を最適に調整できるシールド掘進機を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1の発明は、シールドフレームの先端で地山を切削するカッタと、シールドフレームの後部に組み付けられた既設セグメントを押すことによって推進力を得るシールドジャッキと備え、上記シールドフレームに、地山に形成される切羽トンネルの内周面と既設セグメントとのクリアランスに裏込材を注入する裏込材注入装置を設けたシールド掘進機において、カッタをトンネル径方向に拡張可能に形成すると共に、そのカッタに、カッタを拡張する伸縮ジャッキを設け、上記シールドジャッキに、その推進力を検出する油圧センサを設け、その油圧センサで検出される推進力が予め設定される所定範囲の推進力になるようにカッターを拡張し、オーバーカット量を微調整して掘進して地山に形成される切羽トンネルの内周面とシールドフレームとのクリアランスを調整して推進抵抗を調整すると共に、上記裏込材注入装置を制御して切羽トンネルと既設セグメントとのクリアランスを埋める裏込材の注入量をそのクリアランスに応じて調整して裏込材ロスを無くす制御装置を設けたものである。

20

【0016】

上記構成によれば、推進力が所定範囲の上限値を上回るとカッタを拡張させて、クリアランスを大きくして推進抵抗を小さくし、一方、推進力が所定範囲の下限値を下回るとカッタを縮径させて、クリアランスを小さくして裏込材の注入量を減少させることができる。要するに、掘削される地山の土質に応じてカッタを拡張させ、オーバーカット量を最適に微調整できるので、シールドジャッキに掛かる負担を低減できると共に、裏込材のロスを無くすることができる。

30

【0017】

また、曲線掘進時に、カーブの内側のカッタを径方向外側に拡張することによって余掘りを行うこともでき、カッタ前面の掘削面積を変更することによって、従来よりも広い範囲での確実な余掘りの確保が可能となる。

40

【0019】

そして、上記カッタは周方向に4分割され、かつ、周方向に延びる弧状に形成され、分割された各分割カッタに上記伸縮ジャッキがそれぞれ設けられ、上記伸縮ジャッキが最も縮退したときに、周方向に隣接する各分割カッタがリング形状になるように構成されたものが好ましい。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0022】

図1は本発明に係るシールド掘進機の好適な第一の実施の形態を示した断面図、図2は本

50

発明に係るシールド掘進機の好適な第一の実施の形態のカッタの縮径状態を示した正面図、図3は本発明に係るシールド掘進機の好適な第一の実施の形態のカッタの拡径状態を示した正面図である。

【0023】

まず、本実施の形態に係るシールド掘進機の構成を説明する。

【0024】

なお、本実施の形態では、カッタスポーク型のカッタを備えた回転式のシールド掘進機を例に挙げて説明する。

【0025】

係るシールド掘進機1は、シールドフレーム2の先端で地山を切削するカッタ3と、シールドフレーム3の後部に組み付けられた既設セグメント4を押すことによって推進力を得るシールドジャッキ5とを備えている。

10

【0026】

シールドフレーム2の外周面上部後端には、既設セグメント4の外周面と地山6を掘削して形成される切羽トンネル7の内周面との間に裏込材8を注入する裏込材注入装置9が設けられている。この裏込材注入装置9は、コンクリート等からなる裏込材8をシールドフレーム2の後端に送るための配管11と、この配管11に裏込材8を圧送するポンプ12とバルブ14とを有している。

【0027】

配管11は、シールドフレーム2の外周面に掘進方向に沿って複数設けられており、先端側は土砂を掻き分けるべく斜めに形成され、後端側はシールドフレーム2の後端部分に位置し、裏込材8を注入するためのノズル15を備えている。

20

【0028】

本発明は、前面の切羽16側に複数のカッタビット17を備えたカッタ3を、トンネル径方向に拡縮可能に形成したことを特徴とする。

【0029】

具体的には、カッタ3は、カッタスポーク型で回転式のものであって、バルクヘッド18の中心を貫通して設けられたカッタ回転軸21と、このカッタ回転軸21に径方向に沿って設けられたカッタスポーク22と、このカッタスポーク22の外周に設けられ周方向に延びる円周カッタ23とで構成されている。

30

【0030】

カッタスポーク22は、90°ピッチで4本設けられている。円周カッタ23は、リング状に形成されたカッタを90°ピッチで4分割して形成されており、円弧状の各分割カッタ24の内周面中間部にカッタスポーク22の先端が固定されている。

【0031】

カッタスポーク22は、2重筒状に形成されており、内筒25の基端部がカッタ回転軸21に固定され、外筒26の先端部が分割カッタ24に固定されている。内筒25と外筒26とは互いにスライド自在に形成されている。内筒25と外筒26の内部には、径方向に延びて配置され分割カッタ24を拡縮させる伸縮ジャッキ27が各カッタスポーク22毎に設けられている。伸縮ジャッキ27の基端部はカッタ回転軸21の外周面に固定され、先端部は分割カッタ24の内周面に固定されている。

40

【0032】

外筒26の前面の切羽16側には、複数のカッタビット17が配設されている。内筒25の前面の切羽16側の基端部にも、カッタビット17が設けられている。これによって、伸縮ジャッキ27が伸長して、外筒26が径方向外側にスライドしても、内筒25のカッタビット17によって、カッタスポーク22の基端部分を掘削することができる。

【0033】

円周カッタ23の前面の切羽16側には複数のカッタビット17が配設されている。円周カッタ23は、伸縮ジャッキ27が最も縮退したときに、隣接する各分割カッタ24が互いに接触してリング形状に合わさるようになっている。この場合の円周カッタ23の外周

50

半径は、シールドフレーム 2 の外周半径よりも略 10 mm 長くなっている。

【0034】

各伸縮ジャッキ 27 には、油圧配管 28 が接続されている。油圧配管 28 は、シールドフレーム 2 内部に設けられたパルプ 29 及びポンプ 31 に接続されている。カット回転軸 21 とシールドフレーム 2 内部の固定側との接続部分の油圧配管 28 には、ロータリジョイント（図示せず）が設けられている。

【0035】

シールドジャッキ 5 には、油圧センサ 33 が設けられており、その油圧センサ 33 で検出された油圧よりシールド掘進機 1 の推進力（シールドフレーム 2 の外周面と切羽トンネル 7 の内周面との摩擦による推進抵抗）を検知して、掘削する地山の土質を推定するようになっ

10

【0036】

油圧センサ 33 には、裏込材注入装置 9 及び伸縮ジャッキ 27 にそれぞれ電氣的に接続された制御装置 34 が接続されている。制御装置 34 は、油圧センサ 33 で検知されたシールド掘進機 1 の推進力に応じて、裏込材注入装置 9 及び伸縮ジャッキ 27 にそれぞれ作動信号を送信するようになっている。

【0037】

具体的には、制御装置 34 に、許容される推進力の所定範囲が設定されており、油圧センサ 33 にて検知される推進力が所定範囲の上限値を上回ると、伸縮ジャッキ 27 を伸長させると共に、裏込材 8 の注入量を増加させる作動信号を送信する。一方、油圧センサ 33 にて検知される推進力が所定範囲の下限値を下回ると、伸縮ジャッキ 27 を縮退させると共に、裏込材 8 の注入量を減少させる作動信号を送信する。

20

【0038】

その推進力の所定範囲の上限値は、シールドジャッキ 5 の作動能力によって決定され、推進力の所定範囲の下限値は、裏込材 8 の注入量によって決定されている。これによって、既設セグメント 4 の外周面と地山 6 を掘削して形成される切羽トンネル 7 の内周面との間に注入される裏込材 8 の量と、シールドジャッキ 5 により得られる推進力とのバランスを保つこととなる。

【0040】

なお、径方向に延びて配置され分割カット 24 を拡張させる伸縮ジャッキ 27 にダンパ機能を持たせるようにしても良い。具体的には、伸縮ジャッキ 27 を伸縮させる油圧機構に、油圧の上限値を設定しておき、カット 3 の径方向に過大荷重がかかり、油圧が上限値を超えた際に油を抜く等の作動を行うことによって、分割カット 24 が径方向内側へと移動するようになっている。

30

【0041】

これによれば、カット 3 が礫や岩を噛み込んだ際に、分割カット 24 が適宜逃げることができるので、カット本体や駆動部に過大な応力が掛かることがなく、その破損を防止することができる。

【0042】

次に、上記構成によるシールド掘進機 1 の作動と共にその作用を説明する。

40

【0043】

シールド掘進機 1 の掘進時において、粘性が小さく硬い土質等の推進抵抗が小さい地山から、粘性の大きい或いは崩落性がある土質等の推進抵抗が大きい地山へと移動する際には、シールドジャッキ 5 の油圧センサ 33 で検知される推進力が大きくなる。そして、推進力が予め設定された所定範囲の上限値を上回ると、伸縮ジャッキ 27 を伸長させて、カット 3 を拡張させる（図 3 参照）。

【0044】

これによって、シールドフレーム 2 の外周面と切羽トンネル 7 の内周面とのクリアランスを大きくできるので、シールドフレーム 2 の外周面に付着した土が、切羽トンネル 7 の内周面と接触したり、シールドフレームの上部に崩れた土砂がシールドフレーム 2 の外周面

50

と切羽トンネル7の内周面との間に噛み込まれるのを防止でき、推進抵抗を減少させることができるので、シールドジャッキ5に掛かる負荷が大きくなるのを防止できる。

【0045】

また、カッタ3の拡径によって、既設セグメント4と切羽トンネル7との隙間が大きくなるので、カッタ3の拡径量に応じて、これと同時に、裏込材8の注入量も増加させる。

【0046】

このとき、カッタ3の拡径は、推進力が所定範囲に戻るまで行われ、以後、推進力が所定範囲から外れるまでは、検知される推進力が所定範囲の上限値を下回ったときのカッタ3の径で推移する。

【0047】

これによって、シールドジャッキ5の推進能力を全面的に活かしながら、既設セグメント4と切羽トンネル7との隙間を推進可能な最小限の大きさにすることができるので、裏込材8の注入量を必要最小限に抑えることができる。

【0048】

一方、シールド掘進機1の掘進時において、粘性の大きい或いは崩落性がある土質等の推進抵抗が大きい地山から、粘性が小さく硬い土質等の推進抵抗が小さい地山へと移動する際には、シールドジャッキ5の油圧センサ33で検知される推進力が小さくなる。そして、推進力が予め設定された所定範囲の下限値を下回ると、伸縮ジャッキ27を縮退させて、カッタ3を縮径させる(図2参照)。これと同時に、カッタ3の拡径量に応じて、裏込材8の注入量を減少させる。

【0049】

このとき、カッタ3の縮径は、推進力が所定範囲に戻るまで行われ、以後、推進力が所定範囲から外れるまでは、検知される推進力が所定範囲の下限値を上回ったときのカッタ3の径で推移する。なお、推進抵抗が非常に小さく、推進力が所定範囲の下限値まで戻らない場合には、カッタ3の機械的最小径、すなわち、各分割カッタ24同士が互いに接触する径で推移する。

【0050】

以上、上記構成によれば、推進力に応じて、カッタ3の径を微妙に変化させることができるので、既設セグメント4の外周面と切羽トンネル7の内周面との間に注入される裏込材8の量と、シールドジャッキ5により得られる推進力とのバランスを保つことができる。

【0051】

すなわち、掘削される地山6の土質に応じてカッタ3を適宜拡縮させ、オーバーカット量を最適に微調整可能となるので、シールドジャッキ5に掛かる負担を低減できると共に、裏込材8のロスを無くすることができる。

【0052】

さらに、本発明では、前面の切羽16側にカッタビット17を備えたカッタ3を、トンネル径方向に拡縮可能に形成しているので、従来のコピーカッタよりも、地山を効率的に掘削することができると共に、オーバーカットした土砂を、スクリュウコンベア19側へ流し込むことができ、確実に排土することができる。従って、シールドフレーム2の外周側へ流れ込む土砂を低減することができ、推進抵抗の増加要因を未然に取り除くことができる。

【0053】

また、本発明は、オーバーカットするだけに限られるものではない。すべての分割カッタ24を同時に拡縮させるのではなく、曲線の内側に位置する分割カッタ24のみを順次拡径するように操作すれば、曲線掘進時の余掘りを行うこともできる。

【0054】

この場合、従来のコピーカッタが単にカッタの側面の土砂をほぐすだけであるのと比較して、カッタ3前面の掘削面積を変更することによって、従来より広い範囲での確実な余掘りの確保が可能となる。

【0055】

10

20

30

40

50

図４は本発明に係るシールド掘進機の好適な第二の実施の形態を示した断面図、図５は本発明に係るシールド掘進機の好適な第二の実施の形態のカッタの縮径状態を示した正面図、図６は本発明に係るシールド掘進機の好適な第二の実施の形態のカッタの拡径状態を示した正面図である。

【００５６】

本実施の形態では、偏心多軸型のシールド掘進機を例に挙げて説明する。本実施の形態に係るシールド掘進機３５は、上述の第一の実施の形態のシールド掘進機１と比較して、カッタ３６の構造が相違するものである。なお、その他の共通する部分については、同じ符号を付してその説明を省略する。

【００５７】

カッタ３６は、バルクヘッド１８に回転自在に支持された複数（本実施の形態では４個）の回転ドラム３７と、その回転ドラム３７の中心Ｘ２から所定距離偏心した位置Ｘ１を中心として設けられたカッタ回転軸３８と、各カッタ回転軸３８間に架け渡されたカッタ部３９とを備えている。

【００５８】

カッタ部３９は、カッタ回転軸３８に一体的に固定される基台部４１と、その基台部４１の外周に設けられリング状の円周カッタ４３を分割して形成された分割カッタ４４と、分割カッタ４４と基台部４１との間に架け渡された伸縮ジャッキ４５とで構成されている。

【００５９】

円周カッタ４３（分割カッタ４４）の前面の切羽１６側には複数のカッタビット（図示せず）が設けられている。また、基台部４１の切羽１６側には、カッタ面板等のビット支持部材（図示せず）が設けられ、カッタビット（図示せず）が設けられている。

【００６０】

分割カッタ４４は、円周カッタ４３を９０°ピッチで４分割して形成されている。分割カッタ４４は、基台部４１の中心Ｘ３を中心として４方向へ拡縮するようになっている。

【００６１】

なお、本実施の形態においても、図１のシールド掘進機１と同様に、伸縮ジャッキ４５に接続された油圧配管２８のバルブ２９及びポンプ３１が、制御装置３４に電氣的に接続されており、シールドジャッキ５に設けられた油圧センサ３３からの信号に応じて、伸縮ジャッキ４５が伸縮してカッタ３６を拡縮させるようになっている。

【００６２】

本実施の形態においては、カッタ３６の駆動形式が相違するだけであって、図１のシールド掘進機１と同様に、推進抵抗が小さい場合には、図５に示すようにカッタ３６が縮径し、一方、推進抵抗が大きい場合には、図６に示すようにカッタ３６が拡径するので、図１のシールド掘進機１と同等の作用効果を得ることができる。

【００６３】

なお、本発明は、上記実施の形態のカッタ形式以外のカッタであっても、適用できるのは勿論である。

【００６４】

【発明の効果】

以上要するに本発明によれば、掘削される地山の土質に応じてカッタを拡縮させ、オーバーカット量を最適に微調整でき、シールドジャッキに掛かる負担を低減できると共に、裏込材の口ス無くすことができるといった優れた効果を発揮する。

【００６５】

また、本発明は、曲線掘進時に余掘りを行うこともでき、カッタ前面の掘削面積を変更することによって、従来よりも広い範囲での確実な余掘りの確保が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に係るシールド掘進機の好適な第一の実施の形態を示した断面図である。

【図２】本発明に係るシールド掘進機の好適な第一の実施の形態のカッタの縮径状態を示した正面図である。

10

20

30

40

50

【図 3】本発明に係るシールド掘進機の好適な第一の実施の形態のカッタの拡径状態を示した正面図である。

【図 4】本発明に係るシールド掘進機の好適な第二の実施の形態を示した断面図である。

【図 5】本発明に係るシールド掘進機の好適な第二の実施の形態のカッタの縮径状態を示した正面図である。

【図 6】本発明に係るシールド掘進機の好適な第二の実施の形態のカッタの拡径状態を示した正面図である。

【符号の説明】

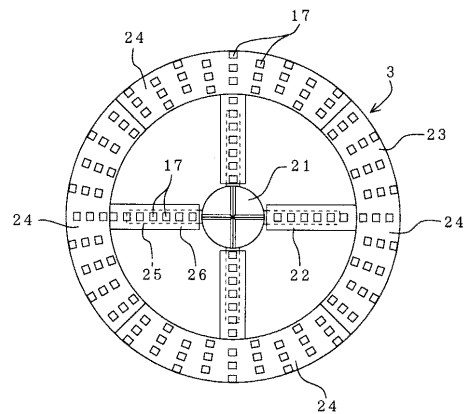
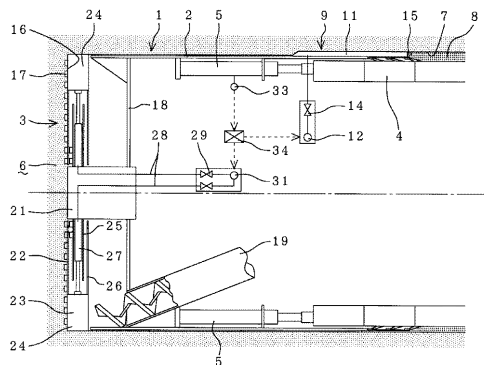
- 1 シールド掘進機
- 2 シールドフレーム
- 3 カッタ
- 4 既設セグメント
- 5 シールドジャッキ
- 6 地山
- 7 切羽トンネル
- 8 裏込材
- 16 切羽
- 17 カッタビット
- 24 分割カッタ
- 27 伸縮ジャッキ
- 33 油圧センサ
- 35 シールド掘進機
- 36 カッタ
- 44 分割カッタ
- 45 伸縮ジャッキ

10

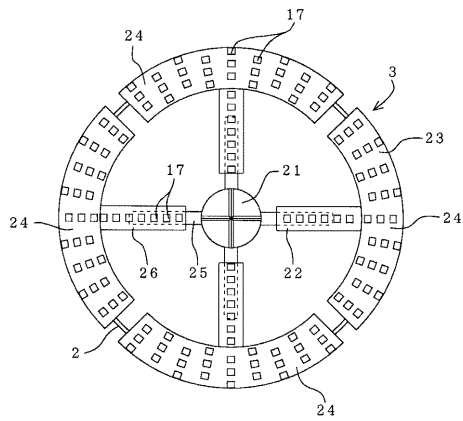
20

【図 1】

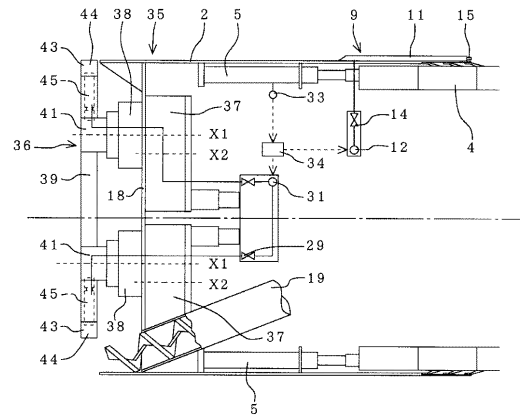
【図 2】



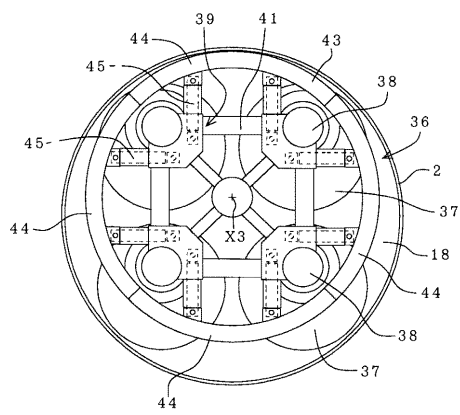
【図 3】



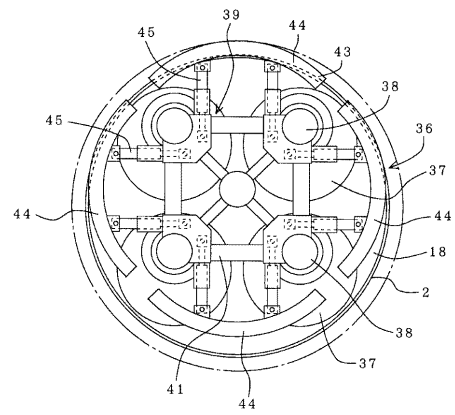
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 近藤 紀夫  
東京都中央区新川一丁目2 4 番4号 大豊建設株式会社内
- (72)発明者 武内 秀行  
東京都中央区新川一丁目2 4 番4号 大豊建設株式会社内
- (72)発明者 大久保 健治  
東京都中央区新川一丁目2 4 番4号 大豊建設株式会社内

審査官 柳元 八大

- (56)参考文献 特開平09 - 158676 (JP, A)  
特開平07 - 208075 (JP, A)  
特開2000 - 257369 (JP, A)  
特開平08 - 093381 (JP, A)  
特開平09 - 235994 (JP, A)  
特開平10 - 246091 (JP, A)  
特開昭55 - 145299 (JP, A)  
特開平04 - 222795 (JP, A)

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