

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5198229号
(P5198229)

(45) 発行日 平成25年5月15日(2013.5.15)

(24) 登録日 平成25年2月15日(2013.2.15)

(51) Int.Cl. F 1
E 2 1 D 9/06 (2006.01)
 E 2 1 D 9/06 3 O 1 A
 E 2 1 D 9/06 3 O 1 H

請求項の数 1 (全 8 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2008-298347 (P2008-298347) | (73) 特許権者 | 000206211 大成建設株式会社 東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 |
| (22) 出願日 | 平成20年11月21日(2008.11.21) | (74) 代理人 | 100068021 弁理士 絹谷 信雄 |
| (65) 公開番号 | 特開2010-121405 (P2010-121405A) | (72) 発明者 | 中根 隆 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 |
| (43) 公開日 | 平成22年6月3日(2010.6.3) | (72) 発明者 | 大坂 衛 東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内 |
| 審査請求日 | 平成23年10月3日(2011.10.3) | (72) 発明者 | 新井 昌一 東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 曲線施工用トンネル掘削機及びそれを用いたトンネルの構築方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

切羽を切削するカッタが前部に設けられた直線状の前胴と、内部にてセグメントが組み立てられる直線状の後胴と、該後胴と上記前胴とを屈曲可能に接続する中折れ機構とを備え、上記前胴又は後胴を軸方向に前後に分割し、これら分割体同士の間、分割体同士を角度を付けて接続する筒状のテーパ部材を、着脱可能に介設した曲線施工用トンネル掘削機を用いたトンネルの構築方法であって、

上記曲線施工用トンネル掘削機を発進立坑から発進させ急カーブトンネルを構築して到達立坑に導き、

該到達立坑内にて上記テーパ部材を取り外して上記分割体同士を直接接続することで上記前胴及び後胴を直線状に改変し、

改変された中折れ機構付きのトンネル掘削機を上記到達立坑から発進させてストレート状又は緩カーブ状のトンネルを構築するようにした

ことを特徴とするトンネルの構築方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、急カーブトンネルを構築するのに好適な曲線施工用トンネル掘削機及びそれを用いたトンネルの構築方法に関する。

【背景技術】

【0002】

曲線施工用トンネル掘削機（曲線施工用シールド掘進機）として、切羽を切削するカッタが前部に設けられた直線状の前胴と、内部にてセグメントが組み立てられる直線状の後胴と、後胴と前胴とを屈曲可能に接続する中折れ機構とを備えたものが知られている（特許文献1、2、3参照）。

【0003】

中折れ機構は、例えば、前胴の後部に後胴の前部を差し込み、これら前胴後部と後胴前部との間に止水シールを設け、一端が前胴に他端が後胴に接続された中折れジャッキを設けて構成され、中折れジャッキを伸縮させることで前胴と後胴とを屈曲させるものである。

10

【0004】

この曲線施工用シールド掘進機は、中折れ機構によって前胴と後胴とを屈曲させた状態で、後胴内に設けられたシールドジャッキを後胴内にて組み立てられたセグメントに押し付けて伸長させ、前胴及び後胴を一体的に前進させつつカッタで切羽を切削することでカーブ掘進し、カーブトンネルを構築する。

【0005】

【特許文献1】特開2004-143815号公報

【特許文献2】特開平8-144689号公報

【特許文献3】特開平8-121078号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記曲線施工用トンネル掘削機によって急カーブトンネルを構築する場合、中折れ機構による前胴と後胴との屈曲角を大きくする必要がある。しかし、屈曲角を大きくすると、前胴と後胴との接続部の止水性が低下し易い。止水性を低下させることなく前胴と後胴との屈曲角を大きくするには、中折れ装置を複雑で大掛かりなものとする必要があり、コストアップを招く。

【0007】

また、急カーブトンネルを構築する技術として、カッタをカーブの内側に偏芯させ、その状態で掘進させることで、急カーブトンネルを構築する手法も知られている。しかし、この手法では、カッタを偏芯させるために複雑な装置が必要となり、コストアップを招く。

30

【0008】

以上の事情を考慮して創案された本発明の目的は、簡単な構造で即ち低コストで急カーブトンネルを構築できる曲線施工用トンネル掘削機及びそれを用いたトンネルの構築方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために請求項1に係る発明は、切羽を切削するカッタが前部に設けられた直線状の前胴と、内部にてセグメントが組み立てられる直線状の後胴と、該後胴と上記前胴とを屈曲可能に接続する中折れ機構とを備え、上記前胴又は後胴を軸方向に前後に分割し、これら分割体同士の間、分割体同士を角度を付けて接続する筒状のテーパ部材を、着脱可能に介設した曲線施工用トンネル掘削機を用いたトンネルの構築方法であって、上記曲線施工用トンネル掘削機を発進立坑から発進させ急カーブトンネルを構築して到達立坑に導き、該到達立坑内にて上記テーパ部材を取り外して上記分割体同士を直接接続することで上記前胴及び後胴を直線状に改変し、改変された中折れ機構付きのトンネル掘削機を上記到達立坑から発進させてストレート状又は緩カーブ状のトンネルを構築するようにしたものである。

40

【発明の効果】

【0012】

50

本発明に係る曲線施工用トンネル掘削機及びそれを用いたトンネルの構築方法によれば、簡単な構造で即ち低コストで急カーブトンネルを構築できる。また、テーパ部材と中折れ機構とにより、トンネル掘削機全体としての折れ角を大きくしているため、余掘り量（カーブ内側の地山を掘削する量）を減らすことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明の好適実施形態を添付図面に基づいて説明する。

図1は、本実施形態に係る曲線施工用トンネル掘削機の平断面図である。

この曲線施工用トンネル掘削機（曲線施工用シールド掘進機）1は、切羽を切削するカッタ2が前部に設けられた直線状（直線中空状）の前胴3と、内部にてセグメント4が組み立てられる直線状の後胴5と、後胴5と前胴3とを屈曲可能に接続する中折れ機構6とを備えている。前胴3、後胴5は、円筒状に限られず、角筒状でもよい。

10

【0014】

前胴3は、軸方向に前後に、前胴前部分割体3aと前胴後部分割体3bとに分割されており、前胴前部分割体3aと前胴後部分割体3bとの間には、分割体3a、3b同士を角度を付けて接続するテーパ部材7が、ボルトナット等の締結部材8により着脱可能に介設されている。テーパ部材7は、円筒状に限られず、角筒状でもよい。

【0015】

前胴前部分割体3aの内部の前部には、隔壁9が設けられており、隔壁9には、カッタ2が取り付けられている。カッタ2は、隔壁9に回転可能に支持されたカッタフレーム10と、カッタフレーム10の前面に設けられ切羽を切削するビット11と、カッタフレーム10の内部に收容され径方向外方に出没するコピーカッタ12とを有し、カッタフレーム10が図示しない駆動装置によって回転駆動されるようになっている。コピーカッタ12は、カーブ掘進の際にカーブの内側の地山を余掘りするものである。

20

【0016】

中折れ機構6は、前胴後部分割体3aの後部に設けられ内周面に凹球面が形成されたリング状の凹曲面部13と、後胴5の前部に設けられ外周面に上記凹球面に屈曲可能に係合する凸球面が形成されたリング状の凸曲面部14と、一端が前胴後部分割体3bに設けられたフランジ15に接続され他端が後胴5に設けられたフランジ16に接続された中折れジャッキ17とを有する。中折れジャッキ17は、両端に球面継手18を有し、後胴5の周方向に間隔を隔てて複数配設されている。凹曲面部13には、凸曲面部14に接触する止水シール19が設けられている。凹曲面部13及び凸曲面部14の曲率中心は、後胴5の中心線L上に位置しており、上下左右のあらゆる方向に屈曲可能となっている。

30

【0017】

後胴5の内部には、セグメント4を後胴5の内周面に沿って組み立てるエレクタ（図示せず）が收容されている。また、後胴5の内部には、エレクタによって組み立てられたセグメント（既設セグメント）4に反力を取って後胴5を前方に押し出すシールドジャッキ20が設けられている。シールドジャッキ20は、後胴5の周方向に間隔を隔てて複数配設され、後胴5に設けられたフランジ21に装着されている。後胴5の後部には、既設セグメント4の外周面に押し付けられ、既設セグメント4の外周面と後胴5の内周面との間を止水するテールシール22が設けられている。

40

【0018】

前胴前部分割体3aと前胴後部分割体3bとの間には、テーパ部材7が介設されている。テーパ部材7は、前胴前部分割体3aと前胴後部分割体3bとを角度を付けて連通するテーパ体23と、テーパ体23の前部に設けられ前胴前部分割体3aの後端に設けられたフランジ24に重なる前部フランジ25と、テーパ体23の後部に設けられ前胴後部分割体3bの前端に設けられたフランジ26に重なる後部フランジ27とを有する。これらフランジ24、25同士、フランジ26、27同士は、ボルトナット等の締結具8によって着脱可能に締結されている。テーパ体23は、図1に示すように上方から見て、直線中空体の両端を斜めにカットした二等辺三角形状、又は直線中空体の一端を斜め

50

にカットした直角三角形状となっている。

【 0 0 1 9 】

図 2 は、図 1 の曲線施工用シールド掘進機 1 からテーパ部材 7 を取り外し、前胴前部分割体 3 a と前胴後部分割体 3 b とを直接接続したシールド掘進機（トンネル掘削機） 1 a を示す。

【 0 0 2 0 】

このシールド掘進機 1 a においては、前胴前部分割体 3 a の後端のフランジ 2 4 と前胴後部分割体 3 b の前端のフランジ 2 6 とが重ね合わせられ、これらフランジ 2 4、2 6 同士がボルトナット等の締結具 8 によって着脱可能に締結されている。これにより、前胴前部分割体 3 a と前胴後部分割体 3 b とが直線状に連結され、前胴 3 が直線状となる。

10

【 0 0 2 1 】

図 3 は、上記曲線施工用シールド掘進機 1 を用いて構築された急カーブトンネル T a の概略平面図である。

【 0 0 2 2 】

この急カーブトンネル T a は、図 3 の発進立坑 2 8 に図 1 に示す曲線施工用シールド掘進機 1 を運び込み、発進させることで構築される。発進立坑 2 8 から発進する曲線施工用シールド掘進機 1 は、前胴前部分割体 3 a と前胴後部分割体 3 b とがテーパ部材 7 によって屈曲されており、前胴後部分割体 3 b と後胴 5 とが中折れ機構 6 によって同じ方向に屈曲されている。よって、この状態でカッタ 2 を回転させつつシールドジャッキ 2 0 を伸長させることで、屈曲方向に沿って急カーブ掘進し、急カーブトンネルが構築される。また、急カーブ掘進中に、中折れ機構 6 の中折れジャッキ 1 7 を適宜伸縮することで、方向制御やカーブ半径の調節（微調節）が可能となる。

20

【 0 0 2 3 】

かかる曲線施工用シールド掘進機 1 においては、前胴前部分割体 3 a と前胴後部分割体 3 b とがテーパ部材 7 によって予め屈曲されているので、前胴後部分割体 3 b と後胴 5 との屈曲角（中折れ角）を過剰に大きくしなくても、全体として大きな屈曲角を得ることができ、急カーブ掘進が可能となる。

【 0 0 2 4 】

このように、前胴後部分割体 3 b と後胴 5 との屈曲角を過剰に大きくする必要がないので、これらを接続する凹曲面部 1 3 と凸曲面部 1 4 との間の止水シール 1 9 に過大な負担が加わることが回避され止水性が大幅に低下することはない。よって、従来と同様の構成の中折れ機構 6 を転用しつつ急カーブ掘進を達成でき、コストアップなしで急カーブトンネル T a の構築が可能となる。

30

【 0 0 2 5 】

また、テーパ部材 7 と中折れ機構 6 とにより、掘進機 1 全体を多角形状に屈曲させて全体としての折れ角を大きくしているため、コピーカッタ 1 2 による余掘り量（カーブ内側の地山を掘削する量）を減らすことができる。

【 0 0 2 6 】

また、本実施形態では、急カーブ施工のために、カッタ 2 をカーブの内側に偏芯させる必要もないので、カッタ 2 を偏芯させるための複雑な装置が不要となり、コストアップが生じない。

40

【 0 0 2 7 】

こうして急カーブ掘進した曲線施工用シールド掘進機 1 は、図 3 の到達立坑 2 9 に到達する。その後、到達立坑 2 9 内にてテーパ部材 7 を取り外し、図 2 に示すように前胴前部分割体 3 a と前胴後部分割体 3 b とを直接接続することで、前胴 3 を直線状に改変する。後胴 5 は元々直線状であるから、中折れジャッキ 1 7 を適宜伸縮して前胴 3 と後胴 5 との屈曲角をゼロとすることで、全体としてストレート状の中折れ機構 6 付きのシールド掘進機 1 a となる。このシールド掘進機 1 a を到達立坑 2 9 から発進させ、ストレート状或いは中折れジャッキ 1 7 を作動させて緩カーブ状のトンネル T b を構築する。

【 0 0 2 8 】

50

これにより、急カーブトンネルT aとこれに繋がるストレート或いは緩カーブトンネルT bとを1台のシールド掘進機で構築できる。

【0029】

図4は、上記曲線施工用シールド掘進機1を用いて、2つの立坑30、31の間に構築された複数の急カーブトンネルT1、T2、T3の概略平面図である。

【0030】

これら急カーブトンネルT1～T3は、2つの立坑30、31の間にカーブ半径方向に隣接して構築されており、次のようにして構築される。

【0031】

先ず、一方の立坑(第1立坑)30に図1の曲線施工用シールド掘進機1を運び込んで発進させ、カーブ半径方向内側の第1急カーブトンネルT1を構築し、他方の立坑(第2立坑)31に導く。第2立坑31内にて、テーパ部材7を一旦取り外して逆向きに取り付け直すことで前胴3の屈曲方向を反対とし、中折れ機構6により前胴3と後胴5とを逆向きに屈曲させる。掘進カーブ方向が逆向きとなることに対応するためである。かかるシールド掘進機1をカーブ半径方向外側にずらして発進させ、既設の第1急カーブトンネルT1の近傍に沿ってカーブ半径方向中程の第2急カーブトンネルT2を構築し、第1立坑30に導く。第1立坑30内にて、再びテーパ部材7を一旦取り外して逆向きに取り付け直すことで前胴3の屈曲方向を反対とし、中折れ機構6により前胴3と後胴5とを逆向きに屈曲させる(一番最初と同じ屈曲方向)。かかるシールド掘進機1をカーブ半径方向外側にずらして発進させ、既設の第2急カーブトンネルT2の近傍に沿ってカーブ半径方向外側の第3急カーブトンネルT3を構築し、第2立坑31に導く。

【0032】

第1乃至第3急カーブトンネルT1～T3は、夫々のカーブ半径が第1から第3にかけて徐々に大きくなっている。よって、第1急カーブトンネルT1を構築するときに中折れ機構6によって前胴3と後胴5との屈曲角(中折れ角)を大きく(屈曲の度合いを強く)しておき、第2急カーブトンネルT2を構築するときに中折れ機構6によって前胴3と後胴5との屈曲角を中くらいにしておき、第3急カーブトンネルT3を構築するときに中折れ機構6によって前胴3と後胴5との屈曲角を小さく(屈曲の度合いを弱く)することで、第1乃至第3急カーブトンネルT1～T3のカーブ半径の違いに対応しつつ、夫々の急カーブトンネルT1～T3を1台の曲線施工用シールド掘進機1のみで適切に構築できる。すなわち、カーブ半径方向の内外にて曲率半径が異なる各急カーブトンネルT1～T3を、中折れ機構6により前胴3と後胴5との中折れ角を変更して構築する。なお、各急カーブトンネルT1～T3の掘進中に、中折れ機構6の中折れジャッキ17を適宜伸縮することで、方向制御の微調節が可能となる。

【0033】

こうして構築された第1乃至第3急カーブトンネルT1～T3を幅方向に連通することで、急カーブの大断面トンネルが得られる。なお、曲線施工用シールド掘進機1を断面矩形シールドとし、第1乃至第3急カーブトンネルT1～T3を夫々断面矩形トンネルとすれば、それらを幅方向に連通することで断面矩形の急カーブ大断面トンネルが得られる。

【0034】

第3急カーブトンネルT3を構築して第2立坑31に導かれたシールド掘進機1は、第2立坑31内にて、テーパ部材7が取り外され、図2に示すように前胴前部分割体3aと前胴後部分割体3bとが直接接続され、前胴3が直線筒状に改変される。この中折れ機構6付きのシールド掘進機1aを第2立坑31から発進させ、ストレート状の或いは中折れジャッキ17を作動させて緩カーブ状のトンネルT4を構築する。

【0035】

本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。

【0036】

上記実施形態(後述する変形例も含めて)では、図1、図2に示すように、前胴3を軸方向に前後に前胴前部分割体3aと前胴後部分割体3bとに分割し、これらの間に、それ

10

20

30

40

50

らを連通するテーパ部材7を着脱可能に介設したが、後胴5を軸方向に前後に後胴前部分割筒と後胴後部分割筒とに分割し、これら後胴前部分割筒と後胴後部分割筒との間に、それらを連通するテーパ部材を着脱可能に介設してもよい。こうしても、中折れ機構6による前胴3と後胴5との屈曲と相俟って、全体としての屈曲角を大きくできるので、上記実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0037】

また、図3の到達立坑29にて、テーパ部材7を逆向きに取り付け直すことで前胴3の屈曲方向を反対とし、中折れ機構6により前胴3と後胴5とを逆向きに屈曲させれば、到達立坑29から逆向きに急カーブトンネルを構築することも可能である。すなわち、到達立坑29にて、テーパ部材7の取付向きを任意に変更することで前胴の屈曲方向を任意に変更し、その方向に合わせて中折れ機構6で前胴3と後胴5との屈曲方向を変更することで、到達立坑29から任意の方向の急カーブトンネルを構築できる。

10

【0038】

また、図4の急カーブトンネルT1～T3の構築順序は、カーブの外側から内側に順次構築してもよい。また、急カーブトンネルT1～T3は、3本に限られず、2本以上であれば何本でもよい。

【0039】

また、上述した実施形態では、曲線施工用トンネル掘削機として、内部にシールドジャッキを有してしてそれ自身で掘進するシールド掘進機を説明したが、これに限らず、発進立坑に設けられた元押しジャッキによって後胴5に接続された鋼管を前方に押し出す所謂元押し推進式のトンネル掘削機にも本発明を適用できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明の一実施形態に係る曲線施工用トンネル掘削機（シールド掘進機）の平断面図である。

【図2】上記曲線施工用シールド掘進機からテーパ部材を取り外し、前胴前部分割体と前胴後部分割体とを直接接続したシールド掘進機（トンネル掘削機）の平断面図である。

【図3】上記曲線施工用シールド掘進機を用いて構築された急カーブトンネルの概略平面図である。

【図4】上記曲線施工用シールド掘進機を用いて、2つの立坑の間に構築された複数の急カーブトンネルの概略平面図である。

30

【符号の説明】

【0041】

- 1 曲線施工用トンネル掘削機としての曲線施工用シールド掘進機
- 2 カッタ
- 3 前胴
- 3 a 前胴前部分割体
- 3 b 前胴後部分割体
- 4 セグメント
- 5 後胴
- 6 中折れ機構
- 7 テーパ部材
- 28 発進立坑
- 29 到達立坑
- 30、31 2つの立坑
- T a 急カーブトンネル
- T b ストレート状又は緩カーブ状のトンネル
- T 1～T 3 急カーブトンネル

40

フロントページの続き

(72)発明者 藤谷 俊実

東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内

審査官 苗村 康造

(56)参考文献 特開2004-143815(JP,A)

特開2005-127093(JP,A)

特開2001-082077(JP,A)

特開2004-238831(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E21D 9/06