

(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2017-133237

(P2017-133237A)

(43) 公開日 平成29年8月3日(2017.8.3)

(51) Int.Cl.		F 1		テーマコード (参考)		
E 2 1 D	9/06	(2006.01)	E 2 1 D	9/06	3 1 1 Z	2 D 0 5 4
E 2 1 D	9/04	(2006.01)	E 2 1 D	9/04	F	
E 2 1 D	9/08	(2006.01)	E 2 1 D	9/08	Z	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2016-14081 (P2016-14081)  
 (22) 出願日 平成28年1月28日 (2016.1.28)

(71) 出願人 000221616  
 東日本旅客鉄道株式会社  
 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号  
 (71) 出願人 000216025  
 鉄建建設株式会社  
 東京都千代田区三崎町2丁目5番3号  
 (71) 出願人 399101337  
 株式会社ジェイテック  
 東京都千代田区神田神保町3丁目12番地3  
 (74) 代理人 100121603  
 弁理士 永田 元昭  
 (74) 代理人 100141656  
 弁理士 大田 英司

最終頁に続く

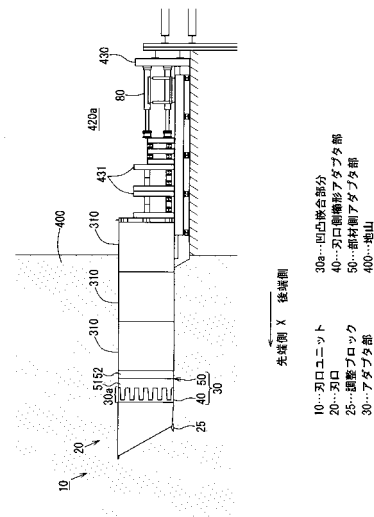
(54) 【発明の名称】 刃口、刃口ユニット及び閉断面構造部材挿入工法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 到達後に容易に撤去できる刃口、刃口ユニット及び閉断面構造部材挿入工法を提供することを目的とする。

【解決手段】 長尺状で閉断面形状であり、地山400に挿入される小断面ボックスカルバート310における挿入方向の先端側に配置される閉断面形状の刃口20であって、断面方向において複数に分割可能な断面分割部材で構成した。

【選択図】 図5



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

長尺状で閉断面形状であり、地山に挿入される閉断面構造部材における挿入方向の先端側に配置される前記閉断面形状の刃口であって、断面方向において複数に分割可能な断面分割部材で構成された刃口。

**【請求項 2】**

前記閉断面形状は、底面部、該底面部と対向する上面部、並びに前記底面部及び前記上面部を連結する一対の側面部とで構成される矩形断面形状であり、前記底面部、前記上面部、及び前記側面部のそれぞれで分割可能、且つ前記矩形断面形状の角部を跨ぐ断面 L 型分割部材で構成された請求項 1 に記載の刃口。

10

**【請求項 3】**

前記断面分割部材は、前記先端側に配置される先端側分割部材と、後端側に配置される後端側分割部材とで分割可能に構成された請求項 1 または 2 に記載の刃口。

**【請求項 4】**

前記底面部における前記先端側に、前記先端側に向かって上向きに傾斜するテーパ面部が設けられた請求項 2 または 3 に記載の刃口。

20

**【請求項 5】**

前記底面部の先端に、前記テーパ面部による締固め効果を調整する効果調整手段が着脱可能に設けられた請求項 4 に記載の刃口。

**【請求項 6】**

請求項 1 乃至 5 のうちいずれかに記載の刃口と、該刃口と前記閉断面構造部材の先端とを接続するアダプタ部と、前記閉断面構造部材の先端と前記刃口とを伸縮可能に連結する伸縮手段とが備えられた刃口ユニット。

30

**【請求項 7】**

前記アダプタ部を、前記刃口に接続する刃口側アダプタ部と、前記閉断面構造部材に接続する部材側アダプタ部とで構成され、前記刃口側アダプタ部及び前記部材側アダプタ部を相対移動可能に接続する可動接続部が設けられた請求項 6 に記載の刃口ユニット。

**【請求項 8】**

前記刃口側アダプタ部及び前記部材側アダプタ部の対向部分において、他方に向かって突出するとともに、断面方向に所定間隔を隔てて複数配置された凸部と、断面方向において隣り合う凸部同士の間形成された凹部とが設けられ、挿入方向において対向し、凹凸嵌合する前記凹部と前記凸部とで前記可動接続部を構成する請求項 7 に記載の刃口ユニット。

40

**【請求項 9】**

前記刃口の姿勢を検知する姿勢検知手段が備えられ、該姿勢検知手段による検知結果と関連付けて、前記伸縮手段が伸縮制御される構成である請求項 6 乃至 8 のうちいずれかに記載の刃口ユニット。

**【請求項 10】**

50

長尺状で閉断面形状である閉断面構造部材における挿入方向の先端側に、請求項 1 乃至 5 のうちいずれかに記載の刃口を装着し、該刃口で掘削しながら前記閉断面構造部材を地山に挿入する

閉断面構造部材挿入工法。

【請求項 1 1】

長尺状で閉断面形状である閉断面構造部材における挿入方向の先端側に、請求項 6 乃至 9 のうちいずれかに記載の刃口ユニットを装着し、前記刃口で掘削しながら前記閉断面構造部材を地山に挿入する

閉断面構造部材挿入工法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

例えば、小断面ボックスカルバートなどの閉断面構造部材を地山に挿入するための刃口及び刃口ユニット、並びに閉断面構造部材挿入工法に関する。

【背景技術】

【0002】

閉断面形状の閉断面構造部材を地山（地中）に挿入して、地山に挿入された閉断面構造部材を利用して、トンネルや管路などの地中構造物を構築したり、地山に挿入された閉断面構造部材を地中構造物とする構築方法がある。このような構築方法では、例えば、特許文献 1 に示すように、長尺状の閉断面構造部材の挿入方向の先端側に配置される刃口で、地山を掘削しながら、後続の閉断面構造部材を地山に挿入する。

20

【0003】

このような刃口は、閉断面構造部材の挿入完了後、つまり刃口が到達立坑に到達すると、閉断面構造部材の先端から刃口を取外し、例えば、狭隘な到達立坑から撤去することで再利用や転用することができるが、刃口を撤去するために到達立坑が大型化したり、狭隘な作業空間での撤去作業の作業性が低い傾向にあった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2000 - 179282 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

そこで、この発明は、到達後に容易に撤去できる刃口、刃口ユニット及び閉断面構造部材挿入工法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】

【0006】

この発明は、長尺状で閉断面形状であり、地山に挿入される閉断面構造部材における挿入方向の先端側に配置される前記閉断面形状の刃口であって、断面方向において複数に分割可能な断面分割部材で構成されたことを特徴とする。

40

【0007】

上記閉断面構造部材は、閉断面形状で長尺状のエレメント、閉断面形状で短尺状のセグメントを連結したものの、推進管などの管状部材、あるいはいわゆる小断面のボックスカルバートなどの閉断面の部材とすることができ、断面形状としては、長方形、正方形あるいは台形などの矩形断面のみならず、多角形断面や、円形、半円形、楕円形などの曲断面も含むものとする。

【0008】

上記刃口は、地中において掘削するための内部空間を構成する外殻部材であり、人力掘削または機械掘削、あるいはそれらを併用した掘削するための刃口とすることができる。

50

上記断面分割部材は、断面方向の形状が同じである複数の断面分割部材、あるいは、形状が異なる複数の断面分割部材で構成することができる。

【0009】

上述の地山に挿入される閉断面構造部材における挿入方向の先端側に配置される前記閉断面形状の刃口は、閉断面構造部材における挿入方向の先端側に刃口が直接接続されてもよいし、閉断面構造部材における挿入方向の先端側にアダプタ部や後胴などを介して刃口が接続されてもよい。

【0010】

この発明により、所定位置に到達した刃口を容易に撤去することができる。

10  
詳述すると、地山に挿入される閉断面構造部材における挿入方向の先端側に配置される前記閉断面形状の刃口を、断面方向において複数に分割可能な断面分割部材で構成しているため、所定の位置まで到達すると、分割可能に構成した刃口を容易に分割することができる。したがって、例えば、閉断面構造部材の内部を通り発進側まで運搬して撤去したり、小型化された刃口を到達立坑から容易に搬出することができる。よって、刃口を撤去するために到達立坑が大型化することを防止できる。さらには、到達立坑が不要な地下構造物である場合においては、刃口を撤去するための到達立坑を構築する必要もなくなる。

【0011】

なお、後述するように断面方向のみならず、刃口の挿入方向の長さ（以下において機長という）方向にも分割してもよい。

【0012】

20  
また、分割して搬出した刃口を再利用または転用できるとともに、断面分割部材の組み合わせをアレンジすることで、異なる断面形状の刃口を構成する、つまり断面分割部材を組み替えて容易に所望の断面形状の刃口を構成することができる。

【0013】

この発明の態様として、前記閉断面形状は、底面部、該底面部と対向する上面部、並びに前記底面部及び前記上面部を連結する一对の側面部とで構成される矩形断面形状であり、前記底面部、前記上面部、及び前記側面部のそれぞれで分割可能、且つ前記矩形断面形状の角部を跨ぐ断面L型分割部材で構成されてもよい。

【0014】

30  
なお、上記上面部は、前記底面部に比べて先端側に長く形成してもよい。

また、断面L型分割部材のみで刃口を構成してもよいし、断面L型分割部材とその他の形状の分割部材とで刃口を構成してもよい、さらには、刃口を構成する断面L型分割部材は同じ形状で構成してもよいし、異なる形状の断面L型分割部材であってもよい。

【0015】

この発明により、矩形断面の刃口を分割して断面L型分割部材として小型化できるとともに、断面L型分割部材は角部を跨ぐ形状であるため、例えば、断面一文字状の断面分割部材に比べて強度を有する断面分割部材を構成することができる。

【0016】

40  
また、角部を跨ぐ断面L型分割部材を組み合わせて構成した刃口は、一文字状の断面分割部材を組み合わせて構成した刃口より、正確な矩形断面を構成できるとともに、刃口の断面強度を向上することができる。

【0017】

またこの発明の態様として、前記断面分割部材は、前記先端側に配置される先端側分割部材と、後端側に配置される後端側分割部材とで分割可能に構成されてもよい。

上記先端側分割部材と後端側分割部材は、刃口の機長を二分割して構成した上記先端側分割部材と後端側分割部材との二部材のみならず、二分割以上に分割した複数部材で構成してもよく、また分割された挿入方向の長さは等しくても、等しくなくてもよい。

【0018】

50  
この発明により、前記断面分割部材をさらに小型化することができる。刃口の機長が長い場合、断面方向に分割された断面分割部材は断面方向において小型化するものの、断面

分割部材は機長分の長さを有するため、例えば、狭隘な閉断面構造部材内部を運搬するための取り扱い性は低くなる。しかしながら、前記断面分割部材を、先端側分割部材と、後端側分割部材とで分割可能に構成することで断面分割部材をより小型化することができる。したがって、狭隘な到達立坑や閉断面構造部材内部を運搬するための取り扱い性を向上することができる。

【0019】

なお、刃口を構成する前記断面分割部材の全部を先端側分割部材と後端側分割部材とで分割可能に構成してもよいし、例えば、前記底面部に比べて先端側に長く形成された前記上面部を構成する断面分割部材のみを先端側分割部材と後端側分割部材とで分割可能とするように一部の断面分割部材だけを先端側分割部材と後端側分割部材とに構成してもよい。

10

【0020】

またこの発明の態様として、前記底面部における前記先端側に、前記先端側に向かって上向きに傾斜するテーパ面部が設けられてもよい。

この発明により、刃口で掘削した掘削箇所に入挿する閉断面構造部材の沈下を防止し、設置精度を向上することができる。

【0021】

詳述すると、地中において刃口の前方の地山を掘削して掘進するが、この掘削によって地山の応力が解放して緩みが生じる。このため、刃口で掘削した掘削箇所に入挿された閉断面構造部材は上載荷重や自重などの影響により時間の経過とともに、所望の設置高さよりも沈下する傾向がある。

20

【0022】

これに対し、前記底面部における前記先端側に設けられたテーパ面部は、掘削により緩みが生じた地山を刃口の掘進に伴って下方に押し付け、緩んだ地山を締め固めるため、刃口の通過後に挿入された閉断面構造部材の沈下を防止し、閉断面構造部材の設置精度を向上することができる。

【0023】

なお、テーパ面部は、前記底面部における前記先端側にのみ設けられてもよいが、底面部全面がテーパ面部で形成されてもよい。さらには、テーパ面部は、前記先端側に向かって上向きに傾斜するだけでなく、幅方向にも傾斜していてもよい。

30

【0024】

またこの発明の態様として、前記底面部の先端に、前記テーパ面部による締め固め効果を調整する効果調整手段が着脱可能に設けられてもよい。

この発明により、掘削により緩みが生じた地山を刃口の掘進に伴って下方に押し付けて締め付けるテーパ面部による締め固め効果を調整することができる。詳しくは、テーパ面部による締め固め効果が奏しないように効果調整手段を底面部の先端に装着したり、締め固め効果を発揮させるために効果調整手段を取り外す、あるいは締め固め効果を低減させることができる効果調整手段を装着するなど、掘削する地山の地質や挿入方向などに応じて効果調整手段の着脱を選択することができる。

【0025】

40

またこの発明は、上述の刃口と、該刃口と前記閉断面構造部材の先端とを接続するアダプタ部と、前記閉断面構造部材の先端と前記刃口とを伸縮可能に連結する伸縮手段とが備えられた刃口ユニットであることを特徴とする。

【0026】

上記伸縮手段は、刃口及びアダプタ部に対して上下2か所、断面における4か所ジャッキ、三角形配置した3か所ジャッキ、あるいは、ヒンジと併用し、該ヒンジを枢軸として枢動させるジャッキとすることができ、ジャッキとしては、機械式のねじジャッキやラック駆動ジャッキ、液体作動式の油圧ジャッキ、あるいは空気式のエアージャッキなどとするることができる。

この発明により、伸縮手段を伸縮させて、閉断面構造部材に対する刃口の姿勢を変更さ

50

せて、刃口ユニットの姿勢を変更したり、修正したりすることができる。

なお、刃口の姿勢を変更するとは所望の方向に向けることであり、刃口の姿勢を修正するとはズレてしまった刃口の向きを所望の向きに向けることである。

【0027】

またこの発明の態様として、前記アダプタ部を、前記刃口に接続する刃口側アダプタ部と、前記閉断面構造部材に接続する部材側アダプタ部とで構成され、前記刃口側アダプタ部及び前記部材側アダプタ部を相対移動可能に接続する可動接続部が設けられてもよい。

【0028】

上記可動接続部は、刃口側アダプタ部と一体構成した接続部材側アダプタ部と一体構成した接続部、刃口側アダプタ部や部材側アダプタ部とは別体で構成するとともに装着した接続部、可撓性部材で構成し、刃口側アダプタ部や部材側アダプタ部の両方と一体構成した接続部などとするすることができる。

【0029】

上述の前記刃口側アダプタ部及び前記部材側アダプタ部を相対移動可能とは、閉断面構造部材の挿入方向に対して交差する方向、つまり前記刃口側アダプタ部及び前記部材側アダプタ部と相対的に屈曲するように移動すること、あるいは挿入方向に沿って伸縮するように移動することとする。

【0030】

この発明により、伸縮手段を伸縮させて、刃口ユニットの姿勢を変更したり、修正したりするために、アダプタ部を構成する刃口側アダプタ部と部材側アダプタ部とを可動接続部によって相対移動させることで、閉断面構造部材に対する刃口の姿勢を所望の姿勢に調整することができる。

【0031】

またこの発明の態様として、前記刃口側アダプタ部及び前記部材側アダプタ部の対向部分において、他方に向かって突出するとともに、断面方向に所定間隔を隔てて複数配置された凸部と、断面方向において隣り合う凸部同士の間形成された凹部とが設けられるとともに、挿入方向において対向する前記凹部と前記凸部が凹凸嵌合して前記可動接続部が構成されてもよい。

【0032】

上述の他方に向かって突出するとともに、断面方向に所定間隔を隔てて複数配置された凸部と、断面方向において隣り合う凸部同士の間形成された凹部とは、前記刃口側アダプタ部及び前記部材側アダプタ部の対向部の一方における仮想の基準面から他方に向かって突出する凸部と、断面方向に隣り合う前記凸部同士の間において前記基準面に対して他方から離間する方向に凹む凹部とで構成してもよいし、前記基準面から他方に向かって突出する凸部と、断面方向に隣り合う前記凸部同士の間において前記基準面に対して凹んでいない凹部とで構成してもよいし、前記基準面から他方に向かって突出していない凸部と、断面方向に隣り合う前記凸部同士の間において前記基準面に対して他方から離間する方向に凹む凹部とで構成してもよい。

【0033】

断面方向に隣り合う前記凸部同士の間形成される前記凹部は、前記凸部と嵌合方向において嵌合方向に直交する所定の所定面に対して対称な形状、あるいは、開口幅が前記凸部の突出幅より広い類似形状の凹部であってもよい。

【0034】

この発明により、可動するアダプタ部に土砂が噛み込んでも容易に除去することができる。

例えば、刃口ユニットの姿勢をスムーズに曲げるためには、中折れなどの可動部分を有するアダプタ部を設けるが、このようなアダプタ部が、可動させるために、内外方向の二重構造で構成されている場合、刃口ユニットを曲げることはできるものの、二重構造の可動部分に土砂が侵入して噛み込むと、噛み込んだ土砂を除去することが困難であった。

【0035】

10

20

30

40

50

これに対し、断面方向に所定間隔を隔てて複数配置された凸部と、断面方向において隣り合う凸部同士の間形成された凹部とで構成されるとともに、前記凸部と前記凹部とが凹凸嵌合する前記可動接続部を可動させることで、凹凸嵌合する凸部と凹部とは断面方向の一部において離間するが、仮に、その隙間から土砂が侵入して噛み込んだとしても、二重構造の可動接続部に比べて、凹凸嵌合する凸部と凹部とをそのままさらに離間させることで、可動状態を維持したまま、つまり前記部材側アダプタ部に対する前記刃口側アダプタ部の向きを維持したまま、凸部と凹部との間の隙間を拡大させて、噛み込んだ土砂を容易に除去することができる。

さらにまた、二重構造の可動接続部を有するアダプタ部に比べて軽量化できるとともに、刃口ユニットをアダプタ部で挿入方向に分割した際の機長を短縮することができる。したがって、到達後の撤去作業の作業性を向上することができる。

10

#### 【0036】

またこの発明の態様として、前記刃口の姿勢を検知する姿勢検知手段が備えられ、該姿勢検知手段による検知結果と関連付けて、前記伸縮手段が伸縮制御される構成であってもよい。

上記姿勢検知手段は、傾斜計、加速度計などによって直接刃口の姿勢を計測するもの、刃口における二点の三次元位置を計測して刃口の姿勢を算出するもの、あるいは、姿勢が既知であるアダプタ部に対する相対位置によって刃口の姿勢を算出するものなどとすることができる。なお、刃口の姿勢とは、挿入方向における絶対的傾斜、アダプタ部に対する相対傾斜、挿入方向に対する相対的傾斜、さらには、ローリングや、ヨーイングなど、挿入方向や閉断面構造部材に対する刃口の向きである。

20

#### 【0037】

上記伸縮制御は、姿勢検知手段による検知結果に基づいてジャッキなどの伸縮手段を伸縮させる制御、伸縮する伸縮手段によって挿入される刃口の姿勢を検知して検知結果をフィードバックし、刃口の姿勢を保つように伸縮手段を伸縮させる制御、さらには、刃口の挿入量と同期して伸縮手段を伸縮させる制御などとするすることができる。

#### 【0038】

この発明により、閉断面構造部材を地山に挿入して地下構造物を構築する際の地表面への影響を低減することができる。

例えば、軌道と道路などの立体交差化において、既設の軌道などの既設構造物の下方に、新設の道路などを構築するアンダーパス構造では、上部の既設構造物の安全確保のため、掘進に伴う地表面の変位を極力小さくすることが求められている。

30

#### 【0039】

しかしながら、周辺の地山の土圧の作用によって、刃口の姿勢が閉断面構造部材の挿入方向に対してズレた場合などにおいて方向修正するための余掘りや、刃口における掘削に伴う地山の内部応力の解放などの影響によって、周辺の地山に影響を与えるおそれがある。

#### 【0040】

また、刃口の姿勢が挿入方向に対して、上向きや下向きにズレた場合において、そのまま挿入方向に掘進しようとする、挿入抵抗が増大し、前方の地山を押し上げ、地表面に大きな変位が生じるおそれもある。

40

#### 【0041】

特に、挿入方向に対して下向きにズレた姿勢を上向きに修正するため、下部に修正部材を設置して掘進する場合においては、刃口の急激な姿勢変化に伴って、地表面に大きな変位が生じるおそれがある。

#### 【0042】

これに対し、刃口の姿勢を姿勢検知手段で検知し、その検知結果に基づいて、前記閉断面構造部材の先端に装着されたアダプタ部と刃口とを連結する伸縮手段を制御手段で伸縮制御することができ、仮に、挿入方向に対して、刃口の姿勢がズレた場合であっても、例えば、刃口の挿入量と同期しながら伸縮手段を縮短制御したり、地表面に影響が及ばない

50

ように、刃口の姿勢を維持しながら刃口を挿入したり、修正したりすることができる。

【0043】

例えば、前記制御部が、伸長した前記伸縮手段を、前記閉断面構造部材の挿入量に応じて縮短制御する、前記伸縮手段を、前記閉断面構造部材の挿入に同期して伸長制御する、または、前記閉断面構造部材の挿入量を検出する挿入量検出手段を備え、該挿入量検出手段によって検出した前記閉断面構造部材挿入量に応じて、前記制御部が、伸長した前記伸縮手段を縮短制御する、あるいは、前記伸縮手段を伸長制御する場合、閉断面構造部材の挿入量に応じて伸縮手段を縮短制御してもよく、例えば、閉断面構造部材の挿入量とは関係なくむやみに伸縮手段を縮短して刃口の姿勢を制御することで応力解放された掘削箇所が刃口前方に露出して崩落するなどの不具合の発生を防止し、安全に刃口の姿勢を制御して、地表面の影響をより低減することができる。

10

【0044】

また、例えば、予め挿入量に応じた伸長量で伸縮手段を伸長して刃口を先行して挿入し、閉断面構造部材の挿入に伴って、伸縮手段を縮短することで、あたかも尺取虫のようにして、閉断面構造部材を挿入してもよい。この場合、刃口の姿勢を維持したり、修正したりするための制御を行いながら伸縮手段を伸長できるとともに、刃口の挿入と閉断面構造部材の挿入とを段階的に行うため、上部の地山の引き摺りによる地表面への影響を低減することができる。

【0045】

なお、上述の伸縮手段を前記閉断面構造部材の挿入量に応じて縮短制御するとは、刃口の姿勢を維持しながら、閉断面構造部材の挿入と同時に挿入速度と同期して伸縮手段を縮短制御すること、閉断面構造部材の挿入量に応じて、閉断面構造部材の挿入停止後に伸縮手段を縮短制御すること、あるいは、閉断面構造部材の挿入と伸縮手段を縮短制御とを交互に行うことなどとする。

20

【0046】

さらにまた、前記姿勢検知手段による検知結果に基づいて、前記閉断面構造部材を挿入する位置を示す設計値に対して前記刃口がズレた姿勢である場合に、前記制御部が、前記設計値に対してズレた姿勢である前記刃口を前記設計値に沿う姿勢となるように姿勢を修正するための距離である修正距離を設定するとともに、設定した前記修正距離及び修正量に対して、前記閉断面構造部材の挿入量に応じて前記伸縮手段を伸縮制御する、あるいは、前記閉断面構造部材を挿入する位置を示す設計値を記憶する設計値記憶手段と、前記設計値に対してズレた姿勢である前記刃口を前記設計値に沿う姿勢となるように姿勢を修正するための距離である修正距離を設定する修正距離設定手段とを備え、前記制御部が、前記姿勢検知手段による検知結果に基づいて、前記設計値に対して前記刃口がズレた姿勢である場合に、前記設計値に沿う姿勢となるように、設定した前記修正距離及び修正量に対して、前記閉断面構造部材の挿入量に応じて前記伸縮手段を伸縮制御してもよく、これにより、設計値に応じた姿勢に刃口を維持しながら、閉断面構造部材を挿入することができる。

30

したがって、刃口が設計値からズレたまま、閉断面構造部材を設計値通りの方向に無理やり挿入することで地表面に大きな変位が生じるなどの不具合の発生を防止することができる。

40

【0047】

また、設定した所望の修正距離に応じて徐々に刃口の姿勢を制御することで、設計値に対して刃口の姿勢がズレた場合であっても、急激に刃口の姿勢を修正制御することによる地表面への影響を防止することができる。また、設定した所望の修正距離に応じて徐々に刃口の姿勢を修正制御することで、地山へ挿入することによって閉断面構造部材に作用する負荷を低減することができる。

なお、上述の修正距離設定手段は、上記修正距離のみを設定したり、ズレ量に応じた修正量とともに上記修正距離を設定する手段とすることができる。

【0048】

50

さらに、前記伸縮手段を矩形断面における隅角部に配置してもよい。これにより、前記刃口、前記アダプタ部及び前記閉断面構造部材が円形断面である場合に比べてローリングに関する刃口の姿勢が地表面に与える影響は大きく、また、挿入時における上部の地山との摩擦による地表面への影響が大きくなるが、隅角部に伸縮手段を備えるとともに、挿入に同期して伸縮制御することで、矩形断面の閉断面構造部材に対する刃口の姿勢を高精度で制御できるため、地表面への影響を低減しながら高精度で地山に挿入することができる。

#### 【0049】

またこの発明は、長尺状で閉断面形状である閉断面構造部材における挿入方向の先端側に、上述の刃口または刃口ユニットを装着し、前記刃口で掘削しながら前記閉断面構造部材を地山に挿入する閉断面構造部材挿入工法であることを特徴とする。

10

この発明により、上述の作用・効果を奏するとともに、地山に閉断面構造部材をスムーズに挿入して地下構造物を構築することができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0050】

この発明によれば、到達後に容易に撤去できる刃口、刃口ユニット及び閉断面構造部材挿入工法を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0051】

【図1】軌道下に構築する地下横断構造物の概略斜視図。

20

【図2】同状態の概略縦断面図。

【図3】刃口ユニットの説明図。

【図4】刃口ユニットの説明図。

【図5】地盤切削ボックス挿入工法について説明する概略正面図。

【図6】地盤切削ボックス挿入システムのブロック図。

【図7】地盤切削ボックス挿入工法のフローチャート。

【図8】上下方向の刃口姿勢制御の説明図。

【図9】左右方向の刃口姿勢制御の説明図。

【図10】別の地盤切削ボックス挿入工法のフローチャート。

【図11】矩形の到達立坑の説明図。

30

【図12】円形の到達立坑の説明図。

【発明を実施するための形態】

#### 【0052】

以下において、軌道200の下方の地山400に小断面ボックスカルバート310を挿入して地下横断構造物300を構築するための刃口ユニット10及び刃口ユニット10を用いた地盤切削ボックス挿入工法について、図1乃至図12とともに説明する。

#### 【0053】

図1は軌道200の下方に構築する地下横断構造物300についての概略斜視図を示し、図2は同状態の概略縦断面図を示している。なお、図2は、複線の軌道200の中間部分、つまり挿入方向Xの中間部分を省略して図示している。また、本明細書において、上述の小断面ボックスカルバート310の長手方向X、並びに小断面ボックスカルバート310の挿入方向Xは同じ方向であるため、同じ符号Xで示している。また、挿入方向Xの前方を先端側とし、挿入方向Xの後方を後端側としている。さらに、機長とは、刃口本体部21において、挿入方向Xに沿う方向の長さである。

40

#### 【0054】

図3、図4は刃口ユニット10の説明図を示し、図5は地盤切削ボックス挿入工法について説明する概略正面図を示し、図6は地盤切削ボックス挿入システム1のブロック図を示し、図7は地盤切削ボックス挿入工法のフローチャートを示し、図8、図9は刃口姿勢制御の説明図を示し、図10は別の地盤切削ボックス挿入工法のフローチャートを示し、図11は矩形の到達立坑420bの説明図を示し、図12は円形の到達立坑420bの説

50

明図を示している。

【 0 0 5 5 】

詳しくは、図 3 ( a ) は、小断面ボックスカルバート 3 1 0 の先端に刃口ユニット 1 0 を装着した状態の平面図を示し、図 3 ( b ) は同状態の平面方向断面図を示し、図 3 ( c ) は同状態の概略正面図を示している。

【 0 0 5 6 】

また、図 4 ( a ) は、小断面ボックスカルバート 3 1 0 の先端に刃口ユニット 1 0 を装着した状態の概略斜視図を示し、図 4 ( b ) は、刃口ユニット 1 0 を各部材ごとに分割した分割した状態の分割斜視図を示し、図 4 ( c ) は、刃口ユニット 1 0 の各部材を各要素ごとに分割した分割した状態の分割斜視図を示している。

10

【 0 0 5 7 】

また、図 8 ( a ) はアダプタ部 3 0 を挿入方向 X に伸長した状態の刃口ユニット 1 0 の正面図を示し、図 8 ( b ) は刃口 2 0 を上向きに姿勢制御した状態の正面図を示し、図 8 ( c ) は刃口 2 0 を下向きに姿勢制御した状態の正面図を示している。

【 0 0 5 8 】

さらに、図 9 ( a ) はアダプタ部 3 0 を挿入方向 X に伸長した状態の刃口ユニット 1 0 の平面図を示し、図 9 ( b ) は刃口 2 0 を右向きに姿勢制御した状態の平面図を示し、図 9 ( c ) は刃口 2 0 を左向きに姿勢制御した状態の平面図を示している。

【 0 0 5 9 】

図 1 1 ( a ) は刃口ユニット 1 0 を分割して搬出可能な矩形の到達立坑 4 2 0 b の平面図を示し、図 1 1 ( b ) は分割できない刃口ユニット 1 0 a を搬出可能な矩形の到達立坑 4 2 0 b の平面図を示し、図 1 2 ( a ) は刃口ユニット 1 0 を分割して搬出可能な円形の到達立坑 4 2 0 b の平面図を示し、図 1 2 ( b ) は分割できない刃口ユニット 1 0 a を搬出可能な円形の到達立坑 4 2 0 b の平面図を示している。なお、図 3 ( b )、図 5、図 8 ( b )、( c )、図 9 ( b )、( c )、図 1 1、及び図 1 2 では土砂侵入防止板 5 4 の図示を省略している。

20

【 0 0 6 0 】

小断面ボックスカルバート 3 1 0 を挿入して、下方に地下横断構造物 3 0 0 を構築する軌道 2 0 0 は、図 1 及び図 2 に示すように、地山 4 0 0 の上部に、路床 4 0 1 a と路盤 4 0 1 b とを盛土して盛土部 4 0 1 を構成し、盛土部 4 0 1 の上にバラスト 4 0 2 を締め固め、枕木 2 0 2 を長手方向に等間隔で載置し、枕木 2 0 2 の上に軌条 2 0 1 を固定して構成している。

30

【 0 0 6 1 】

軌道 2 0 0 を横断する方向 X ( 図 2 において左右方向 ) に構築する地下横断構造物 3 0 0 は、上床部 3 0 0 a が所定の土被りとなる位置で、地山 4 0 0 に構築される矩形断面のボックスである。なお、図 1 及び図 2 では内側表面や端部がむき出したままの地下横断構造物 3 0 0 を図示しているが、地下横断構造物 3 0 0 の用途に応じて、地下横断構造物 3 0 0 の内部空間 3 0 0 b や端部に舗装やコンクリートを構築したり、化粧版を設置して地下横断構造物 3 0 0 を完成させてもよい。

【 0 0 6 2 】

このように、地下横断構造物 3 0 0 は、図 2 に示すように軌道 2 0 0 の横断方向両側に予め建て込んだ土留め壁 ( 図示省略 ) を用いて掘り下げて構築した立坑 4 2 0 ( 発進立坑 4 2 0 a , 到達立坑 4 2 0 b ) 間の軌道 2 0 0 の下方の地山 4 0 0 を貫通する構造物である。

40

【 0 0 6 3 】

そして、地下横断構造物 3 0 0 は、図 1 及び図 2 に示すように、正面視横長四角形状に配置した矩形中空断面の小断面ボックスカルバート 3 1 0 を挿入方向 X に複数連結して、挿入方向 X に貫通する内部空間 3 0 0 b を内部に有するトンネル構造として構築している。

【 0 0 6 4 】

50

小断面ボックスカルバート 3 1 0 は、略四角形型に形成され、断面矩形棒状のプレキャストコンクリート製であり、所定の長さに形成している。そして、所定の長さに形成した小断面ボックスカルバート 3 1 0 を複数、長手方向（挿入方向）X に配置し、接続部材（図示省略）で接続して、地下横断構造物 3 0 0 を構成している。

【 0 0 6 5 】

このような構成の小断面ボックスカルバート 3 1 0 は、図 3 , 4 , 5 に示すような刃口ユニット 1 0 を、長手方向 X の先端側の小断面ボックスカルバート 3 1 0 の先端に装着し、刃口ユニット 1 0 を構成する先端側の刃口 2 0 の内部で掘削作業員が掘削する人力掘削によって、刃口 2 0 の前方の地山 4 0 0 を掘削しながら、発進立坑 4 2 0 a から基押しジャッキ 8 0 で推進して地山 4 0 0 に挿入する。

10

【 0 0 6 6 】

刃口ユニット 1 0 は、図 3 に示すように、刃口 2 0 と、小断面ボックスカルバート 3 1 0 の先端と刃口 2 0 とを連結するアダプタ部 3 0 とで構成している。

刃口 2 0 は、小断面ボックスカルバート 3 1 0 と略同じ外形を有する側面視略正方形の外殻状である刃口本体部 2 1 と、刃口本体部 2 1 の上面が前方（図 4 ( a ) において左方向）に突出する板状の刃先板 2 2 と、刃先板 2 2 の前方において刃先板 2 2 に対して平行に循環するワイヤーソー 2 3 を駆動するワイヤーソー装置 2 4 とで構成している。

【 0 0 6 7 】

刃口本体部 2 1 における先端側は、刃先板 2 2 の下方において、下向きに後方に向かって傾斜する正面視略台形状に形成している。

20

詳しくは、刃口本体部 2 1 は、底面部 2 1 a と、底面部 2 1 a より挿入方向 X の先端側に長い上面部 2 1 b と、底面部 2 1 a と上面部 2 1 b とを連結する正面視略台形状の側面部 2 1 c とで、側面視矩形形状に構成している。

【 0 0 6 8 】

また、底面部 2 1 a の挿入方向 X の先端側には、図 3 ( c ) a 部拡大図に示すように、挿入方向 X の先端側に向かって上方に傾斜するテーパ面部 2 1 a a を設けている。

さらに、テーパ面部 2 1 a a の先端において、複数の調整ブロック 2 5 を脱着可能に備えている。調整ブロック 2 5 は、先端側に向かって下方に傾斜する下向き傾斜面を有する正面視楔型であり、上向きに傾斜するテーパ面部 2 1 a a の先端に対して着脱可能に取り付けられる。

30

【 0 0 6 9 】

そして、ワイヤーソー装置 2 4 は刃口本体部 2 1 の内部及び後述するアダプタ部 3 0 の内部を跨いで配置され、刃先板 2 2 の幅方向外側の少し前方には、ワイヤーソー装置 2 4 で回転駆動するワイヤーソー 2 3 の方向を変換する回転プリー 2 3 a を備えている。

平面視左側の回転プリー 2 3 a の前方には、傾斜センサ 9 1 を備えている。

【 0 0 7 0 】

なお、ワイヤーソー 2 3 及びワイヤーソー装置 2 4 についての詳しい構成は、出願人らによって出願された発明（特開 2 0 1 0 1 7 4 5 4 2 号公報）に開示されているため、詳細な説明を省略する。また、ワイヤーソー装置 2 4 は、後述する地盤切削ボックス挿入システム 1 の制御部 7 0 （図 6 参照）に接続され、制御部 7 0 によって駆動制御するように構成している。

40

【 0 0 7 1 】

このように構成された刃口本体部 2 1 は、複数の刃口分割部材 2 1 0 を構成している。

詳述すると、刃口本体部 2 1 を構成する刃口分割部材 2 1 0 は、図 4 ( c ) に示すように、上面部 2 1 b と側面部 2 1 c の上部における挿入方向 X の先端側を構成する先端側上部刃口分割部材 2 1 1 ( 2 1 1 a , 2 1 1 b )、上面部 2 1 b と側面部 2 1 c の上部における挿入方向 X の後端側を構成する後端側上部刃口分割部材 2 1 2 ( 2 1 2 a , 2 1 2 b )、及び底面部 2 1 a と側面部 2 1 c の下部を構成する下部刃口分割部材 2 1 3 ( 2 1 3 a , 2 1 3 b ) とで構成されている。

50

## 【 0 0 7 2 】

また、刃口分割部材 2 1 0 ( 2 1 1 , 2 1 2 , 2 1 3 ) は、断面形状における角部を跨ぐ側面視 L 型部材であり、挿入方向 X に対して平面視左右方向に分割可能に、左右それぞれの部材があり、各部材には対向面にフランジを設けて、フランジ同士を対向させて組み付け可能に構成している。

## 【 0 0 7 3 】

なお、刃口分割部材 2 1 0 は上述したように 6 種類あり、これらをボルト接合して刃口本体部 2 1 を構成している。また、内面側には、挿入方向 X 及び断面方向のリブやフランジを設けて所要の強度を有している。

## 【 0 0 7 4 】

刃口 2 0 とともに、刃口ユニット 1 0 を構成するアダプタ部 3 0 は、刃口本体部 2 1 の後端側に装着される刃口側櫛形アダプタ部 4 0 と、小断面ボックスカルバート 3 1 0 の先端に装着される部材側アダプタ部 5 0 と、これらを伸縮自在に連結する連結ジャッキ 6 0 とで構成している。

## 【 0 0 7 5 】

刃口側櫛形アダプタ部 4 0 は、刃口本体部 2 1 と同じ側面形状かつ外殻状であり、連結ジャッキ 6 0 の先端側を枢動可能に取り付けるジャッキ支持部 4 2 ( 図 3 ( b ) 参照 ) を備えている。なお、ジャッキ支持部 4 2 は、側面視略正方形の刃口側櫛形アダプタ部 4 0 における隅角部付近のそれぞれに配置している。

## 【 0 0 7 6 】

また、刃口側櫛形アダプタ部 4 0 は、先端側に、部材側アダプタ部 5 0 に向かって、つまり挿入方向 X の後端側に向かって突出する凸部 4 1 1 が外面に沿って複数配置されるとともに、隣り合う刃口側凸部 4 1 1 同士の間凹部 4 1 2 が形成されている。なお、側面視四角形状の角部には刃口側凸部 4 1 1 が配置されるように、外面に沿って、刃口側凸部 4 1 1 と刃口側凹部 4 1 2 とが順に配置されている。

## 【 0 0 7 7 】

また、刃口側凸部 4 1 1 は先端側に向かって ( 挿入方向 X の後端側に向かって ) 、先細りとなる等脚台形状に形成するとともに、突出方向に向かって板厚が徐々に薄肉化する先薄形状である。

また、刃口側凸部 4 1 1 の先端部には、先端 ( 挿入方向 X の後端側 ) に向かって板厚が徐々に薄肉化する傾斜面による開先部 4 1 1 a が形成されている。さらには、図 8 ( a ) の b 部の内面側の拡大図に示すように、刃口側凸部 4 1 1 の先端には、先端側 ( 挿入方向 X の後端側 ) に突出する先端突起部材 4 1 3 が備えられている。

## 【 0 0 7 8 】

なお、刃口側櫛形アダプタ部 4 0 は、図 4 ( c ) に示すように、側面視四角形状の各角部を跨ぐ 4 つの分割 L 型接続部材 4 1 a , 4 1 b , 4 1 c , 4 1 d を組み合わせて構成している。詳しくは、上段において挿入方向 X に向かって右側の上段右側分割 L 型接続部材 4 1 a 、左側の上段左側分割 L 型接続部材 4 1 b 、及び下段において挿入方向 X に向かって右側の下段右側分割 L 型接続部材 4 1 d 、左側の下段左側分割 L 型接続部材 4 1 c を組付けて、側面視四角形状の外殻体を構成している。

## 【 0 0 7 9 】

また、4 つの分割 L 型接続部材 4 1 a , 4 1 b , 4 1 c , 4 1 d はそれぞれ構成の板材で構成されるとともに、内面側には、挿入方向 X と断面方向の適宜のリブやフランジを設けて所定強度の分割 L 型接続部材を構成している。なお、4 つの分割 L 型接続部材 4 1 a , 4 1 b , 4 1 c , 4 1 d はフランジ同士を対向させて組み付け、ボルト接合して刃口側櫛形アダプタ部 4 0 を構成している。

## 【 0 0 8 0 】

部材側アダプタ部 5 0 は、先端側の櫛形接続部 5 1 と、後端側の部材側アダプタ部本体 5 2 と、土砂侵入防止板 5 4 とで構成している。

部材側アダプタ部本体 5 2 は、小断面ボックスカルバート 3 1 0 の先端に、図示省略す

10

20

30

40

50

る取り付け治具で取り付けられ、小断面ボックスカルバート 3 1 0 と同じ側面視四角形状の枠体であり、側面視四角形状の各角部を跨ぐ 4 つの分割 L 型部材 5 2 a , 5 2 b , 5 2 c , 5 2 d を組み合わせて構成している。

【 0 0 8 1 】

詳しくは、上段において挿入方向 X に向かって右側の上段右側分割 L 型部材 5 2 a、左側の上段左側分割 L 型部材 5 2 b、及び下段において挿入方向 X に向かって右側の下段右側分割 L 型部材 5 2 d、左側の下段左側分割 L 型部材 5 2 c を組付けて、側面視四角形状の枠体を構成している。

【 0 0 8 2 】

なお、4 つの分割 L 型接続部材 5 2 a , 5 2 b , 5 2 c , 5 2 d は H 型鋼で構成するとともに、端面を構成するフランジ同士を対向させて組み付け、ボルト接合して部材側アダプタ部本体 5 2 を構成している。

【 0 0 8 3 】

櫛形接続部 5 1 は、先端側に、刃口側櫛形アダプタ部 4 0 に向かって突出する凸部 5 1 1 が外面に沿って複数配置されるとともに、隣り合う部材側凸部 5 1 1 同士の間には凹部 5 1 2 が形成されている。なお、側面視四角形状の角部には部材側凹部 5 1 2 が配置されるように、外面に沿って、部材側凸部 5 1 1 と部材側凹部 5 1 2 とが順に配置されている。

【 0 0 8 4 】

また、部材側凸部 5 1 1 は先端側（挿入方向 X の先端側）に向かって、つまり刃口側櫛形アダプタ部 4 0 に向かって先細りとなる等脚台形状に形成するとともに、前記突出方向

【 0 0 8 5 】

また、図 8 ( a ) の b 部の内面側の拡大図に示すように、部材側凸部 5 1 1 の先端部には、先端に向かって（挿入方向 X の先端側に向かって）板厚が徐々に薄肉化する傾斜面による開先部 5 1 1 a が形成されている。

【 0 0 8 6 】

さらには、部材側凸部 5 1 1 の先端には、先端側（挿入方向 X の先端側）に突出する先端突起部材 5 1 3 が備えられるとともに、部材側凹部 5 1 2 を跨いで隣り合う部材側凸部 5 1 1 の両内面に接続される断面方向規制部材 5 1 4 が設けられている。

また、櫛形接続部 5 1 の内面側においてジャッキ支持部 4 2 に対応する位置にジャッキ支持部 5 3（図 3 ( b ) 参照）を設けている。

【 0 0 8 7 】

なお、櫛形接続部 5 1 は、側面視四角形状の各角部を跨ぐ 4 つの分割 L 型接続部材 5 1 a , 5 1 b , 5 1 c , 5 1 d を組み合わせて構成している。詳しくは、上段において挿入方向 X に向かって右側の上段右側分割 L 型接続部材 5 1 a、左側の上段左側分割 L 型接続部材 5 1 b、及び下段において挿入方向 X に向かって右側の下段右側分割 L 型接続部材 5 1 d、左側の下段左側分割 L 型接続部材 5 1 c を組付けて、側面視四角形状の外殻体を構成している。

【 0 0 8 8 】

また、4 つの分割 L 型接続部材 5 1 a , 5 1 b , 5 1 c , 5 1 d はそれぞれ構成の板材で構成されるとともに、内面側には、挿入方向 X と断面方向の適宜のリブやフランジを設けて所定強度の分割 L 型接続部材を構成している。また、4 つの分割 L 型接続部材 5 1 a , 5 1 b , 5 1 c , 5 1 d はフランジ同士を対向させて組み付け、ボルト接合して櫛形接続部 5 1 を構成している。

【 0 0 8 9 】

土砂侵入防止板 5 4 は、外殻としての強度を有さない（厚みをもたない）板材で構成された寝位の四角筒状体であり、挿入方向 X の後端側が櫛形接続部 5 1 に固定され、刃口側櫛形アダプタ部 4 0 と部材側アダプタ部 5 0 との凹凸嵌合部分 3 0 a の外側を囲繞している。詳しくは、アダプタ部 3 0 において、刃口側櫛形アダプタ部 4 0 の刃口側凸部 4 1 1 と部材側アダプタ部 5 0 の部材側凹部 5 1 2 が挿入方向 X に凹凸嵌合するとともに、その

10

20

30

40

50

断面方向の隣において刃口側櫛形アダプタ部 4 0 の刃口側凹部 4 1 2 と部材側アダプタ部 5 0 の部材側凸部 5 1 1 とが凹凸嵌合する凹凸嵌合部分 3 0 a の外側を囲繞するように構成している。

また、土砂侵入防止板 5 4 は、上面板材 5 4 1 と、2 枚の側面板材 5 4 2 と、底面板材 5 4 3 とを組み合わせて、側面視四角形状に構成している。

【 0 0 9 0 】

連結ジャッキ 6 0 は、刃口側櫛形アダプタ部 4 0 のジャッキ支持部 4 2 と、部材側アダプタ部本体 5 2 のジャッキ支持部 5 3 とに、枢動可能に接続された油圧ジャッキであり、後述する地盤切削ボックス挿入システム 1 の制御部 7 0 に接続され、制御部 7 0 によって伸縮制御するように構成している。なお、本実施例において、上部に配置された連結ジャッキを上部連結ジャッキ 6 0 a ( 図 6 参照 ) とし、下部に配置された連結ジャッキを下部連結ジャッキ 6 0 b ( 図 6 参照 ) としている。

10

【 0 0 9 1 】

このように構成してアダプタ部 3 0 は、刃口 2 0 の刃口本体部 2 1 の後端部に対して刃口側櫛形アダプタ部 4 0 を固定し、小断面ボックスカルバート 3 1 0 の先端に対して部材側アダプタ部本体 5 2 を介して櫛形接続部 5 1 が固定され、刃口側櫛形アダプタ部 4 0 の刃口側凸部 4 1 1 及び刃口側凹部 4 1 2 と、対向する部材側アダプタ部 5 0 の部材側凹部 5 1 2 及び部材側凸部 5 1 1 とを凹凸嵌合させて組み付けている。

【 0 0 9 2 】

また、各部材を上述のように構成した刃口ユニット 1 0 では、刃口本体部 2 1 及び刃口側櫛形アダプタ部 4 0 と、櫛形接続部 5 1 と、部材側アダプタ部本体 5 2 とが、断面方向における分割位置が異なるため、断面方向において断面位置が一致する場合に比べて強度の高いユニットを構成することができる。

20

【 0 0 9 3 】

なお、刃口側櫛形アダプタ部 4 0 は、アダプタ部 3 0 の構成部品とせず、刃口本体部 2 1 の後端側の一部で構成してもよい。また、連結ジャッキ 6 0 は、直接刃口本体部 2 1 の後端や、小断面ボックスカルバート 3 1 0 の先端に接続してもよい。

【 0 0 9 4 】

このように構成した刃口ユニット 1 0 を用いた地盤切削ボックス挿入システム 1 は、刃口ユニット 1 0 以外に、図 6 に示すように、小断面ボックスカルバート 3 1 0 を挿入する位置である設計値や、各装置を制御する制御プログラムなどを記憶する記憶部 7 1 と、記憶部 7 1 に記憶した制御プログラムと協働して、各装置を制御する制御部 7 0 と、制御部 7 0 に対して入力操作するための操作部 7 2 と、検出センサ 9 0 と、発進立坑 4 2 0 a に配置した基押しジャッキ 8 0 とを備えている。

30

操作部 7 2 は、修正距離入力部 7 2 a や、記憶部 7 1 に記憶する設計値を入力する設計値入力部として機能することができる。

【 0 0 9 5 】

本実施例では、検出センサ 9 0 として、刃口本体部 2 1 の姿勢を検出する傾斜センサ 9 1 と、基押しジャッキ 8 0 の伸長量に基づいて、小断面ボックスカルバート 3 1 0 の挿入量を検出する挿入量検出センサ 9 2 とを備えている。

40

【 0 0 9 6 】

また、基押しジャッキ 8 0 は、図 5 に示すように、発進立坑 4 2 0 a において、反力壁 4 3 0 を反力として、押輪 4 3 1 を介して、小断面ボックスカルバート 3 1 0 を元押しして、地山 4 0 0 に挿入するための油圧ジャッキであって、例えば、小断面ボックスカルバート 3 1 0 の大きさや小断面ボックスカルバート 3 1 0 を地山 4 0 0 に挿入する挿入力に応じて、複数本備えている ( 8 0 a , 8 0 b , . . . ) 。

【 0 0 9 7 】

なお、押輪 4 3 1 は、基押しジャッキ 8 0 で伸長するストロークに対応し、基押しジャッキ 8 0 を伸長して小断面ボックスカルバート 3 1 0 を挿入し、基押しジャッキ 8 0 を縮短するとともに、基押しジャッキ 8 0 が縮短した部分に押輪 4 3 1 を設置して、さらに基

50

押しジャッキ 80 を伸長して小断面ボックスカルバート 310 を地山 400 に挿入するように構成している。

【0098】

このように構成した地盤切削ボックス挿入システム 1 は、連結ジャッキ 60 (60a, 60b)、記憶部 71、操作部 72、ワイヤーソー装置 24、傾斜センサ 91、挿入量検出センサ 92、基押しジャッキ 80 (80a, 80b...) がそれぞれ制御部 70 に接続され、制御部 70 によって制御されている。なお、制御部 70、記憶部 71 及び操作部 72 は、例えば、パーソナルコンピュータで構成してもよいし、専用のコンピュータシステムで構成してもよい。

【0099】

続いて、地盤切削ボックス挿入システム 1 によって小断面ボックスカルバート 310 を地山 400 に挿入する地盤切削ボックス挿入工法の施工方法について、図 7 とともに説明する。

まず、図 5 に示すように、発進立坑 420a において、反力壁 430、押輪 431 及び基押しジャッキ 80 を設置するとともに、刃口ユニット 10 及び小断面ボックスカルバート 310 を配置する準備工程を行う (ステップ s1)。

【0100】

準備工程 (ステップ s1) 後に、連結ジャッキ 60 に接続されたワイヤーソー装置 24 を駆動制御しながら、基押しジャッキ 80 を伸長制御し、傾斜センサ 91 で常時、姿勢を計測しながら刃口 20 を地山 400 に挿入する (ステップ s2)。

【0101】

詳しくは、刃口 20 を、発進立坑 420a に配置した基押しジャッキ 80 を伸長制御すると、ワイヤーソー 23 で刃先板 22 の前方の地山 400 を切断し、ワイヤーソー 23 によって切断された地山 400 の切断跡に刃先板 22 を挿入することができる。

【0102】

なお、刃口 20 における回転プーリー 23a は、あらかじめ地山 400 に挿入方向 X に挿通されたガイドパイプ 440 (図 3) の内部に配置されているため、回転プーリー 23a でワイヤーソー 23 の方向を変換して、刃口 20 の刃先板 22 の挿入を許容する切断スリットを地山 400 に形成する。そして、刃口 20 の先端が地山 400 に近づくと、刃口 20 内の作業員によって、刃口 20 の前方の地山 400 を人力掘削して、刃口 20 を地山 400 に挿入する。

【0103】

また、刃口 20 の前方の地山 400 を掘削しても、掘削箇所の上部は先に挿入された刃先板 22 によって支持されているため、刃口 20 の前方掘削による地山 400 の応力解放の影響を防止することができる。

【0104】

このようにして、刃口 20 を地山 400 に挿入しながら、小断面ボックスカルバート 310 の挿入を進めるが、小断面ボックスカルバート 310 の挿入中は、傾斜センサ 91 で刃口 20 の姿勢を常時計測しており、その計測結果に基づいて、刃口 20 が正しい姿勢でない場合 (ステップ s3: No)、制御部 70 は、連結ジャッキ 60 を制御して、刃口 20 の姿勢を調整する (ステップ s4)。

【0105】

詳しくは、刃口 20 の姿勢が、挿入方向 X に対して下向きである場合、下部連結ジャッキ 60b を伸長したり、上部連結ジャッキ 60a を縮短したり、さらには、上部連結ジャッキ 60a を縮短するとともに、下部連結ジャッキ 60b を伸長して、刃口 20 が所定の姿勢 (上向き) となるように制御する (図 8 (b) 参照)。

【0106】

逆に、刃口 20 の姿勢が、挿入方向 X に対して上向きである場合、上部連結ジャッキ 60a を伸長したり、下部連結ジャッキ 60b を縮短したり、さらには、下部連結ジャッキ 60b を縮短するとともに、上部連結ジャッキ 60a を伸長して、刃口 20 が所定の姿勢

10

20

30

40

50

(下向き)となるように制御する(図8(c)参照)。

【0107】

また、刃口20の姿勢が、挿入方向Xに対して左向きである場合、右側の連結ジャッキ60a, 60bを縮短したり、左側の連結ジャッキ60a, 60bを伸長したり、さらには、左側の連結ジャッキ60a, 60bを伸長するとともに、右側の連結ジャッキ60a, 60bを縮短して、刃口20が所定の姿勢(右向き)となるように制御する(図9(b)参照)。

【0108】

逆に、刃口20の姿勢が、挿入方向Xに対して右向きである場合、左側の連結ジャッキ60a, 60bを縮短したり、右側の連結ジャッキ60a, 60bを伸長したり、さらには、右側の連結ジャッキ60a, 60bを伸長するとともに、左側の連結ジャッキ60a, 60bを縮短して、刃口20が所定の姿勢(左向き)となるように制御する(図9(c)参照)。

10

さらには、これらの連結ジャッキ60の伸縮制御を調整し、側面視斜め方向に刃口20の姿勢を制御してもよい。

【0109】

このように連結ジャッキ60を伸縮制御して刃口20の姿勢を調整した場合であっても、図8及び図9に示すように、連結ジャッキ60を伸長することで、アダプタ部30の凹凸嵌合部分30aにおいて凹凸嵌合した凸部411と凹部512との間及び凸部511と凹部412との間(以下において、凸部(411, 511)と凹部(512, 412)との間という)にクリアランスが形成され、スムーズに姿勢調整することができる。

20

【0110】

また、凸部(411, 511)と凹部(512, 412)とが凹凸嵌合する凹凸嵌合部分30aの外側を土砂侵入防止板54が囲繞しているため、凹凸嵌合した凸部(411, 511)と凹部(512, 412)との間に形成されたクリアランスから土砂が侵入することを防止することができる。

【0111】

なお、刃口20の姿勢が上向き、下向き、右向き、左向き、あるいは斜め向きになっているということは、絶対的に向きであることのみならず、設計勾配などの基準に対する相対的な向きであってもよい。

30

【0112】

このような刃口20の姿勢制御を正しい姿勢になるまで繰り返し(ステップs5: No)、刃口20の姿勢制御により正しい姿勢になったり(ステップs5: Yes)、計測結果が正しい姿勢であることを検出した場合(ステップs3: Yes)、制御部70は、挿入量検出センサ92に基づいて、小断面ボックスカルバート310が所定の挿入量、つまり貫通したか否かを判定し、その日の施工ノルマなど、挿入量に達していない場合(ステップs6: No)、ステップs2に戻って、基押しジャッキ80を伸長して小断面ボックスカルバート310を地山400に挿入する。逆に、上述したような所定挿入量を挿入した場合(ステップs6: Yes)、挿入工程を終了する。なお、挿入工程(ステップs2乃至s6)後の撤去工程(ステップs7)については後述する。

40

【0113】

次に、地盤切削ボックス挿入システム1による別の挿入工程について、図10とともに説明する。

上述の図7に基づく説明では、基押しジャッキ80によって、刃口ユニット10及び小断面ボックスカルバート310を地山400に挿入し、連結ジャッキ60によって、刃口20の姿勢制御を行う方法について説明したが、図10とともに説明する別の挿入方法では、連結ジャッキ60で予め刃口20を挿入し、その後、連結ジャッキ60を縮短制御しながら、基押しジャッキ80を伸長制御して小断面ボックスカルバート310を挿入する方法である。

【0114】

50

なお、以降の説明では、刃口20の姿勢を設計値と比較してズレていた場合に、姿勢制御しながら連結ジャッキ60を伸長制御する方法として説明するが、上述の図7とともに説明した上述の方法においても、設計値と比較して刃口20の姿勢制御を行ってもよい。

【0115】

具体的には、上述の準備工程（ステップt1）後に、記憶部71に記憶した設計値を呼び出したうえで（ステップt2）、傾斜センサ91で刃口20の姿勢を検出して、設計値と比較する（ステップt3）。

【0116】

その結果、刃口20の姿勢が設計値通りであれば（ステップt4：Yes）、刃口20の前方の地山400を掘削しながら、図8（a）及び図9（a）に示すように、全連結ジャッキ60を伸長制御して、小断面ボックスカルバート310に対して刃口20を前方移動（先端側に移動）する（ステップt5）。

10

【0117】

そして、挿入量検出センサ92で小断面ボックスカルバート310の挿入量、つまり基押しジャッキ80の伸長量を検出しながら、基押しジャッキ80を伸長制御するとともに、刃口20の姿勢を維持しながら、連結ジャッキ60を縮短制御する（ステップt6）。つまり、基押しジャッキ80の伸長と、連結ジャッキ60の縮短とを、刃口20の姿勢を維持しながら、同期させて制御することで、刃口20の位置は維持されたまま、小断面ボックスカルバート310が前方移動（先端側に移動）して地山400に挿入される。

20

【0118】

逆に、刃口20の姿勢が設計値通りでない場合、つまり設計値からズレている場合（ステップt4：No）、操作部72の修正距離入力部72aを操作して、修正距離及び修正量を入力し（ステップt7）、制御部70は、入力された修正距離でズレた刃口20の姿勢を修正するように制御する（ステップt8）。

【0119】

具体的には、挿入量検出センサ92で小断面ボックスカルバート310の挿入量、つまり基押しジャッキ80の伸長量を検出しながら、基押しジャッキ80を伸長制御するとともに、刃口20の姿勢を修正しながら、連結ジャッキ60を縮短制御する（ステップt9）。

30

【0120】

つまり、基押しジャッキ80の伸長と、連結ジャッキ60の縮短とを、刃口20の姿勢を修正しながら、同期させて制御することで、位置が維持された刃口20の姿勢は修正されながら、小断面ボックスカルバート310が前方移動（先端側に移動）して地山400に挿入される。

【0121】

そして、入力された修正距離に達すまで繰り返し（ステップt10：No）、修正距離に達した状態で（ステップt10：Yes）、刃口20の姿勢が設計値通りであるか否かを判定し、刃口20の姿勢が設計値通りでない場合（ステップt11：No）はステップt7に戻って、刃口20の姿勢が設計値通りになるまで繰り返す。

40

【0122】

刃口20の姿勢が設計値通りになったことが検出されると（ステップt11：Yes）、制御部70は、挿入量検出センサ92に基づいて、小断面ボックスカルバート310が所定の挿入量あるいは、その日の施工ノルマなど、挿入量に達していない場合（ステップt12：No）、ステップt3に戻って、連結ジャッキ60を伸長して刃口20を地山400に挿入する。逆に、上述したような所定挿入量を挿入した場合（ステップt12：Yes）、挿入工程（ステップt2乃至t12）を終了する。

【0123】

上述の挿入工程（ステップs2乃至s6，ステップt2乃至t12）つまり刃口20が到達立坑420bに到達すると、撤去工程（ステップs7，t13）では、図11及び図12に示すように、刃口ユニット10を分割部材に分割しながら到達立坑420bから搬

50

出して、本施工は完了する。

【 0 1 2 4 】

詳しくは、到達立坑 4 2 0 b に到達した刃口ユニット 1 0 のうち先端側から順次到達立坑 4 2 0 b 内部まで押し出して、到達立坑 4 2 0 b の内部で、押し出された各部材を分割部材ごとに分割して、到達立坑 4 2 0 b より地上に引き上げて刃口ユニット 1 0 を撤去する。

【 0 1 2 5 】

本実施例においては、まずは、刃口ユニット 1 0 の先端側の刃口 2 0 を分割する。具体的には、刃口本体部 2 1 から刃先板 2 2、ワイヤーソー 2 3 及びワイヤーソー装置 2 4 を撤去するとともに、刃口本体部 2 1 を刃口分割部材 2 1 0 に分割し、到達立坑 4 2 0 b より刃口分割部材 2 1 0 を地上に引き上げて刃口 2 0 を撤去する。

10

【 0 1 2 6 】

刃口 2 0 の撤去後、さらに、基押しジャッキ 8 0 を伸長して小断面ボックスカルバート 3 1 0 ごと前方移動（先端側に移動）させ、到達立坑 4 2 0 b 内部に刃口側櫛形アダプタ部 4 0 が押し出されると、刃口側櫛形アダプタ部 4 0 を 4 つの分割 L 型接続部材 4 1 a , 4 1 b , 4 1 c , 4 1 d に分割してから、到達立坑 4 2 0 b より分割 L 型接続部材 4 1 a , 4 1 b , 4 1 c , 4 1 d を地上に引き上げて刃口側櫛形アダプタ部 4 0 を撤去する。

【 0 1 2 7 】

刃口側櫛形アダプタ部 4 0 の撤去後、さらに、基押しジャッキ 8 0 を伸長して小断面ボックスカルバート 3 1 0 ごと前方移動（先端側に移動）させ、到達立坑 4 2 0 b 内部に部材側アダプタ部 5 0 が押し出されると、まずは土砂侵入防止板 5 4 を上面板材 5 4 1 と、2 枚の側面板材 5 4 2 と、底面板材 5 4 3 とに分割し、到達立坑 4 2 0 b より上面板材 5 4 1 と、2 枚の側面板材 5 4 2 と、底面板材 5 4 を地上に引き上げて土砂侵入防止板 5 4 を撤去する。

20

【 0 1 2 8 】

次に、部材側アダプタ部本体 5 2 から取り外すとともに、櫛形接続部 5 1 を 4 つの分割 L 型部材 5 1 a , 5 1 b , 5 1 c , 5 1 d に分割してから、到達立坑 4 2 0 b より分割 L 型部材 5 1 a , 5 1 b , 5 1 c , 5 1 d を地上に引き上げて櫛形接続部 5 1 を撤去する。

【 0 1 2 9 】

最後に、部材側アダプタ部本体 5 2 を 4 つの分割 L 型部材 5 2 a , 5 2 b , 5 2 c , 5 2 d に分割してから、到達立坑 4 2 0 b より分割 L 型部材 5 2 a , 5 2 b , 5 2 c , 5 2 d を地上に引き上げて部材側アダプタ部本体 5 2 を撤去し、撤去工程（ステップ s 7 , t 1 3）の完了に伴って本施工は完了する。

30

【 0 1 3 0 】

なお、図 1 1 ( a ) は本実施例の刃口 2 0 を分割して搬出可能なサイズの矩形の到達立坑 4 2 0 b を図示し、図 1 1 ( b ) は分割できない刃口ユニット 1 0 a を搬出可能なサイズの矩形の到達立坑 4 2 0 b を図示している。同様に、図 1 2 ( a ) は本実施例の刃口 2 0 を分割して搬出可能なサイズの円形の到達立坑 4 2 0 b を図示し、図 1 2 ( b ) は分割できない刃口ユニット 1 0 a を搬出可能なサイズの円形の到達立坑 4 2 0 b を図示している。

40

【 0 1 3 1 】

また、分割した刃口ユニット 1 0 を到達立坑 4 2 0 b から搬出せずとも、地山 4 0 0 に挿入された小断面ボックスカルバート 3 1 0 の内部、つまり地下横断構造物 3 0 0 の内部空間 3 0 0 b から搬出してもよい。

【 0 1 3 2 】

上述したように、長尺状で閉断面形状であり、地山 4 0 0 に挿入される小断面ボックスカルバート 3 1 0 における挿入方向 X の先端側に配置される閉断面形状の刃口 2 0 を、断面方向において複数に分割可能な断面分割部材で構成しているため、所定位置に到達した刃口 2 0 を容易に撤去することができる。

【 0 1 3 3 】

50

詳述すると、地山400に挿入される小断面ボックスカルバート310における挿入方向Xの先端側に配置される閉断面形状の刃口20を、断面方向において複数に分割可能な断面分割部材で構成しているため、到達立坑420bまで到達すると、分割可能に構成した刃口20を容易に分割することができる。

【0134】

したがって、例えば、小断面ボックスカルバート310の内部を通り発進側まで運搬して撤去したり、小型化された刃口20を到達立坑420bから容易に搬出することができる。よって、図11及び図12に示すように、分割できない刃口ユニット10aの場合のように、刃口20を撤去するために到達立坑420bが大型化することを防止できる。さらには、到達立坑420bが不要な地下構造物である場合においては、刃口20を撤去するための到達立坑420bを構築する必要もなくなる。

10

【0135】

また、分割して搬出した刃口本体部21を再利用または転用できるとともに、断面分割部材の組み合わせをアレンジすることで、異なる断面形状の刃口を構成する、つまり断面分割部材を組み替えて容易に所望の断面形状の刃口を構成することができる。

【0136】

また、刃口20の刃口本体部21は、底面部21a、底面部21aと対向する上面部21b、並びに底面部21a及び上面部21bを連結する一対の側面部21cとで構成される矩形断面形状であり、底面部21a、上面部21b、及び側面部21cのそれぞれで分割可能、且つ矩形断面形状の角部を跨ぐ刃口分割部材210で構成することにより、矩形断面の刃口20を分割して刃口分割部材210として小型化して搬出することができる。また、刃口分割部材210は矩形断面の角部を跨ぐ形状であるため、例えば、断面一文字状の断面分割部材に比べて強度を有する断面分割部材を構成することができる。

20

【0137】

また、角部を跨ぐ刃口分割部材210を組み合わせて構成した刃口20は、一文字状の断面分割部材を組み合わせて構成した刃口より、正確な矩形断面を構成することができる。とともに、刃口20の断面強度を向上することができる。

【0138】

また、刃口分割部材210は、上面部21b及び側面部21cの上部を構成する、先端側に配置される先端側上部刃口分割部材211と、後端側に配置される後端側上部刃口分割部材212と、底面部21aと側面部21cの下部を構成する下部刃口分割部材213とで分割可能に構成されているため、刃口分割部材210をさらに小型化することができる。刃口20の機長が長い場合、断面方向に分割された断面分割部材は断面方向において小型化するものの、断面分割部材は機長分の長さを有するため、例えば、狭隘な到達立坑420bや小断面ボックスカルバート310の内部を運搬するための取り扱い性は低くなる。しかしながら、刃口分割部材210を、先端側上部刃口分割部材211と、後端側上部刃口分割部材212と、下部刃口分割部材213とで分割可能に構成することで断面分割部材をより小型化することができる。したがって、狭隘な到達立坑420bや小断面ボックスカルバート310の内部を運搬するための取り扱い性を向上することができる。

30

【0139】

なお、上述の説明では、刃口本体部21を上面部21bと側面部21cの上部における挿入方向Xの先端側を構成する先端側上部刃口分割部材211(211a, 211b)、上面部21bと側面部21cの上部における挿入方向Xの後端側を構成する後端側上部刃口分割部材212(212a, 212b)、及び底面部21aと側面部21cの下部を構成する下部刃口分割部材213(213a, 213b)との6種類の刃口分割部材210で構成したが、例えば、上面部21b、側面部21c及び底面部21aを断面方向及び/又は挿入方向Xにおいて3つ以上に分割してもよい。この場合、断面方向において、角部を構成する刃口分割部材210以外に各面の中央部分を構成する刃口分割部材210を設けることになる。

40

【0140】

50

また、底面部 2 1 a における先端側に、先端側に向かって上向きに傾斜するテーパ面部 2 1 a a が設けられているため、刃口 2 0 で掘削した掘削箇所へ挿入する小断面ボックスカルバート 3 1 0 の沈下を防止し、設置精度を向上することができる。

【 0 1 4 1 】

詳述すると、地中において刃口 2 0 の前方の地山 4 0 0 を掘削して掘進するが、この掘削によって地山 4 0 0 の応力が解放して緩みが生じる。このため、刃口 2 0 で掘削した掘削箇所へ挿入された小断面ボックスカルバート 3 1 0 は上載荷重や自重などの影響により時間の経過とともに、所望の設置高さよりも沈下する傾向がある。

【 0 1 4 2 】

これに対し、底面部 2 1 a における先端側に設けられたテーパ面部 2 1 a a は、図 3 ( c ) の a 部拡大図に示すように、掘削により緩みが生じた地山 4 0 0 を刃口 2 0 の掘進に伴って下方に押し付け、緩んだ地山 4 0 0 を締め固めるため、刃口 2 0 の通過後に挿入された小断面ボックスカルバート 3 1 0 の沈下を防止し、小断面ボックスカルバート 3 1 0 の設置精度を向上することができる。

【 0 1 4 3 】

また、底面部 2 1 a の先端に、テーパ面部 2 1 a a による締め固め効果を調整する調整ブロック 2 5 が着脱可能に設けられているため、掘削により緩みが生じた地山 4 0 0 を刃口ユニット 1 0 の掘進に伴って下方に押し付けて締め付けるテーパ面部 2 1 a a による締め固め効果を調整することができる。

【 0 1 4 4 】

詳述すると、図 3 ( c ) の a 部拡大図 1 に示すように、調整ブロック 2 5 を底面部 2 1 a の先端に装着することで、調整ブロック 2 5 と底面部 2 1 a の後端側で支持でき、つまり、テーパ面部 2 1 a a は地山 4 0 0 に接触しないため、テーパ面部 2 1 a a による締め固め効果は奏しない。逆に、図 3 ( c ) の a 部拡大図 2 に示すように、調整ブロック 2 5 を取り外すことで、テーパ面部 2 1 a a は地山 4 0 0 に接触して、図中において矢印で示すような締め固め効果を発揮することができる。

【 0 1 4 5 】

さらには、高さの異なる調整ブロック 2 5 を複数用意し、装着する調整ブロック 2 5 を取り替えて、テーパ面部 2 1 a a による締め固め効果を調整してもよいし、幅方向に複数装着する調整ブロック 2 5 の装着数や配置によってテーパ面部 2 1 a a の締め固め効果を調整してもよい。

【 0 1 4 6 】

なお、図 4 では、構成を明確にするため、調整ブロック 2 5 を、刃口本体部 2 1 の底面部 2 1 a の先端において幅方向に隙間を開けて図示しているが、隙間なく配置してもよいし、図示するように隙間を開けて配置してもよい。

このように、掘削する地山 4 0 0 の地質や挿入方向などに応じて調整ブロック 2 5 の着脱を選択して所望の挿入方向 X に挿入することができる。

【 0 1 4 7 】

また、刃口 2 0 と、刃口 2 0 と小断面ボックスカルバート 3 1 0 の先端とを接続するアダプタ部 3 0 と、小断面ボックスカルバート 3 1 0 の先端と刃口 2 0 とを伸縮可能に連結する連結ジャッキ 6 0 とが刃口ユニット 1 0 に備えられているため、連結ジャッキ 6 0 を伸縮させて、小断面ボックスカルバート 3 1 0 に対する刃口 2 0 の姿勢を変更させて、刃口ユニット 1 0 の姿勢を変更したり、修正したりすることができる。

【 0 1 4 8 】

また、アダプタ部 3 0 を、刃口 2 0 に接続する刃口側櫛形アダプタ部 4 0 と、小断面ボックスカルバート 3 1 0 に接続する部材側アダプタ部 5 0 とで構成するとともに、刃口側櫛形アダプタ部 4 0 及び部材側アダプタ部 5 0 を相対移動可能に接続する凹凸嵌合部分 3 0 a が構成されるため、連結ジャッキ 6 0 を伸縮させて、アダプタ部 3 0 を構成する刃口側櫛形アダプタ部 4 0 と部材側アダプタ部 5 0 とを凹凸嵌合部分 3 0 a によって相対移動させることで、小断面ボックスカルバート 3 1 0 に対する刃口 2 0 の姿勢を所望の姿勢に

10

20

30

40

50

調整することができる。

【0149】

また、刃口側櫛形アダプタ部40及び部材側アダプタ部50の対向部分において、他方に向かって突出するとともに、断面方向に所定間隔を隔てて複数配置された凸部(411, 511)と、断面方向において隣り合う凸部(411, 511)同士の間形成された凹部(412, 512)とが設けられ、挿入方向Xにおいて対向するとともに、凹凸嵌合する凸部(411, 511)と凹部(412, 512)で凹凸嵌合部分30aを構成しているため、可動するアダプタ部30に土砂が噛み込んでも容易に除去することができる。

【0150】

例えば、刃口ユニット10の挿入方向Xをスムーズに曲げるためには、アダプタ部30に中折れなどの可動部分を設けるが、このようなアダプタ部30を可動させるために、内外方向の二重構造で構成されている場合、刃口ユニット10を曲げることはできるものの、例えば、可動状態の二重構造の可動部分に土砂が侵入すると、可動状態から非可動状態(曲げ状態から非曲げ状態)に戻す際に進入した土砂が噛み込む可動部分に噛み込み、可動状態から非可動状態に戻せなかったり、噛み込んだ土砂を除去することが困難であった。

【0151】

これに対し、断面方向に所定間隔を隔てて複数配置された凸部(411, 511)と、断面方向において隣り合う凸部(411, 511)同士の間形成された凹部(412, 512)とが凹凸嵌合する凹凸嵌合部分30aを可動させることで、凹凸嵌合する凸部(411, 511)と凹部(412, 512)とは断面方向の一部において離間するが、仮に、その隙間から土砂が侵入して噛み込んだとしても、二重構造の可動接続部に比べて、凹凸嵌合する凸部(411, 511)と凹部(412, 512)とをそのままさらに離間させることで、可動状態を維持したまま、つまり部材側アダプタ部50に対する刃口側櫛形アダプタ部40の向きを維持したまま、凸部(411, 511)と凹部(412, 512)との間の隙間を拡大させて、噛み込んだ土砂を容易に除去することができる。

【0152】

さらにまた、二重構造の可動接続部を有するアダプタ部に比べて軽量化できるとともに、刃口ユニット10をアダプタ部30で挿入方向Xに分割した際の機長を短縮することができる。したがって、到達後の撤去工程(ステップs7, t13)において撤去作業の作業性を向上することができる。

【0153】

また、凸部(411, 511)が、突出方向に向かって突出幅が細くなる先細り形状であるため、凸部(411, 511)と凹部(412, 512)とを確実に凹凸嵌合することができる。

詳述すると、先細り形状の凸部(411, 511)と挿入方向Xに対向する凹部(412, 512)の開口幅は、嵌合方向の後端側(凹部(412, 512)と凸部(411, 511)とが嵌合開始する側、つまり凹部(412, 512)を形成する凸部(411, 511)の先端側)が広く、嵌合方向の先端側(凹部(412, 512)を形成する凸部(411, 511)の後端側)が狭くなる嵌合方向に沿って先細り形状の凹部(412, 512)となる。

【0154】

そのため、凹部(412, 512)と凸部(411, 511)の嵌合開始状態では、開口幅の広い凹部(412, 512)に対して突出幅の狭い凸部(411, 511)が嵌合するため、凸部(411, 511)と凹部(412, 512)とに多少のズレがあっても、凹部(412, 512)に凸部(411, 511)を嵌合させることができる。

【0155】

また、凹部(412, 512)と凸部(411, 511)とが完全に凹凸嵌合した状態から離間させることで、凹部(412, 512)と凸部(411, 511)との間に容易にクリアランスを拡大することができる。したがって、刃口側櫛形アダプタ部40及び部

10

20

30

40

50

材側アダプタ部 50 を相対移動させて、嵌合方向（挿入方向 X）に対して交差する方向に向けることができる。したがって、アダプタ部 30 を介して、小断面ボックスカルバート 310 の先端に対して刃口 20 の向きを変更することができる。

【0156】

また、凸部（411，511）を等脚台形状で形成しているため、凸部（411，511）の突出幅が突出方向において徐々に先細りとなり、凹部（412，512）と凸部（411，511）との間にさらに容易にクリアランスを拡大することができ、刃口側櫛形アダプタ部 40 及び部材側アダプタ部 50 を相対移動させて、嵌合方向（挿入方向 X）に対して交差する方向にスムーズに向けることができる。

【0157】

また、凸部（411，511）が、突出方向に向かって板厚が徐々に薄肉化する先薄形状であるため、後端側は強度があり、先端に向かって板厚方向の変形性の高い凸部（411，511）を構成することができる。

【0158】

また、凸部（411，511）と凹部（412，512）とが深く嵌合した嵌合状態であっても、板厚方向に深い凹部（412，512）の基部に先薄の凸部（411，511）の先端部分が嵌合することとなり、土砂が凹部（412，512）と凸部（411，511）のクリアランス部分に噛み込んでも、噛み込んだ土砂を容易に除去することができる。

【0159】

また、凸部（411，511）の突出方向の先端に、突出方向に向かうとともに板厚方向に傾斜する開先部 411a，511a が設けられているため、凹凸嵌合状態において、凹部（412，512）の基部と凸部（411，511）の先端との間に土砂が噛み込むことを防止することができる。

【0160】

また、凸部（411，511）の突出方向の先端に、先端より突出し、凹凸嵌合する凹部（412，512）の基部の内面に沿う先端突起部材 413，513 が備えられているため、凹部（412，512）に凹凸嵌合する凸部（411，511）が深く嵌合して凹部（412，512）の基部に乗り上げるような過嵌合を防止することができる。凹凸嵌合状態において、凸部（411，511）から突出する先端突起部材 413，513 が凹部（412，512）の基部の内面に沿うことで、凹凸嵌合状態のアダプタ部 30 の強度を向上することができる。

【0161】

また、部材側アダプタ部 50 に、断面方向において、凹部 512 を跨いで隣り合う凸部 511 の両内面に接続される断面方向規制部材 514 が設けられているため、嵌合状態において凸部 511 の内部側に凸部 411 が潜り込むことを防止できるとともに、部材側アダプタ部 50 における凸部 511 の強度向上を図ることができる。

【0162】

また、凸部（411，511）と凹部（412，512）が凹凸嵌合する凹凸嵌合部分 30a の外側を土砂侵入防止板 54 が囲繞するため、凹部（412，512）と凸部（411，511）とが凹凸嵌合する凹凸嵌合部分 30a への土砂の侵入を抑制することができる。

【0163】

また、閉断面形状は、底面部 21a、底面部 21a と対向する上面部 21b、並びに底面部 21a 及び上面部 21b を連結する一対の側面部 21c とで構成される矩形断面形状の角部に凸部 411 及び凹部 512 が配置されているため、強度のあるアダプタ部 30 を構成することができる。

【0164】

例えば、嵌合状態における凸部（411，511）と凹部（412，512）との境界が角部に沿う態様のアダプタ部 30 に比べ、凸部 411 及び凹部 512 が矩形断面形状の

10

20

30

40

50

角部に配置されるため、強度のあるアダプタ部 30 を構成することができる。

【0165】

また、角矩形断面形状の角部ごとに、刃口側櫛形アダプタ部 40 及び部材側アダプタ部 50 のいずれの凸部 (411, 511) が配置されているか異なる場合に比べて、安定して凹凸嵌合することができる。

【0166】

また、刃口 20 の姿勢を検知する傾斜センサ 91 が備えられ、傾斜センサ 91 による検知結果と関連付けて、連結ジャッキ 60 が制御部 70 によって伸縮制御されるため、小断面ボックスカルバート 310 を地山 400 に挿入して地下横断構造物 300 を構築する際の地表面への影響を低減することができる。

10

【0167】

例えば、既設の軌道 200 の下方に、地下横断構造物 300 を構築するアンダーパス構造では、上部の軌道 200 の安全確保のため、掘進に伴う地表面の変位を極力小さくすることが求められているが、周辺の地山 400 の土圧の作用によって、刃口 20 の姿勢が小断面ボックスカルバート 310 の挿入方向 X に対してズレた場合などにおいて方向修正するための余掘りや、刃口 20 における掘削に伴う地山 400 の内部応力の解放などの影響によって、周辺の地山 400 に影響を与えるおそれがある。

【0168】

また、刃口 20 の姿勢が挿入方向 X に対して、上向きや下向きにズレた場合において、そのままの姿勢で挿入方向 X に掘進しようとする、挿入抵抗が増大し、前方の地山 400 を押し上げ、地表面に大きな変位が生じるおそれもある。

20

【0169】

特に、挿入方向 X に対して下向きにズレた姿勢を上向きに修正するため、下部に修正部材を設置して掘進する場合においては、刃口 20 の急激な姿勢変化に伴って、地表面に大きな変位が生じるおそれがある。

【0170】

これに対し、刃口 20 の姿勢を傾斜センサ 91 で検知し、その検知結果に基づいて、小断面ボックスカルバート 310 の先端に装着されたアダプタ部 30 と刃口 20 とを連結する連結ジャッキ 60 を制御手段で伸縮制御することができ、仮に、挿入方向 X に対して、刃口 20 の姿勢がズレた場合であっても、例えば、刃口 20 の挿入量と同期しながら連結ジャッキ 60 を縮短制御したり、地表面に影響が及ばないように、刃口 20 の姿勢を維持しながら刃口 20 を挿入したり、修正したりすることができる。

30

【0171】

例えば、制御部 70 が、伸長した連結ジャッキ 60 を、小断面ボックスカルバート 310 の挿入量に応じて縮短制御する、連結ジャッキ 60 を、小断面ボックスカルバート 310 の挿入に同期して伸長制御する、または、小断面ボックスカルバート 310 の挿入量を検出する挿入量検出センサ 92 を備え、挿入量検出センサ 92 によって検出した小断面ボックスカルバート 310 の挿入量に応じて、制御部 70 が、伸長した連結ジャッキ 60 を縮短制御する、あるいは、連結ジャッキ 60 を伸長制御する場合、小断面ボックスカルバート 310 の挿入量に応じて連結ジャッキ 60 を縮短制御することによって、例えば、小断面ボックスカルバート 310 の挿入量とは関係なくむやみに連結ジャッキ 60 を縮短して刃口 20 の姿勢を制御することで応力解放された地山 400 が刃口 20 の前方に露出して崩落するなどの不具合の発生を防止し、安全に刃口 20 の姿勢を制御して、地表面の影響をより低減することができる。

40

【0172】

また、例えば、予め挿入量に応じた伸長量で連結ジャッキ 60 を伸長して刃口 20 を先行して挿入し、小断面ボックスカルバート 310 の挿入に伴って、連結ジャッキ 60 を縮短することで、あたかも尺取虫のようにして、小断面ボックスカルバート 310 を挿入することができる。この場合、刃口 20 の姿勢を維持したり、修正したりするための制御を行いながら連結ジャッキ 60 を伸長できるとともに、刃口 20 の挿入と小断面ボックスカ

50

ルバート 3 1 0 の挿入とを段階的に行うため、上部の地山 4 0 0 の引き摺りによる地表面への影響を低減することができる。

【 0 1 7 3 】

さらにまた、傾斜センサ 9 1 による検知結果に基づいて、小断面ボックスカルバート 3 1 0 を挿入する位置を示す設計値に対して刃口 2 0 がズレた姿勢である場合に、制御部 7 0 が、設計値に対してズレた姿勢である刃口 2 0 を設計値に沿う姿勢となるように姿勢を修正するための距離である修正距離を設定するとともに、設定した修正距離及び修正量に対して、小断面ボックスカルバート 3 1 0 の挿入量に応じて連結ジャッキ 6 0 を伸縮制御する、あるいは、小断面ボックスカルバート 3 1 0 を挿入する位置を示す設計値を記憶する記憶部 7 1 と、設計値に対してズレた姿勢である刃口 2 0 を設計値に沿う姿勢となるように姿勢を修正するための距離である修正距離を設定する修正距離入力部 7 2 a とを備え、制御部 7 0 が、傾斜センサ 9 1 による検知結果に基づいて、設計値に対して刃口 2 0 がズレた姿勢である場合に、設計値に沿う姿勢となるように、設定した修正距離及び修正量に対して、小断面ボックスカルバート 3 1 0 の挿入量に応じて連結ジャッキ 6 0 を伸縮制御するため、設計値に応じた姿勢に刃口 2 0 を維持しながら、小断面ボックスカルバート 3 1 0 を挿入することができる。

10

【 0 1 7 4 】

したがって、刃口 2 0 が設計値からズレたまま、小断面ボックスカルバート 3 1 0 を設計値通りの方向に無理やり挿入することで地表面に大きな変位が生じるなどの不具合の発生を防止することができる。

20

【 0 1 7 5 】

また、設定した所望の修正距離に応じて徐々に刃口 2 0 の姿勢を制御することで、設計値に対して刃口 2 0 の姿勢がズレた場合であっても、急激に刃口 2 0 の姿勢を修正制御することによる地表面への影響を防止することができる。また、設定した所望の修正距離に応じて徐々に刃口 2 0 の姿勢を修正制御することで、地山 4 0 0 へ挿入することによって小断面ボックスカルバート 3 1 0 に作用する負荷を低減することができる。

【 0 1 7 6 】

さらに、連結ジャッキ 6 0 を矩形断面における隅角部に配置しているため、刃口 2 0 、アダプタ部 3 0 及び小断面ボックスカルバート 3 1 0 が円形断面である場合に比べてローリングに関する刃口 2 0 の姿勢が地表面に与える影響は大きく、また、挿入時における上部の地山 4 0 0 との摩擦による地表面への影響が大きくなるが、隅角部に連結ジャッキ 6 0 を備えるとともに、挿入に同期して伸縮制御することで、矩形断面の小断面ボックスカルバート 3 1 0 に対する刃口 2 0 の姿勢を高精度で制御できるため、地表面への影響を低減しながら高精度で地山 4 0 0 に挿入することができる。

30

【 0 1 7 7 】

この発明の構成と、上述の実施例との対応において、この発明の閉断面構造部材は、小断面ボックスカルバート 3 1 0 に対応し、

以下同様に、

断面 L 型分割部材は刃口分割部材 2 1 0 に対応し、

先端側分割部材は先端側上部刃口分割部材 2 1 1 に対応し、

後端側分割部材は後端側上部刃口分割部材 2 1 2 に対応し、

効果調整手段は調整ブロック 2 5 に対応し、

伸縮手段は連結ジャッキ 6 0 に対応し、

刃口側アダプタ部は刃口側楕形アダプタ部 4 0 に対応し、

可動接続部は凹凸嵌合部分 3 0 a に対応し、

姿勢検知手段は傾斜センサ 9 1 に対応するも、この発明は、上述の実施形態の構成のみに限定されるものではなく、多くの実施の形態を得ることができる。

40

【 0 1 7 8 】

例えば、小断面ボックスカルバート 3 1 0 の代わりに、閉断面形状で長尺状のエレメント、あるいは閉断面形状で短尺状のセグメントを連結したものを刃口側アダプタ部 4 0 0

50

に挿入してもよい。

なお、刃口ユニット 1 0 や小断面ボックスカルバート 3 1 0 の断面形状としては、長方形、正方形あるいは台形などの矩形断面のみならず、多角形断面や、円形、半円形、楕円形などの曲断面であってもよい。

【 0 1 7 9 】

上記連結ジャッキ 6 0 は、刃口 2 0 及びアダプタ部 3 0 に対して断面における 4 か所に備えたが、上下 2 本のジャッキで構成してもよいし、ヒンジとジャッキとを併用し、ヒンジを枢軸として枢動可能に構成してもよい。また、油圧ジャッキのみならず、機械式のねじジャッキやラック駆動ジャッキ、あるいは空気式のエアージャッキなどで構成してもよい。

10

【 0 1 8 0 】

また、刃口 2 0 の姿勢を傾斜センサ 9 1 で検出したが、刃口 2 0 における二点の三次元位置を計測して刃口 2 0 の姿勢を算出してもよく、あるいは、姿勢が既知であるアダプタ部 3 0 に対する相対位置によってアダプタ部 3 0 の姿勢を算出してもよい。

【 0 1 8 1 】

なお、上述の説明では、隅角部に配置した連結ジャッキ 6 0 によって、刃口 2 0 の姿勢を上下方向及び左右方向に調整制御可能に構成したが、上下方向及び左右方向のいずれか一方のみの姿勢を調整に可能に構成してもよい。

【 0 1 8 2 】

また、上述の説明では、凸部 ( 4 1 1 , 5 1 1 ) を等脚台形状に形成し、凹部 ( 4 1 2 , 5 1 2 ) を対応する形状で形成したが、例えば、二等辺三角形や略半楕円形あるいは半円形などであってもよいし、これらの先細り形状の基部に平行部分を有する形状であってもよい。

20

【 符号の説明 】

【 0 1 8 3 】

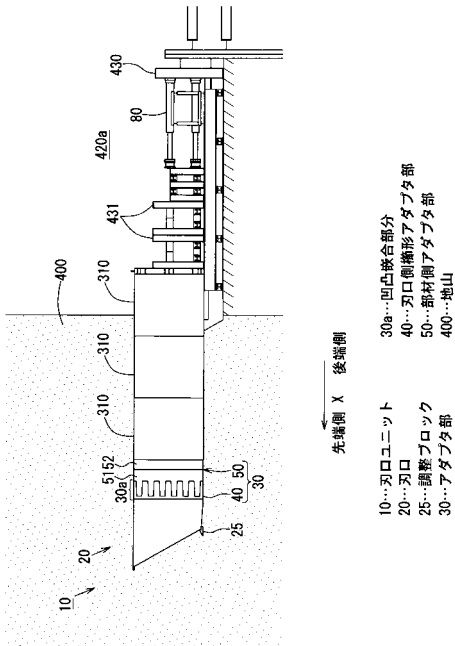
- 1 0 ... 刃口ユニット
- 2 0 ... 刃口
- 2 1 a ... 底面部
- 2 1 b ... 上面部
- 2 1 c ... 側面部
- 2 1 a a ... テーパー面部
- 2 5 ... 調整ブロック
- 3 0 ... アダプタ部
- 3 0 a ... 凹凸嵌合部分
- 4 0 ... 刃口側楕円アダプタ部
- 5 0 ... 部材側アダプタ部
- 6 0 ... 連結ジャッキ
- 9 1 ... 傾斜センサ
- 2 1 0 ... 刃口分割部材
- 2 1 1 ... 先端側上部刃口分割部材
- 2 1 2 ... 後端側上部刃口分割部材
- 3 1 0 ... 小断面ボックスカルバート
- 4 0 0 ... 地山
- 4 1 1 ... 刃口側凸部
- 4 1 2 ... 刃口側凹部
- 5 1 1 ... 部材側凸部
- 5 1 2 ... 部材側凹部

30

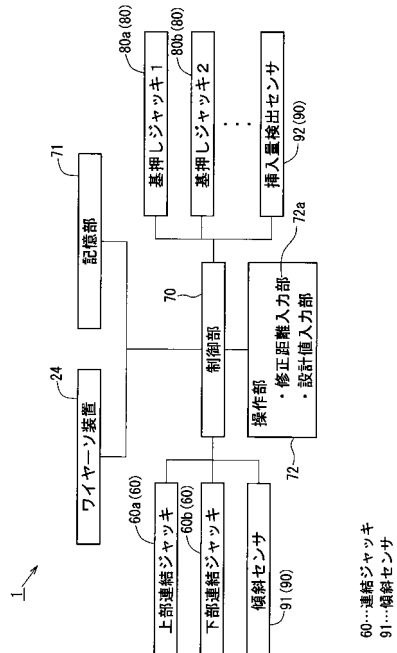
40



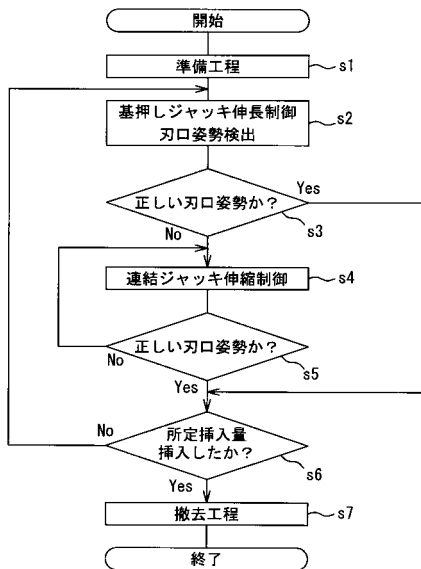
【図5】



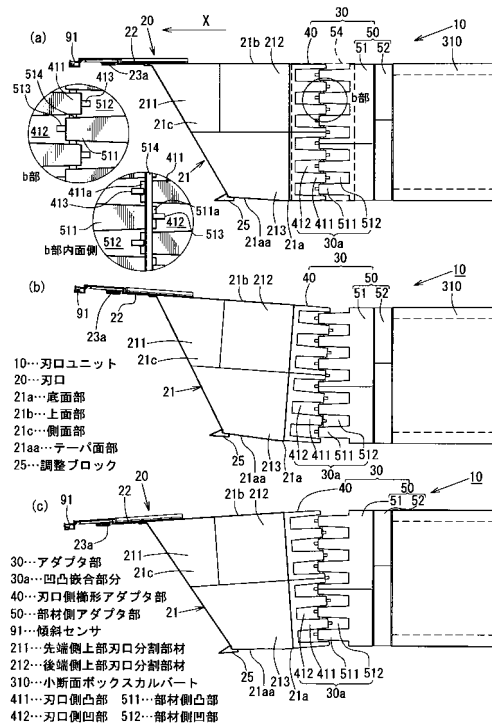
【図6】



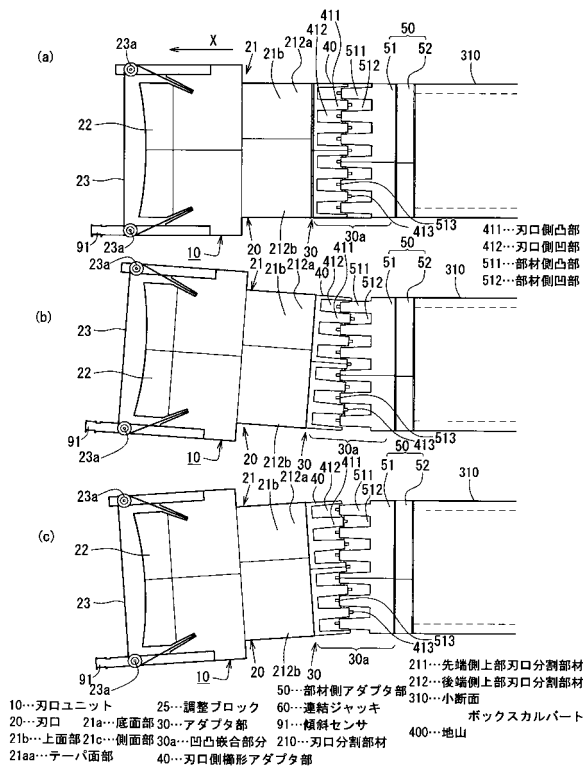
【図7】



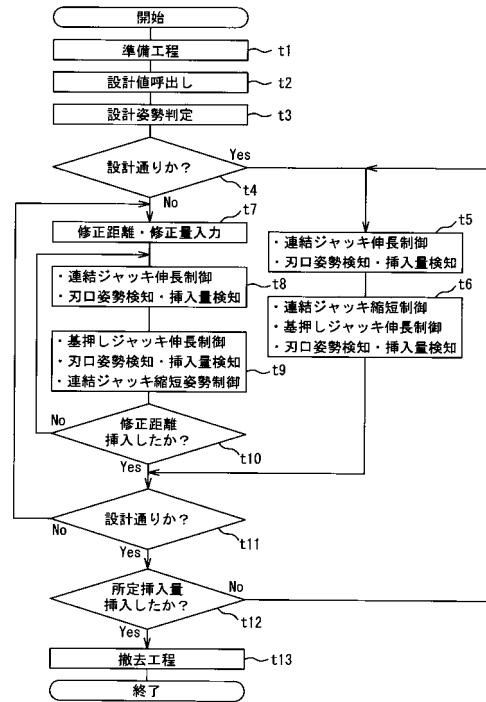
【図8】



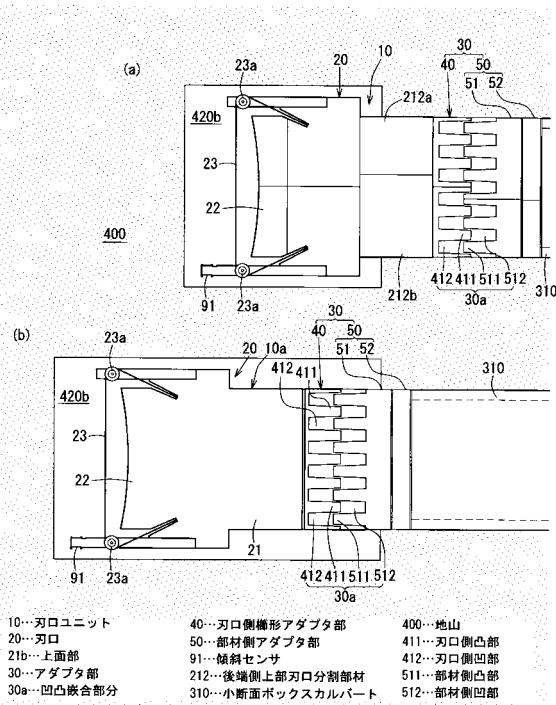
【図9】



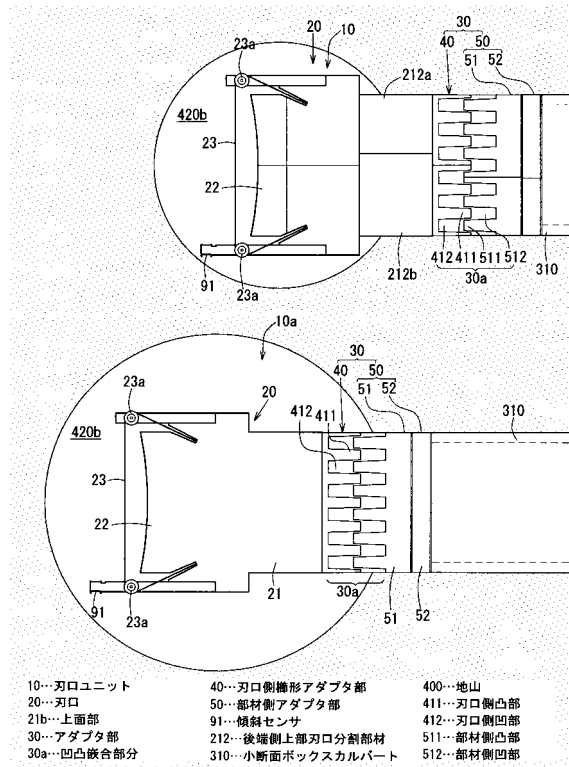
【図10】



【図11】



【図12】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100067747  
弁理士 永田 良昭
- (72)発明者 野澤 伸一郎  
東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内
- (72)発明者 清水 満  
東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内
- (72)発明者 齋藤 貴  
東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内
- (72)発明者 内藤 圭祐  
東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内
- (72)発明者 山田 宣彦  
東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内
- (72)発明者 本田 諭  
東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内
- (72)発明者 佐々木 和徳  
東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内
- (72)発明者 池田 圭吾  
東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内
- (72)発明者 長尾 達児  
東京都千代田区三崎町2丁目5番3号 鉄建建設株式会社内
- (72)発明者 栗栖 基彰  
東京都千代田区三崎町2丁目5番3号 鉄建建設株式会社内
- (72)発明者 岩瀬 隆  
東京都千代田区三崎町2丁目5番3号 鉄建建設株式会社内
- (72)発明者 中村 征史  
東京都千代田区三崎町2丁目5番3号 鉄建建設株式会社内
- (72)発明者 泉 宏和  
東京都千代田区三崎町2丁目5番3号 鉄建建設株式会社内
- (72)発明者 西村 尚高  
東京都千代田区三崎町2丁目5番3号 鉄建建設株式会社内
- (72)発明者 桑原 清  
東京都千代田区神田神保町3丁目12番地3 株式会社ジェイテック内
- (72)発明者 岩沢 理恵  
東京都千代田区神田神保町3丁目12番地3 株式会社ジェイテック内
- (72)発明者 坂 博史  
東京都千代田区神田神保町3丁目12番地3 株式会社ジェイテック内
- Fターム(参考) 2D054 AB05 AC18 AD02 AD05 AD11 AD20 AD28 BA01 BA30 GA04  
GA38 GA46 GA56 GA62 GA65 GA92 GA94