(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3894423号
(P3894423)
(45)発行日　平成19年3月22日(2007.3.22)　(24)登録日　平成18年12月22日(2006.12.22)

(51)Int.Cl.		F I		
E21D 9/04	(2006.01)	E21D	9/04	F
E21D 9/06	(2006.01)	E21D	9/06	311B
E21D 13/02	(2006.01)	E21D	13/02	

請求項の数 4　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2001-308760 (P2001-308760)
(22)出願日　平成13年10月4日 (2001.10.4)
(65)公開番号　特開2003-120169 (P2003-120169A)
(43)公開日　平成15年4月23日 (2003.4.23)
審査請求日　平成16年8月30日 (2004.8.30)

(73)特許権者　390002233
ケミカルグラウト株式会社
東京都港区虎ノ門２丁目２番５号
(74)代理人　100071696
弁理士　高橋　敏忠
(74)代理人　100090000
弁理士　高橋　敏邦
(72)発明者　鈴　木　重　孝
東京都港区元赤坂一丁目６番４号　ケミカルグラウト株式会社内

審査官　峰　祐治

最終頁に続く

(54)【発明の名称】推進工法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
濃泥推進機を使用して特定の地上側設備の下方領域を通過するように地上の掘削開始点から地上の掘削終了地点までトンネルを掘削し、掘削されたトンネル内にトンネル断面と対応する断面形状を有する函体を設置しており、そのトンネルを複数本掘削し、隣接するトンネルに設置された函体同士を結合して構造物を造成することを特徴とする推進工法。
【請求項２】
前記構造物の隣接する複数の函体に対してＰＣ鋼線を円弧状に湾曲させて串刺し状に挿入するＰＣ鋼線挿入工程と、ＰＣ鋼線に引張力を作用して緊張させるＰＣ鋼線緊張工程とを有する請求項１に記載の推進工法。
【請求項３】
隣接するトンネルに設置された函体との間の領域に滞留した土を濃泥推進機の側部に設けられた噴射機構から噴射される噴流によって除去する工程を有する請求項１又は２のいずれかに記載の推進工法。
【請求項４】
隣接するトンネルに設置された函体に牽引力支持部材を設置し、該牽引力支持部材からの牽引力を用いて濃泥推進機を推進させる請求項１～３のいずれかに記載の推進工法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】

本発明は、推進機を用いてトンネルを掘削するための技術に関し、より詳細には、立体交差を築造するのに好適に用いられる推進工法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

立体交差は、社会的な要請が大きく、公共事業のプロジェクト見直しという昨今の社会的風潮にもかかわらず、事業化が急速に進んでいる。公共性及び重要度が高い鉄道や幹線道路について、これを無停止横断するための立体交差事業は、特に需要が多い実態にある。

また、立体交差であっても、跨線橋の欠点である景観阻害がなく、落下物被害のない地下トンネル方式が望まれている。

【０００３】

従来の代表的な工法としては、

１．仮設工事桁と土留め壁による開削工法、

２．仮設円形パイプルーフを布設し軌道を借受けした後に、コンクリート構造物を牽引するフロンテジャッキング工法、

３．仮設円形パイプルーフを布設し軌道を仮受けした後に、鋼矢板を水平圧入によるメッセル工法、

４．小型箱型ルーフを連続推進し全体を緊結する事により構造体として利用するＨＥＰ・ＪＥＳ工法、

等がある。

【０００４】

これらの各工法は施工技術の革新性はあるが、施工費が施工環境により大幅に変化するのが現状で、一例として軟弱滞水地盤において４車線断面の立体交差工事では推進１ｍ当り１億円近くの施工費となるケースもある。

また、これらの各工法を施工する為に、立坑を設置する必要がある。

従来の鉄道や幹線道路を横断する地下トンネルを造成するために、立坑を設置する立体交差の工事を図１５及び図１６で示している。図１５は、工事場所の上面視を示し、図１６は工事場所の地下掘削断面を示している。

【０００５】

図１５及び図１６において、鉄道線路Ｒｒの地下を直角方向に横切るトンネルＬＴｎを掘削するには、発進立坑Ｇｓと到達立坑Ｇｅを掘削する必要がある。

発進立坑Ｇｓと到達立坑Ｇｅのそれぞれには、側方からの土圧Ｐｇに耐える多数の土留め用アンカーＡｃの埋設を要し、底部Ｇｂのボイリング・ヒービング対策として底盤改良を要していた。

また、トンネルＬＴｎの掘削では、作業員の安全確保と、一旦発生すれば大惨事の懸念がある地表側のトンネル崩落防止のために、ライナー補強をしながら地盤を緩めずにトンネル掘削するべきという従来からの必要性指摘はあっても、実施の工法がなかった。そのために、コストのかかるパイプルーフＰｆの施工を行い、トンネル横断部を薬液注入工法等で団結改良しなければならない場合が多かった。

【０００６】

すなわち、従来の立坑築造工法では、立坑に要する鋼矢板施工、側面土留め用アンカーＡｃの施工、底部の地盤改良、等を要し、トンネル掘削では、崩落防止の施工のための、長工期の所要と、高コストの所要が課題であった。

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上述した従来技術に鑑みて提案されたものであり、発進立坑と到達立坑を造成する必要が無く、また、発進立坑と到達立坑との間をトンネル掘削する必要が無く、しかも、鉄道や幹線道路を横断するための立体交差を地下に施工出来る様な推進工法の提供を目的としている。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、濃泥推進機を使用して特定の地上側設備の下方領域を通過するように地上の掘削開始点から地上の掘削終了地点までトンネルを掘削し、掘削されたトンネル内にトンネル断面と対応する断面形状を有する函体を設置しており、そのトンネルを複数本掘削し、隣接するトンネルに設置された函体同士を結合して構造物を造成する。

従来の泥水推進機は、切羽に面圧が掛けられる程度の深度でないと掘削・推進が不可能で、したがって深度が深くないと（通常３ｍ以上）使用できないが、本発明で用いられる濃泥推進機は、濃泥（極めて濃度の高い泥水）を用いているので、切羽に面圧を掛けなくとも安定する。したがって、切羽に面圧が掛けられない程度の浅い領域（深度の小さい領域）でも施工が可能であり、地上からも掘削できる。

【０００９】

また、前記濃泥推進機は、公知の方法により概略四角形の断面形状に掘削でき、地上から地下に向って湾曲掘削が出来るため、鉄道軌道や幹線道路の横断方向の一方の地上から、横断方向他方の地上まで、湾曲したトンネルを掘削が可能である。

その結果、地上から地上に湾曲したトンネルを掘削するので、発進立坑と到達立坑が不要となる。同時に、発進立坑と到達立坑に必要であったアンカーや地盤改良も不要となる。さらに、トンネル掘削と同時に、掘削されたトンネル内に中空直方体の函体を設置するので、この函体がライナーとして機能し、トンネルの崩落を防止する。トンネル崩落の防止は、トンネル内の作業員の危険が回避でき、鉄道や道路を利用している第３者も巻き込む大惨事となる恐れも防止できる。

したがって、ライナーなしでかつ、高価なパイプルーフを使用する必要が無く、地盤を緩めること無く、トンネルを掘削することが可能となり、コストと工期の低減がはかられる。

【００１０】

そして、濃泥推進機で掘削された前記トンネル内に函体を直列連続的に設置し、当該トンネルに隣接する位置にトンネルを掘削して並列に函体を設置している。このようにして複数本のトンネルを掘削し、隣接する函体同士を結合して構造物を造成する。

【００１１】

また、本発明によれば、前記構造物の隣接する複数の函体に対してＰＣ鋼線を円弧状に湾曲させて串刺し状に挿入するＰＣ鋼線挿入工程と、ＰＣ鋼線に引張力を作用して緊張させるＰＣ鋼線緊張工程とを有する。

かかる構成を具備することにより、隣接する函体を貫通するように円弧状に湾曲させて挿入された前記ＰＣ鋼線は予応力（プレストレス）を有することとなり、土圧に抵抗する力をもたらすので、前記函体を結合して構成された地中構造物の強度を増強し、信頼性を向上させることができる。

なお、函体に設けられている接続部は、後設の函体外壁に設けられた嵌め合い形状部の一方が、先設の函体外壁に設けられた嵌め合い形状部に嵌め合って係合するように形成されていることが好ましい。このように函体同士の結合によって構造物としての耐圧強度が向上することで地盤の崩落が防止される。

【００１２】

ここで、掘削推進して先設函体と後設函体とを結合させる際には、隣接する函体の間に土が溜まり函体同士の係合に不都合が生じる。

これに対し、本発明によれば、隣接するトンネルに設置された函体との間の領域に滞留した土を濃泥推進機の側部に設けられた噴射機構から噴射される噴流によって除去する工程を有している。

したがって、隣接する函体の間に溜まった土を切羽側に移動させることにより、当該土によって函体同士の係合に不都合の生じることが解消する。こうして、函体間の滞留土を除去することで函体同士の係合が良好に行われる。

なお、切羽に移動した土は、切羽で掘削され、スラリーとして排出あるいは濃泥として循環する。

【００１３】

また、推進機による掘削に際し、推進している土壌の掘削抵抗が推進機を押す力に勝ってしまうとそれ以上の推進が不可能になる。

このため、本発明によれば、隣接するトンネルに設置された函体に牽引力支持部材を設置し、該牽引力支持部材からの牽引力を用いて濃泥推進機を推進させている。

【００１４】

上述した通り、本発明は最終的には地中構造物が構築されるので、函体が連続したものを２本以上築造し、複数本の掘削が行われている。

築造要領としては、最初の１本を濃泥推進機によって掘削を完了し、函体の連続体を築造してしまえば、その連続体をガイドにして隣接する領域を掘削している濃泥推進機を牽引することができる。

すなわち、２本目以降の掘削（函体の連続体築造）で、推進機に対する掘削抵抗が増加した際には、隣接する函体の連続体からなるガイドを（牽引力の）反力の支持に用い、掘削中の推進機を牽引する。当該推進機は、推進力に加えて牽引されるので増加した掘削抵抗に打ち勝つことができる。

【００１５】

最初の１本目を掘削容易な領域を選んで掘削してやれば、２本目以降の掘削が容易になる。

また、最初に所謂「曲がりボーリング」その他の円弧ボーリングの手法により、１本目のトンネルの掘削予定ラインに沿って小径のボーリング孔を掘削し、当該小径ボーリング孔に牽引用の条材（例えば、ＰＣ鋼より線）を挿入した後に、当該条材により濃泥推進機を牽引しつつ、１本目のトンネルを掘削することも可能である。

【００１６】

函体同士の結合について、函体に設けられている接続部が、後設の函体外壁に設けられた嵌め合い形状部の一方が、先設の函体外壁に設けられた嵌め合い形状部に嵌め合って係合するように形成されていることが好ましい。この接合部によって、強固な構造体を築造しることが好ましい。

【００１７】

接合部の嵌め合い形状部材は、形状部材の雄、雌を同一部材（例えば鉄鋼）で形成せずに、一方を例えば銅メッキの様な軟質材料でいわゆる当りの相性のよい構成することが好ましい。これによって、隣接する函体の継手同士が干渉した際に、継手が取れたり、破壊することを防止できる。

【００１８】

また、接合部の嵌め合い形状部材の雄、雌双方を同一部材とせず、材質に硬軟の差をつけて、たとえ干渉したとしても、硬質部材が軟質部材にめり込むようにして、接合部の嵌め合い形状部材の破損、脱落の事態を回避出来るようにする。

【００１９】

また、函体同士をＰＣ鋼より線を緊結穴２３に貫通させて、結合する。函体にＰＣ鋼より線を挿入させるまでの推進時は、孔２３は、逆止弁により閉鎖され、地下水が函体内に侵入すること等を防止している。

【００２０】

さらに、濃泥推進機の切羽側には、掘削ビットに加えて、礫クラッシャーを設けるのが好ましい。これによって、濃泥推進機で破砕が困難な障害物を、礫クラッシャーで破砕する。

【００２１】

さらに、障害物が礫クラッシャーでも破砕困難な場合は、濃泥推進機のケーシング内の機器を全て地上側に抜き出して作業員の往来兼作業空間をつくり、作業員がケーシングの内部を通行して切羽に到達し、手作業で障害物を除去できるようにすることがよい。

ここで、滞水層の場合には、機器を引き出した際に水が出てしまうことを防止するため、薬液注入工法等で羽口部を固化して、水をシールする必要がある。

なお、構造体築造後、函体内は、コンクリートで充填して、構造部材としての強度、耐久

性を向上させる。
【００２２】
【発明の実施の形態】
以下、添付図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。
図１～図１４は、本発明の単一の実施形態を示し、鉄道軌道を横断する立体交差道を地下に築造する場合の例で説明する。
図１において、地表Ｇｏ上の路床Ｂｒに特定の地上側設備である鉄道軌道Ｒｒが敷設されていて、鉄道軌道Ｒｒを挟んで任意の距離にある、図では右側の掘削開始地点Ａから左側の掘削終了地点Ｂ、に至る湾曲したトンネルＴｕ内に、弧状連結函体列（以降連結函体と略記する。）２０Ｓが下方領域Ｇｕに築造されつつある。
【００２３】
連結函体Ｓ２０は、濃泥推進機１０と直方体の函体２０の列とで構成され、掘削開始地点Ａに設けられた支圧構造物３０から、濃泥推進機１０が函体２０を伴ってトンネルＴｕの掘削を開始し、図においては複数の函体２０を連結した連結函体２０Ｓとなって湾曲して、未掘のトンネルラインＢｙを経て掘削終了地点Ｂに開通されるようになっている。
【００２４】
図２は、連結函体２０Ｓを示す斜視図であり、前面に複数のビットを設けた濃泥推進機１０と、複数の函体２０とで滞水地盤でも対応可能な密閉式の連結函体２０Ｓに形成されている。
【００２５】
濃泥推進機１０について、図２及び側面を示す図３及びその正面Ｘ１矢視を示す図４を参照して、説明する。
濃泥推進機１０は、カッター部１２Ａと、そのカッター部１２Ａを内部に着脱可能に装着するケーシングの四角筒状外殻体１１、とで主要部が構成されている。
【００２６】
カッター部１２Ａは、トンネルＴｕに設置される函体２０の四角な外形形状に合うよう、また推進時に変化する円弧断面に対応できるように、回転ディスク１２上を半径方向に移動自在な複数の偏心ビット１４を備えて構成されている。これによって、函体２０の四角状外寸プラス１０～２５ｍｍの拡径が可能となっており、またトンネルの曲率半径の変化にも対応可能となっている。
【００２７】
なお、点線Ｃｆは濃泥推進機１０により拡径した掘削外寸で、点線Ｃｆと外殻体１１との隙間及び点線Ｃｆと函体２０との隙間が、推力を低減させるクリアランスを形成している。さらに、このクリアランスに、いわゆるテールボイド剤を注入させて、推力抵抗の低減をはかるよう施工されている。
また、カッター部１２Ａは、図示しない礫クラッシャーを組み込み可能に構成されていて、前進前面に出現する掘削不可な転石・玉石等の障害物を破砕できるよう構成されている。
また、前記のように、外殻体１１から脱離させて、前進前面に残置されたＨ鋼やコンクリート杭を人力操作で撤去できるよう構成されている。
【００２８】
また、外殻体１１の外側部に沿って扇型噴射する噴射機構の高圧ジェット１８を装着していて、隣接して設置する函体１０同士の接合緊結後のモルタル注入を可能とするように、接合部の間隙に侵入する地山を前方刃口側に排土するよう構成されている。
【００２９】
図５と、前記図３及び図４を参照して、函体２０を説明する。
函体２０は、四角筒状に形成され、明示しない鉄板でシールされて滞水域でも地山から完全に密閉するよう構成されている。図５に示すように、隣接する他の函体２０と結合する壁面２０ａ及び２０ｂに接合部２１、２２が取りつけられている。
【００３０】

図４及び図５において、接合部２１は上方に開放するＬ型に、接合部２２は下方に開放するＬ型に取りつけられて、接合部２１と２２とが嵌合で係合するよう構成されている。
接合部２１及び２２は、接触係合時の摩擦抵抗の少ない、いわゆる相性のよい材料の組み合わせ、例えば一方を鉄材とし、他方を銅メッキにして構成されている。
また、一方の素材を柔軟にして、係合力による塑性変形が接合部２１または２２の脱落に至らぬように構成されている。

【００３１】

図５において、接合部２２が取りつけられた外壁面２０ｂに、紙面に垂直な奥行き方向に牽引用のＰＣ鋼より線ＰＣｐが、掘削推進力を補完するために取りつけられている。

【００３２】

図３を参照して、壁面２０ａ及び２０ｂを貫通する緊結穴２３が設けられ、緊結穴２３には土砂流入を防ぐ逆止弁が装着されている。緊結穴２３は、後記するＰＣ鋼より線を挿入するよう設けられている。

【００３３】

図６は、濃泥推進機１０の掘削発進状態を示している。掘削開始地点Ａに適宜の深さ位置に、支圧構造物３０が設置され、アンカー３０Ａで垂直方向に固定され、支圧柱４０によってトンネル掘削中心線Ｃｔ方向への掘削推力を支圧するよう形成されている。
支圧構造物３０内に、函体２０を直接に支圧する支圧柱３２が設けられ、掘削進行にともなって後列する函体２０を介して濃泥推進機１０の掘削反力を支圧するよう構成されている。

【００３４】

図７は、掘削反力を支圧する別の形態を示している。地表Ｇｏから深さｈが２～３ｍの場所に造成した床盤Ｇｂに支圧構造物６０が設けられ、支圧構造物６０を構成する垂直な反力壁５０にほぼ水平方向に作動するように設置された推進ジャッキ４８によって連結函体２０Ｓが推進反力を受けるよう構成されている。推進方向は、支圧構造物６０の前部に設けられたガイド４２によって保持されるようになっている。

【００３５】

図８及び図９は、深さ方向に隣接して函体１０の連続ライン２０Ｓを積み重ねた状態を示している。図８は、路床Ｂｒ、軌道Ｒｒに直交する壁面として造成が完了した断面を示し、図９は地表Ｇｏに連結函体２０Ｓが突出した未完の状態を示している。何れも、連結函体２０Ｓ１、２０Ｓ２、２０Ｓｆのそれぞれが函体１０の前記各接合部２１、２２で密着して係合されている。

【００３６】

図１０及び図１１は、連結函体２０Ｓによって外壁幅Ｗが２６ｍ、最大深さＨ１が１１ｍ、最小深さｈ１が２ｍによって構成された「４車線＋歩道」の地下道ＴＵ１及びＴＵ２を形成する構造体ＡＴＵの実例を示している。

【００３７】

図１０は、図示のない前記接合部２１、２２によって深さ方向ライン２０Ｓｓ、水平方向ライン２０Ｓｈが係合した状態を示している。

【００３８】

図１１は、深さ方向ライン２０Ｓｓ、２０ＳｓがＰＣ鋼より線ＰＣ１、ＰＣ１によって、地下道ＴＵ１及びＴＵ２の水平方向内方に向って湾曲して緊結穴２３に貫通され、水平方向ライン２０Ｓｈ、２０ＳｈがＰＣ鋼より線ＰＣ２、ＰＣ２によって、地下道ＴＵ１及びＴＵ２の上下方向内方に向って湾曲して緊結穴２３に貫通された状態を示している。ＰＣ鋼より線ＰＣ１、ＰＣ２は、自由状態では直線であるため、図１１で示す様な状態では予応力を発生させる。係る予応力、或いは湾曲変形相当分が、外圧（土圧）に対する抵抗力として作用する。

【００３９】

図１２は、軌道８～９線を横断する構造物ＡＴＵの実例を示したもので、図１０におけるＹ－Ｙ断面を示し、最小深さの連結函体２０Ｓｈと最大深さの連結函体２０Ｓｈが、ルー

フと底盤を構成している。横断幅ＬＡは３０ｍ、軌道幅Ｌ０は６ｍ、傾斜幅Ｌ１、Ｌ１はそれぞれ２０ｍで形成されている。

【００４０】

図１３は、隣接する連結函体２０Ｓ、２０Ｓのそれぞれの函体２０、２０の間に滞留した地山Ｇｉを示している。このように、隣接する函体２０、２０に入りこんだ地山Ｇｉを前記のように、図３の高圧ジェット１８で切羽の刃口側に排土している。切羽に移動した排土は、切羽で切削され、スラリーとして排土され或いは濃泥として循環するよう構成されている。

【００４１】

図１４は、先行して設置した連結函体Ｆ２０Ｓを利用して後設の連結函体Ｒ２０Ｓを推進させる工法を示している。

掘削終了地点Ｂに到達して地中に固定した連結函体Ｆ２０Ｓの外端部に、牽引力支持部材を構成する反力Ｈ鋼８０と、反力支持部材８０に付設された支圧盤７２と、牽引ジャッキ７８、とが取り付けられ、後設の連結函体Ｒ２０Ｓを牽引するＰＣ鋼より線ＰＣｐを牽引するよう構成されている。

【００４２】

先行して設置された連結函体Ｆ２０Ｓは、地山Ｇに埋設状態にあり反力Ｈ鋼８０とともに充分な反力に耐える状態になっている。その先行の連結函体Ｆ２０Ｓに沿って掘削推進する後行の連結函体Ｒ２０Ｓは、掘削発進地点Ａによる反力に加えて牽引用のＰＣ鋼より線ＰＣｐで牽引することで、反力増加が可能になる。特に、接合部２１、２２の嵌め合い係合抵抗や掘削推進抵抗が大きくて推進速度が減じた場合には、ＰＣ鋼より線ＰＣｐで牽引するので推進不能を回避できる。

【００４３】

以上の構成部材を使用した工法の手順を、図面を参照しながら説明する。

最初に、図８、図１２における地上設備の路床Ｂｒ、軌道Ｒｒと地下道ＴＵ１、ＴＵ２を形成する構造物ＡＴＵを築造すべき位置及び図１０に示すトンネル寸法を決定する。

ついで、図１における掘削開始点Ａと掘削終了点Ｂを決定する。

次に、トンネルＴｕ掘削のための最初の弧状連結函体Ｆ２０Ｓ（図１４）の設置位置を決定する。掘削推進が容易であり、後設される連結函体Ｒ２０Ｓ（図１４）との関係を配慮して決定する。

【００４４】

掘削開始点Ａに、掘削推進反力を支える支圧構造物３０を設置する（図６）。支圧構造物は図６の箱型でも、図７の上部開放方式でもよい。

【００４５】

最初の連結函体２０Ｓによる掘削推進をする（図１）。濃泥推進機１０で四角状のトンネルＴｕを掘削して推進し、その四角状のトンネルＴｕに函体２０を導入させる。掘削掘削推進に伴って函体２０の列が長くなり、これに対応して支圧構造物３０から函体２０の最後列に新函体２０を追加補給し、掘削終了地点Ｂまで掘削して濃泥推進機１０を外した弧状連結函体２０Ｓを地中に固定設置する。

【００４６】

掘削推進時に、前進前面に掘削不可な転石・玉石等の障害物がある場合には、カッター部１２Ａにあらかじめ組み込んだあるいは必要時に組み込んだ礫クラッシャーで障害物を破砕する。

また、掘削推進時に、カッタビットで破砕不能な障害たとえば、大岩石や、工事で残存したＨ鋼、コンクリート杭等の障害物があれば、カッタ部１２Ａを外殻体１１からはずして作業空間をつくり、作業員が障害物を除外する。

【００４７】

ついで２番目の連結函体２０Ｓを設置するために、図１４に示す先設の弧状連結函体Ｆ２０Ｓに沿って新たな連結函体Ｒ２０Ｓの掘削推進をする。　掘削推進時に新たな連結函体Ｒ２０Ｓの各函体２０に設けられた接合部２１または２２を、先設の函体２０に設けられ

た接合部２１または２２に、摺動して嵌め合はせる。
【００４８】
このとき、隣接する函体２０、２０間に掘削時の排土Ｇｉ（図１３）が滞留しないように、濃泥推進機１０に設けられた高圧ジェット１８が高圧流体を扇型に噴流を噴射して排土Ｇｉを排除する。この作業が、滞留した土を濃泥推進機の側部に設けられた噴射機構から噴射される噴流により除去する工程である。
【００４９】
後設の連結函体２０Ｓが掘削推進するに際して、掘削抵抗が大きくて一層の反力を要する場合は、図１４に示すように、函体２０に付設された牽引用ＰＣ鋼より線ＰＣｐを掘削終了地点Ｂに設置した先設の函体２０に付設した牽引ジャッキ７８で牽引して推進反力を補完する。
【００５０】
後設の連結函体２０Ｓが掘削終了点Ｂに到達したら、これまでに設置された１番目または２番目の弧状連結函体２０Ｓに沿って次ぎの新連結函体２０Ｓを併設する。このように、新弧状連結函体２０Ｓを次々に併設して、図１０に示す地下道ＴＵ１、ＴＵ２のルーフＲｏｆ、底盤Ｒｏｂと側壁Ｗｓ１、Ｗｓ２、中壁Ｗｃで構成される構造物ＡＴＵを築造する。
【００５１】
ついで、図１１に示すように、ルーフＲｏｆと底盤Ｒｏｂそれぞれに、ＰＣ鋼より線ＰＣ２を函体２０を貫通する緊結穴２３を通して、上、下方向の土圧に抵抗させる。同様に側壁Ｗｓ１、Ｗｓ２に、ＰＣ鋼より線ＰＣ２を通して、側方の土圧に抵抗させる。
次に、緊結穴２３を介してコンクリートを充填して構造部材としての強度及び耐久性を向上させる。
そして、地上に設置した支圧構造物３０等を撤去して工事を完了する。
【００５２】
上述した説明では、１本目のトンネルＴｕの掘削は、濃泥推進機１０のみにより行われ、２本目以降のトンネルの様に、牽引用ＰＣ鋼より線ＰＣｐにより牽引されることはない。しかし、図１７～図１９を参照して後述される実施形態では、１本目のトンネルＴｕの掘削において、牽引用ＰＣ鋼より線ＰＣｐにより牽引力を利用することが可能である。
【００５３】
先ず、図１７で示す様に、所謂「曲がりボーリング」等の円弧ボーリングで用いられる機器７０により、１本目のトンネルの掘削予定ラインに沿って、湾曲した小径のボーリング孔８０を掘削する。
湾曲した小径のボーリング孔８０を、１本目のトンネルの掘削予定ラインに沿って掘削したならば、図１８で示す様に、当該ボーリング孔８０に、牽引用ＰＣ鋼より線ＰＣｐを挿入する。
【００５４】
前述した通り湾曲した小径のボーリング孔８０は、１本目のトンネルＴｕの掘削予定ラインに沿っているので、１本目のトンネルＴｕの掘削に際して、牽引用ＰＣ鋼より線ＰＣｐを図示しない牽引手段により牽引すれば、濃泥推進機１０の推進力に、ＰＣ鋼より線ＰＣｐに作用する牽引力が付加される。
その結果、１本目のトンネルＴｕの掘削においても、２本目以降のトンネル掘削と同様に、図示しない牽引手段の牽引力を、ＰＣ鋼より線ＰＣｐを介して、濃泥推進機１０の掘削・推進に利用出来るのである。
【００５５】
ここで、図１７～図１９の実施形態の施工は、岩盤等の硬い施工地盤に対して為されることが好ましい。軟弱な地盤に対して図１７～図１９で示す実施形態を施工すると、ＰＣ鋼より線ＰＣｐに牽引力を付加すると、図１９の点線ＰＣｐＦで示す様に、軟弱地盤中に（ＰＣ鋼より線ＰＣｐが）埋設してしまうからである。
但し、小径のボーリング孔８０の内壁面に、ＰＣ鋼より線ＰＣｐが軟弱地盤中に埋設する

（点線ＰＣｐＦ）ことを防止する手段を具備するのであれば、軟弱地盤に対しても、図１７～図１９の実施形態の施工が可能である。

【００５６】

図示の実施形態はあくまでも例示であり、本発明の技術的範囲を限定する趣旨の記載ではない旨を付記する。

【００５７】

【発明の効果】

本発明の作用効果を以下に列挙する。

（１）　本発明の工法によれば、地下掘削孔におけるアプローチ部の掘削、地下掘削孔におけるトンネル部の掘削、という２つの工事を同時に施工することが出来る。その結果、コスト、工期、作業労力の低減がはかれる。

（２）　濃泥推進機でトンネルを掘削すると同時に函体を引き込み、函体を密閉式にして地下水の浸入も防いでいるので、滞水地盤の工事ができる。また、トンネルの崩落、地盤陥没が防止され、作業員の安全確保、第３者が事故に巻き込まれることが無くなる。

（３）　濃泥推進機による掘削で、切羽に圧力をかけないので、地上から掘削出来る。したがって、深い深度で施工する必要がなく工事が容易で、かつ地下水圧の危険を避けることができる。

（４）　濃泥推進機のカッターヘッド部に、礫クラッシャーを組み込めるようにしたので、転石、・玉石等の障害物を破砕できる。

（５）　濃泥推進機のカッター部を脱着可能にしたので、カッタビットで破砕不能な大岩石や、工事で残存したＨ鋼等の障害物があれば、カッタ部を外壁体からはずして作業空間をつくり、作業員が障害物を除外することができる。

（６）　函体推進の基面は地上なので、支圧構造物の設営、函体の搬入が容易であり、工事後の地上構造物の撤去も容易である。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施形態で、最初のトンネルを掘削して函体を設置する状態を示す側断面図。

【図２】図１に使用する連結函体の斜視図。

【図３】図１及び図２に使用の濃泥推進機と函体を示す側面図。

【図４】図３の正面Ｘ１矢視図。

【図５】図３の後面Ｘ２矢視図。

【図６】濃泥推進機による掘削発進地点の反力を受ける支圧構造物を示す側面図。

【図７】濃泥推進機による掘削発進地点の反力を受ける別の支圧構造物を示す側面図。

【図８】複数の函体列が設置された状態を示す断面図。

【図９】斜路部側壁図。

【図１０】地下道を形成する構造体の断面図。

【図１１】構造体の函体列にＰＣ鋼より線を挿入した状態を示す図。

【図１２】図１１のＸ２－Ｘ２断面図。

【図１３】洗浄排出すべき隣接函体間の泥土滞留状態を示す説明用図。

【図１４】連結函体をＰＣ鋼より線で牽引する状態を示す説明用側面図。

【図１５】従来の地下立体交差工事を示す上面図。

【図１６】図１４の地下掘削状態を示す側断面図。

【図１７】本発明のその他の実施形態の１工程を示す断面図。

【図１８】図１７とは異なる工程を示す断面図。

【図１９】図１７、図１８とは異なる工程を示す断面図。

【符号の説明】

ＡＴＵ・・地下道を形成する構造物

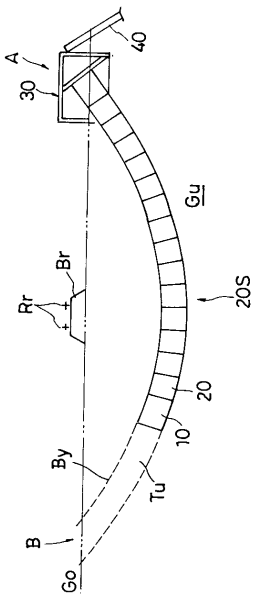
Ａ・・・掘削開始地点

Ｂ・・・掘削終了地点

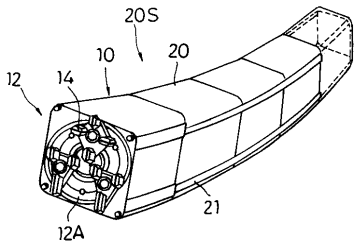
Ｂｒ・・路床

Ｒｒ・・軌道
Ｂｙ・・未掘のトンネルライン
Ｇｏ・・地表
Ｇｕ・・地山
Ｔｕ・・トンネル
ＴＵ１、ＴＵ２・・地下道
１０・・・濃泥推進機
２０・・・函体
２０Ｓ・・連結函体
３０、６０・・・支圧構造物
４０・・・支圧柱

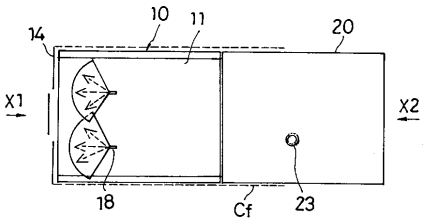
【図１】



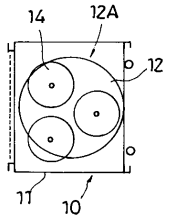
【図２】



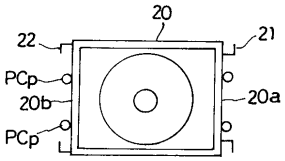
【図３】



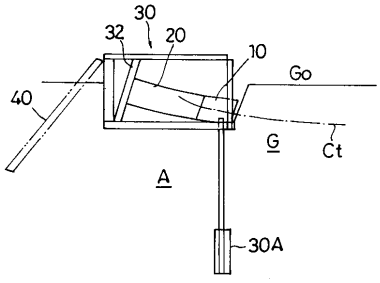
【図４】



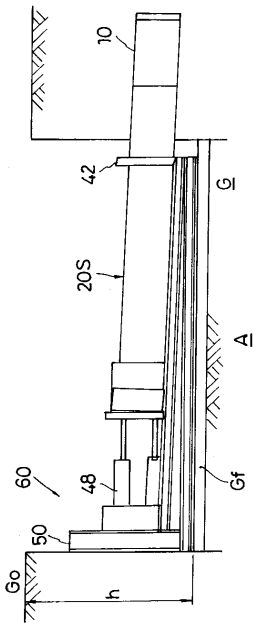
【図５】



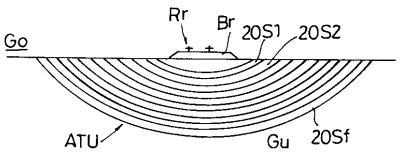
【図６】



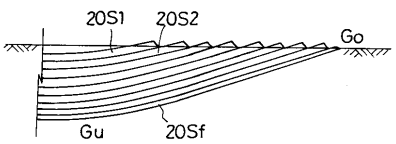
【図７】



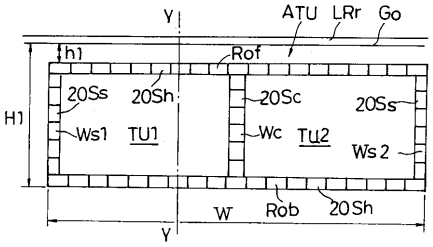
【図８】



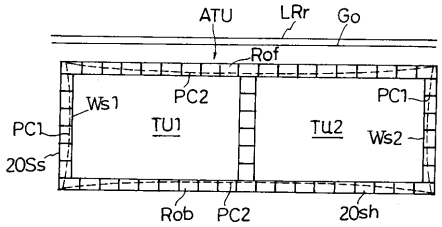
【図９】



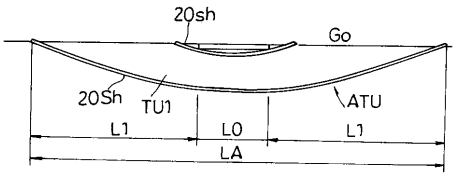
【図１０】



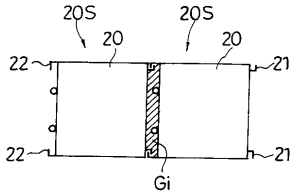
【図１１】



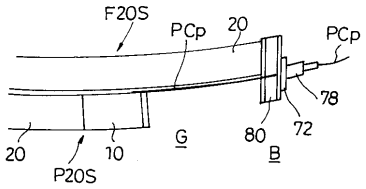
【図１２】



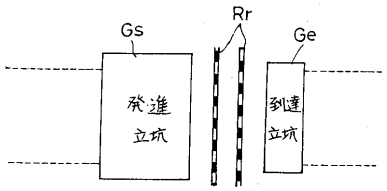
【図１３】



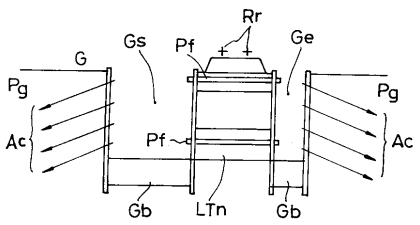
【図１４】



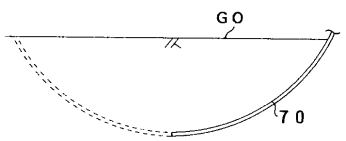
【図１５】



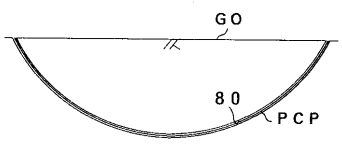
【図１６】



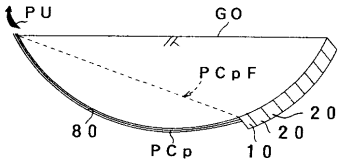
【図１７】



【図１８】



【図１９】



フロントページの続き

(56)参考文献 実開昭６４－０５３２９８（ＪＰ，Ｕ）
特公昭５３－０３７６５３（ＪＰ，Ｂ２）
特公昭６１－０４４１９７（ＪＰ，Ｂ２）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
E21D 9/04
E21D 9/06
E21D 13/02