

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4100231号
(P4100231)

(45) 発行日 平成20年6月11日(2008.6.11)

(24) 登録日 平成20年3月28日(2008.3.28)

(51) Int. Cl.		F I			
E 2 1 D	9/06	(2006.01)	E 2 1 D	9/06	3 O 1 C
E 2 1 D	11/04	(2006.01)	E 2 1 D	9/06	3 O 1 D
E 2 1 D	11/10	(2006.01)	E 2 1 D	11/04	Z
			E 2 1 D	11/10	Z

請求項の数 4 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2003-113024 (P2003-113024)	(73) 特許権者	000002299
(22) 出願日	平成15年4月17日(2003.4.17)		清水建設株式会社
(65) 公開番号	特開2004-316284 (P2004-316284A)		東京都港区芝浦一丁目2番3号
(43) 公開日	平成16年11月11日(2004.11.11)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成18年3月1日(2006.3.1)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(72) 発明者	阿首 利光
			東京都港区芝浦一丁目2番3号 清水建設株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シールド機本体の掘削断面内から発進してシールドトンネルを掘削する子シールド機を備えた親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法であって、

トンネル分岐位置の手前で、前記シールド機本体から前記子シールド機を発進して、前記シールド機本体の掘削予定域の側方に待機させ、

前記子シールド機の発進後に、前記シールド機本体の前記子シールド機の欠損部分にカッタ部材を装着して全面掘削が可能な親シールド機を形成し、

該親シールド機により、前記子シールド機に先行する先行シールドトンネルを、トンネルの側部に前記子シールド機で切削可能な充填材料を配置して分岐接続部を形成しつつ所定距離だけ構築し、

その後、前記待機された子シールド機により、前記先行シールドトンネルの前記分岐接続部にオーバーラップするような後行シールドトンネルを掘進して、前記分岐接続部の範囲内が切削された隔壁状接続部を形成し、

該隔壁状接続部を形成した後、前記先行シールドトンネルから相対的に離れる方向に前記後行シールドトンネルを構築し、

一方で、前記隔壁状接続部をトンネル幅方向に連通させつつ覆工することにより、前記先行シールドトンネルから前記後行シールドトンネルへ分岐可能なトンネル分岐部を構築する親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法。

【請求項2】

請求項 1 に記載の親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法において、前記充填材料が前記先行シールドトンネルの内側から撤去可能な仮設支持部材により支持されてなることを特徴とする親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法において、前記子シールド機が、トンネル幅方向に拡径可能とされ、前記隔壁状接続部を形成する際に、前記先行シールドトンネル側に拡径して掘進することを特徴とする親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法において、前記カッタ部材が、前記子シールド機と同構造の子シールド機を装着することにより構成されることを特徴とする親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、シールドトンネルの分岐部または合流部は、地上から縦坑を設ける開削工法による施工が広く行われていた。

開削工法によらない施工方法としては、例えば、特許文献 1 に、幹線トンネルの分岐部または合流部に大断面のトンネルを形成し、この大断面のトンネル内部からセグメントを取り壊しながら分岐させて小断面のシールドトンネルを掘進していく施工方法が記載されている。

一方、特許文献 2 には、シールド機本体の掘削径より小径のシールド掘削が可能な子シールド機を掘削断面内に複数台備え、シールド機本体の掘削径でシールドトンネルを構築した後に、複数の子シールド機をそれぞれ発進させて、Y 字状の分岐部を形成したトンネルの形態例が記載されている。

【0003】

【特許文献 1】

特開 2001 - 355385 号公報 (第 3 頁、図 1 - 4)

【特許文献 2】

特公平 6 - 43796 号公報 (第 7 - 8 頁、図 22)

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような従来のトンネル分岐施工方法には、以下のような問題があった。

開削工法では、地上において施工スペースが必要となり、排出土や施工中の騒音などの環境問題も発生するという問題があった。特に都市部では、このような問題により、周辺住民の理解を得ることが年々難しくなっており、施工はきわめて困難となっている。また、施工が認可されたとしても、施工時間が制限され、環境対策などに多額の費用がかかることから、施工コストが膨大なものとなるという問題があった。

特許文献 1 に記載の技術によれば、施工は地下で、シールド工法により行われるので、施工スペースや環境問題が問題となることはないものの、セグメントを内部から取り壊しつつシールド掘進するので、既設トンネル内を施工スペースとして使用する必要があり、例えば、道路トンネルなどでは、活線下での施工が困難であるという問題がある。このため、トンネルの供用後の分岐施工では通行止めが必要となり、その結果、交通事情を悪化させるなどの社会的な影響をもたらすという問題がある。

特許文献 2 に記載の技術によれば、シールド工法だけで分岐部が形成できるものの、分岐

トンネルが子シールド機で形成されるので、いずれも分岐前の径よりも縮径されることになる。そのため、例えば高速道路など大径の幹線トンネルを地中に構築し、地下への出口を形成するランプ道路を小径の分岐トンネルとして適宜位置に構築する、といった用途には利用できないという問題がある。

【0005】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、既設のシールドトンネルを同じ掘削断面で延設しつつ、それより小さな掘削断面を有するシールドトンネルを大きな掘削断面を有するシールドトンネルの途中から分岐させるトンネル分岐部を築造する際、地上に影響を与えることなく施工することができ、しかも施工効率と安全性を向上することができる親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法を提案することを目的とする。

10

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、請求項1に記載の発明では、シールド機本体の掘削断面内から発進してシールドトンネルを掘削する子シールド機を備えた親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法であって、トンネル分岐位置の手前で、前記シールド機本体から前記子シールド機を発進して、前記シールド機本体の掘削予定域の側方に待機させ、前記子シールド機の発進後に、前記シールド機本体の前記子シールド機の欠損部分にカット部材を装着して全面掘削が可能な親シールド機を形成し、該親シールド機により、前記待機された子シールド機に先行する先行シールドトンネルを、トンネルの側部に前記子シールド機で切削可能な充填材料を配置して分岐接続部を形成しつつ所定距離だけ構築し、その後、前記子シールド機により、前記先行シールドトンネルの前記分岐接続部にオーバーラップするような後行シールドトンネルを掘進して、前記分岐接続部の範囲内が切削された隔壁状接続部を形成し、該隔壁状接続部を形成した後、前記先行シールドトンネルから相対的に離れる方向に前記後行シールドトンネルを構築し、一方で、前記隔壁状接続部をトンネル幅方向に連通させつつ覆工することにより、前記先行シールドトンネルから前記後行シールドトンネルへ分岐可能なトンネル分岐部を構築する施工方法とする。

20

この発明によれば、シールド機本体に子シールド機が装着されて構築された分岐前のシールドトンネルを親シールド機により延設することができる。そして、親シールド機の掘削径よりも小断面を有する子シールド機で掘削したシールドトンネルを隔壁状接続部において連通させつつ覆工することにより、小断面のシールドトンネルが相対的に離れて分岐するトンネル分岐部を構築できる。その際、後行シールドトンネルが先行シールドトンネルの掘削断面にオーバーラップするように、すなわち後行シールドトンネルのトンネル断面の一部が先行シールドトンネルの掘削断面内に食い込むように、構築されるので、それぞれを連通させる工程をトンネル内部での施工として行うことができる。そのため、トンネル外側を大掛かりに地盤改良するなどの手間を省くことができ、迅速かつ安全に連通させることができる。

30

隔壁状接続部は、子シールド機により、分岐接続部に配置された充填材料を切削するだけで形成できるので、迅速かつ安全に隔壁状接続部を形成できる。また、そのための分岐接続部は、先行シールドトンネルを構築する際にシールド内部から充填材料を配置して形成することができるので、容易かつ安全に施工できる。いずれのシールドトンネルの外周部も大掛かりに地盤改良などする必要がないので、施工コストを低減できる。

40

【0008】

請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法において、前記充填材料が前記先行シールドトンネルの内側から撤去可能な仮設支持部材により支持された施工方法とする。

この発明によれば、充填材料が子シールド機により切削される際、先行シールドトンネルを仮設支持部材で支持することができ、隔壁状接続部と連通させる際に容易に撤去することができるので、安全性および施工効率を向上することができる。

また、仮設支持部材で先行シールドトンネルをトンネル幅方向の仕切り壁状に設ければ、隔壁状接続部と連通させるときまで、先行シールドトンネルの部分通行が可能となるの

50

で、先行シールドトンネルを供用した場合でも、通行止め期間を短縮できる。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 に記載の発明では、請求項 1 または 2 に記載の親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法において、前記子シールド機が、トンネル幅方向に拡径可能とされ、前記隔壁状接続部を形成する際に、前記先行シールドトンネル側に拡径して掘進する

この発明によれば、子シールド機を先行シールドトンネル側に拡径して隔壁状接続部を形成するので、トンネル幅方向が比較的広いトンネル分岐部を形成することができる。また、後行シールドトンネルの断面積を拡大することができるので、隔壁状接続部を連通させるための作業空間を広くとることができる。

【 0 0 1 2 】

請求項 4 に記載の発明では、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法において、前記カッタ部材が、前記子シールド機と同構造の子シールド機を装着することにより構成される。

この発明によれば、子シールド機の発進後に、シールド機本体に同構造の子シールド機を装着することによりカッタ部材を設けるので、全面掘削が可能となる。また、新たな子シールド機を発進させて別のシールドトンネルを分岐させることが可能となる。

また、同構造の子シールド機は、例えば、すでに発進された子シールド機で先行シールドトンネルを完成させてから回収することにより、同一の子シールド機を再装着してもよい。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

以下では、本発明の実施の形態を、添付図面を参照して説明する。なおすべての図面において、異なる実施形態であっても、同一部材または相当する部材には同一の符号を付し、共通部分の説明は省略する。

[第 1 の実施形態]

本発明の第 1 の実施形態について説明する。

まず、本発明の実施形態に係る親子シールド機を用いたトンネル分岐施工方法によって築造されるトンネル分岐部の概略構成を説明する。これは、第 1 の実施形態および参考例に共通である。

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る親子シールド機を用いたトンネル分岐施工方法によって築造されたトンネル分岐部 2 の概略構成を説明するための平面概略断面図である。図 2 (a)、(b)、(c) は、それぞれ図 1 における A - A 断面図、B - B 断面図、C - C 断面図である。

【 0 0 1 4 】

トンネル分岐部 2 は、分岐前の本線トンネル 1 (図 1 左側) に引き続いて、拡幅して延ばされ、その後段で、それぞれ相対的に異なる方向延びる本線トンネル 1 と分岐線トンネル 4 とに接続している。そのため、平面視で本線トンネル 1 の側部から分岐線トンネル 4 が斜め方向に分岐する略 Y 字状の分岐路が形成されている。

本線トンネル 1 の内部には、2 車線の本線部道路 2 a が設けられ、分岐線トンネル 4 の内部には、1 車線の分岐線部道路 2 b が設けられている。そして、トンネル分岐部 2 内部では、それぞれの本線部道路 2 a、分岐線部道路 2 b が略平行な 3 車線をなし、車両が本線部道路 2 a から車線変更して、分岐線トンネル 4 内へ移動することができるようになって

いる。図中の矢印 L_1 、 L_2 は、本線トンネル 1 を通行する車両の流れを示し、矢印 L_3 は、本線トンネル 1 から分岐して分岐線トンネル 4 に進む車両の流れを示す。符号 9 0 は地山を示す。

【 0 0 1 5 】

本線トンネル 1 の幅方向断面は、図 2 (a) に示したように、本線セグメント 1 b で 1 次覆工され、その内側下部に本線道路 1 a が設けられ、その上側の内面に 2 次覆工 1 c が施されている。図 2 (c) に示したように、分岐線トンネル 4 も略同様な断面構成を備え、分

10

20

30

40

50

岐線セグメント4 bで1次覆工され、その内側下部に岐線道路4 aが設けられ、その上側の内面に2次覆工4 cが施されている。本線トンネル1、岐線トンネル4は、円形断面を有するものを例示したが、他のいかなる断面形状であってもよい。ただし、岐線トンネル4の断面は、本線トンネル1の断面の内部に配置可能な形状および大きさとされている。

トンネル分岐部2の幅方向断面は、図2(b)に示したように、本線セグメント1 bおよび岐線セグメント4 bにより、それぞれの側部の一部を撤去して接続した断面で1次覆工され、その内側下部に本線部道路2 a、岐線部道路2 bが設けられ、その上側の内面が本線セグメント1 b、岐線セグメント4 bにまたがる分岐部覆工2 cによって覆われている。

10

【0016】

本実施形態に係る親子シールド機を用いたトンネル分岐施工方法は、このような本線トンネル1、トンネル分岐部2および岐線トンネル4を築造することができる施工方法であり、相対的に大径の掘削径を有する親シールド機を先行して掘進して本線トンネル1を構築し、相対的に小径の子シールド機を後行して掘進して、本線トンネル1との隔壁状接続部を形成し、その後、岐線トンネル4を掘進する施工方法である。

したがって、親シールド機と子シールド機との大略の掘進方向は、それぞれ、矢印 L_1 (L_2)および矢印 L_3 の方向に沿っている。そこで以下では、トンネル延設方向を簡単に区別するために、それぞれのシールド機の掘進方向に基づいて、分岐開始前の方向を上流側(図1の左側)、分岐後に延びる方向(図1の右側)を下流側と称する場合がある。

20

【0017】

なお、以下では上記の道路トンネルの例で説明するが、本発明は道路トンネルのトンネル分岐部を施工する場合に限定されるものではなく、このような略Y字状の分岐構造を備える他のシールドトンネル、例えば、鉄道トンネル、流体搬送トンネル、トンネル状に構築される地下空間などのいかなる用途にも適用できる。したがって、本線道路1 a、本線部道路2 aおよび岐線道路4 aの施工方法など道路トンネルに固有の周知事項の説明は省略する。

また、トンネル分岐部は、その経路を逆進すれば、トンネル合流部としても用いることができるのは言うまでもない。

【0018】

30

本実施形態の概略工程は、子シールド機発進待機工程、親シールド機先行工程、子シールド機後行工程および分岐部連通工程からなる。

図3(a)は、本発明の第1の実施形態に係る親子シールド機を用いたトンネル分岐施工方法の子シールド機発進待機工程を説明するための平面視の模式説明図である。図3(b)、(c)は、それぞれ、図3(a)におけるD-D断面図、E-E断面図である。図4は、本実施形態の親シールド機先行工程および子シールド機後行工程を説明するための平面視模式説明図である。図5は、図4に続く本実施形態の子シールド機後行工程を説明するための平面視模式説明図である。図6(a)、(b)、(c)は、それぞれ図4、5におけるF-F断面図、G-G断面図、H-H断面図である。

【0019】

40

各工程の説明の前に、本実施形態に用いる親子シールド機について説明する。本実施形態の親子シールド機は、シールド機本体5と子シールド機6とを備える。そして、子シールド機6をシールド機本体5に内蔵して相対的に大きな掘削断面で掘進する状態(以下、親シールド機と称する)と、子シールド機6がシールド機本体5から発進して単独で親シールド機の掘削断面よりも小さな掘削断面で掘進する状態とを切り替えることが可能となっている。

【0020】

子シールド機6は、掘進方向前面に回転刃からなる子シールド機カッタ6 a(カッタ部材)を備え、その掘削径に相当する子シールド機スキムプレート6 bを備えて、その内部から作業トンネル用セグメント7または岐線セグメント4 b(図4参照)を順次組み立て

50

て、そこに反力をとって前進することができる。

分岐線セグメント4 bは、例えば鋼製、鉄筋コンクリート製などのセグメントまたは合成セグメントである。作業トンネル用セグメント7については後述する。

【0021】

シールド機本体5は、子シールド機6を内蔵するとき、掘進方向前面に設けられた子シールド機カッタ6 aの外周を取り巻く環状の切削が可能な回転刃からなるシールド機本体カッタ5 aと子シールド機カッタ6 aとが、少なくともそれぞれの境界部近傍で略同一面に整列し、連動して回転することにより、前面側を全面掘削し、スキンプレート5 bの内部で本線セグメント1 bを順次組み立てて、そこに反力をとって前進し、本線トンネル1を延設することができる。

10

本線セグメント1 bは、例えば鋼製、鉄筋コンクリート製などのセグメントまたは合成セグメントである。

【0022】

またシールド機本体5は、子シールド機6を発進した後の欠損部に、シールド機本体カッタ5 aと連動して子シールド機カッタ6 aに相当する面積の掘削が可能な回転刃を構成するカッタ部材(不図示)を装着したり、発進した子シールド機6と置換可能な同構造の子シールド機(不図示)を装着したりすることができる。その結果、子シールド機6の発進した後でも、全面掘削を行って本線トンネル1を延設することができる。この場合も親シールド機と称する。

20

【0023】

子シールド機カッタ6 aまたはカッタ部材とシールド機本体カッタ5 aとの連動は、例えば、子シールド機カッタ6 aのように独立して駆動できる場合は、シールド機本体カッタ5 aと子シールド機カッタ6 aを独立に駆動してもよいし、子シールド機カッタ6 aまたはカッタ部材をシールド機本体カッタ5 aに対して機械的に結合することにより連動駆動してもよい。

【0024】

このような親子シールド機は、種々の構成のものが提案されているが、子シールド機6の発進後に同構造の別の子シールド機またはカッタ部材が装着可能であれば、どのような構成によってもよい。また、子シールド機6の断面形状、配置位置、配置個数なども、分岐線トンネル4に必要なトンネル断面形状に応じて適宜に選定することができる。

30

ここで、子シールド機が同構造であるとは、互いにシールド機本体5に装着して親シールド機となりうるという互換性を有するという同構造であり、すべての構造が同一である必要はない。

【0025】

以下、本実施形態の各工程を説明する。

子シールド機発進待機工程は、図3(a)、(b)に示したように、シールド機本体5の掘削径方向の略中央に配置された子シールド機6をシールド機本体5から発進して、所定位置に待機させる工程である。

シールド機本体5に子シールド機6を装着した親シールド機は、トンネル分岐位置の手前側まで本線トンネル1を構築し、一旦、停止している。図3(a)の本線トンネル掘進域9(親シールド機の掘進予定域)は、破線で挟まれた領域が後行する親シールド機により掘進される領域であることを示す。本実施形態では直線状に図示したが、曲線状に予定されていてもよい。

40

そして、子シールド機カッタ6 aを駆動しつつ、シールド機本体5内に反力をとって、子シールド機6を発進する。子シールド機スキンプレート6 bがシールド機本体5から抜け出た後は、本線トンネル掘進域9の範囲外に出る方向に掘進する。本実施形態では、直線状の本線トンネル掘進域9に対して、延設方向の左側に方向変更して進み、本線トンネル掘進域9の側部の左外側近傍に略平行の向きで並ぶ位置まで掘進し、その場で停止して待機する。停止中のシールド機本体5の先端から、この待機位置までを、以下、子シールド機発進区間 d_0 と称する。

50

【0026】

子シールド機発進区間 d_0 内では、子シールド機スキンプレート6b内において作業トンネル用セグメント7（切削可能な材料）を組み立てて、作業トンネル8（作業用シールドトンネル）を構築していく。作業トンネル8は、作業トンネル内部8a（図3（c）参照）を通して、子シールド機6の掘進中に作業が行き来したり、必要な資材を運搬したりするために設けられるもので、シールド機本体5の内部と連通している。

【0027】

作業トンネル用セグメント7は、後行する親シールド機により切削可能な材料で構成する。例えば、モルタル、コンクリート、ガラス繊維、合成樹脂や、それぞれを適宜複合した材料などを挙げるができる。このような材料は、鋼製セグメントや鉄筋コンクリート製セグメントに比べて、強度が劣るため、例えば、セグメントの厚さを厚くするなどして、所望の強度を備えるように製作する。効率よく強度を上げるためには、子シールド機6の掘削断面を円形として、ドーナツ型に組み立てることができるセグメントとすることが好ましい。

ここで、切削とは、シールド機本体カッタ5a、子シールド機カッタ6aなどで切ったり削ったり破碎したりして土砂や泥土などとともに排出可能な大きさとするを意味する。

【0028】

次に子シールド機発進待機工程に次いで行う親シールド機先行工程について説明する。親シールド機先行工程は、さらに細かく、掘進準備工程、子シールド機発進区間掘進工程、親側分岐接続部形成工程および下流掘進工程を備える。

掘進準備工程では、親シールド機を掘進するために、作業トンネル8において、少なくとも、本線トンネル掘進域9の範囲と重なる作業トンネル干渉域10（図3（a）参照）の範囲を埋め戻し材（不図示）で埋め戻す。このとき、作業トンネル内部8aに残存する空洞部は、子シールド機6が後で再発進可能な状態としておく。例えば、支圧板などを設けておく。

埋め戻し材は、例えば、土砂や貧配合モルタルを採用することができる。

そして、子シールド機6が発進された後のシールド機本体5の欠損部にカッタ部材を装着して、親シールド機5Aを構成する。本実施形態では、図4（a）に示したように、カッタ部材として子シールド機6と同構造の子シールド機60を装着している。すなわち、親シールド機5Aがシールド機本体カッタ5aと子シールド機カッタ60a（カッタ部材）とを備えることにより、全面掘削が可能とされている。

【0029】

続いて、子シールド機発進区間掘削工程では、本線セグメント1bを組み立てながら、親シールド機5Aを本線トンネル掘進域9に沿って掘進し、子シールド機6の近傍まで掘進する。この間、作業トンネル干渉域10に残存する作業トンネル8は埋め戻し材とともにシールド機本体カッタ5a、子シールド機カッタ60aにより切削される。

【0030】

その後の親側分岐接続部形成工程では、分岐接続部15を形成しながら親シールド機5Aを掘進させる。

分岐接続部15は、図6（a）に示したように、切削可能セグメント11（切削可能な充填材料）と充填材12（切削可能な充填材料）とからなる。

切削可能セグメント11は、子シールド機6の位置する側の側部を覆工するもので、親シールド機5Aの掘進時に本線セグメント1bに接合して配置される。切削可能セグメント11の材質は、子シールド機6で切削可能な材料からなり、例えば、グラスファイバーや炭素繊維などの非金属の強化繊維からなる強化材料や、それらを鉄筋の代わりに配設、配合したコンクリートセグメントなどを採用することができる。また、合成セグメントの鋼板部を、強化繊維を配合した合成樹脂に置き換えてコンクリートを充填した合成セグメントなども採用することができる。なお、切削可能セグメント11同士を接合する接合継手も、子シールド機6により切削可能な材質、例えば合成樹脂などを用いることは言うまで

10

20

30

40

50

もない。

充填材 1 2 は、切削可能セグメント 1 1 をトンネル内部側から覆うものである。そして本線セグメント 1 b 間のトンネル高さ方向に着脱自在とされトンネル高さ方向の荷重を支持する支柱部材も兼ねる仮壁 1 3 (仮設支持部材)と、本線セグメント 1 b と仮壁 1 3 との間のトンネル延設方向側を覆う仮壁 1 3 a、1 3 a (図 5 (a) 参照)により、取り囲まれるように設けられる。

充填材 1 2 の材質は、子シールド機 6 により切削可能なトンネルの 1 次覆工に適する材質である。例えば、モルタルなどを採用することができる。この場合、仮壁 1 3、1 3 a、1 3 a はその型枠部材を兼ねることになる。

【 0 0 3 1 】

分岐接続部 1 5 を形成するには、まず切削可能セグメント 1 1 を本線セグメント 1 b とともに組み立てて所定長さ配置する。この所定長さは、後述する長さ W の隔壁状接続部 1 4 (図 5 (a) 参照)をその範囲内に含む長さとする。

そして、トンネル内部に仮壁 1 3、1 3 a、1 3 a を組み立て、それらが囲う空間に充填材 1 2 を打設し硬化させる。

あるいは、充填材 1 2 をセグメントの延設方向の幅と同一幅としたプレキャストブロックとして製作しておき、仮壁 1 3 も同幅を有する大きさとし、本線セグメント 1 b、切削可能セグメント 1 1 の組み立てと同時に、それらをセグメントの長さずつ組み立ててもよい。

【 0 0 3 2 】

下流掘進工程は、分岐接続部 1 5 を形成した後、本線セグメント 1 b を組み立てて分岐前の本線トンネル 1 と同様に掘進する工程であり、本線トンネル掘進域 9 に沿って、分岐後の下流側の本線トンネル 1 を構築する。このとき可能ならば、本線トンネル 1 を完成させ適宜の区間で開通させてもよい。そうすれば、トンネル内部の分岐接続部 1 5 の脇を通行できるようにしておくことにより、本線トンネル 1 を供用することができる。

なお、本工程は、トンネル分岐部 2 を形成するための工程ではないので、施工の都合によっては、後述する子シールド機後行工程と並行して行ったり、その後に行ったりしてもよい。

【 0 0 3 3 】

子シールド機後行工程は、子シールド機 6 を掘進して隔壁状接続部 1 4 を形成し、その後分岐線トンネル 4 を所定方向に掘進する工程である。

図 4 (b) に示したように、親側分岐接続部形成工程が終了して分岐接続部 1 5 が形成された後、子シールド機 6 を、分岐線セグメント 4 b を組み立てつつ分岐接続部 1 5 側に向けて方向転換させて掘進する。そして、分岐接続部 1 5 の範囲内を子シールド機カッタ 6 a で切削しながら、子シールド機 6 の掘削断面と分岐接続部 1 5 のトンネル幅方向断面がオーバーラップする状態で (図 6 (b) 参照)、本線トンネル 1 の延設方向と略平行に所定距離だけ掘進する。

このとき、子シールド機カッタ 6 a は、仮壁 1 3、1 3 a に接触しないようにする。子シールド機カッタ 6 a により、その掘削径に応じた切削可能セグメント 1 1、充填材 1 2 が切削されて、分岐線セグメント 4 b が分岐接続部 1 5 の範囲内に食い込んで設置される。そして、本線トンネル 1 の側部に、本線セグメント 1 b が周方向に欠如するとともに、本線トンネル 1 の内部側でトンネル高さ方向に本線セグメント 1 b を支持する隔壁状接続部 1 4 が、仮壁 1 3、分岐接続部 1 5 の残存部および食い込んだ分岐線セグメント 4 b により形成される。

【 0 0 3 4 】

そして、隔壁状接続部 1 4 のトンネル延設方向長さが長さ W となるように、分岐接続部 1 5 の範囲内で子シールド機 6 を方向転換して本線トンネル 1 から離間させる。このとき必要であれば、本線トンネル 1 にオーバーラップさせずにごく近接させた状態で、本線トンネル 1 と略平行を保ってわずかに掘進する (図 5 (a) 参照)。その後、所定の分岐方向に掘進して、本線トンネル 1 と相対的に離れるように分岐線トンネル 4 を形成する (図

10

20

30

40

50

5 (b) 参照)。

本工程は、子シールド機 6 側で行われるので、施工の影響が仮壁 1 3 を越えて本線トンネル 1 内部に及ぶことはない。したがって、本線トンネル 1 内部は、本工程中も安全に利用可能であり、本線トンネル 1 を完成させておけば、本線部道路 2 a の供用が可能となる利点がある。

なお、長さ W は、本線トンネル 1 と分岐線トンネル 4 とが、連通されるべき長さを考慮して決める。例えば、道路トンネルの場合、少なくとも分岐線部道路 2 b と本線部道路 2 a とが並行する車線変更長さを所定距離以上設けることができる長さとする。

また、隔壁状接続部 1 4 形成後の分岐線トンネル 4 の掘進は、必要なら、分岐線トンネル 4 が完成するまで続けてもよいが、一旦停止しておいて、後述する分岐部連通工程を行ってもよい。

【 0 0 3 5 】

次に、分岐部連通工程では、上記で形成した隔壁状接続部 1 4 を撤去して、本線トンネル 1 と分岐線トンネル 4 とをトンネル幅方向に連通させ、分岐部覆工 2 c (図 2 参照) を施す。

隔壁状接続部 1 4 の撤去は、本線トンネル 1、分岐線トンネル 4 の内部側のそれぞれに必要な支保工を建て込んでから、それぞれ仮壁 1 3、1 3 a、分岐線セグメント 4 b を撤去し、充填材 1 2 の残存部を破碎することにより行う。このようにして、図 2 (b) に示したようなだるま状に残された分岐線セグメント 4 b、本線セグメント 1 b の内面を分岐部覆工 2 c で覆工したトンネル分岐部 2 が形成される。

そして、トンネルの用途に応じて、例えば、本線部道路 2 a、分岐線部道路 2 b などの内部構造を最終的に仕上げる。

【 0 0 3 6 】

このようにして、図 1 に示したような上流側の本線トンネル 1 からトンネル分岐部 2 を経て、下流側で、上流側と同じトンネル径を有する本線トンネル 1 とそれより小径の分岐線トンネル 4 とに分岐する略 Y 字状のシールドトンネルを形成することができる。

このような本実施形態の親子シールド機を用いたトンネル分岐施工方法によれば、トンネル分岐部 2 をすべて子シールド機 6、親シールド機 5 A の内部での作業により形成でき、地上に影響することなく施工できる。しかも、例えば、それぞれ別個に掘削したトンネル間の地山を大規模に地盤改良してその間を連通させる場合と異なり、きわめて安全な施工ができるという利点がある。

また、本線トンネル 1 と分岐線トンネル 4 との先行、後行の関係は、分岐接続部 1 5 を本線トンネル 1 内に形成してから子シールド機 6 を掘進して隔壁状接続部 1 4 を形成するという順序に基づく。したがって、隔壁状接続部 1 4 を形成した後は、親シールド機 5 A、子シールド機 6 は、それぞれ並行して掘進することができる。したがって、工期の短縮が可能となるという利点がある。

【 0 0 3 7 】

また、本実施形態では、子シールド機 6 の発進後、シールド機本体 5 に子シールド機 6 0 を内蔵させるので、子シールド機 6 0 を用いて、上記の工程を繰り返すことにより、別の分岐線トンネルを形成することが可能となり、本線トンネル 1 の複数位置に、複数のトンネル分岐部、分岐線トンネルを構築することが容易となるという利点がある。また同様に、三叉状などの分岐部の形成も可能となる。

親子シールド機を用いる従来の施工方法では、このような施工を行うためには、親シールド機の断面内に複数の子シールド機を備える必要があった。そのため、分岐線トンネルの径がどうしても小径になってしまったが、本実施形態では、親シールド機の断面内に一つの子シールド機があればよいから、比較的大径の分岐線トンネルを構築することができるという利点がある。

【 0 0 3 8 】

次に、本実施形態に係る第 1 変形例について説明する。

図 7 (a)、(b) は、第 1 変形例を説明するためのトンネル幅方向の断面説明図で、そ

10

20

30

40

50

れぞれ図 4、5 の F - F 断面図および G - G 断面図に対応するものである。

本変形例は、上記第 1 の実施形態における分岐接続部 1 5 において、切削可能セグメント 1 1 および充填材 1 2 に代えてブロック状充填材 1 6 を用い、仮壁 1 3 に代えて、仮壁 1 7 a (仮設支持部材)、上壁部材 1 7 b、下壁部材 1 7 c 用いる。

【 0 0 3 9 】

本変形例では、分岐接続部形成工程において、本線セグメント 1 b と同形状のセグメントを用いず、本線トンネル 1 の内部に側部からコ字状に凹んだトンネル幅方向断面を形成すべく、上壁部材 1 7 b、仮壁 1 7 a、下壁部材 1 7 c を配置していく。そして、その外側のコ字状の凹みとスキンプレート 5 b との間の空間をブロック状充填材 1 6 (切削可能な充填材料) により埋めていく。

ブロック状充填材 1 6 は、例えばモルタルなどの子シールド機カッタ 6 a で切削可能な材料により、プレキャストブロックとして製作されたものである。そして、それを適宜密着して組み合わせることにより、スキンプレート 5 b の内面と、上壁部材 1 7 b、仮壁 1 7 a、下壁部材 1 7 c の外面に合わされた形状のブロックを構成できる。例えば図 7 (a) のように、かまぼこ状の断面を有するブロックとされるものである。

【 0 0 4 0 】

そして、本変形例の子シールド機後行工程では、図 7 (b) に示したように、子シールド機 6 によりブロック状充填材 1 6 を切削して、隔壁状接続部 1 4 を形成する。

本変形例によれば、本線セグメント 1 b と接合可能かつ切削可能という特殊なセグメントを用いなくてよいので、安価に施工できるという利点がある。

また、上壁部材 1 7 b、仮壁 1 7 a、下壁部材 1 7 c により本線トンネル 1 を支持する構造を堅固に構築しておくことができるので、安全性や覆工時の施工性が向上できるという利点がある。

【 0 0 4 1 】

次に、本実施形態に係る第 2 変形例について説明する。

図 8 は、第 2 変形例を説明するためのトンネル幅方向の断面説明図で、図 4 の G - G 断面図に対応するものである。

本変形例は、上記第 1 の実施形態における子シールド機 6 をトンネル幅方向に拡幅できるシールド機として構成し、子シールド機後行工程において、子シールド機 6 を本線トンネル 1 側に拡幅して分岐接続部 1 5 を切削し、分岐接続部 1 5 内に拡径部セグメント 1 8 を組み立てるようにした例である。分岐接続部 1 5 は、第 1 の実施形態のものでもよいし、上記第 1 変形例のものでもよい。図 8 に図示したのは、第 1 変形例の分岐接続部 1 5 と同じものである。

このように第 2 変形例によれば、子シールド機 6 から拡幅して分岐接続部 1 5 を切削するので、子シールド機 6 を方向転換する必要がなくなるか、または方向転換量を非常に少なくすることができる。そのため、施工の効率が向上し、工期の短縮が可能となるという利点がある。

しかも、トンネル分岐部 2 の内部を比較的広く構築することができるという利点がある。また、図 8 に示したように、第 1 変形例の分岐接続部 1 5 を採用する場合、拡径部セグメント 1 8 を上壁部材 1 7 b、下壁部材 1 7 c に近接して重なり合うように設けるようにしてもよい。そうすれば、隔壁状接続部 1 4 が各セグメントに囲まれて形成されるので、強度、止水性などがより向上し、分岐部連通工程がより安全に施工でき、覆工などが容易となって施工効率を向上させることができるという利点がある。

【 0 0 4 2 】

[参考例]

次に、参考例について説明する。

本参考例は、第 1 の実施形態と同様に、図 1、2 に示したような本線トンネル 1、トンネル分岐部 2 および分岐線トンネル 4 を築造することができる施工方法である。そして、第 1 の実施形態とは異なり、相対的に小径の子シールド機を先行して掘進して分岐線トンネル 4 を構築し、相対的に大径の掘削径を有する親シールド機を後行して掘進して、分岐

10

20

30

40

50

線トンネル 4 との隔壁状接続部を形成し、その後、本線トンネル 1 を掘進する施工方法である。

以下では、上記第 1 の実施形態と異なる点を中心に説明する。

【 0 0 4 3 】

本参考例の概略工程は、子シールド機発進工程、子シールド機先行工程、親シールド機後行工程および分岐部連通工程からなる。

図 9 は、参考例に係る親子シールド機を用いたトンネル分岐施工方法の子シールド機発進工程を説明するための平面視の模式説明図である。図 9 における D - D 断面および E - E 断面は、それぞれ図 3 (b)、(c) と同一である。図 1 0 は、本参考例の子シールド機先行工程および親シールド機後行工程を説明するための平面視模式説明図である。図 1 1 は、図 1 0 に続く本参考例の親シールド機後行工程を説明するための平面視模式説明図である。図 1 2 は、図 1 0 (b) における J - J 断面図である。

10

【 0 0 4 4 】

子シールド機発進工程は、まず、第 1 の実施形態における子シールド機発進待機工程と同様に、シールド機本体 5 から子シールド機 6 を発進させ、本線トンネル掘進域 9 から離れる方向に方向転換しつつ、作業トンネル用セグメント 7 により子シールド機発進区間 d_0 で作業トンネル 8 を構築する。

ただし、第 1 の実施形態と異なり、本工程は、子シールド機 6 が本線トンネル掘進域 9 とトンネル幅方向に所定深さ w だけオーバーラップした状態で、本線トンネル掘進域 9 の延伸方向と略平行となるような状態で掘進を終了させる。そしてそのまま待機することなく、続けて子シールド機先行工程を行う。

20

【 0 0 4 5 】

子シールド機先行工程は、子シールド機 6 をそのまま所定深さ w のオーバーラップ量を維持して掘進するとともに、子シールド機スキンプレート 6 b の内部で分岐接続部 2 2 を形成しながら、本線トンネル掘進域 9 の延伸方向に沿って所定距離掘進する。その後、同様に分岐接続部 2 2 を形成しながらオーバーラップ量を減らしつつ、子シールド機 6 の掘進方向を徐変する。分岐線トンネル 4 と本線トンネル掘進域 9 とがオーバーラップする合計長さは W となるようにしておく。 W は第 1 の実施形態と同様に決めた所定長さである。

分岐接続部 2 2 は、子シールド機 6 の内部で形成する点は異なるが、第 1 の実施形態と本質的に同様な構成はすべて採用することができる。例えば、切削可能セグメントと仮壁に囲まれた空間に切削可能な充填材を打設するようにしてもよい。本参考例では、分岐線セグメント 4 b をトンネル高さ方向に支持する仮壁 2 4 を設け、仮壁 2 4 と子シールド機スキンプレート 6 b との間を埋める弓状断面のブロック状充填材 1 9 (切削可能な充填材料) を配置している。ブロック状充填材 1 9 は、ブロック状充填材 1 6 などと同様の材質で形成したプレキャストブロックである。

30

【 0 0 4 6 】

距離 W だけ掘進した後、全外周に分岐線セグメント 4 b を組み立ててながら分岐線トンネル 4 を延設する方向に掘進する。その際、子シールド機 6 が本線トンネル掘進域 9 の外側の近傍で本線トンネル掘進域 9 と略平行に掘進される領域を設けてもよい。

分岐線トンネル 4 は、そのまま延設して完成させてもよいし、所定長さ掘進して停止させてもよい。

40

分岐線トンネル 4 を完成させる場合は、子シールド機 6 を回収して、再びシールド機本体 5 に組み立てて再使用することができるという利点がある。

【 0 0 4 7 】

親シールド機後行工程は、まず、子シールド機発進区間 d_0 内に設けられた作業トンネル 8 の作業トンネル内部 8 a (不図示) を埋め戻し材で埋め戻す。この埋め戻し材は第 1 の実施形態と同様のものを採用することができる。

そして、子シールド機 6 が発進した欠損部にカッタ部材を装着して全面掘削ができるようにする。カッタ部材は、第 1 の実施形態と同様のものが採用できる。本参考例では施工工期を短縮するために、分岐線トンネル 4 の掘進と並行して本工程を行う場合の例として

50

、子シールド機 6 0 を装着した親シールド機 5 A を用いた例で説明する（図 1 0 (a) 参照）。

【 0 0 4 8 】

そして、本線トンネル掘進域 9 に沿って、親シールド機 5 A を掘進する。その際、作業トンネル 8 および埋め戻し材、ブロック状充填材 1 9 を順次切削していきながら掘進する。そして、本線セグメント 1 b を組み立てて、本線トンネル 1 を構築していく。

図 1 2 に示したのは、ラップ領域 W の断面の様子である。ブロック状充填材 1 9 が切削され、本線セグメント 1 b がトンネル幅方向に w だけオーバーラップされている。

そして、本線トンネル 1 と分岐線トンネル 4 とのトンネル幅方向の間に、本線セグメント 1 b、ブロック状充填材 1 9、仮壁 2 4 からなる隔壁状接続部 2 3 が形成されている。

10

【 0 0 4 9 】

分岐部連通工程は、本線トンネル 1 と分岐線トンネル 4 のそれぞれの側に、適宜の支保工を設け、それぞれの側で本線セグメント 1 b、仮壁 2 4 を撤去する。そして、ブロック状充填材 1 9 の一部をトンネル幅方向に破砕するなどして連通させ、本線セグメント 1 b および分岐線セグメント 4 b にまたがる適宜の覆工を構築する。

【 0 0 5 0 】

このようにして、トンネル分岐部 2 が形成される。

本参考例の親子シールド機を用いたトンネル分岐施工方法によれば、トンネル分岐部 2 をすべて子シールド機 6、親シールド機 5 A の内部での作業により形成でき、地上に影響することなく施工できる。しかも、例えば、それぞれ別個に掘削したトンネル間の地山を大規模に地盤改良してその間を連通させる場合と異なり、きわめて安全な施工ができるという利点がある。

20

また、親シールド機 5 A と子シールド機 6 とを隔壁状接続部 2 5 の形成後は、それぞれ並行して掘進することができる。したがって、工期の短縮が可能となるという利点がある。

【 0 0 5 1 】

また、本参考例では、子シールド機 6 の発進後シールド機本体 5 に子シールド機 6 0 を内蔵させるので、第 1 の実施形態と同様に、本線トンネル 1 の複数位置に、複数のトンネル分岐部、分岐線トンネルを構築することが容易となるという利点がある。

【 0 0 5 2 】

なお、本参考例では、分岐線トンネル 4 を完成させることにより、子シールド機 6 0 の代わりに子シールド機 6 を再使用することが可能となる。その場合は、子シールド機 6 の台数が節約できるので施工費用を低減することができる。このような参考例の形態が特に好都合となる場合として、例えば分岐線トンネル 4 が高速道路のランプなど、比較的短距離のトンネルからなる場合が挙げられる。この場合、分岐線トンネル 4 を完成させた後に親シールド後行工程を行っても工期がそれほど延びないから、子シールド機の費用の節約効果の方が大きくなるものである。

30

また、分岐線トンネル 4 を完成させないで、子シールド機 6 0 に代えて回転刃のみがシールド機本体カッタ 5 a と連動する廉価なカッタ部材を装着して、親シールド機後行工程を並行して行い、次のトンネル分岐部を形成する前までに子シールド機 6 を回収して、カッタ部材と交換するといった施工方法としてもよい。

40

そうすれば、工期を短縮しつつ施工コストを低減することが可能となるという利点がある。

【 0 0 5 3 】

なお、以上に説明した参考例において、シールド機本体 5 を拡幅可能なシールド機としてもよい。そのような例を図 1 3 に示した。

この場合、親シールド機 5 A を掘進する際、拡径部セグメント 2 5 を組み立ててブロック状充填材 1 9 側にトンネル断面を拡径できる。その拡径量を w とし、子シールド機発進区間 d_0 の下流で、ラップ領域 W にわたって拡径するようにする。

子シールド機発進工程では、子シールド機 6 を拡径前の本線トンネル掘進域 9 に近接さ

50

せてその外側まで掘削し、子シールド機先行工程では、ラップ領域Wを直進させるようにする(図13(b)参照)。そして、親シールド機後行工程において、親シールド機5Aをラップ領域W内で掘径させることにより、隔壁状接続部23を形成する(図13(a)参照)。

このようにすれば、子シールド機6を方向転換する手間が省けるので、掘進が容易となり、工期を短縮できるという利点がある。

【0054】

また、上記の説明では、第1の実施形態および参考例のいずれにおいても、作業トンネル8を作業トンネル用セグメント7で形成し、後に作業トンネル干渉域10の範囲を埋め戻し材で埋め戻した後、親シールド機5Aで切削する例で説明した。

これに対して、作業トンネル用セグメント7に代えて、親シールド機5Aで切削できない高強度のセグメントで作業トンネル8を構築してもよい。その場合、子シールド機6を掘進するための作業空間を残しておき、子シールド機6の掘進に応じて順次、先に組み立てたセグメントを撤去し、その結果上流部に生じる空洞部を埋め戻し材で埋め戻す工法を採用できる。埋め戻し材としては、例えば、切羽で掘削した排土を用いることができる。そして、分岐線トンネル4を延設するための分岐線セグメント4bは、トンネル分岐部2を形成した後に本線トンネル1側から運び込む。

このようにすれば、子シールド機6の掘進と略同時に作業トンネル内部8aが埋め戻されるので工程が短縮でき、セグメントなどの資材を節約することができるという利点がある。

【0055】

また、作業トンネル用セグメント7に代えて、親シールド機5Aで切削できないが適宜の工具で破碎できる程度の強度のセグメントで作業トンネル8を構築してもよい。その場合、子シールド機6を掘進するための作業空間を残しておき、子シールド機6の掘進に応じて順次、先に組み立てたセグメントを破碎して、その結果上流部に生じる空洞を埋め戻し材で埋め戻す工法を採用できる。

【0056】

また、作業トンネル用セグメント7に親シールド機5Aで切削できない高強度のセグメントで作業トンネル8を構築する場合、まず作業トンネル8を完成させ、子シールド機6の掘進に必要な資材を搬入した後、シールド機本体5の内部側から、作業トンネル8の下流側から順次セグメントを撤去し、シールド機本体5側に撤去したセグメントを引き込んで、その後の空洞を埋め戻してもよい。

【0057】

さらに、作業トンネル8の覆工をセグメントでない覆工体を用いるようにしてもよい。例えば、作業トンネル8の中心部に親シールド機5Aで切削可能な型枠を設置し、例えばモルタルなどの親シールド機5Aで切削可能な材料を打設して覆工体を形成するといった施工方法を採用できる。

この場合、切削可能な型枠の材質としては、例えば塩化ビニールなどが採用できる。

【0058】

【発明の効果】

以上に述べたように、本発明に係る親子シールド機を用いるトンネル分岐施工方法によれば、既設のシールドトンネルを同じ掘削断面で延設しつつ、それより小さな掘削断面を有するシールドトンネルを大きな掘削断面を有するシールドトンネルの途中から分岐させるトンネル分岐部を築造する際、親シールド機と子シールド機を別々に掘進させてそれぞれのシールドトンネル内部側で施工できるようにすることにより、地上に影響を与えることなく施工することができ、しかも施工効率と安全性を向上することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態に係る親子シールド機を用いたトンネル分岐施工方法によって築造されたトンネル分岐部の概略構成を説明するための平面概略断面図である。

10

20

30

40

50

【図 2】 図 1 における A - A 断面図、B - B 断面図、C - C 断面図である。

【図 3】 本発明の第 1 の実施形態に係る親子シールド機を用いたトンネル分岐施工方法の子シールド機発進待機工程を説明するための平面視の模式説明図およびその D - D 断面図、E - E 断面図である。

【図 4】 本発明の第 1 の実施形態に係る親シールド機先行工程および子シールド機後行工程を説明するための平面視模式説明図である。

【図 5】 同じく図 4 に続く子シールド機後行工程を説明するための平面視模式説明図である。

【図 6】 図 4、5 における F - F 断面図、G - G 断面図、H - H 断面図である。

【図 7】 本発明の第 1 の実施形態の第 1 変形例を説明するためのトンネル幅方向の断面説明図である。 10

【図 8】 本発明の第 1 の実施形態の第 2 変形例を説明するためのトンネル幅方向の断面説明図である。

【図 9】 参考例に係る親子シールド機を用いたトンネル分岐施工方法の子シールド機発進工程を説明するための平面視の模式説明図である。

【図 10】 参考例に係る子シールド機先行工程および親シールド機後行工程を説明するための平面視模式説明図である。

【図 11】 同じく図 10 に続く親シールド機後行工程を説明するための平面視模式説明図である。

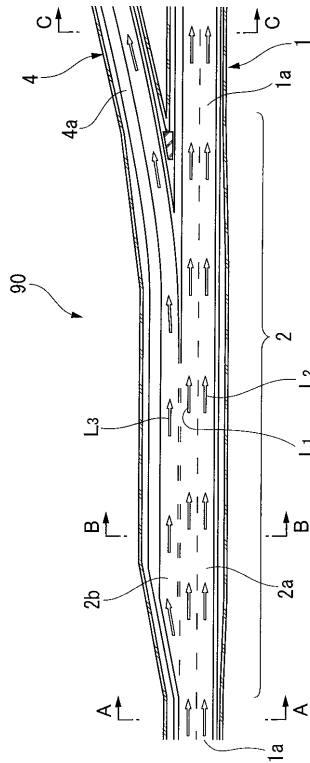
【図 12】 図 10 における J - J 断面図およびその変形例を説明するための断面説明図である。 20

【図 13】 参考例の変形例を説明するためのトンネル幅方向断面説明図および平面視模式説明図である。

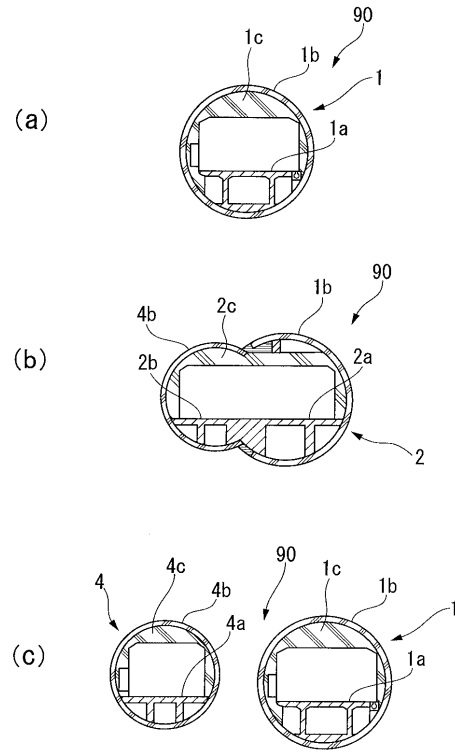
【符号の説明】

- 1 本線トンネル
- 1 b 本線セグメント
- 2 トンネル分岐部
- 4 分岐線トンネル
- 5 シールド機本体
- 5 a シールド機本体カッタ 30
- 5 A 親シールド機
- 6、6 0 子シールド機
- 6 a、6 0 a 子シールド機カッタ（カッタ部材）
- 7 作業トンネル用セグメント（切削可能な材料）
- 8 作業トンネル（作業用シールドトンネル）
- 8 a 作業トンネル内部
- 9 本線トンネル掘進域（親シールド機の掘進予定域）
- 1 1 切削可能セグメント（切削可能な充填材料）
- 1 2 充填材（切削可能な充填材料）
- 1 3、1 7 a 仮壁（仮設支持部材） 40
- 1 4、2 3 隔壁状接続部
- 1 5、2 2 分岐接続部
- 1 6、1 9 ブロック状充填材（切削可能な充填材料）
- d 0 子シールド機発進区間 W ラップ領域

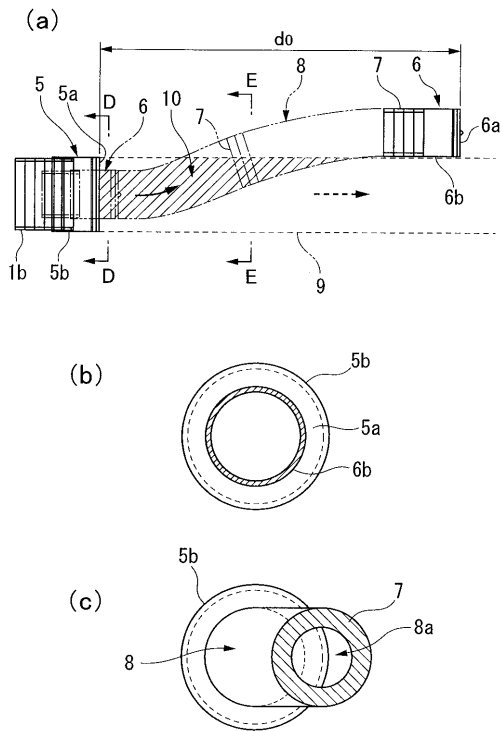
【 図 1 】



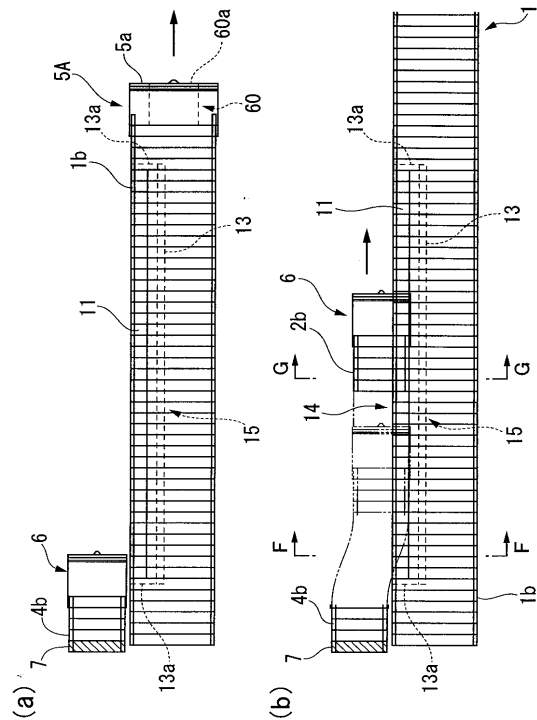
【 図 2 】



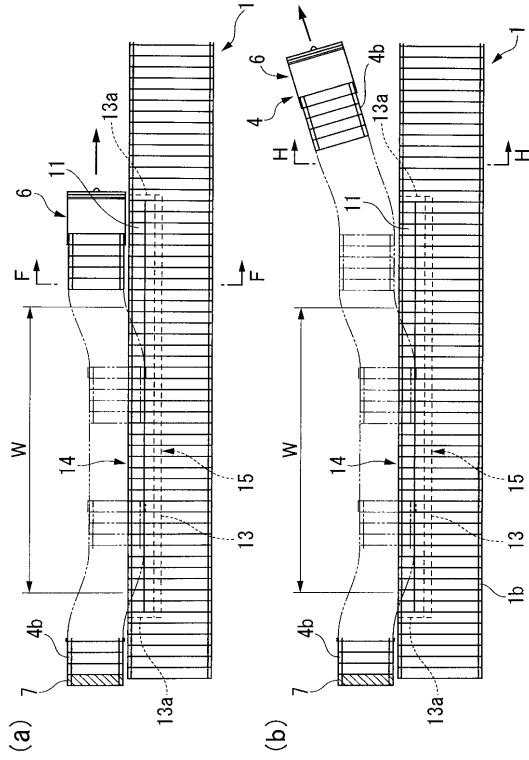
【 図 3 】



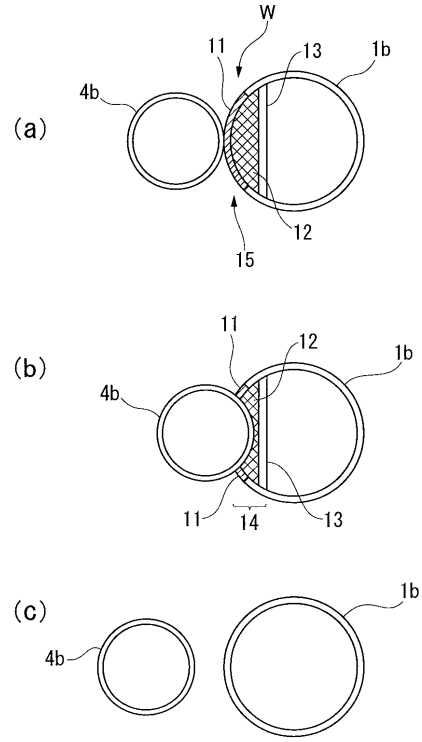
【 図 4 】



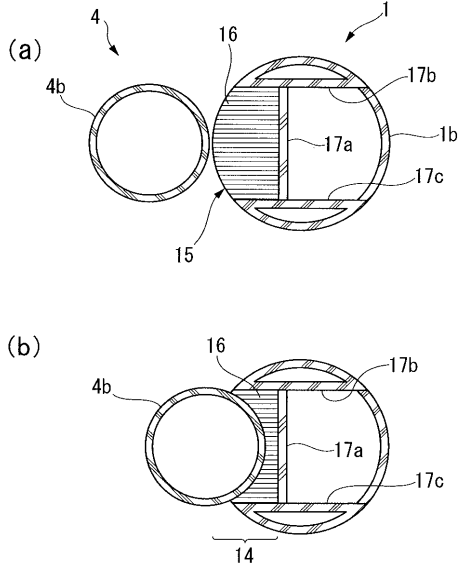
【 図 5 】



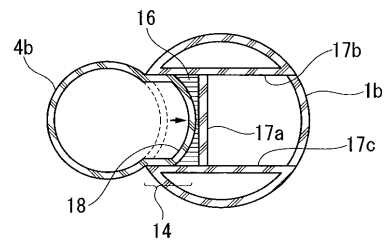
【 図 6 】



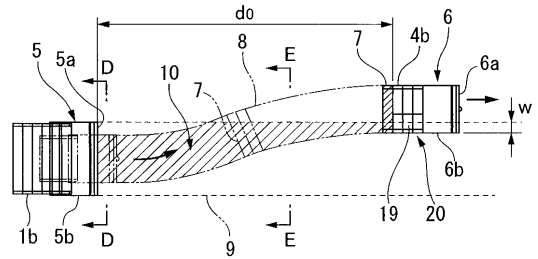
【 図 7 】



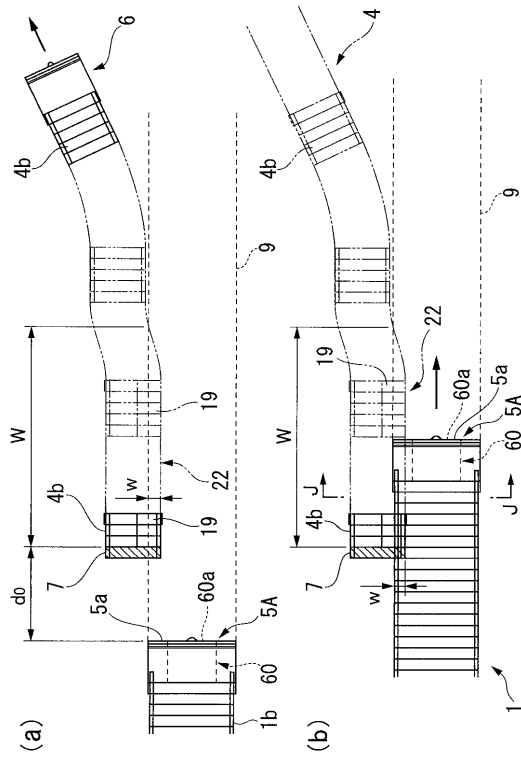
【 図 8 】



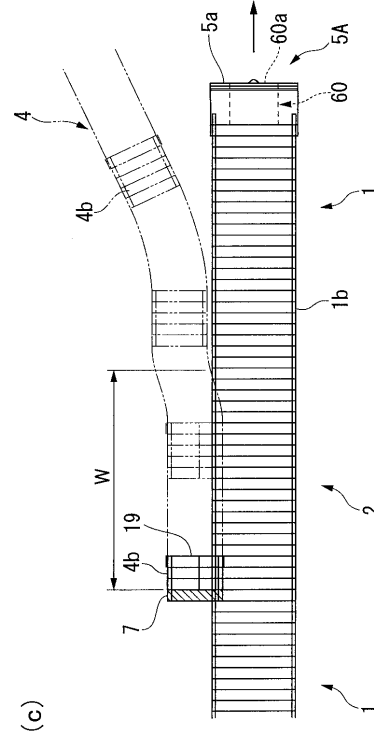
【 図 9 】



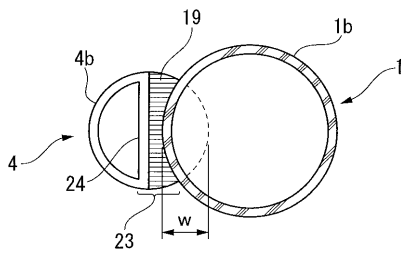
【図10】



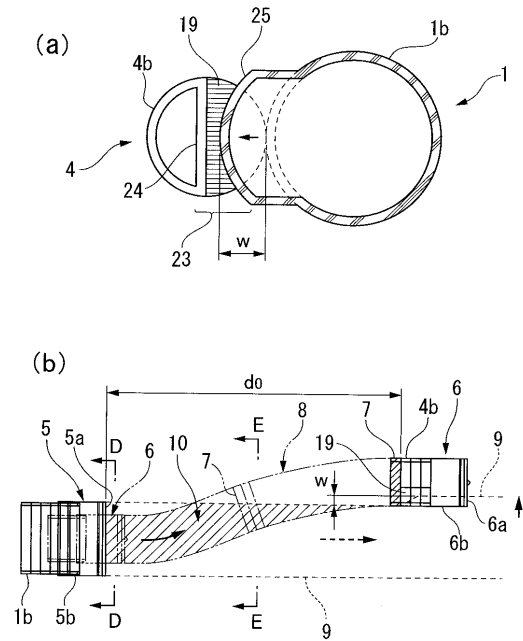
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

- (72)発明者 河野 重行
東京都港区芝浦一丁目2番3号 清水建設株式会社内
- (72)発明者 田中 大三
東京都港区芝浦一丁目2番3号 清水建設株式会社内
- (72)発明者 浦田 修
東京都港区芝浦一丁目2番3号 清水建設株式会社内

審査官 河原 英雄

- (56)参考文献 特開平02-088883(JP,A)
特開平03-005600(JP,A)
特開平04-213695(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
E21D 1/00 - 9/14