

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4958035号
(P4958035)

(45) 発行日 平成24年6月20日(2012.6.20)

(24) 登録日 平成24年3月30日(2012.3.30)

(51) Int.Cl. F I
 E 2 1 D 9/04 (2006.01) E 2 1 D 9/04 F
 E 2 1 D 9/06 (2006.01) E 2 1 D 9/04 A
 E 2 1 D 9/06 3 O 1 D

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2006-132567 (P2006-132567)	(73) 特許権者	000002299
(22) 出願日	平成18年5月11日 (2006.5.11)		清水建設株式会社
(65) 公開番号	特開2007-303156 (P2007-303156A)		東京都港区芝浦一丁目2番3号
(43) 公開日	平成19年11月22日 (2007.11.22)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成20年11月19日 (2008.11.19)		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	矢部 幸男
			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】 シールドルーフ工法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

地中を掘削して地中空洞を施工するに際して、地中空洞の掘削予定位置の外側に、予め複数のルーフシールドトンネルを所定間隔で配列した状態で施工することにより、それらルーフシールドトンネルによって掘削予定位置を取り囲むシールドルーフ先受工を構築するためのシールドルーフ工法であって、

地中空洞の掘削予定位置の周囲の地中に地中発進室を施工するための作業用のシールドトンネルを施工して、該作業用のシールドトンネルの周囲を地盤改良したうえで該作業用のシールドトンネルを周囲に拡幅することにより前記地中発進室を施工し、

該地中発進室から施工予定地の周囲に向けてルーフシールド機を順次発進させて前記シールドルーフ先受工を構築することを特徴とするシールドルーフ工法。

10

【請求項2】

シールド工法により施工する複数のシールドトンネルどうしの分岐合流部を施工するに際して、施工すべき分岐合流部の外側に、その延長方向に沿う複数のルーフシールドトンネルを分岐合流部の輪郭に沿って所定間隔で配列した状態で施工することにより、それらルーフシールドトンネルによって分岐合流部の施工予定位置を取り囲むシールドルーフ先受工を構築するためのシールドルーフ工法であって、

分岐合流部の掘削予定位置の一端側の地中に、掘削予定位置よりも上方および下方に位置しかつそれぞれが分岐合流部の横断方向に沿って略水平に延在する地中発進室を施工するための作業用のシールドトンネルを施工して、該作業用のシールドトンネルの周囲を地

20

盤改良したうえで該作業用のシールドトンネルを周囲に拡幅することにより前記地中発進室を施工し、

それら地中発進室から施工予定地の周囲に向けてそれぞれルーフシールド機を順次発進させて前記シールドルーフ先受工を構築することを特徴とするシールドルーフ工法。

【請求項 3】

請求項 2 記載のシールドルーフ工法であって、

地中発進室から分岐合流部の端部に設ける妻壁の施工予定位置に向けてルーフシールド機を発進させて、地中発進室と妻壁との間に妻壁補強用のシールドトンネルを施工することを特徴とするシールドルーフ工法。

【請求項 4】

請求項 1, 2 または 3 記載のシールドルーフ工法であって、

前記シールドルーフ先受工を構成しているルーフシールドトンネル間を掘削して隣り合うルーフシールドトンネル間に本設覆工壁を施工するべく、前記ルーフシールドトンネルを鋼製フレームに対して鋼板製のスキンプレートを取り付け付けた鋼製セグメントを用いて施工し、前記ルーフシールドトンネル間を掘削するに際しては前記鋼製セグメントにおける前記鋼製フレームを残して前記鋼板製のスキンプレートのみを撤去することを特徴とするシールドルーフ工法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は地中に空洞やトンネルを施工するための工法に係わり、特にその施工予定位置の周囲に予め大規模なシールドルーフ先受工を施工するためのシールドルーフ工法に関する。

【背景技術】

【0002】

周知のように、トンネルを構築するためのトンネル工法としては NATM (New Austrian Tunneling Method) あるいはシールド工法が代表的であるが、未固結地盤の都市圏における道路トンネルの施工に際しては、地表および地中の既存構造物に対する悪影響を回避するべく地山に対する高度の支保性能が要求され、また施工中および完成後の止水性能と地下水保全性能が高度に要求されることから、シールド工法の採用が最も一般的である。

また、近年においては様々な新工法も提案され、たとえば特許文献 1 には本坑掘削に先立って導坑から人工地山アーチを先行施工するという鯨骨工法 (WBR 工法) が提案されている。

【特許文献 1】特開平 11 - 159275 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、道路トンネルをシールド工法により施工するに際しては本線トンネルの他にランプトンネルを設け、それら双方のトンネルを要所にて接合して大断面の分岐合流部を施工する必要があるが、そのような分岐合流部の施工は必ずしも容易ではない。

すなわち、本線トンネルおよびランプトンネルはそれぞれ在来のシールド工法により地山を安定に支保し、また止水性を確保しつつ支障なく施工できるが、分岐合流部では断面を漸次変化させつつ双方のシールドトンネルどうしを接合する必要があることから、分岐合流部の施工に際しては在来のシールド工法をそのまま適用できるものではなく、何らかの補助工法の採用が不可欠である。

【0004】

そのため、分岐合流部の施工に際してたとえば特許文献 1 に示される鯨骨工法を適用することも考えられるが、その鯨骨工法のようにセメント系注入材による人工地山アーチを単に分岐合流部の施工予定位置の上方に造成することのみでは、必ずしも万全の支保効果

10

20

30

40

50

が得られないことも想定される。

なお、以上のことは道路トンネルにおける分岐合流部の施工に際してのみならず、各種用途の大規模な地中空洞を未固結地盤に対して設ける場合全般に共通する課題でもある。

【 0 0 0 5 】

そこで本出願人は、先に、大規模な地中空洞や道路トンネルの分岐合流部の施工に際して、施工予定位置の周囲に予め多数の小径のルーフシールドトンネルによるシールドルーフ先受工を設けるという工法を提案した（特願 2 0 0 6 - 0 3 7 9 2 1 号「地中空洞の施工方法およびトンネル工法」参照）。

その工法によれば、シールドルーフ先受工による万全の支保効果が得られることはもとより、大規模の地中空洞を効率的かつ合理的に施工できるものではあって、特に大深度・大断面の道路トンネルの分岐合流部の施工に適用して最適なものではあるが、多数のルーフシールドトンネルによるシールドルーフ先受工を効率的に施工するためはより一層の施工性改善を図る必要もあるとされ、その点では改善の余地を残しているものでもあった。

【 0 0 0 6 】

上記事情に鑑み、本発明は大規模な地中空洞の施工に際してその施工予定位置の周囲に予め施工するシールドルーフ先受工を十分に効率的に施工し得る有効適切なシールドルーフ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】

【 0 0 0 7 】

請求項 1 記載の発明は、地中を掘削して地中空洞を施工するに際して、地中空洞の掘削予定位置の外側に、予め複数のルーフシールドトンネルを所定間隔で配列した状態で施工することにより、それらルーフシールドトンネルによって掘削予定位置を取り囲むシールドルーフ先受工を構築するためのシールドルーフ工法であって、地中空洞の掘削予定位置の周囲の地中に地中発進室を施工するための作業用のシールドトンネルを施工して、該作業用のシールドトンネルの周囲を地盤改良したうえで該作業用のシールドトンネルを周囲に拡幅することにより前記地中発進室を施工し、該地中発進室から施工予定地の周囲に向けてルーフシールド機を順次発進させて前記シールドルーフ先受工を構築することを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

請求項 2 記載の発明は、シールド工法により施工する複数のシールドトンネルどうしの分岐合流部を施工するに際して、施工するべき分岐合流部の外側に、その延長方向に沿う複数のルーフシールドトンネルを分岐合流部の輪郭に沿って所定間隔で配列した状態で施工することにより、それらルーフシールドトンネルによって分岐合流部の施工予定位置を取り囲むシールドルーフ先受工を構築するためのシールドルーフ工法であって、分岐合流部の掘削予定位置の一端側の地中に、掘削予定位置よりも上方および下方に位置しかつそれぞれが分岐合流部の横断方向に沿って略水平に延在する地中発進室を施工するための作業用のシールドトンネルを施工して、該作業用のシールドトンネルの周囲を地盤改良したうえで該作業用のシールドトンネルを周囲に拡幅することにより前記地中発進室を施工し、それら地中発進室から施工予定地の周囲に向けてそれぞれルーフシールド機を順次発進させて前記シールドルーフ先受工を構築することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

請求項 3 記載の発明は、請求項 2 記載のシールドルーフ工法であって、地中発進室から分岐合流部の端部に設ける妻壁の施工予定位置に向けてルーフシールド機を発進させて、地中発進室と妻壁との間に妻壁補強用のシールドトンネルを施工することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

請求項 4 記載の発明は、請求項 1, 2 または 3 記載のシールドルーフ工法であって、前記シールドルーフ先受工を構成しているルーフシールドトンネル間を掘削して隣り合うルーフシールドトンネル間に本設覆工壁を施工するべく、前記ルーフシールドトンネルを鋼製フレームに対して鋼板製のスキンプレートを取り付けた鋼製セグメントを用いて施工し、前記ルーフシールドトンネル間を掘削するに際しては前記鋼製セグメントにおける前記

10

20

30

40

50

鋼製フレームを残して前記鋼板製のスキンプレートのみを撤去することを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明のシールドルーフ工法によれば、ルーフシールド機を発進させるための地中発進室を掘削揚程位置付近の地中に設けて、その地中発進室よりルーフシールド機を順次発進させることにより、多数のルーフシールドトンネルによるシールドルーフ先受工を効率的に施工することが可能である。

特に、地中発進室を施工するに際しては、その施工予定位置に予めシールド工法による作業用のシールドトンネルを施工し、その周囲を地盤改良したうえで周囲に拡幅して地中発進室を施工すれば、地中発進室自体を効率的にかつ安全にしかも地表からの立坑を必要とせず施工することが可能である。

10

【0012】

また、2室の地中発進室を掘削予定位置の一端側の上下の位置にそれぞれ掘削予定位置を横断する方向に沿うように設ければ、上段の地中発進室からは上半部のルーフシールドトンネルを施工するためのルーフシールド機をほぼそのまま直線的に発進させることができ、かつ下段の地中発進室からは下半部のルーフシールドトンネルを施工するためのルーフシールド機をほぼそのまま直線的に発進させることができ、したがっていずれのルーフシールド機も急旋回させるような必要がなく、特に効率的な施工が可能である。

【0014】

また、地中発進室と妻壁との間に妻壁補強用のシールドトンネルを施工することにより、妻壁施工の際にはそのシールドトンネルによって十分な支保効果が得られるし、妻壁完成後にはそれを外側から有効に補強することができる。

20

さらに、シールドルーフ先受工を構成しているルーフシールドトンネル間を掘削して隣り合うルーフシールドトンネル間に本設覆工壁を施工すると良く、そのためにはルーフシールドトンネルを鋼製フレームに対して鋼板製のスキンプレートを取り付けた鋼製セグメントを用いて施工して、ルーフシールドトンネル間を掘削するに際しては鋼製セグメントにおける鋼製フレームを残して鋼板製のスキンプレートのみを撤去することとすれば、支保効果を確保しつつ本設覆工壁を効率的に施工することが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

30

以下、本発明のシールドルーフ工法の実施形態について説明するが、本実施形態のシールドルーフ工法は、上述したように先に提案したトンネル工法（特願2006-037921号）を実施する際に、予めシールドルーフ先受工を施工するための補助工法として適用するものであるので、以下の実施形態では本発明のシールドルーフ工法のみならずトンネル工法全体についても併せて説明する。

【0016】

本実施形態のトンネル工法は、未固結地盤の都市圏における大深度・大断面の道路トンネルの施工に適用するもので、特に図1～図2にその概要を示すように、本線シールドトンネル1とランプシールドトンネル2とをいずれも在来のシールド工法により施工するとともに、それらの分岐合流部には予めシールドルーフ先受工3と凍結ゾーン（改良ゾーン）8を施工したうえで本設覆工壁4を先行施工していき、その内側を掘削することで分岐合流部となる地中空洞を掘削するものである。そして、本実施形態のシールドルーフ工法は、上記のトンネル工法におけるシールドルーフ先受工3を施工するために補助工法として適用されるものである。

40

なお、本実施形態では本線シールドトンネル1の直径がたとえば16m程度、ランプシールドトンネル2の直径がたとえば11m程度であることを想定している。また、本実施形態における分岐合流部の全体の断面形状は、図2～図3に示されるように手前側（図3（a）～（b）参照）から前方側（図3（c）参照）に向かって漸次縮小するような横長楕円形状とされ、上述のように本実施形態ではそのような分岐合流部の断面形状に合致するシールドルーフ先受工3と本設覆工壁4を内部の掘削に先立って先行施工することとし

50

ている。

【 0 0 1 7 】

具体的には、本実施形態においては本線シールドトンネル1よりもランプシールドトンネル2を先行掘進し、図2に示すようにランプシールドトンネル2が分岐合流部の施工予定位置に達した時点で（あるいは分岐合流部に所定距離進入した時点で）掘進を停止させる。

そして、ランプシールドトンネル2の掘進と並行作業により施工した上下の地中発進室7（図4参照）からルーフシールド機5を順次発進させてそのまま直進させ、あるいは必要に応じて若干の旋回をさせたいえで直進させることにより、分岐合流部の施工予定位置の外側に複数（図示例では16本）のルーフシールドトンネル6を分岐合流部の輪郭に沿って所定間隔で配列した状態で施工し、それら複数のルーフシールドトンネル6の全体によって上記のシールドルーフ先受工3を構成するものである。

10

【 0 0 1 8 】

上記の地中発進室7は、図4（a）に示すように、分岐合流部の掘削予定位置の手前側の地中に、掘削予定位置よりも上方および下方に位置し、かつ図2に示したようにそれぞれが分岐合流部の横断方向に沿って略水平に延在するように設けられているものである。

それら地中発進室7を施工するに当たっては、図4（b）に示すようにその施工予定位置に作業用のシールドトンネル7aを施工し、その周囲を薬液注入あるいは凍結工法により地盤改良したうえで、そのシールドトンネル7aを周囲に拡幅することによって行うと良い。その際、その作業用シールド機はたとえばランプシールドトンネル2あるいは本線シールドトンネル1から発進させることが考えられ、それにより地中発進室7を効率的にかつ安全にしかも地表からの立坑を必要とせずに施工することが可能である。

20

なお、図4（a）に示しているように各地中発進室の断面形状は馬蹄形とすることが好ましい。また、図3（a）に示しているように、上段の地中発進室7の両端部を段階的に掘り下げておくことにより、そこからのルーフシールド機5の発進位置を下げて発進後の旋回をより少なくすることができる。勿論、可能であれば下段の地中発進室7の両端部を上段の地中発進室7と対称的に掘り上げておいても良い。

【 0 0 1 9 】

なお、上記のシールドルーフ工法により施工するルーフシールドトンネル6の間隔とその配列は、後工程により形成する凍結ゾーン8（あるいは薬液による改良ゾーン）が、隣り合うルーフシールドトンネル6間で周辺地山に対する支保機能および止水機能を有効に発揮し得るように地盤条件等を勘案して設定するものであり、本実施形態では図3に示したようにそれら16本のルーフシールドトンネル6を分岐合流部の輪郭に沿って十分に密に配列している。

30

【 0 0 2 0 】

また、各ルーフシールドトンネル6は、小径（たとえば直径4m程度）のルーフシールド機5を図4（a）に示したように地中発進室7から発進させた後に、そのまま真っ直ぐに、あるいは必要に応じて若干旋回させてから、分岐合流部の延長方向（トンネル軸方向）に沿うように施工されるものであるが、本実施形態では上述のように分岐合流部は前方に向かって漸次断面形状が縮小されていくことから、図2～図3に示すように分岐合流部の断面形状に対応して各ルーフシールドトンネル6の相互間隔も前方にいくほど狭めていって、シールドルーフ先受工3の全体形状を全体として先細り形状としている。

40

【 0 0 2 1 】

さらに、各ルーフシールドトンネル6の施工に際しては、ルーフシールド機5を1台ないし数台程度用意し、それを地中発進室7から順次発進させていき、分岐合流部の先端部に達したらスキンプレートおよびカッター装置等の外殻装置を残置して内部装置のみを回収し、回収した内部装置を地中発進室7もしくは地上ヤードにおいて新たな外殻装置に組み込むことで新たなルーフシールド機5を組み立て、それを再び地中発進室7から発進させれば良い。たとえば、本実施形態では全16本のルーフシールドトンネル6を設けることから、4台のルーフシールド機5を用意してそれぞれ4回ずつ転用することが考えられ

50

る。

勿論、可能であれば全てのルーフシールドトンネル6をそれぞれ独立のルーフシールド機5によりほぼ同時に施工することでも良い。また、地中発進室7からルーフシールド機5を発進させるための手法としては、在来のシールドトンネルの側壁部からのシールド機の発進手法をそのまま採用可能である。

【0022】

上記のように、本実施形態のシールドルーフ工法によってシールドルーフ先受工3を施工した後は、基本的には先に提案したトンネル工法と同様に施工を行えば良い。

すなわち、隣り合うルーフシールドトンネル間接合予定位置を含むその周囲に凍結工法による地山改良手段としての凍結管を図5～図6に示すように設置して凍結ゾーン8を形成する。この地山改良手段としての凍結ゾーン8の具体的な形成時期は、全16本のルーフシールドトンネル6の施工が完了している必要はなく、ルーフシールドトンネル6が隣り合って施工されているところがあれば、その施工がされているところから順次形成していくようにすれば良い。

その具体的な施工方法としては、各ルーフシールドトンネル6の内部からそれに隣り合っているルーフシールドトンネル6の上部および下部に向けてそれぞれ斜め後方（斜め前方でも良い）に長尺の放射凍結管9aをたとえば1m程度の間隔で密に多数打ち込むとともに、各ルーフシールドトンネル6内には埋込凍結管9bを取り付け、それらの凍結管によって周囲地山を凍結させることによって、シールドルーフ先受工3の内外の全体を覆うような凍結ゾーン8を形成する。シールドルーフ先受工3の内外に形成する凍結ゾーン8の厚みは、地山状況やルーフシールドトンネル6間の間隔等を考慮して設定すれば良いが、たとえば1m程度（シールドルーフ先受工3を含めた全体では6m程度）で充分である。

なお、凍結管9aを斜め方向に打設するのは、ルーフシールドトンネル6に対して直交方向に打設する場合に比して1本あたりの打設長さは長くなるが、一方でルーフシールドトンネル6からの打設間隔が大きくなるために打設本数が少なくなるので、結果的に施工効率が良くなりコスト低減が図れるからである。

【0023】

そして、図7に示すようにシールドルーフ先受工3の手前側の端部に対しては、ルーフシールドトンネル6内からその内側の地山に妻部凍結管9cを打ち込んでランプシールドトンネル2および本線シールドトンネル1の周囲を凍結させることにより、分岐合流部の手前側（大径側）の妻部の位置にその周囲の凍結ゾーン8と一体に妻部凍結ゾーン10を形成する。

なお、分岐合流部の前方側（小径側）の妻部に対しては、図5（b）に示したように上記の凍結ゾーン8を本線シールドトンネル1の周囲にも形成することで充分であるが、必要であればそこにも上記と同様に妻部凍結管9cを打ち込んで妻部凍結ゾーン10をさらに形成することでも良い。

また、上記のような凍結工法による凍結ゾーン8を形成することに代えて、薬液注入による地盤改良による改良ゾーンを形成することでも良く、その場合には凍結管に代えて薬液注入管を打ち込めば良い。

【0024】

以上により、分岐合流部の施工位置で、少なくとも隣り合うルーフシールドトンネル6間の接合予定位置に凍結ゾーン8が形成されるので、その接合予定位置の安定性が増すとともに止水性も確保される。そこで、接合予定位置でルーフシールドトンネル6どうしを連結する形態で分岐合流部の本設覆工壁4を先行施工する。

【0025】

すなわち、図1に示されているようにルーフシールドトンネル6のセグメントを一部撤去してその外側の地山を掘削することにより、隣り合っているルーフシールドトンネル6間に空洞を形成し、図8～図9に示すようにその空洞内において鉄筋20を組み立てるとともに、必要に応じて補剛材（支柱、桁、屋根などの地山崩落防止枠）21を組み立て、

10

20

30

40

50

かつ型枠 2 2 を設置してその内部に覆工コンクリートを打設充填することによって、隣り合うルーフシールドトンネル 6 どうしを連結する形態で覆工体 2 3 を施工する。なお、補剛材 2 1 に型枠 2 2 の機能を持たせてそれらを兼用しても良い。

そのような覆工体 2 3 を全てのルーフシールドトンネル 6 間に形成していき、ルーフシールドトンネル 6 間の覆工体 2 3 の形成が済んだところから順次、各ルーフシールドトンネル 6 の内部にも同様に鉄筋 2 0 を組み立てるとともに必要に応じて補剛材 2 1 を組み立てて覆工コンクリートを打設することによって同様の覆工体 2 3 を相互に連結しつつ形成していき、最終的には図 1 0 ~ 図 1 1 に示すように各ルーフシールドトンネル 6 間および各ルーフシールドトンネル 6 内に、全体として剛に連結されたリング状断面の一連の本設覆工壁 4 を施工する。

10

【 0 0 2 6 】

上記の本設覆工壁 4 を効率的に施工するためには、図 1 に示しているように、各ルーフシールドトンネル 6 のセグメントとして、主桁と横桁とをフレーム状に組んだ鋼製フレームに対して鋼板製のスキンプレートを取り付けした鋼製セグメント 3 0 を用いることとして、ルーフシールドトンネル 6 間の掘削に際しては鋼製フレームを残して支保効果を確保しつつ鋼製スキンプレートのみを撤去すると良い。

また、ルーフシールドトンネル 6 間の掘削は、ルーフシールドトンネル 6 内からその側方を掘削することで行えば良いが、分岐合流部の手前側ではルーフシールドトンネル 6 間に十分な間隔があるので、図 1 に示すようにそこでは簡易なルーフシールド 3 5 を設置してその内側を小形ロードヘッダー等の掘削機 3 6 を用いてオープンシールド工法の手法で掘進することも可能である。

20

いずれにしても、その掘削に際しては隣り合っているルーフシールドトンネル 6 自体を作業通路として有効に利用して資材や掘削土の搬送を効率的に行うことができ、ルーフシールドトンネル 6 内への覆工体 2 3 の施工はそのような作業通路としての供用が完了したのから順次行えば良い。

【 0 0 2 7 】

以上のようにして本設覆工壁 4 を先行施工した後、本線シールドトンネル 1 を掘進してシールドルーフ先受工 3 の内側を通過させる。(なお、シールドルーフ先受工 3 や凍結ゾーン 8 の施工と並行して本線シールドトンネル 1 を掘進してシールドルーフ先受工 3 の内側を通過させるようにしても良い。)

30

そして、図 1 0 に示すようにその内側全体を掘削して大断面の分岐合流部を完成させる。その掘削は、分岐合流部の内側を通過している本線シールドトンネル 1 のセグメントを解体してその周囲を拡幅していくことで行えば良く、その際には細かな加背割を行う必要はないので、大型重機を支障なく使用して効率的な掘削作業を行うことができる。

なお、分岐合流部を掘削することでその内面側に各ルーフシールドトンネル 6 のセグメントが露出することになるが、図 1 0 に示すようにそのセグメントは撤去して本設覆工壁 4 の内面を露出させれば良く、それにより分岐合流部の内面を自ずと平坦面とすることができる。ただし、必ずしもそのようにする必要はなく、たとえばインバート部に位置するルーフシールドトンネル 6 はそのままにインバート部に埋め殺すことでも良く、その場合にはルーフシールドトンネル 6 内全体に覆工コンクリートを充填してしまえば良い。

40

そして、最終的に分岐合流部の両端部に対して妻壁となる覆工壁を本設覆工壁 4 の内側にそれぞれ設け、手前側の妻壁 4 0 (図 1 2 (c) 参照) には本線シールドトンネル 1 とランプシールドトンネル 2 とを接合し、前方側の妻壁 (図示略) には本線シールドトンネル 1 を接合すれば、分岐合流部の覆工全体の完成となる。

【 0 0 2 8 】

以上で説明したトンネル工法によれば、ルーフシールド機 5 を地中発進室 7 から順次発進させるというシールドルーフ工法を補助工法として採用し、そのシールドルーフ工法によって分岐合流部の施工予定位置を取り囲むシールドルーフ先受工 3 を先行構築し、ルーフシールドトンネル 6 の内側から、隣り合うルーフシールドトンネル間接合予定位置に凍結ゾーン 8 を形成し、該凍結ゾーン 8 内において隣り合うルーフシールドトンネル 6 間を

50

掘削して、各ルーフシールドトンネル6間および各ルーフシールドトンネル6内に、隣り合うルーフシールドトンネル6どうしを接合する一連の本設覆工壁4を先行施工するので、分岐合流部の施工に際しては地山に対する十分な支保性能と止水性能を確保でき、地表あるいは地中の既存構造物に対する万全な沈下防止と、万全な地下水保全を図ることができる。

【0029】

特に、シールドルーフ先受工3を複数のルーフシールドトンネル6を密に配列することで構築するので、それを十分に高剛性とできるばかりでなく、分岐合流部の形状に対応する最適な断面形状のシールドルーフ先受工3を自由にかつ高精度で施工することができる。

10

また、凍結ゾーン8の厚さの範囲内においてルーフシールドトンネル6間を掘削して覆工体23を施工するとともに、ルーフシールドトンネル6内にも同様の覆工体23を一体に連結して施工して、それら一連の覆工体23による本設覆工壁4を先行施工してからその内側を掘削するので、大規模な分岐合流部のような地中大空洞を掘削に際して万全の支保効果と止水効果が得られる。

【0030】

なお、トンネル完成後には凍結ゾーン8はいずれは消失してしまうが、ルーフシールドトンネル6の一部は残置されて本設覆工壁4の一部として機能するので、シールドルーフ先受工3を単なる仮設として設ける場合よりも遙かに合理的である。

【0031】

20

また、本実施形態では、ランプシールドトンネル2を本線シールドトンネル1に先行させるとともに、それとの並行作業により地中発進室7を施工するので、シールドルーフ先受工3の施工に早期着手できるとともに、シールドルーフ先受工の施工と並行して本線シールドトンネル1の掘進が可能であるので、その場合には最も効率的な施工が可能であり、全体工期の短縮を十分に図ることができる。

さらに、本実施形態のトンネル工法は、基本的にはいずれも多くの実績のある在来のシールド工法や凍結工法、掘削工法を有機的に組み合わせるものであるから、安全性や信頼性に優れるばかりでなく、比較的低コストでの施工が可能であり、特に都市圏における大深度・大断面の道路トンネルを施工する際に適用して最適な工法であるといえる。

【0032】

30

そして、本実施形態のシールドルーフ工法は、分岐合流部の一端側の上下の位置にそれぞれ横断方向に延在するように地中発進室7を設けて、そこからルーフシールドトンネル6を掘削するためのルーフシールド機5を発進させるので、たとえばランプシールドトンネル2や本線シールドトンネル1内からルーフシールド機5を発進させる場合のように発進後に直ちに急旋回させるような必要はなく、その施工性を格段に向上させることができる。

勿論、上記実施形態のように地中発進室7の施工に際しては、作業用のシールドトンネル7aを周囲に拡幅することで施工することにより、地中発進室7を効率的に施工できるばかりでなく、作業用のシールドトンネル7aを掘削するためのシールド機をランプシールドトンネル2や本線シールドトンネル1から発進させることで地中発進室7を施工するがために地表部から立坑を設けるような必要もなく、したがって立坑を設けることができない場合にも支障なく本工法を適用可能である。但し、立坑を設けることが可能であり、それが許される場合には、地中発進室7を施工するための立坑を設けることでも良い。

40

【0033】

以上で本発明の実施形態を説明したが、上記実施形態はあくまで好適な一例に過ぎず、本発明は上記実施形態に限定されるものでは勿論ない。

たとえば上記実施形態で説明したトンネル工法は未固結地盤の都市圏における大深度・大断面の道路トンネルを施工する場合の適用例であるが、分岐合流部を有する様々な規模、用途、形態のトンネルを施工する場合全般に広く適用できるものであるし、施工対象のトンネルにおける分岐合流部の規模や形態に応じて、また周辺環境等の諸条件を考慮して

50

様々な設計の変更が可能である。

すなわち、ルーフシールドトンネル6の本数やそれによるシールドルーフ先受工3全体の規模や形態は、施工すべき分岐合流部の形態に対応させて所望の先受効果を確保できる範囲で適宜変更して良いし、シールドルーフ先受工3に一体に形成する凍結ゾーン8や妻部凍結ゾーン10の範囲、本設覆工壁4の形態やその施工方法、その他の各工程の細部についても、本発明の要旨を逸脱しない範囲で最適設計すれば良く、必要に応じて適宜の補助工法を採用しても勿論良い。

【0034】

図12は一応用例を示すもので、これは、シールドルーフ先受工3を施工した後に、それに用いたルーフシールド機5をさらに転用して、そのルーフシールド機5を地中発進室7から分岐合流部の端部に設ける妻壁40の施工予定位置に向けて発進させ、地中発進室7と妻壁40との間に複数本(図示例では上下の地中発進室から各3本ずつ全6本)の妻壁補強用のシールドトンネル41を施工することも考えられる。そのような妻壁補強用のシールドトンネル41を施工することにより、妻壁40の施工の際にはその施工位置に対する土水圧を軽減できて十分な支保効果が得られるし、妻壁40の完成後にはそのシールドトンネル41内にコンクリートで充填すれば妻壁40を外側から有効に補強することができて所要強度を軽減することも可能である。

【0035】

また、上記実施形態では凍結工法を採用したが、地下水圧があまりかからないような条件下では凍結工法に代えて薬液注入工法も採用可能であり、その工法の選択は地盤条件等によって適宜採用されるものである。勿論、薬液注入による改良ゾーンを形成した場合には、その改良ゾーンもそのまま残るのでこれにも本設覆工壁としての機能を期待することができる。

【0036】

さらに、上記実施形態のシールドルーフ工法は、トンネル施工に際してその分岐合流部としての地中空洞を施工する場合の補助工法としての応用例であるが、本発明のシールドルーフ工法はトンネルの分岐合流部の施工のみならず、たとえば大規模な地中タンク、地下鉄の駅舎部をはじめとする各種用途、各種構造の地中構造物を施工する場合全般に広く適用できるものである。

この場合、地中空洞の空洞形成部の施工予定位置の外側の所望位置に適宜形態の地中発進室7を設け、そこからルーフシールド機5を順次発進させて上記実施形態と同様の複数のルーフシールドトンネル6を所定間隔で配列することによって、地中空洞の空洞形成部の施工予定位置を取り囲む形態でシールドルーフ先受工3を構築すれば良い。勿論、その場合におけるシールドルーフ先受工3は、その内部に設ける地中空洞の規模や形態、地山状況、その他の状況に応じて最適に設計すれば良いことは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の実施形態であるシールドルーフ工法を適用する基本工法としてのトンネル工法の概要を示す図である。

【図2】同、分岐合流部の平面図である。

【図3】同、分岐合流部の各部の断面図であり、(a)は図2におけるIII a - III a部矢視図、(b)は図2におけるIII b - III b部矢視図、(c)は図2におけるIII c - III c部矢視図である。

【図4】同、地中発進室を示す図であって、(a)は側断面図、(b)は平面図である。

【図5】同、分岐合流部に凍結ゾーンを形成するための凍結管の打込み状況を示す断面図である。

【図6】同、拡大図である。

【図7】同、分岐合流部の端部の断面図である。

【図8】同、本設覆工壁の施工状況を示す図である。

【図9】同、拡大図である。

【図10】同、本設覆工壁を施工した状態を示す図である。

【図11】同、拡大図である。

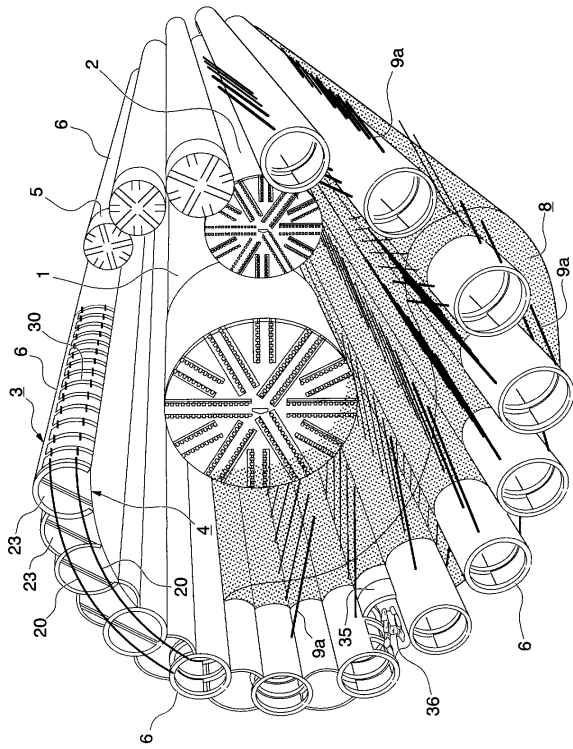
【図12】同、地中発進室と妻壁との間に補強用のシールドトンネルを設けた場合に例を示す図である。

【符号の説明】

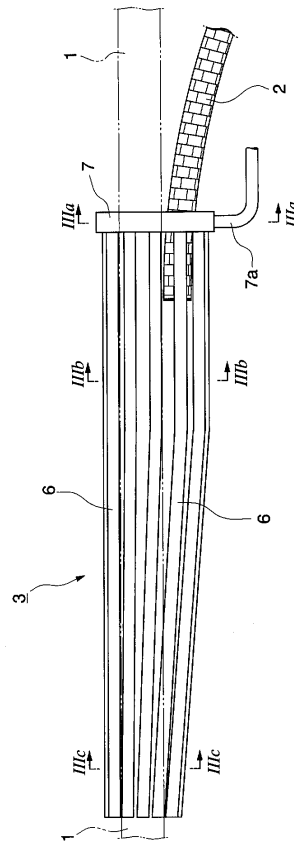
【0038】

- | | | |
|-----|----------------|----|
| 1 | 本線シールドトンネル | |
| 2 | ランプシールドトンネル | |
| 3 | シールドルーフ先受工 | |
| 4 | 本設覆工壁 | 10 |
| 5 | ルーフシールド機 | |
| 6 | ルーフシールドトンネル | |
| 7 | 地中発進室 | |
| 7 a | 作業用のシールドトンネル | |
| 8 | 凍結ゾーン(改良ゾーン) | |
| 9 a | 放射凍結管 | |
| 9 b | 埋込凍結管 | |
| 9 c | 妻部凍結管 | |
| 10 | 妻部凍結ゾーン(改良ゾーン) | |
| 20 | 鉄筋 | 20 |
| 21 | 補剛材 | |
| 22 | 型枠 | |
| 23 | 覆工体 | |
| 30 | 鋼製セグメント | |
| 35 | ルーフシールド | |
| 36 | 掘削機 | |
| 40 | 妻壁 | |
| 41 | シールドトンネル | |

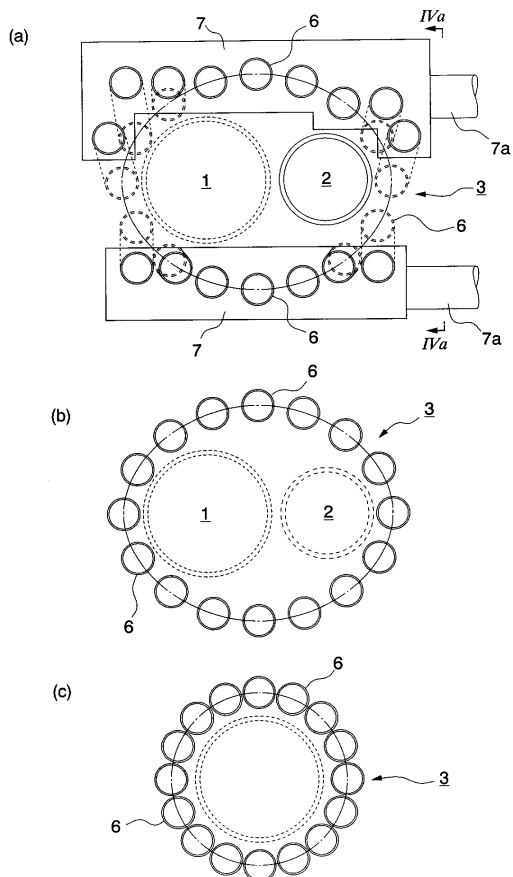
【 図 1 】



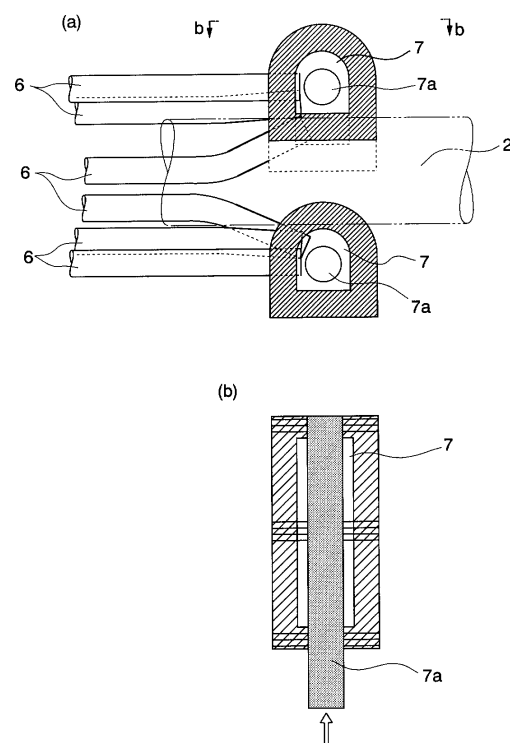
【 図 2 】



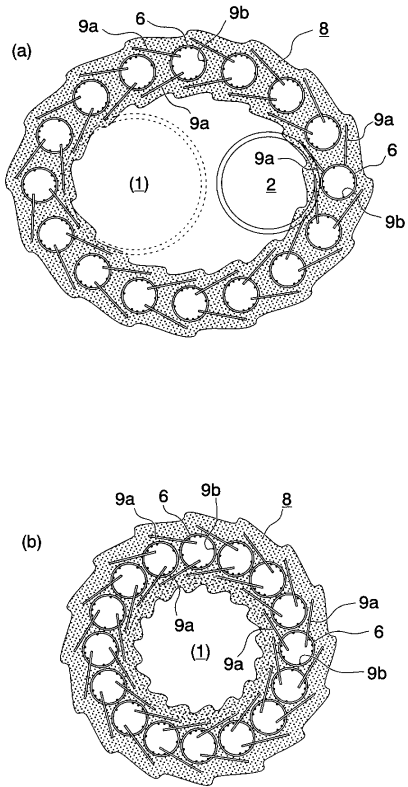
【 図 3 】



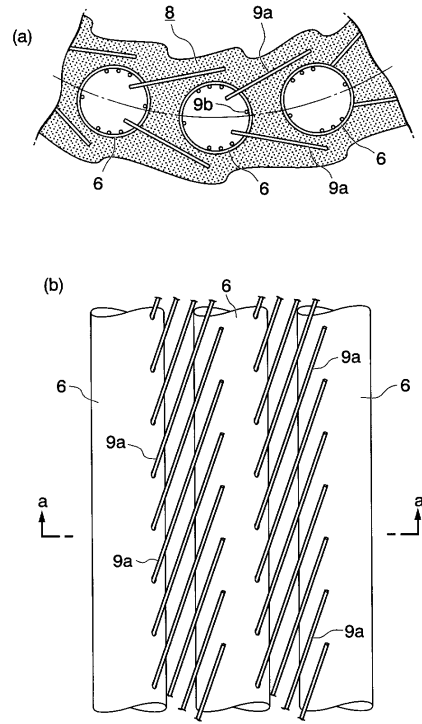
【 図 4 】



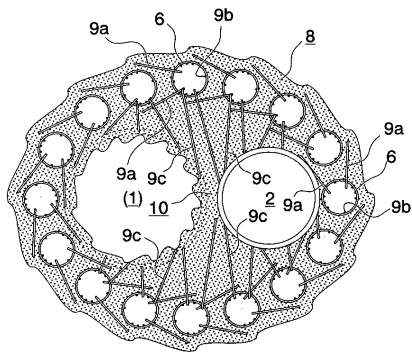
【 図 5 】



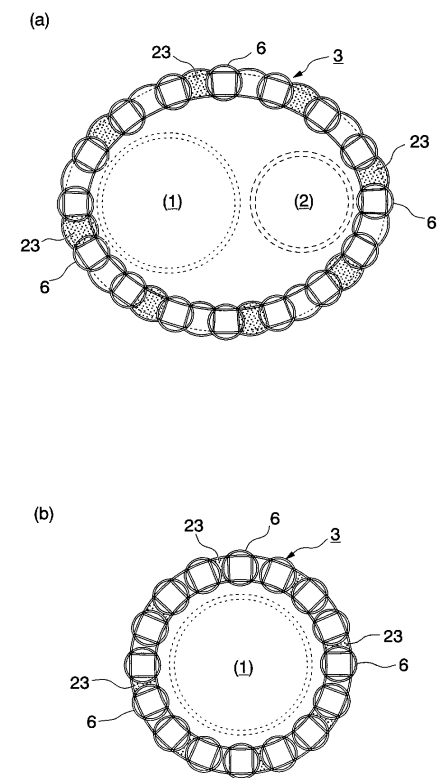
【 図 6 】



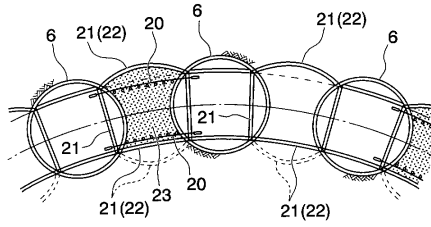
【 図 7 】



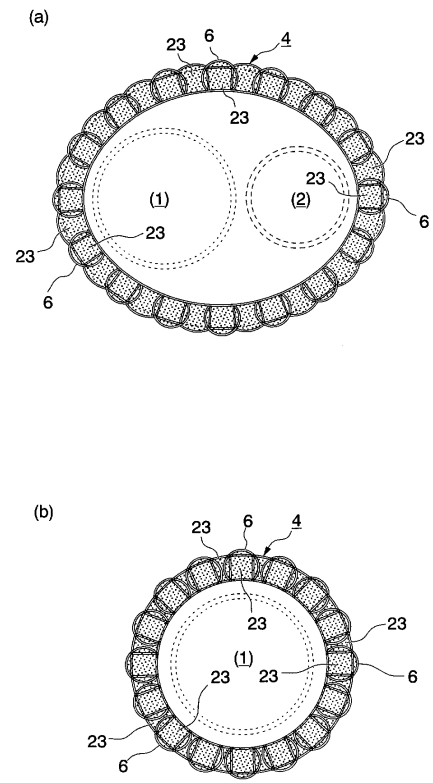
【 図 8 】



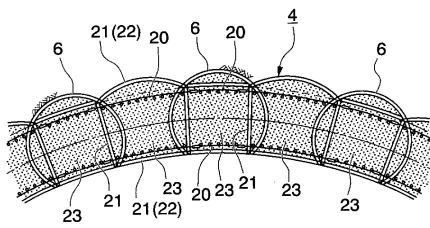
【 図 9 】



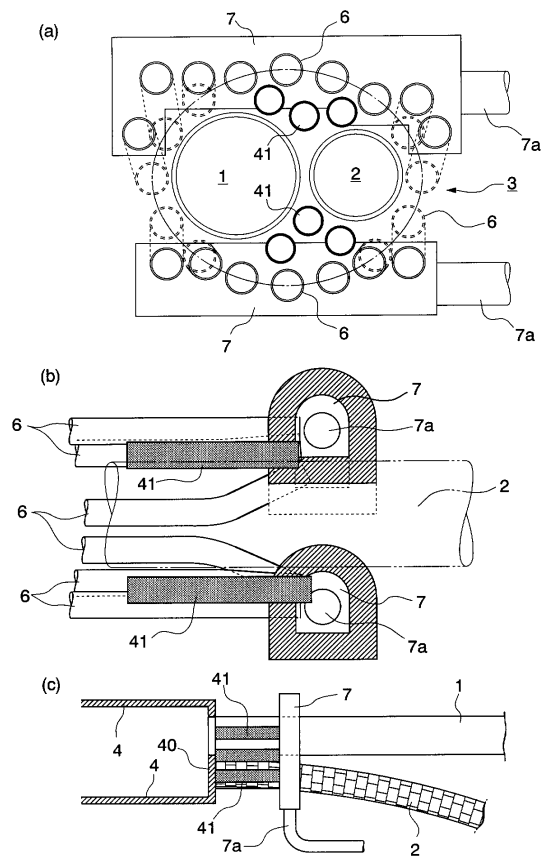
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



フロントページの続き

(72)発明者 木内 勉
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 小山 清二

(56)参考文献 特開2006-112065(JP,A)
特開2000-220399(JP,A)
特開昭57-058797(JP,A)
特開平11-159275(JP,A)
特開2007-217911(JP,A)
特開2006-348718(JP,A)
特開2006-070530(JP,A)

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