

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4780475号
(P4780475)

(45) 発行日 平成23年9月28日(2011.9.28)

(24) 登録日 平成23年7月15日(2011.7.15)

(51) Int.Cl.		F 1			
E 2 1 D	9/01	(2006.01)	E 2 1 D	9/00	B
E 2 1 D	9/04	(2006.01)	E 2 1 D	9/04	F
E 2 1 D	13/02	(2006.01)	E 2 1 D	13/02	

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2007-214541 (P2007-214541)	(73) 特許権者	000002299
(22) 出願日	平成19年8月21日(2007.8.21)		清水建設株式会社
(65) 公開番号	特開2009-46897 (P2009-46897A)		東京都港区芝浦一丁目2番3号
(43) 公開日	平成21年3月5日(2009.3.5)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成21年12月25日(2009.12.25)		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
		(72) 発明者	福田 和寛
			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	高本 絢也
			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】 トンネル構築方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一対のトンネルを横方向に間隔をあけて先行構築し、前記一対のトンネルの上方の地山を掘削して上部空間を形成するとともに該上部空間に前記一対のトンネルを一体に繋げる躯体を構築し、前記一対のトンネル間の拡幅部の地山を掘削して前記一対のトンネルを連通させることによって大断面トンネルを構築するトンネル構築方法において、

前記一対のトンネルを先行構築した段階で、前記一対のトンネルを連通させるトンネル軸方向の拡幅区間の一部に、一方のトンネルから他方のトンネルに向けて曲線パイプルーフを打設して、該曲線パイプルーフで地山を先受け支持しながら曲線パイプルーフ設置区間の上部空間を先行形成し、

該曲線パイプルーフ設置区間の上部空間を通じて前記トンネル軸方向に長尺鋼管を打設し、前記曲線パイプルーフ設置区間の上部空間を順次前記トンネル軸方向に延ばすように前記長尺鋼管で地山を先受け支持しながら長尺鋼管設置区間の前記上方の地山を掘削して、前記拡幅区間全体に亘って連通する前記上部空間を形成することを特徴とするトンネル構築方法。

【請求項2】

請求項1記載のトンネル構築方法において、

前記拡幅区間の前記トンネル軸方向中央側に前記曲線パイプルーフ設置区間を設け、該曲線パイプルーフ設置区間を挟んで前記トンネル軸方向前後の前記長尺鋼管設置区間の前記上方の地山を並行して掘削し、前記曲線パイプルーフ設置区間の上部空間を順次前記ト

ンネル軸方向前後に延ばすようにして前記上部空間を形成することを特徴とするトンネル構築方法。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載のトンネル構築方法において、

前記曲線パイプルーフの先端と後端をそれぞれ、前記一方のトンネルと前記他方のトンネルの中心線上の頂部に繋げて前記曲線パイプルーフを設置することを特徴とするトンネル構築方法。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 に記載のトンネル構築方法において、

前記曲線パイプルーフの先端を前記他方のトンネルから離れた地山内に到達させて前記曲線パイプルーフを設置することを特徴とするトンネル構築方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一対のトンネルを横方向に間隔をあけて先行構築し、一対のトンネル間の拡幅部の地山を掘削し一対のトンネルを連通させることによって大断面トンネルを構築するトンネル構築方法に関する。

【背景技術】

【0002】

道路トンネルの分岐・合流部や鉄道トンネルの渡り線部などを構築する際に、切開き工法を採用するケースが多くなっている。この切開き工法では、例えば 2 本のシールドトンネル（一対のトンネル）を横方向に間隔をあけて先行構築し、一方のトンネルから他方のトンネルに向けて両トンネルに掛け渡すように円弧状の曲線パイプルーフ（曲管）を打設し、曲線パイプルーフを両トンネルのセグメント（覆工体）に一体に繋げて設置する。

20

【0003】

そして、曲線パイプルーフで両トンネルの間の拡幅部の上方の地山を支持させ、曲線パイプルーフの下方の地山、すなわち両トンネルの上方の地山を掘削して上部空間を形成し、この上部空間に両トンネルの覆工体に一体に掛け渡すように例えば RC 造の上部床版（躯体）を構築する。また、両トンネルの下方の地山を掘削し、この下部空間に両トンネルの覆工体の下部に一体に掛け渡すように例えば RC 造の下部床版（躯体）を構築する。

30

【0004】

このように拡幅部の上下に構築した躯体で両トンネルを一体に繋げた状態で、両トンネルの側部側のセグメントを解体撤去して切開き、上部床版と下部床版の間に位置する拡幅部の地山を掘削し両トンネルを連通させる。これにより、2 本のシールドトンネルを分岐・合流部や渡り部などとなる拡幅部で連通させた大断面トンネルが構築される（例えば、特許文献 1、特許文献 2 参照）。

【特許文献 1】特開昭 49 - 34137 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 219914 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0005】

しかしながら、上記従来のトンネル構築方法においては、上部空間を形成する際に地山を支持する曲線パイプルーフを、両トンネルを連通させるトンネル軸方向の拡幅区間全体に亘って設置するようにしており、曲線パイプルーフの設置に多大な時間とコストを要し、この曲線パイプルーフの設置作業が大断面トンネルを構築する施工性の低下及び施工コストの増大を招く要因となっていた。

【0006】

本発明は、上記事情に鑑み、先行構築した一対のトンネル間の拡幅部の上方の地山を掘削して上部空間を形成する際に、確実に地山を支持しつつ効率的に上部空間を形成することができ、大断面トンネルを構築する施工性の向上及び施工コストの低減を図ることが可

50

能なトンネル構築方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】

【0007】

上記の目的を達するために、この発明は以下の手段を提供している。

【0008】

本発明のトンネル構築方法は、一对のトンネルを横方向に間隔をあけて先行構築し、前記一对のトンネルの上方の地山を掘削して上部空間を形成するとともに該上部空間に前記一对のトンネルを一体に繋げる躯体を構築し、前記一对のトンネル間の拡幅部の地山を掘削して前記一对のトンネルを連通させることによって大断面トンネルを構築するトンネル構築方法において、前記一对のトンネルを先行構築した段階で、前記一对のトンネルを連
10
通させるトンネル軸方向の拡幅区間の一部に、一方のトンネルから他方のトンネルに向けて曲線パイプルーフを打設して、該曲線パイプルーフで地山を先受け支持しながら曲線パイプルーフ設置区間の上部空間を先行形成し、該曲線パイプルーフ設置区間の上部空間を通じて前記トンネル軸方向に長尺鋼管を打設し、前記曲線パイプルーフ設置区間の上部空間を順次前記トンネル軸方向に延ばすように前記長尺鋼管で地山を先受け支持しながら長尺鋼管設置区間の前記上方の地山を掘削して、前記拡幅区間全体に亘って連通する前記上部空間を形成することを特徴とする。

【0009】

この発明においては、一对のトンネルを連通させるトンネル軸方向の拡幅区間を、地山を先受け支持する先受け支保工として曲線パイプルーフを用いる曲線パイプルーフ設置区
20
間と、長尺鋼管を用いる長尺鋼管設置区間とに分け、曲線パイプルーフ設置区間の上部空間を先行して形成し、この曲線パイプルーフ設置区間の上部空間を基地として長尺鋼管を地山に打設して長尺鋼管設置区間の上方空間を形成してゆくことによって、施工速度が遅い曲線パイプルーフの設置区間を短くして効率的に拡幅区間全体に連通する上部空間を形成することが可能になる。

【0010】

また、本発明のトンネル構築方法においては、前記拡幅区間の前記トンネル軸方向中央側に前記曲線パイプルーフ設置区間を設け、該曲線パイプルーフ設置区間を挟んで前記トンネル軸方向前後の前記長尺鋼管設置区間の前記上方の地山を並行して掘削し、前記曲線パイプルーフ設置区間の上部空間を順次前記トンネル軸方向前後に延ばすようにして前記
30
上部空間を形成することが望ましい。

【0011】

この発明においては、曲線パイプルーフ設置区間を挟んでトンネル軸方向前後の長尺鋼管設置区間の上方の地山を並行して掘削することにより、より効率的に拡幅区間全体に連通する上部空間を形成することが可能になる。

【0012】

さらに、本発明のトンネル構築方法においては、前記曲線パイプルーフの先端と後端をそれぞれ、前記一方のトンネルと前記他方のトンネルの中心線上の頂部に繋げて前記曲線パイプルーフを設置することが望ましい。

【0013】

この発明においては、曲線パイプルーフの先端と後端を一方のトンネルと他方のトンネルの頂部に繋げることによって、この曲線パイプルーフの支保荷重を、アーチアクションを利用して確実に両トンネルで受けて支持することが可能になる。これにより、地山の沈下やゆるみなどが生じることなく、地山を確実に安定した状態で支持することが可能になる。

【0014】

また、本発明のトンネル構築方法においては、前記曲線パイプルーフの先端を前記他方のトンネルから離れた地山内に到達させて前記曲線パイプルーフを設置してもよい。

【0015】

この発明においては、曲線パイプルーフの先端を他方のトンネルから離れた地山内に到
50

達させることによって、曲線パイプルーフを地山で支持させて支保反力を確保することができる。これにより、トンネルの覆工体を形成するセグメントに高耐力のセグメントを用いる必要がなく、軽量でハンドリング性のよいセグメントを用いることが可能になるため、トンネルを先行構築する際のセグメントの組立てや設置を効率的に行うことが可能になる。また、曲線パイプルーフの先端を他方のトンネルに到達させて覆工体に繋げる場合には、曲線パイプルーフを高精度で打設する必要が生じるのに対し、曲線パイプルーフの先端を他方のトンネルから離して地山内に到達させるようにしたことで、曲線パイプルーフの施工に厳しい精度を求める必要がなくなり、効率的に曲線パイプルーフを設置することが可能になる。

【発明の効果】

10

【0016】

本発明のトンネル構築方法によれば、一对のトンネルを連通させるトンネル軸方向の拡幅区間を、曲線パイプルーフ設置区間と長尺鋼管設置区間とに分けて上部空間を形成するようにしたことで、従来のように施工速度が遅い曲線パイプルーフを拡幅区間全体に設置する場合と比較し、確実に地山を支持しつつ効率的に上部空間を形成することが可能になり、大断面トンネルを構築する施工性の向上及び施工コストの低減を図ることが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、図1から図11を参照し、本発明の一実施形態に係るトンネル構築方法について説明する。本実施形態は、例えば高速道路のジャンクションの道路トンネルを構築する方法に関し、4本のシールドトンネルを2段2連に先行構築し、各段の2本のシールドトンネルを連通させることによって上り線と下り線の上下2本の大断面道路トンネルを構築する方法に関するものである。

20

【0018】

本実施形態のトンネル構築方法においては、はじめに、図1に示すように、2本のシールドトンネル1(1A)、2(2A)を上下に間隔をあけて構築するとともに、これら上下2本のシールドトンネル1A、2Aの側方にそれぞれ間隔をあけて2本のシールドトンネル1(1B)、2(2B)を構築する。すなわち、4本のシールドトンネル1A、1B、2A、2Bを上下方向及び横方向に間隔をあけて2段2連で先行構築する。なお、上段と下段のそれぞれ横方向に並設した一对のシールドトンネル1(1A、1B)、2(2A、2B)は、一方のシールドトンネル(一方のトンネル)1A、2Aが道路のランプ線、他方のシールドトンネル(他方のトンネル)1B、2Bが本線となる。

30

【0019】

ついで、図2に示すように、上段の一方のシールドトンネル1Aの覆工体(セグメントリング)3に形成した図示せぬ発進口を通じて、円弧状の曲線パイプルーフ(曲管)4を、この上段の一方のシールドトンネル1A内から上段の他方のシールドトンネル1Bに向けて上方に凸円弧となるように地山Gに打設する。また、この曲線パイプルーフ4は、図6に示すように、一对のシールドトンネル1A、1Bを連通させるトンネル軸方向O1の拡幅区間(大断面トンネル構築区間)Lの一部に設置する。そして、このように曲線パイプルーフ4を設置した区間が曲線パイプルーフ設置区間L1とされ、本実施形態において、この曲線パイプルーフ設置区間L1は、拡幅区間Lのトンネル軸方向O1中央側に設けられ、後工程で形成される曲線パイプルーフ設置区間L1の上部空間5a(5)に施工機械(掘削機など)6が配置できる程度の長さ、例えばトンネル軸方向O1の30m程度の長さで設定されている。なお、曲線パイプルーフ4はその内部にコンクリートを充填するようにしてもよい。

40

【0020】

ここで、従来のトンネル構築方法では、先端4aを他方のシールドトンネル1Bに到達させるように曲線パイプルーフ4を打設し、この先端4aを他方のシールドトンネル1Bの覆工体3に繋げて曲線パイプルーフ4を設置していた。このため、従来では先端4aを

50

他方のシールドトンネル 1 B の所定位置に到達させることが必要となり、曲線パイプルーフ 4 を高精度で打設する必要が生じていた。

【 0 0 2 1 】

これに対し、本実施形態では、図 2 に示すように、先端 4 a を他方のシールドトンネル 1 B から外側に離れた地山 G 内に到達させて曲線パイプルーフ 4 を設置する。このため、曲線パイプルーフ 4 による地山 G の支持力を確保でき、且つ他方のシールドトンネル 1 B の覆工体 3 に悪影響を及ぼすことがない範囲で、例えば 5 0 0 m m 程度の施工誤差が許容され、曲線パイプルーフ 4 の施工に厳しい精度を求める必要がない。これにより、従来と比較して、曲線パイプルーフ 4 の施工が効率的に行われる。

【 0 0 2 2 】

なお、本実施形態においては、曲線パイプルーフ 4 を打設するとともに、一方のシールドトンネル 1 A 内に例えば H 形鋼などの内部支保工 7 をその軸線を上下方向に向けて設置し、この内部支保工 7 に曲線パイプルーフ 4 の後端 4 b を支持させる。これにより、先端 4 a が地山 G に、後端 4 b が一方のシールドトンネル 1 A の覆工体 3 に繋がる内部支保工 7 に支持されて、一方のシールドトンネル 1 A と他方のシールドトンネル 1 B のそれぞれの覆工体 3 に直接支持させることなく曲線パイプルーフ 4 が設置される。

【 0 0 2 3 】

ついで、上記のように拡幅区間 L の一部に曲線パイプルーフ 4 を設置した段階で、図 3 に示すように、各シールドトンネル 1、2 内に覆工体 3 を支持する内部支保工 8 を設置するとともに、上段の一方のシールドトンネル 1 A の下部側のセグメント（覆工体 3）を解体撤去して切開き、この上段の一方のシールドトンネル 1 A 内から 4 本のシールドトンネル 1、2 で囲まれた中央部分の地山 G を掘削して中央空間 9 を拡幅区間 L の全長に渡って形成する。また、このように中央空間 9 を形成するとともに、掘削面（上面、下面、両側面）に例えば H 形鋼と吹付けコンクリートからなる土留め 1 0 を構築する。

【 0 0 2 4 】

そして、図 4 に示すように、この中央空間 9 に R C 造（鉄筋コンクリート造）の支保構造体 1 1 を構築する。この支保構造体 1 1 は、上壁部 1 1 a と下壁部 1 1 b と左右の側壁部 1 1 c、1 1 d とを備えた断面略矩形状に形成され、四隅をそれぞれ 4 本のシールドトンネル 1、2 の覆工体 3 に繋げるようにして構築される。なお、このように構築した支保構造体 1 1 は、それ自体がトンネルとして機能するとともに、上壁部 1 1 a が後工程で施工する上段側の拡幅部の下部床版（躯体）となり、下壁部 1 1 b が下段側の拡幅部の上部床版（躯体）となり、左右の側壁部 1 1 c、1 1 d がこれら下部床版と上部床版とを構造的に連結する補強壁版として機能する。

【 0 0 2 5 】

ついで、上記の支保構造体 1 1 を拡幅区間 L の全長に渡って構築した段階で、図 5 及び図 6 に示すように、上段の一方のシールドトンネル 1 A の上部側の一部のセグメント（覆工体 3）を解体撤去して切開き（開口部 1 2 を形成し）、この一方のシールドトンネル 1 A 内から曲線パイプルーフ 4 で地山 G を先受け支持しながら曲線パイプルーフ 4 の下方の地山 G を上段の他方のシールドトンネル 1 B にかけて機械掘削して上部空間 5 a（5）を形成する。すなわち、拡幅区間 L のうち曲線パイプルーフ設置区間 L 1 のみ先行して両シールドトンネル 1 A、1 B の上方の地山 G を掘削し、この曲線パイプルーフ設置区間 L 1 に上部空間 5 a（5）を形成する。また、このとき、本実施形態においては、曲線パイプルーフ 4 の先端 4 a 側を、所定の根入れ長 S で地山 G 内に埋設状態で残すようにして上部空間 5 a を形成する。なお、掘削した地山 G は開口部 1 2 を通じて一方のシールドトンネル 1 A から外部に搬出する。

【 0 0 2 6 】

ついで、上記のように形成した曲線パイプルーフ設置区間 L 1 の上部空間 5 a を基地として、図 6 に示すように、この上部空間 5 a を通じてトンネル軸方向 O 1 に注入式長尺鋼管（長尺鋼管、フォアパイリング）1 3 を打設するとともに、例えばセメントミルクなどの注入材を周辺地山 G に注入し、この注入式長尺鋼管 1 3 によって拡幅区間 L のうち曲線

10

20

30

40

50

パイプルーフ設置区間 L 1 以外の区間（長尺鋼管設置区間 L 2）の地山 G を先受け支持させる。そして、注入式長尺鋼管 1 3 で地山 G を先受け支持しながら、曲線パイプルーフ設置区間 L 1 に配置した施工機械（掘削機など）6 で、曲線パイプルーフ設置区間 L 1 の上部空間 5 a を順次トンネル軸方向 O 1 に延ばすように長尺鋼管設置区間 L 2 の上方の地山 G を掘削してゆく。

【 0 0 2 7 】

また、本実施形態においては、拡幅区間 L のトンネル軸方向 O 1 中央側に設けた曲線パイプルーフ設置区間 L 1 の上部空間 5 a から、この曲線パイプルーフ設置区間 L 1 を挟んでトンネル軸方向 O 1 の前方と後方の地山 G にそれぞれ並行して注入式長尺鋼管 1 3 を打設し、トンネル軸方向 O 1 前後の長尺鋼管設置区間 L 2 の上方の地山 G を並行して掘削してゆく。これにより、曲線パイプルーフ設置区間 L 1 の上部空間 5 a をトンネル軸方向 O 1 前後に延ばすようにして長尺鋼管設置区間 L 2 に上部空間 5 b (5) が形成され、順次注入式長尺鋼管 1 3 の打設と上方の地山 G の掘削を繰り返し行うことで、拡幅区間 L 全体に亘って連通する上部空間 5 が形成される。なお、掘削した地山 G は、シャフロダやキャリアダンプなどを用いて曲線パイプルーフ設置区間 L 1 に搬送され、一方のシールドトンネル 1 A の覆工体 3 に形成した開口部 1 2 から外部に搬出される。

10

【 0 0 2 8 】

そして、このように拡幅区間 L を曲線パイプルーフ設置区間 L 1 と長尺鋼管設置区間 L 2 に分けることにより、施工速度が遅い曲線パイプルーフ 4 を拡幅区間 L のうち一部の区間にのみ設置すればよく、他の区間を施工速度が速い注入式長尺鋼管 1 3 で先受け支持して、効率的に上部空間 5 が形成される。また、本実施形態のように、曲線パイプルーフ設置区間 L 1 を挟んでトンネル軸方向 O 1 の前後にそれぞれ注入式長尺鋼管 1 3 を打設し、トンネル軸方向 O 1 前後の上部空間 5 b の形成を並行して行うことによって、より効率的に拡幅区間 L 全体に亘る上部空間 5 が形成されることになる。

20

【 0 0 2 9 】

そして、トンネル軸方向 O 1 に延びる上部空間 5 を形成した段階で、図 7 に示すように、この上部空間 5 に露出した曲線パイプルーフ 4 の下面や地山 G の掘削面に吹付けコンクリート 1 5 を施すとともに、上部空間 5 に R C 造の上部床版（躯体）1 6 を上段の一方のシールドトンネル 1 A と他方のシールドトンネル 1 B の覆工体 3 を一体に繋げるように構築する。さらに、曲線パイプルーフ 4 や地山 G の掘削面とこの上部床版 1 6 の間に例えば軽量モルタル 1 7 などを充填する。

30

【 0 0 3 0 】

また、図 8 に示すように、上段の一方のシールドトンネル 1 A 及び他方のシールドトンネル 1 B 内に R C 造の側壁 1 8 a などの躯体 1 8 を構築する。このとき、本実施形態においては、曲線パイプルーフ 4 を支持する内部支保工 7 を側壁 1 8 a の内部に埋設して残置させる。

【 0 0 3 1 】

また、上記のように上段の地山 G の掘削、上部床版 1 6 や側壁 1 8 a などの躯体を構築するとともに、図 9 に示すように、下段の一方のシールドトンネル 2 A の下部側の一部のセグメント（覆工体 3）を解体撤去して切開き、この下段の一方のシールドトンネル 2 A 内から他方のシールドトンネル 2 B にかけて下方の地山 G を掘削し下部空間 1 9 を形成する。このとき、下部空間 1 9 の下方の掘削面に、例えば H 形鋼などの円弧状の切梁と吹付けコンクリートからなる土留め 2 0 を、切梁の両端部をそれぞれ下段の一方のシールドトンネル 2 A と他方のシールドトンネル 2 B の覆工体 3 に繋げて構築し、下方の地山 G を支持させて盤ぶくれなどを防止する。また、下部空間 1 9 の上方の掘削面に H 形鋼の切梁と吹付けコンクリートからなる土留め 2 1 を設けて上方の地山 G を支持させる。

40

【 0 0 3 2 】

ついで、図 1 0 に示すように、このように形成した下部空間 1 9 に R C 造の下部床版（躯体）2 2 を構築するとともに、下段の一方のシールドトンネル 2 A 及び他方のシールドトンネル 2 B 内に R C 造の側壁などの躯体 2 3 を構築する。

50

【 0 0 3 3 】

最後に、図 1 0 に示す上段の一方のシールドトンネル 1 A と他方のシールドトンネル 1 B の間の拡幅部 2 4 の地山 G と、下段の一方のシールドトンネル 2 A と他方のシールドトンネル 2 B の間の拡幅部 2 5 の地山 G とを、これら上段と下段の一对のシールドトンネル 1、2 の対向する側部側のセグメント（覆工体 3）をそれぞれ解体撤去して切開くとともに拡幅掘削する。これにより、図 1 1 に示すように、上段と下段のそれぞれ一对のシールドトンネル 1、2 が連通して、上下段にそれぞれ一对のシールドトンネル 1、2 の覆工体 3 を上部床版 1 6、1 1 b と下部床版 1 1 a、2 2 を介して一体形成してなる 2 段 2 連の大断面の道路トンネル（大断面トンネル）2 6、2 7 が構築される。

【 0 0 3 4 】

ここで、上記のように大断面トンネル 2 6、2 7 を構築する本実施形態のトンネル構築方法においては、曲線パイプルーフ 4 が、先端 4 a 側（根入れ長 S）を上段の他方のシールドトンネル 1 B から離れた地山 G に支持させ、後端 4 b を上段の一方のシールドトンネル 1 A 内に設置した内部支保工 7 に支持させて設置されている。このため、従来のトンネル構築方法のように、曲線パイプルーフ 4 の両端（先端 4 a、後端 4 b）を一方のシールドトンネル 1 A と他方のシールドトンネル 1 B のそれぞれの覆工体 3 に繋げて支持させた場合と比較し、各シールドトンネル 1 A、1 B の覆工体 3 で大きな支持力を受け持つ必要がなく、覆工体 3 を形成するセグメントに高耐力のセグメントを用いる必要がない。例えば、曲線パイプルーフ 4 を直接覆工体 3 に繋げた場合には、主桁の厚さが 8 1 mm（SM 5 7 0 - H）のセグメント（鋼製セグメント）を要するのに対し、本実施形態では、主桁の厚さが約半分の 4 0 mm 程度（SM 5 7 0 - H）のセグメントを用いることが可能になる。これにより、本実施形態のシールドトンネル 1 は、従来と比べて軽量のセグメントを用いて構築されることになり、このような軽量であることによってハンドリング性に優れたセグメントを適用することで、セグメントの組立て、設置が容易となり、シールドトンネル 1 の先行構築時の施工性が向上し、この点からも効率的に大断面トンネル 2 6、2 7 が構築されることになる。

【 0 0 3 5 】

したがって、本実施形態のトンネル構築方法においては、一对のシールドトンネル 1 A、1 B を連通させるトンネル軸方向 O 1 の拡幅区間 L を、地山 G を先受け支持する先受け支保工として曲線パイプルーフ 4 を用いる曲線パイプルーフ設置区間 L 1 と、注入式長尺鋼管 1 3 を用いる長尺鋼管設置区間 L 2 とに分け、曲線パイプルーフ設置区間 L 1 の上部空間 5 a を先行して形成し、この曲線パイプルーフ設置区間 L 1 の上部空間 5 a を基地として長尺鋼管 1 3 を地山 G に打設し、長尺鋼管設置区間 L 2 の上方空間 5 b を形成してゆくことによって、施工速度が遅い曲線パイプルーフ 4 の設置区間を短くして効率的に拡幅区間 L 全体に連通する上部空間 5 を形成することが可能になる。

【 0 0 3 6 】

また、このとき、曲線パイプルーフ設置区間 L 1 を挟んでトンネル軸方向 O 1 前後の長尺鋼管設置区間 L 2 の上方の地山 G を並行して掘削することにより、より効率的に拡幅区間 L 全体に連通する上部空間 5 を形成することが可能になる。さらに、長尺鋼管として例えば 1 0 0 m 程度の超長尺の鋼管を適用することで、さらに効率的に上部空間 5 を形成することが可能になる。

【 0 0 3 7 】

また、曲線パイプルーフ 4 の先端 4 a を他方のシールドトンネル 1 B から外側に離れた地山 G 内に到達させて曲線パイプルーフ 4 を設置することによって、曲線パイプルーフ 4 を地山 G で支持させて支保反力を確保することができる。これにより、シールドトンネル 1 B の覆工体 3 を形成するセグメントに高耐力のセグメントを用いる必要がなく、軽量でハンドリング性のよいセグメントを用いることが可能になるため、シールドトンネル 1 B を先行構築する際のセグメントの組立てや設置を効率的に行うことが可能になる。また、曲線パイプルーフ 4 の先端 4 a を他方のシールドトンネル 1 B から離して地山 G 内に到達させるようにしたことで、曲線パイプルーフ 4 の施工に厳しい精度を求める必要がなくな

10

20

30

40

50

り、効率的に曲線パイプルーフ 4 を設置することが可能になる。

【 0 0 3 8 】

よって、本実施形態のトンネル構築方法によれば、従来のように施工速度が遅い曲線パイプルーフ 4 を拡幅区間 L 全体に設置する場合と比較し、確実に地山 G を支持しつつ効率的に上部空間 5 を形成することが可能になり、大断面トンネル 2 6 を構築する施工性の向上及び施工コストの低減を図ることが可能になる。

【 0 0 3 9 】

以上、本発明に係るトンネル構築方法の実施形態について説明したが、本発明は上記の一実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。例えば、本実施形態では、4本のシールドトンネル 1、2 を 2 段 2 連に先行構築し、各段の 2 本のシールドトンネル 1 A、1 B、2 A、2 B を連通させることによって上り線と下り線の上下 2 本の大断面道路トンネル 2 6、2 7 を構築する方法を例に挙げて説明を行ったが、本発明に係るトンネル構築方法は、単に一对のトンネルを横方向に間隔をあけて先行構築し、効率的に上部空間を形成して、これら一对のトンネルを連通させて大断面トンネルを構築するために適用されればよく、本実施形態のように道路トンネルの分岐・合流部を構築する際や、鉄道トンネルの渡り線部などを構築する際に適用することに限定する必要はない。

【 0 0 4 0 】

また、本実施形態では、拡幅区間 L のトンネル軸方向 O 1 中央側に曲線パイプルーフ設置区間 L 1 を設け、この曲線パイプルーフ設置区間 L 1 を挟んでトンネル軸方向 O 1 前後の長尺鋼管設置区間 L 2 の上方の地山 G を並行して掘削することにより、効率的に拡幅区間 L 全体に連通する上部空間 5 を形成することが可能であるものとして説明を行ったが、曲線パイプルーフ設置区間 L 1 を拡幅区間 L のトンネル軸方向 O 1 の端部側に設け、この曲線パイプルーフ設置区間 L 1 の上部空間 5 a からトンネル軸方向 O 1 の一方向に長尺鋼管 1 3 を打設しながら拡幅区間 L 全体に亘る上部空間 5 を形成するようにしてもよい。

【 0 0 4 1 】

さらに、本実施形態では、曲線パイプルーフ 4 の先端 4 a を他方のシールドトンネル 1 B から外側に離れた地山 G 内に到達させて曲線パイプルーフ 4 を設置するものとしたが、従来のように曲線パイプルーフ 4 の先端 4 a を他方のシールドトンネル 1 B に到達させてもよい。また、このような場合において、例えば図 1 2 に示すように、曲線パイプルーフ 4 の先端 4 a と後端 4 b をそれぞれ、一方のシールドトンネル 1 A と他方のシールドトンネル 1 B の中心線 O 2 上の覆工体 3 の頂部 3 a に繋げ、各シールドトンネル 1 A、1 B 内に設置した内部支保工 3 0 で支持して曲線パイプルーフ 4 を設置することにより、曲線パイプルーフ 4 の支保荷重を、アーチアクションを利用して確実に両トンネル 1 A、1 B で受けて支持することが可能になる。これにより、地山 G の沈下やゆるみなどが生じることなく、地山 G を確実に安定した状態で支持することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 2 】

【図 1】本発明の一実施形態に係るトンネル構築方法において、4本のシールドトンネルを先行構築した状態を示す図である。

【図 2】本発明の一実施形態に係るトンネル構築方法において、曲線パイプルーフを設置した状態を示す図である。

【図 3】本発明の一実施形態に係るトンネル構築方法において、4本のシールドトンネルで囲まれた中央部分の地山を掘削し中央空間を形成した状態を示す図である。

【図 4】本発明の一実施形態に係るトンネル構築方法において、中央空間に支保構造体を構築した状態を示す図である。

【図 5】本発明の一実施形態に係るトンネル構築方法において、曲線パイプルーフの下方の地山（一对のトンネルの上方の地山）を掘削して曲線パイプルーフ設置区間の上部空間を形成した状態を示す図である。

【図 6】図 5 の X - X 線矢視図であって、本発明の一実施形態に係るトンネル構築方法に

10

20

30

40

50

において、曲線パイプルーフ設置区間の上部空間を通じて長尺鋼管を打設するとともに長尺鋼管設置区間の上部空間を形成している状態を示す図である。

【図 7】本発明の一実施形態に係るトンネル構築方法において、上部空間に上部床版（躯体）を構築した状態を示す図である。

【図 8】本発明の一実施形態に係るトンネル構築方法において、上段の一对のシールドトンネル内に躯体を構築した状態を示す図である。

【図 9】本発明の一実施形態に係るトンネル構築方法において、下段の一对のシールドトンネルの下方の地山を掘削して下部空間を形成した状態を示す図である。

【図 10】本発明の一実施形態に係るトンネル構築方法において、下部空間に下部床版（躯体）を構築した状態を示す図である。

10

【図 11】本発明の一実施形態に係るトンネル構築方法を用いて構築した大断面トンネルを示す図である。

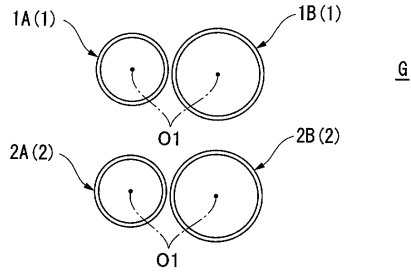
【図 12】本発明の一実施形態に係るトンネル構築方法の変形例を示す図である。

【符号の説明】

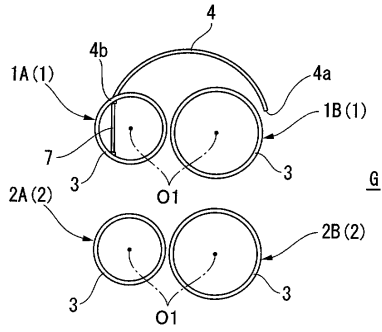
【 0 0 4 3 】

1	上段の一对のシールドトンネル	
1 A	一方のシールドトンネル（一方のトンネル）	
1 B	他方のシールドトンネル（他方のトンネル）	
2	下段の一对のシールドトンネル	
2 A	一方のシールドトンネル	20
2 B	他方のシールドトンネル	
3	覆工体（セグメント）	
4	曲線パイプルーフ	
4 a	先端	
4 b	後端	
5	上部空間	
5 a	曲線パイプルーフ設置区間の上部空間	
5 b	長尺鋼管設置区間の上部空間	
6	施工機械	
7	内部支保工	30
1 1	支保構造体	
1 3	注入式長尺鋼管（長尺鋼管）	
1 6	上部床版（躯体）	
1 9	下部空間	
2 2	下部床版（躯体）	
2 4	拡幅部	
2 5	拡幅部	
2 6	大断面トンネル	
2 7	大断面トンネル	
G	地山	40
L	拡幅区間	
L 1	曲線パイプルーフ設置区間	
L 2	長尺鋼管設置区間	
S	根入れ長	
O 1	トンネル軸方向	
O 2	中心線	

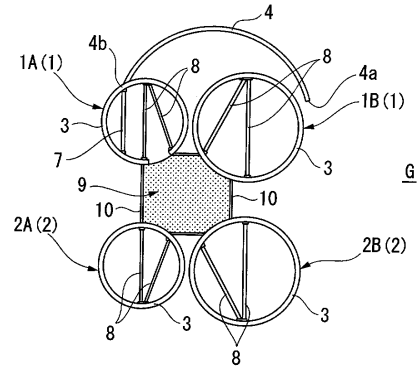
【 図 1 】



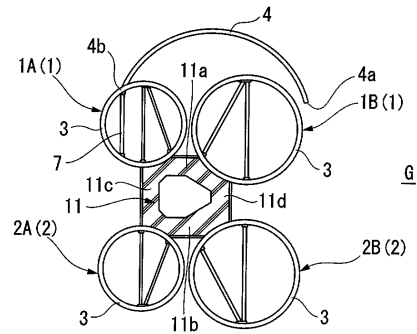
【 図 2 】



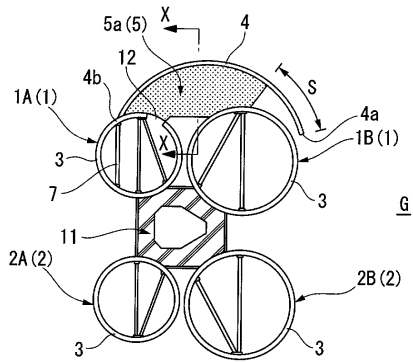
【 図 3 】



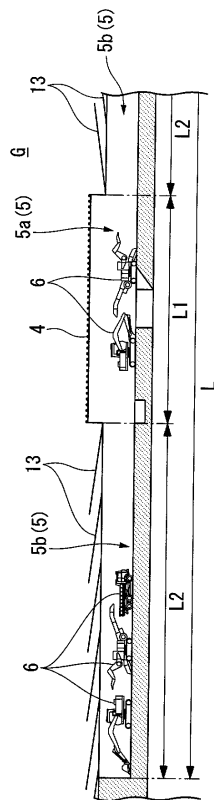
【 図 4 】



【 図 5 】

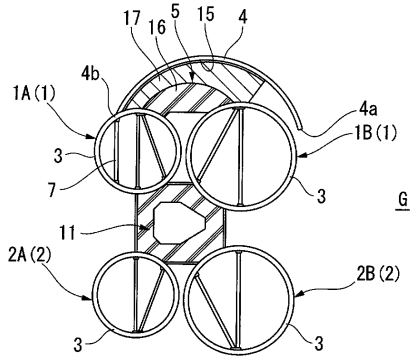


【 図 6 】

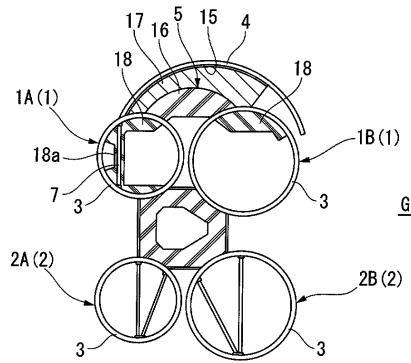


O1

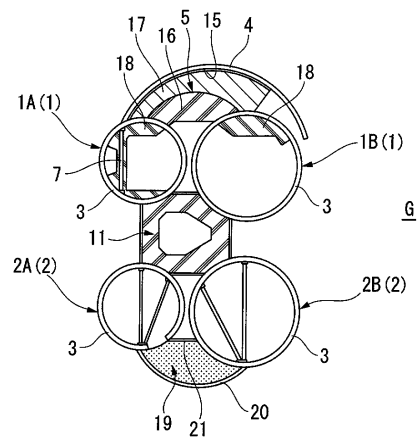
【 図 7 】



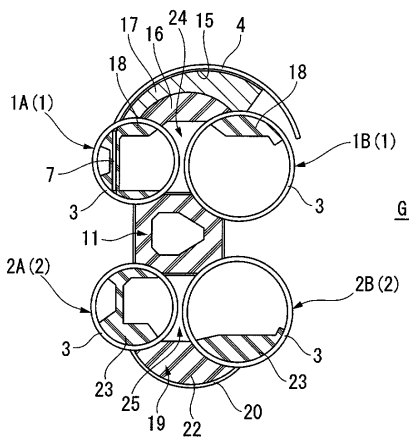
【 図 8 】



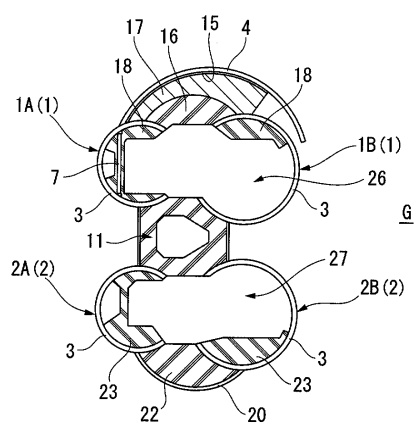
【 図 9 】



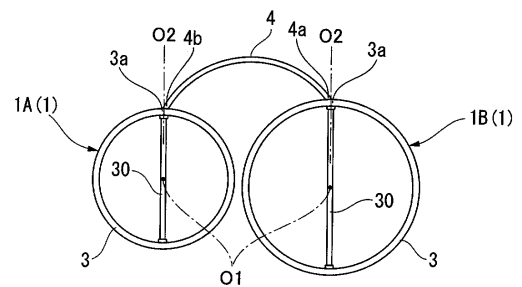
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



フロントページの続き

(72)発明者 細野 俊司

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 須永 聡

(56)参考文献 特開2008-144510(JP,A)

特開平10-205277(JP,A)

特開2005-036454(JP,A)

特開平05-231099(JP,A)

特開2009-030354(JP,A)

特開2008-169577(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E21D 9/01

E21D 9/04

E21D 13/02

CiNii