

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6127193号
(P6127193)

(45) 発行日 平成29年5月10日(2017.5.10)

(24) 登録日 平成29年4月14日(2017.4.14)

(51) Int.Cl.

F 1

E 2 1 D 13/02 (2006.01)

E 2 1 D 13/02

E 2 1 D 11/38 (2006.01)

E 2 1 D 11/38

Z

E 2 1 D 9/06 (2006.01)

E 2 1 D 9/06

3 O 1

E 2 1 D 9/06

3 O 1 R

請求項の数 1 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-208918 (P2016-208918)
 (22) 出願日 平成28年10月25日(2016.10.25)
 (62) 分割の表示 特願2016-142043 (P2016-142043)
 の分割
 原出願日 平成28年7月20日(2016.7.20)
 審査請求日 平成28年10月25日(2016.10.25)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000206211
 大成建設株式会社
 東京都新宿区西新宿一丁目25番1号
 (74) 代理人 110001807
 特許業務法人磯野国際特許商標事務所
 (72) 発明者 今石 尚
 東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大
 成建設株式会社内
 (72) 発明者 中田 慎一
 東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大
 成建設株式会社内
 (72) 発明者 豊田 努
 東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大
 成建設株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 大断面地中構造物の構築方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

間隔をあけて複数本の先行トンネルを並設する先行トンネル施工工程と、
 前記各先行トンネル内に先行鉄筋を配筋する先行トンネル配筋工程と、
 前記各先行トンネル内に先行中詰コンクリートを充填する先行トンネル充填工程と、
 隣り合う前記先行トンネル同士の間の後行トンネルを構築する後行トンネル施工工程と

、
 前記後行トンネルを構成する鋼製セグメントのうち、前記先行中詰コンクリートとの当
 接部分に対応する鋼製セグメントのスキンプレーンを撤去するとともに、当該鋼製セグメ
 ントと前記先行中詰コンクリートとの間にスペーサーを介設する接続準備工程と、

10

前記後行トンネル内に後行鉄筋を配筋する後行トンネル配筋工程と、
 前記後行トンネル内に後行中詰コンクリートを充填する後行トンネル充填工程と、

複数本の前記先行トンネルおよび複数本の前記後行トンネルにより囲まれた領域を掘削
 する掘削工程と、を備える大断面地中構造物の構築方法であって、

前記後行トンネル施工工程では、隣接する前記先行トンネルの断面の一部を切削し、前
 記後行トンネルの外表面が前記先行中詰コンクリートに当接するように当該後行トンネルを
 構築することを特徴とする、大断面地中構造物の構築方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、大断面地中構造物の構築方法に関する。

【背景技術】

【0002】

道路トンネルの合流部や鉄道トンネルの駅部分等を大断面地中構造物内に構築する場合がある。

大断面地中構造物の構築方法としては、複数本の小断面トンネルを筒状に並設して外殻（大断面覆工体）を形成し、この外殻の内部を掘削する方法がある。

【0003】

例えば、特許文献1には、先行トンネルを間隔を空けて環状に複数構築する工程と、先行トンネルの一部を切削しながら後行トンネルを環状に複数構築する工程と、後行トンネルの一部を撤去して先行トンネルと後行トンネルとが連通する連通部を構築するとともに先行トンネルと後行トンネルとを連結する工程と、先行トンネルと後行トンネルとの外周に凍土を造成する工程とを備える施工方法が開示されている。

10

特許文献1の施工方法では、先行トンネル内に、後行トンネル施工時の切削部分よりも大きい範囲にエアモルタルを充填しておくとともに、エアモルタル同士の上に覆工体を形成しておく。後行トンネルの施工後、連通部を形成したら、後行トンネル内に先行トンネル内の覆工体に接続する覆工体を形成することで、環状に連続する大断面覆工体を形成する。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0004】

【特許文献1】特開2016-094818号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1の施工方法では、後行トンネルと先行トンネル内の覆工体との間にエアモルタルが介設されている。先行トンネル内の覆工体と後行トンネルに形成する覆工体とを接続するために、このエアモルタルを撤去する必要があるため、地山側から後行トンネルに作用する土圧や地下水圧に対して、先行トンネル側から十分な反力を確保することができず、後行トンネルが変形するおそれがある。後行トンネルが変形すると、先行トンネルと後行トンネルとの外周囲の凍土に亀裂が生じ、もしくは、変形した後行トンネルと凍土が剥離して、出水するおそれがある。凍土において出水が生じると、凍土が溶解してしまう。

30

このような観点から、本発明は、地下水の出水や土砂の流入を防止することで安全性を確保し、かつ、周辺環境への影響（例えば、地盤沈下や地下水位の低下等）を最小限に抑えることを可能とし、なおかつ、効率よく止水性に優れた高品質な大断面地中構造物を構築することを可能とした、大断面地中構造物の構築方法を提案することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題を解決するために、本願発明の大断面地中構造物の構築方法は、間隔をあけて複数本の先行トンネルを並設する先行トンネル施工工程と、前記各先行トンネル内に先行鉄筋を配筋する先行トンネル配筋工程と、前記各先行トンネル内に先行中詰コンクリートを充填する先行トンネル充填工程と、隣り合う前記先行トンネル同士の上に後行トンネルを構築する後行トンネル施工工程と、前記後行トンネルを構成する鋼製セグメントのうち、前記先行中詰コンクリートとの当接部分に対応する鋼製セグメントのスキンプレータを撤去するとともに、当該鋼製セグメントと前記先行中詰コンクリートとの間にスペーサを介する接続準備工程と、前記後行トンネル内に後行鉄筋を配筋する後行トンネル配筋工程と、前記後行トンネル内に後行中詰コンクリートを充填する後行トンネル充填工程と、複数本の前記先行トンネルおよび複数本の前記後行トンネルにより囲まれた領域を掘削する掘削工程とを備えている。前記後行トンネル施工工程では、隣接する前記先行トンネ

40

50

ルの断面の一部を切削し、前記後行トンネルの外面が前記先行中詰コンクリートに当接するように当該後行トンネルを構築する。かかる大断面地中構造物の構築方法によれば、先行中詰コンクリートと後行トンネルとの間に隙間が形成されることを防止し、ひいては、後行トンネルの変形を抑制することが可能となる。

【 0 0 0 9 】

また、前記先行トンネル充填工程では、前記先行鉄筋の端部に間詰材を設置した状態で前記先行中詰コンクリートを充填するのが望ましい。このようにすれば、後行トンネル施工工程において先行トンネルの一部を切削した際に間詰材を撤去することで容易に先行鉄筋の端部を露出させることが可能となる。

10

また、前記後行トンネル施工工程後に、前記先行トンネルおよび前記後行トンネルの集合体の外周側地山および内周側地山に対して止水対策を施す止水工程を備えていれば、止水性をより向上させることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

本発明の大断面地中構造物の構築方法によれば、高水圧、軟弱地盤等の施工条件が厳しい場所でも、地下水の出水や土砂の流入を防止することで安全性を確保し、かつ、周辺環境への影響を最小限に抑えることを可能とし、なおかつ、効率よく止水性に優れた高品質な大断面地中構造物を構築することが可能となる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 本発明の実施形態の大断面トンネルを示す横断面図である。

【 図 2 】 大断面覆工体の一部を示す拡大断面図である。

【 図 3 】 本実施形態の大断面地下構造物の構築方法の各工程を示す断面図であって、先行トンネル施工工程、(b) は (a) に続く先行トンネル施工工程、(c) は先行トンネル配筋工程、(d) は先行トンネル充填工程である。

【 図 4 】 図 3 に続く大断面地下構造物の構築方法の各工程を示す断面図であって、(a) は後行トンネル施工工程、(b) は止水工程、(c) は後行トンネル接続準備工程である。

【 図 5 】 図 4 (c) の A 部分の拡大断面図である。

30

【 図 6 】 図 4 に続く大断面地下構造物の構築方法の各工程を示す断面図であって、(a) は後行トンネル配筋工程、(b) は後行トンネル充填工程である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

本実施形態では、図 1 に示すように、道路トンネル (本線トンネル 1 1 および分岐トンネル 1 2) の合流部の構築に必要な大断面地下空間を形成するための大断面トンネル 1 を例示する。大断面トンネル 1 は、本線トンネル 1 1 および分岐トンネル 1 2 を内包可能な大断面覆工体 1 0 により形成されている。

本実施形態の大断面覆工体 1 0 は、円筒状に並設された複数本のトンネル 2 , 3 と、各トンネル 2 , 3 内に充填された中詰コンクリートの硬化体 4 と、複数本のトンネル 2 , 3 に跨って配筋された主筋 5 とを備えている。なお、複数本のトンネル 2 , 3 は、必ずしも円筒状に並設されている必要はなく、例えば、角筒状や楕円筒状に並設されていてもよい。すなわち、大断面覆工体 1 0 の断面形状は円形に限定されるものではなく、例えば、矩形状や楕円形状等であってもよい。

40

【 0 0 1 3 】

大断面覆工体 1 0 は、複数本のトンネル 2 , 3 として、間隔をあけて形成された複数本の先行トンネル 2 , 2 , ... と、隣り合う先行トンネル 2 , 2 同士の間形成された後行トンネル 3 , 3 , ... とを備えている。

本実施形態の先行トンネル 2 および後行トンネル 3 は、同じ外径の円筒状の覆工により形成されている。なお、先行トンネル 2 および後行トンネル 3 の断面形状は限定されるも

50

のではない。例えば、先行トンネル２と後行トンネル３とが、異なる外径を有していてもよい。

【００１４】

隣り合う先行トンネル２と後行トンネル３は、図２に示すように、一部を重ねた状態（ラップさせた状態）で並設されている。

大断面覆工体１０は、先行トンネル２と後行トンネル３との重ね合わせ厚さ（トンネルの覆工同士の地山側交点から内空側交点までの間隔）により構造上必要な覆工厚さを確保している。また、大断面覆工体１０の内径は、先行トンネル２と後行トンネル３との重ね合わせ幅（一方のトンネルが他方のトンネルに入り込んでいる長さ）の大きさを変えることで変化させることができる。

10

【００１５】

先行トンネル２の覆工２０は、無筋コンクリート製のセグメントを組み合わせることにより形成されている。

本実施形態の先行トンネル２の覆工２０を構成するセグメントは鋼繊維補強コンクリートにより形成されているが、先行トンネル２の形成に必要な強度を有し、かつ、シールド掘削機により切削が可能であれば、セグメントを構成する材料は限定されない。例えば、切削可能な補強材（例えば、炭素繊維等）が埋め込まれたコンクリート製セグメントを使用してもよい。

本実施形態では、シールド掘削機により切削が可能な樹脂製ボルトを介してセグメント同士およびセグメントリング同士を接合する。なお、セグメント同士の接合構造およびセグメントリング同士の接合構造は、シールド掘削機により切削が可能であれば限定されない。

20

【００１６】

後行トンネル３の覆工３０は、大断面覆工体１０の外周側の地山に面するコンクリート中詰鋼製セグメント３１と、その他の部分に配設された鋼製セグメント３２とを組み合わせることにより形成されている。

コンクリート中詰鋼製セグメント３１は、トンネル軸方向の両端に設けられた一对の主桁と、トンネル周方向の両端に設けられた一对の端板と、主桁および端板の外面を覆うスキンプレートとからなる鋼製セグメントにコンクリートが打設されることにより構成されている。コンクリート中詰鋼製セグメント３１は、両隣りの先行トンネル２、２により挟まれた範囲に配設されている。

30

鋼製セグメント３２は、トンネル軸方向の両端に設けられた一对の主桁と、トンネル周方向の両端に設けられた一对の端板と、外面を覆うスキンプレートとを備えて構成されている。鋼製セグメント３２のうちの両隣りの先行トンネル２、２の内部に配設された部分では、スキンプレートが撤去されて、主桁および端板が残置されている。

【００１７】

先行トンネル２の内部の中詰コンクリートの硬化体４（先行中詰コンクリート４１）には、凹部（箱抜き）６が形成されている。凹部６は、後行トンネル３に面する位置で、かつ、主筋５の通る位置（大断面覆工体１０の外周側と内周側）に形成されている。後行トンネル３の中詰コンクリートの硬化体４（後行中詰コンクリート４２）には、凹部６に係合された凸部７が形成されている。なお、本実施形態では、先行トンネル２の内部に充填する先行中詰コンクリート４１と後行トンネル３の内部に充填する後行中詰コンクリート４２として同じ配合のコンクリートを採用するが、先行中詰コンクリート４１と後行中詰コンクリート４２には、それぞれ異なる配合のコンクリートを充填してもよい。また、少なくとも先行中詰コンクリート４１は、大断面覆工体１０に作用する外力に対して十分な耐力を発現するとともに、シールド掘削機による切削が可能な材料であれば限定されるものではない。一方、後行中詰コンクリート４２は、大断面覆工体１０に作用する外力に対して十分な耐力を発現するものであればよい。

40

【００１８】

主筋５は、大断面覆工体１０の周方向に連続するように、内空側と地山側にそれぞれ配

50

筋されている。主筋 5 は、並設されたトンネル 2 , 3 を周方向に貫通している。本実施形態では、主筋 5 と交差するようにせん断補強筋 5 0 が配筋されている。なお、せん断補強筋 5 0 は必要に応じて配筋すればよく、例えば、中詰コンクリートとして繊維補強コンクリートを採用した場合には省略してもよい。

【 0 0 1 9 】

次に、本実施形態の大断面トンネル 1 の構築方法について説明する。

大断面トンネル 1 の構築方法は、先行トンネル施工工程、先行トンネル配筋工程、先行トンネル充填工程、後行トンネル施工工程、止水工程、接続準備工程と、後行トンネル配筋工程、後行トンネル充填工程および掘削工程を備えている。

【 0 0 2 0 】

先行トンネル施工工程は、図 3 (a) に示すように、複数本の先行トンネル 2 , 2 を、間隔をあけて並設する工程である。

先行トンネル 2 の施工は、図示しないシールド掘削機により地山を切削するとともに、シールド掘削機の後部においてセグメントリング (覆工 2 0) を形成し、このセグメントリングをシールド掘削機の後方に連設することにより行う。先行トンネル 2 同士の間隔は、トンネル 2 , 3 の断面形状、先行トンネル 2 と後行トンネル 3 とのラップ長 (重ね合わせ幅) および大断面覆工体 1 0 の断面形状等に応じて適宜設定する。

本実施形態では、図 3 (b) に示すように、覆工 2 0 の内面に、トンネル軸方向に沿って、凍結管 8 1 を配管する。凍結管 8 1 は、大断面覆工体 1 0 の外周側と内周側にそれぞれ 3 本ずつ配管する。なお、凍結管 8 1 の本数および間隔は、先行トンネル 2 の断面形状や地山状況等に応じて適宜決定すればよい。凍結管 8 1 を配管したら、外周側の凍結管 8 1 の内空側に断熱材 8 2 を設置するとともに、防水材 8 3 を吹き付ける (図 5 参照) 。なお、断熱材 8 2 および防水材 8 3 は、必要に応じて設置すればよく、省略してもよい。また、断熱材 8 2 および防水材 8 3 は、内周側の凍結管 8 に対しても設置してもよい。

【 0 0 2 1 】

先行トンネル配筋工程は、図 3 (c) に示すように、先行トンネル 2 内に先行鉄筋 5 1 (主筋 5) およびせん断補強筋 5 0 を配筋する工程である。

先行鉄筋 5 1 は、大断面覆工体 1 0 の外周側と内空側に、覆工 2 0 から所定の間隔を空けて配筋する。本実施形態では、先行鉄筋 5 1 の両端に予め機械式継手 5 3 を設置しておくとともに、機械式継手 5 3 の端部を覆う間詰材 4 3 を配置しておく。なお、間詰材 4 3 を構成する材料はこれに限定されるものではないが、例えば、先行中詰コンクリート 4 1 よりも低強度な材料からなる密実部材 (例えば、硬質ウレタンフォーム材等) を使用すればよい。

【 0 0 2 2 】

先行トンネル充填工程は、図 3 (d) に示すように、先行トンネル 2 内に先行中詰コンクリート 4 1 を充填する工程である。

先行トンネル 2 内への先行中詰コンクリート 4 1 の打設は、コンクリートポンプで圧送することにより、先行トンネル 2 の先端側から行う。先行中詰コンクリート 4 1 の打設は、先行鉄筋 5 1 およびせん断補強筋 5 0 の配筋が完了した先行トンネル 2 から順に実施する。なお、先行中詰コンクリート 4 1 の打設のタイミングは限定されるものではなく、例えば、全ての先行トンネル 2 , 2 , ... の配筋作業が完了してから実施してもよい。また、先行中詰コンクリート 4 1 の打設方法も限定されるものではなく、例えば、先行トンネル 2 の中間部から打設してもよい。

【 0 0 2 3 】

後行トンネル施工工程は、図 4 (a) に示すように、隣り合う先行トンネル 2 , 2 同士の間に後行トンネル 3 を構築する工程である。

後行トンネル 3 の施工は、まず、シールド掘削機 (図示せず) を利用して、隣接する先行トンネル 2 , 2 の断面の一部および先行トンネル 2 内に充填された先行中詰コンクリート 4 1 の硬化体 4 の一部を切削しながら掘削孔を形成する。後行トンネル 3 は、その周囲に充填された裏込め材を介して先行中詰コンクリート 4 1 の硬化体 4 に当接する。

シールド掘削機により所定延長掘進したら、シールド掘削機の後方でセグメントを組み立てて、覆工 30 を形成する。

【 0 0 2 4 】

後行トンネル 3 を施工するタイミングは、隣り合う 2 本の先行トンネル 2 , 2 が形成され、かつ、両先行トンネル 2 , 2 内の先行中詰コンクリートが充填された後であれば限定されるものではない。すなわち、後行トンネル 3 は、少なくとも 2 本の先行トンネル 2 , 2 が施工された後であれば、施工を開始してもよく、また、全ての先行トンネル 2 , 2 , ... が完成した後から施工を開始してもよい。

次に、後行トンネル 3 の覆工 30 の内面に沿って、凍結管 8 1 を配管する。凍結管 8 1 は、大断面覆工体 10 の外周側と内周側にそれぞれ 3 本ずつ配管する。なお、凍結管 8 1 の本数および間隔は、先行トンネル 2 の断面形状や地山状況等に応じて適宜決定すればよい。凍結管 8 1 を配管したら、凍結管 8 1 の内空側に、断熱材 8 2 を設置するとともに、連続する防水材 8 3 を吹き付ける（図 5 参照）。なお、断熱材 8 2 および防水材 8 3 は、必要に応じて設置すればよく、省略してもよい。

【 0 0 2 5 】

止水工程は、図 4 (b) に示すように、先行トンネル 2 , 2 および後行トンネル 3 の集合体の外周側地山および内周側地山に対して止水対策工を施す工程である。本実施形態では、地山を凍結することで、止水層（凍土）8 を形成する凍結工法を採用する。地山の凍結作業は、凍結管 8 1 内に冷媒を通流させることにより、トンネル 2 , 3 の外側の地山を冷却することにより行う。

止水工程の実施は、少なくとも 2 本の先行トンネル 2 , 2 と、これらの先行トンネル 2 , 2 の間の後行トンネル 3 とが形成された後であれば限定されるものではない。すなわち、止水層 8 の施工は、全ての先行トンネル 2 , 2 , ... および後行トンネル 3 , 3 , ... が形成された後に実施してもよいし、先行トンネル 2 , 2 および後行トンネル 3 が部分的に形成された後に実施してもよい。これにより、全ての先行トンネル 2、後行トンネル 3 の構築を待たなくても部分的に止水工程～充填工程を実施できるため、工期短縮を図ることができる。また、長期間にわたって大きな範囲を止水する必要がないため、安全性も向上する。

【 0 0 2 6 】

接続準備工程は、図 4 (c) に示すように、後行トンネル 3 の覆工 30 のうち、先行中詰コンクリート 4 1 との当接部分に対応する鋼製セグメントのスキンプレーートを撤去する工程である。本実施形態では、まず、先行トンネル 2 と後行トンネル 3 との接合部において、スキンプレーート 3 3 の一部を撤去するとともに必要最小限の裏込め材を撤去し、さらに、図 6 (a) に示すように、鋼製セグメント 3 2 の主桁と先行中詰コンクリート 4 1 との間にくさび状のスペーサー 9 を介設する。この作業を繰り返すことにより必要な数のスペーサー 9 を介設したら、先行トンネル 2 と後行トンネル 3 との接合部に対応するスキンプレーート 3 3 の残り部分と当該スキンプレーート 3 3 の背面に充填された裏込め材 3 4 も撤去して、先行中詰コンクリート 4 1 の表面を露出させる（図 2 および図 6 (a) 参照）。この結果、後行トンネル 3 は、スペーサー 9 を介して先行トンネル 2 の硬化体 4 に当接する。このように、本実施形態では、スペーサー 9 を介設する際に、スキンプレーート 3 3 と裏込め材の撤去範囲を最小限に抑えることで、後行トンネル 3 の変形を最小限に抑える。本実施形態のスペーサー 9 は、金属製の部材により構成されている。なお、スペーサー 9 の形状および材質は限定されるものではない。

接続準備工程では、スキンプレーート 3 3 と裏込め材 3 4 の撤去により露出した先行中詰コンクリート 4 1 の表面に対してチッピングを行い、当該表面に凹凸を形成する。また、凹部 6 内に入り込んだ裏込め材 3 4 も除去する。なお、チッピングは必要に応じて行えばよい。

【 0 0 2 7 】

スキンプレーート 3 3 を撤去したら、間詰材 4 3 を撤去する。間詰材 4 3 を撤去すると、先行トンネル 2 の硬化体 4（先行中詰コンクリート 4 1）に、後行トンネル 3 側に開口す

10

20

30

40

50

る箱抜き（凹部 6）が形成される。凹部 6 内では、先行鉄筋 5 1（機械式継手 5 3）の端部が露出している。

凹部 6（箱抜き）が露出したら、図 5 に示すように、先行トンネル 2 と後行トンネル 3 との接合部において、先行トンネル 2 の端部（後行トンネル 3 に隣接する部分）に後行トンネル 3 側に突出する鋼板 2 1 を固定する。鋼板 2 1 は、後行トンネル 3 の裏込め材 3 4 の端面を覆うように配置し、コンクリートアンカー 2 2 を介して先行トンネル 2 の覆工 2 0 に固定する。すなわち、鋼板 2 1 は、先行トンネル 2 の覆工 2 0 と後行トンネル 3 の覆工 3 0 との間に横架されている。

また、先行トンネル 2 と後行トンネル 3 との接合部（後行トンネル 3 のコンクリート中詰鋼製セグメント 3 1 の端面）に対し、断熱材 8 2 および防水材 8 3 を設置する。

さらに、鋼製セグメント 3 2 の端部において、鋼製セグメント 3 2 の側面に防水材 8 3 を吹き付ける。なお、符号 3 5 は水膨張シール、符号 3 6 は後行トンネル 3 のセグメントリング間用シール、符号 3 7 はコーキング材である。

【 0 0 2 8 】

ここで、先行トンネル 2 と後行トンネル 3 との接合部の周辺では、後行トンネル 3 の裏込め材 3 4 として、高強度裏込め材を充填しておくことで、スキンプレート 3 3 とその背面の裏込め材 3 4 とを撤去した際に、後行トンネル 3 が変形することを防止する。すなわち、後行トンネル 3 の変形を抑制するためのスペーサー 9 を介設する際に、先行して最小限のスキンプレート 3 3 と裏込め材 3 4 を撤去するが、接合部周辺の高強度裏込め材によって、その時点での後行トンネル 3 の変形を抑制する。また、スキンプレート 3 3 および裏込め材 3 4 を撤去することによって後行トンネル 3 が変形しようとする、支点となる先行トンネル 2 のセグメント（覆工 3 0）に挟まれた裏込め材 3 4 が圧縮されて後行トンネル 3 の変形が促進されるが、この支点の周囲の裏込め材 3 4 を高強度裏込め材とすることで、裏込め材の変形を抑制し、ひいては、後行トンネル 3 の変位量を最小限に抑える。ここで、高強度裏込め材とは、通常の裏込め材 3 4 と同様に充填初期の可塑性を有し、かつ、硬化後に中詰コンクリート 4 と同様の強度を発現するものとする。なお、高強度裏込め材の強度は必要に応じて変更させればよい。また、高強度裏込め材は必要に応じて使用する。

【 0 0 2 9 】

後行トンネル配筋工程は、図 6（a）に示すように、各後行トンネル 3 内に後行鉄筋 5 2（主筋 5）およびせん断補強筋 5 0 を配筋する工程である。

後行鉄筋 5 2 は、箱抜き（凹部 6）内において、先行鉄筋 5 1（機械式継手 5 3）に接続する。

【 0 0 3 0 】

後行トンネル充填工程は、図 6（b）に示すように、後行トンネル 3 内に後行中詰コンクリート 4 2 を充填する工程である。

後行トンネル 3 内への後行中詰コンクリート 4 2 の打設は、コンクリートポンプで圧送することにより、先行トンネル 2 の先端側から行う。後行中詰コンクリート 4 2 を打設すると、後行中詰コンクリート 4 2 の一部が凹部 6 に入り込むことで、凸部 7 が形成される。なお、後行トンネル 3 内への中詰コンクリート 4 2 の打設のタイミングは限定されるものではなく、例えば、全ての後行トンネル 3 の施工が完了してから実施してもよいし、施工が完了した後行トンネル 3 から順に実施してもよい。また、後行中詰コンクリート 4 2 の打設方法も限定されるものではない。中詰コンクリート 4 に所定の強度が発現したら、大断面覆工体 1 0 が完成する。

【 0 0 3 1 】

掘削工程は、大断面覆工体 1 0（先行トンネル 2 および後行トンネル 3）により囲まれた領域を掘削して大断面トンネル 1 を形成する工程である（図 1 参照）。

本実施形態では、大断面覆工体 1 0 の頂部から掘削を行う。なお、大断面覆工体 1 0 の内部の掘削方法は限定されるものではなく、例えば、下部（路盤）から掘削してもよい。

【 0 0 3 2 】

本実施形態の大断面覆工体 10 および大断面トンネルの施工方法によれば、後行トンネル施工工程においては後行トンネル 3 の外面が裏込め材を介して先行中詰コンクリート 41 に当接し、接続準備工程の後にはスペーサー 9 を介して後行トンネル 3 の外面がスペーサー 9 を介して先行中詰コンクリート 41 に当接しているため、後行トンネル 3 に変形が生じることを防止あるいは最小限に抑えることができる。後行トンネル 3 の変位を抑制することで、止水層 8 に亀裂が生じることを防止し、かつ、後行トンネル 3 と止水層 8 とが剥離することを防止できるので、地下水の出水や土砂の流入を防止し、ひいては、安全性が向上し、かつ、周辺環境への影響を最小限に抑えることができ、なおかつ、高品質な覆工体を構築することができる。

なお、後行トンネル 3 の変位を抑制することを目的として後行トンネル 3 のセグメントの仕様を大きくすると、不経済であるとともに、セグメントの運搬および組立に手間がかかる。また同様に後行トンネル 3 に別途支保構造を構築すると、その作業自体に手間がかかるだけでなく、大断面覆工体 10 の施工時（後行鉄筋 52 の配筋および後行中詰コンクリート 42 の打設）においてそれらが作業の支障になり、かつそれらは残置され大断面覆工体 10 を貫通することになるため、大断面覆工体 10 の止水性が低下するとともに、費用が増大する。一方、本実施形態では、スペーサー 9 を利用して後行トンネル 3 の変位を抑制するため、セグメントの仕様を最小限に抑えることが可能となり、経済的であるとともに施工性および止水性に優れている。

【0033】

また、先行中詰コンクリート 41 が充填された先行トンネル 2 を切削するため、先行トンネル 2 の覆工 20 を切削した際に先行トンネル 2 に破損が生じることが防止されており、安全な施工を可能としている。そのため、後行トンネル 3 を施工する際に、先行トンネル 2 内に支保構造を構築する必要がない。

また、先行中詰コンクリート 41 に形成した箱抜き（凹部 6）を利用して先行鉄筋 51 と後行鉄筋 52 とを接合するため、一体性に優れた大断面覆工体 10 を簡易に構築することができる。

【0034】

また、スキンプレーットの撤去により露出した先行中詰コンクリート 41 の表面にチップングを行っているため、先行中詰コンクリート 41 と後行中詰コンクリート 42 との一体性が向上する。

【0035】

以上、本発明の実施形態について説明したが本発明は、前述の実施形態に限られず、前記の各構成要素については、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、適宜変更が可能である。

前記実施形態では大断面トンネルを構築する場合について説明したが、大断面地下構造物はトンネルに限定されるものではない。

前記実施形態では、道路トンネルを構築する場合について説明したが、大断面トンネル 1（大断面覆工体 10）の用途は道路に限定されるものではなく、例えば鉄道等、その他のあらゆる地下構造物に適用することができる。

前記実施形態では、大断面覆工体 10 が、本線トンネル 11 と分岐トンネル 12 との 2 本のトンネルを巻き込む場合について説明したが、大断面覆工体 10 は、必ずしも 2 本のトンネルを巻き込んでいる必要はない。

トンネル 2, 3 の形状寸法や本数等は、大断面トンネル 1 の形状寸法に応じて適宜決定すればよい。

【0036】

前記実施形態では、先行中詰コンクリート 41 を打設する前に、先行鉄筋 51 の端部に間詰材 43 を設置しておく場合について説明したが、箱抜き（凹部 6）の形成方法は限定されない。例えば、先行鉄筋 51 の端部周辺に先行中詰コンクリート 41 よりも低強度なコンクリートを打設しておき、後行トンネル施工工程において低強度なコンクリートを撤去することにより凹部 6 を形成してもよいし、先行鉄筋 51 の端部に箱抜き用の型枠を設置しておいてもよい。

止水層 8 の施工は必要に応じて行えばよい。例えば、湧水量の少ない地盤の場合には、止水工程は省略してもよい。また、前記実施形態では、止水層 8 を凍土により形成する場合について説明したが、止水層 8 の形成方法は限定されるものではなく、例えば、薬液注入により形成してもよい。また、止水層 8 は、地山状況に応じて凍結工法と薬液注入工法とを組み合わせてもよい。

【符号の説明】

【 0 0 3 7 】

- 1 大断面トンネル（大断面地下構造物）
- 1 0 大断面覆工体
- 1 1 本線トンネル
- 1 2 分岐トンネル
- 2 先行トンネル
- 2 0 覆工
- 3 後行トンネル
- 3 0 覆工
- 3 1 コンクリート中詰鋼製セグメント
- 3 2 鋼製セグメント
- 4 硬化体
- 4 1 先行中詰コンクリート
- 4 2 後行中詰コンクリート
- 5 主筋
- 5 1 先行鉄筋
- 5 2 後行鉄筋
- 6 凹部
- 7 凸部
- 8 止水層
- 9 スパースー

10

20

【要約】

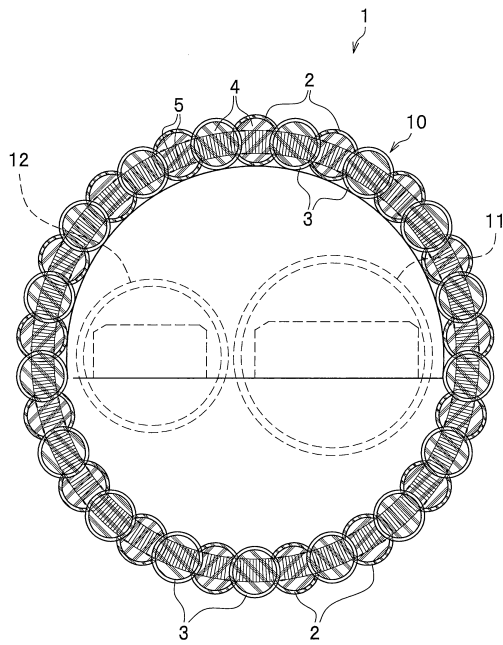
【課題】高水圧、軟弱地盤などの施工条件が厳しい場所でも安全に施工することができ、かつ、周辺環境への影響を最小限に抑え、なおかつ、容易に高品質な大断面地中構造物を構築することができる大断面地中構造物の構築方法を提案する。

30

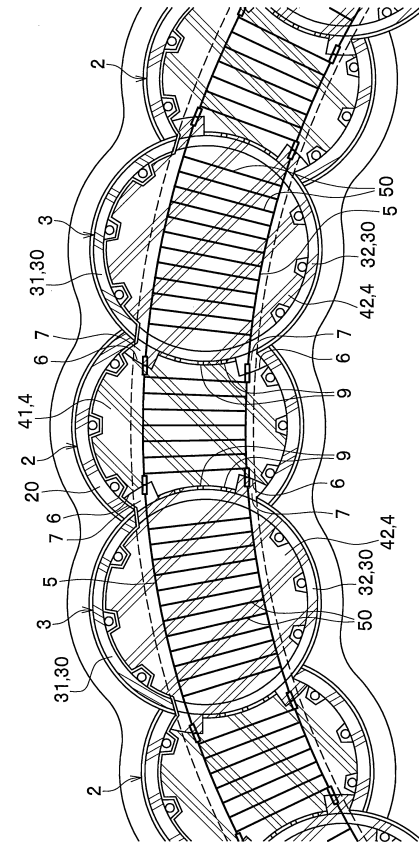
【解決手段】複数本の先行トンネル 2 , 2 を並設する先行トンネル施工工程と、各先行トンネル 2 内に先行鉄筋 5 1 を配筋する先行トンネル配筋工程と、各先行トンネル 2 内に先行中詰コンクリート 4 1 を充填する先行トンネル充填工程と、隣り合う先行トンネル 2 , 2 同士の間の後行トンネル 3 を構築する後行トンネル施工工程と、後行トンネル 3 内に後行鉄筋 5 2 を配筋する後行トンネル配筋工程とを備え、後行トンネル施工工程では隣接する先行トンネル 2 , 2 の断面の一部を切削するとともに後行トンネル 3 の外面が先行中詰コンクリート 4 1 に当接するように後行トンネル 3 を構築する。

【選択図】図 2

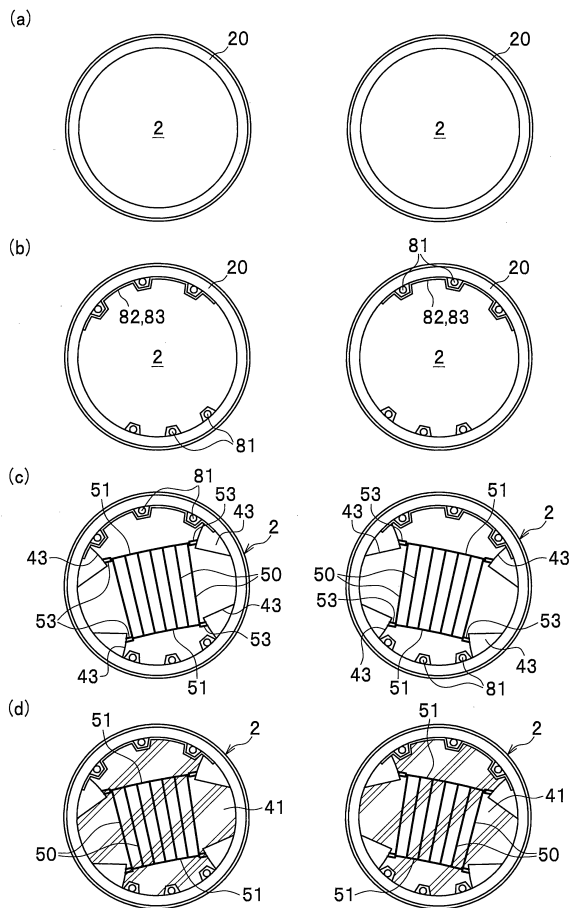
【図 1】



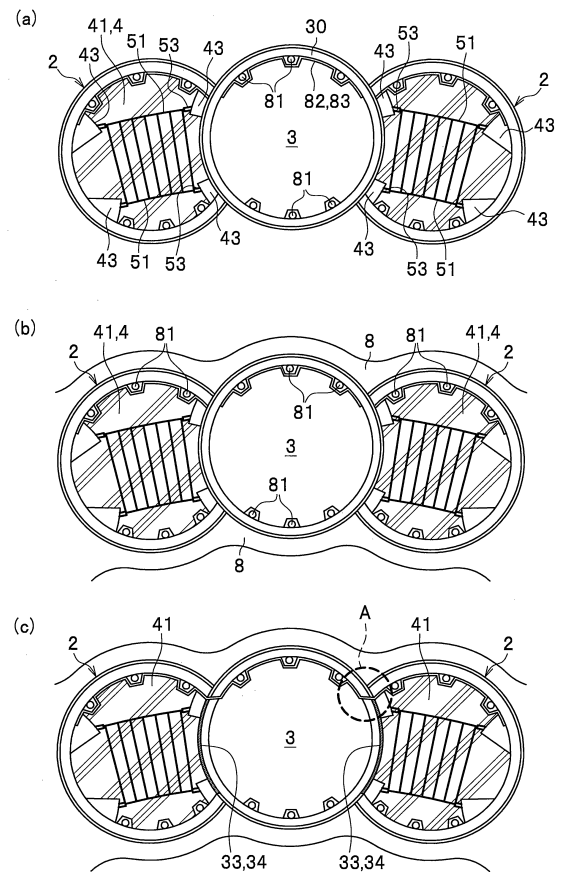
【図 2】



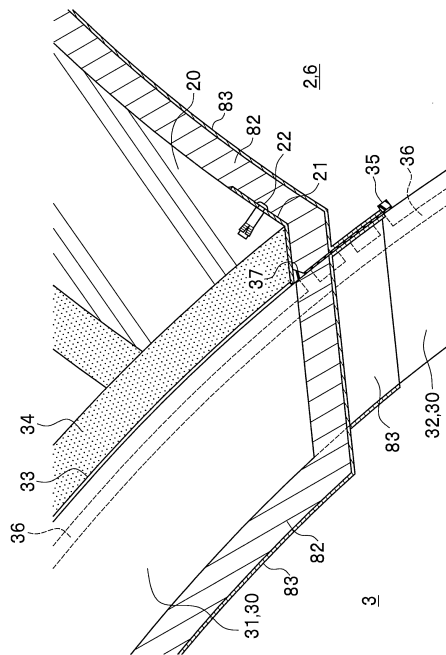
【図 3】



【図 4】

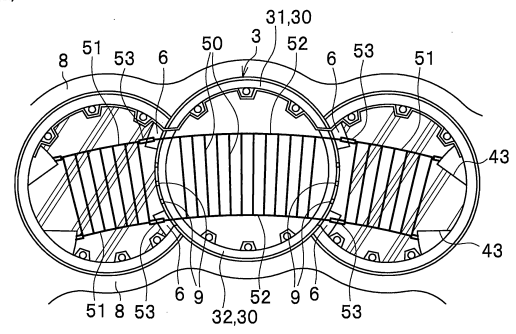


【図 5】

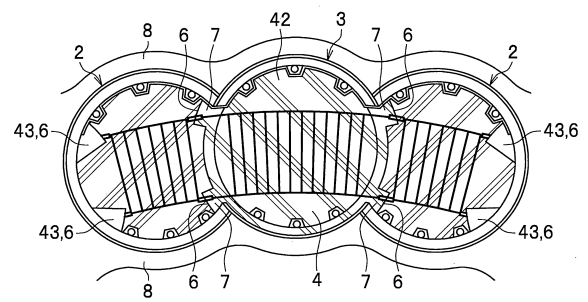


【図 6】

(a)



(b)



フロントページの続き

- (72)発明者 高橋 俊幸
東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内
- (72)発明者 長光 恵一郎
東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内
- (72)発明者 服部 佳文
東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内
- (72)発明者 日高 直俊
東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内
- (72)発明者 布川 哲也
東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内

審査官 苗村 康造

- (56)参考文献 特開2015-105513(JP,A)
特開昭61-122320(JP,A)
特開2016-148205(JP,A)
特開2008-088732(JP,A)
特開平05-010087(JP,A)
特開2008-121365(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E21D 11/00~23/26
E21D 1/00~9/14