

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-89104

(P2017-89104A)

(43) 公開日 平成29年5月25日(2017.5.25)

| (51) Int.Cl. | | | F I | テーマコード (参考) | | |
|--------------|-------|-----------|---------|-------------|---|-----------|
| E 2 1 D | 9/04 | (2006.01) | E 2 1 D | 9/04 | F | 2 D 0 5 4 |
| E 2 1 D | 11/10 | (2006.01) | E 2 1 D | 11/10 | A | 2 D 0 5 5 |
| E 2 1 D | 11/38 | (2006.01) | E 2 1 D | 11/38 | A | |

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 21 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2015-215909 (P2015-215909) | (71) 出願人 | 000140292 株式会社奥村組 大阪府大阪市阿倍野区松崎町2丁目2番2号 |
| (22) 出願日 | 平成27年11月2日 (2015.11.2) | (74) 代理人 | 110002170 特許業務法人翔和国际特許事務所 |
| | | (74) 代理人 | 100076532 弁理士 羽鳥 修 |
| | | (74) 代理人 | 100107205 弁理士 前田 秀一 |
| | | (74) 代理人 | 100101292 弁理士 松嶋 善之 |
| | | (74) 代理人 | 100112818 弁理士 岩本 昭久 |

最終頁に続く

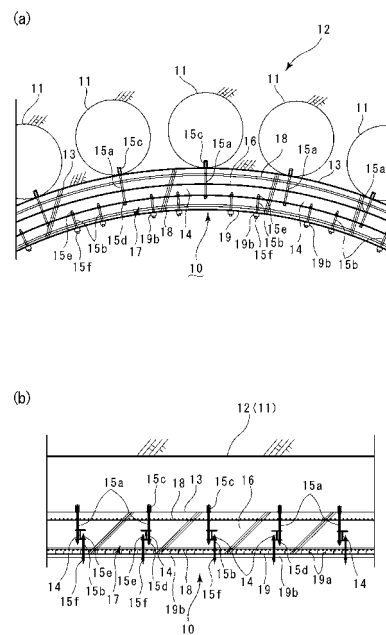
(54) 【発明の名称】 トンネル覆工体の構築構造及び構築方法

(57) 【要約】

【課題】パイプルーフの内側に鉄筋コンクリート製の覆工体を効率良く構築することのできるトンネル覆工体の構築構造を提供する。

【解決手段】各隣接する一对のパイプルーフ材 1 1 の間隔部分を閉塞して、トンネルの内周面に沿って取り付けられた止水板 1 3 と、パイプルーフ材 1 1 に一端部が接合されてトンネルの内方に向けて突出して取り付けられたアンカーロッド部材 1 5 a と、アンカーロッド部材 1 5 a に支持させて、パイプルーフ材 1 1 と離間して鋼製支保部材 1 4 と、鋼製支保部材 1 4 やアンカーロッド部材 1 5 に支持させて、トンネルの内周面に沿って配筋された鉄筋 1 8 と、鋼製支保部材 1 4 に支持させて、鋼製支保部材 1 4 と離間して取り付けられたスキンプレート 1 9 と、スキンプレート 1 9 と止水板 1 3 との間の部分に打設されて硬化したコンクリート 1 6 とを含んで構成される。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

地中に構築されるトンネルの外周部分の地盤において、トンネルの延設方向に延設させてトンネルの周方向に並べて埋設された複数のパイプルーフ材によるパイプルーフの内側に、鉄筋コンクリート製の覆工体を形成するためのトンネル覆工体の構築構造であって、

各隣接する一対の前記パイプルーフ材の間隔部分を閉塞して、トンネルの内周面に沿って取り付けられた止水板と、前記パイプルーフ材に一端部が接合されて、前記パイプルーフ材からトンネルの内方に向けて突出させて取り付けられた複数のアンカーロッド部材と、該複数のアンカーロッド部材に支持させて、前記パイプルーフ材と離間してトンネルの内周面に沿って取り付けられた鋼製支保部材と、該鋼製支保部材及び/又は前記複数のアンカーロッド部材に支持させて、トンネルの内周面に沿って配筋された鉄筋と、前記鋼製支保部材に支持させて、前記鋼製支保部材と離間してトンネルの内周面に沿って取り付けられたスキンプレートと、該スキンプレートと前記止水板との間の部分に打設されて硬化したコンクリートとを含んで構成されるトンネル覆工体の構築構造。

10

【請求項 2】

前記鋼製支保部材に一端部が接合されて、複数の内側アンカーロッド部材が、前記鋼製支保部材からトンネルの内方に向けて突出させて取り付けられており、該複数の内側アンカーロッド部材を介して前記鋼製支保部材に支持させて、前記スキンプレートが前記鋼製支保部材と離間して取り付けられている請求項 1 記載のトンネル覆工体の構築構造。

20

【請求項 3】

前記パイプルーフ材は、円形の中空断面形状を有している請求項 1 又は 2 記載のトンネル覆工体の構築構造。

【請求項 4】

前記複数のパイプルーフ材は、地中に構築されるトンネルの外周部分の地盤において、弧状の断面に沿った方向に間隔を置いて並べて埋設されている請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載のトンネル覆工体の構築構造。

【請求項 5】

前記複数のパイプルーフ材は、地中に構築されるトンネルの外周部分の地盤において、前記弧状の断面を含む円形の断面に沿った円周方向に、間隔を置いて全周に亘って並べて埋設されている請求項 4 記載のパイプルーフの連結構造。

30

【請求項 6】

地中に構築されるトンネルの外周部分の地盤において、トンネルの延設方向に延設させてトンネルの周方向に並べて埋設された複数のパイプルーフ材によるパイプルーフの内側に、鉄筋コンクリート製の覆工体を形成するためのトンネル覆工体の構築工法であって、

各隣接する一対の前記パイプルーフ材の間隔部分を閉塞して、トンネルの内周面に沿って止水板を取り付ける工程と、前記パイプルーフ材に一端部を接合して、複数のアンカーロッド部材を、前記パイプルーフ材からトンネルの内方に向けて突出させて取り付ける工程と、取り付けられた複数のアンカーロッド部材に支持させて、トンネルの内周面に沿って鋼製支保部材を前記パイプルーフ材と離間して取り付ける工程と、前記鋼製支保部材及び前記複数のアンカーロッド部材に支持させて、トンネルの内周面に沿って鉄筋を配筋する工程と、前記鋼製支保部材に支持させて、前記鋼製支保部材と離間してトンネルの内周面に沿ってスキンプレートを取り付ける工程と、取り付けられたスキンプレートと前記止水板との間の部分にコンクリートを打設して硬化させる工程とを含んで構成されるトンネル覆工体の構築工法。

40

【請求項 7】

前記鋼製支保部材及び前記鉄筋の端部を突出させた状態で、前記スキンプレートと前記止水板との間の前記コンクリートが打設される領域の下端部に、底型枠を設置する工程を含み、前記コンクリートが充填される領域を、上部から下方に移動させつつ、前記鋼製支保部材及び前記鉄筋を下方に継ぎ足しながら、前記各工程を繰り返して、上部から下部に向けて前記覆工体を順次形成してゆく請求項 6 記載のトンネル覆工体の構築工法。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トンネル覆工体の構築構造及びトンネル覆工体の構築方法に関し、特に、複数のパイプルーフ材によるパイプルーフの内側に、鉄筋コンクリート製の覆工体を形成するためのトンネル覆工体の構築構造及びトンネル覆工体の構築工法に関する。

【背景技術】

【0002】

パイプルーフ工法は、地中にトンネルを構築する際に、地盤を掘削するのに先立って、構築されるトンネルの上方部分の地盤に鋼管等からなるパイプルーフ材を複数埋設して、地盤からの荷重を先受けするパイプルーフを形成することによって、後続して行われるトンネルの掘削作業を、より安定した状態で行えるようにする工法として公知のものである。

10

【0003】

また、鋼管等からなるパイプルーフ材を用いたトンネルの構築方法として、トンネルの上方アーチ部の外周部分の地盤に、トンネルの延設方向に向けて、長尺材である鋼管（パイプルーフ材）を周方向に間隔を置いて複数本、押し込んだ後に、長尺材間を含むトンネルの外周を囲繞するようにして、地盤にセメント系固化材を充填し攪拌することで、断面視環状に地盤改良し、押し込んだ鋼管によって先受けさせながら、地盤改良された部分の内側の地盤を掘削して、トンネルを構築できるようにする工法が開示されている（例えば、特許文献1）。特許文献1のトンネルの構築方法では、断面視環状の地盤改良部のアーチ効果によって、掘削による地盤の緩みを最小限にしつつ、地盤改良部の内側を掘削して、トンネルを構築することが可能になる。

20

【0004】

また、特許文献1のトンネルの構築方法では、パイプルーフ材である鋼管の延設方向と交差するトンネルの周方向に延設させて、例えばH形鋼からなる鋼製のリング支保材を、パイプルーフ材に対してボルト接合することによって取り付けると共に、取り付けたリング支保材に支持させて、鉄筋や内型枠となるプレキャストパネルを取り付け、しかる後に、パイプルーフ材によるパイプルーフとプレキャストパネルとの間の空間に、コンクリートを打設して硬化させることで、トンネルの内周面を覆う鉄筋コンクリート製の覆工体を構築するようになっている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第5308116号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1のトンネルの構築方法では、覆工体の内部に配置される鋼製のリング支保材は、好ましくは当該リング支保材や鋼管（パイプルーフ材）の各々の外周面の曲率半径と同様の曲率半径の円弧面を備える、スペーサ部材を介在させて、パイプルーフ材に密着させた状態でボルト接合されるようになっており、リング支保材やパイプルーフ材に形成されたボルト孔を精度良く合致させて、接合ボルトを締着する作業に多くの手間を要することになる。特に、地中に埋設されるパイプルーフ材は、延長が長くなると、施工誤差も大きくなるため、ボルト孔を、リング支保材やパイプルーフ材の各々に、容易に合致させることが可能なように、精度良く形成することが困難になる。

40

【0007】

また、特許文献1のトンネルの構築方法では、鋼製のリング支保材は、パイプルーフ材によるパイプルーフとプレキャストパネルとの間の空間を、トンネルの延設方向に仕切るようにして、外側面及び内側面をパイプルーフ材及びプレキャストパネルに各々密着させ

50

た状態で設けられることになるため、打設されたコンクリートを、リング支保材によって仕切られた隣接する両側の施工スパンの間で流通させることが難しくなって、リング支保材を挟んだ両側の施工スパンのコンクリートを連続して打設することが難しくなる。

【0008】

本発明は、地中に埋設されるパイプルーフ材に施工誤差がある場合でも、複数のパイプルーフ材によるパイプルーフの内側に、鋼製の支保部材を、多くの手間を要することなく容易に取り付けることを可能にすると共に、鋼製の支保部材を挟んだ両側に連続してコンクリートを打設することを可能にして、鉄筋コンクリート製の覆工体を効率良く構築することのできるトンネル覆工体の構築構造及びトンネル覆工体の構築方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、地中に構築されるトンネルの外周部分の地盤において、トンネルの延設方向に延設させてトンネルの周方向に並べて埋設された複数のパイプルーフ材によるパイプルーフの内側に、鉄筋コンクリート製の覆工体を形成するためのトンネル覆工体の構築構造であって、各隣接する一对の前記パイプルーフ材の間隔部分を閉塞して、トンネルの内周面に沿って取り付けられた止水板と、前記パイプルーフ材に一端部が接合されて、前記パイプルーフ材からトンネルの内方に向けて突出させて取り付けられた複数のアンカーロッド部材と、該複数のアンカーロッド部材に支持させて、前記パイプルーフ材と離間してトンネルの内周面に沿って取り付けられた鋼製支保部材と、該鋼製支保部材及び/又は前記複数のアンカーロッド部材に支持させて、トンネルの内周面に沿って配筋された鉄筋と、前記鋼製支保部材に支持させて、前記鋼製支保部材と離間してトンネルの内周面に沿って取り付けられたスキンプレートと、該スキンプレートと前記止水板との間の部分に打設されて硬化したコンクリートとを含んで構成されるトンネル覆工体の構築構造を提供することにより、上記目的を達成したものである。

20

【0010】

そして、本発明のトンネル覆工体の構築構造は、前記鋼製支保部材に一端部が接合されて、複数の内側アンカーロッド部材が、前記鋼製支保部材からトンネルの内方に向けて突出させて取り付けられており、該複数の内側アンカーロッド部材を介して前記鋼製支保部材に支持させて、前記スキンプレートが前記鋼製支保部材と離間して取り付けられていることが好ましい。

30

【0011】

また、本発明のトンネル覆工体の構築構造は、前記パイプルーフ材が、円形の中空断面形状を有していることが好ましい。

【0012】

さらに、本発明のトンネル覆工体の構築構造は、前記複数のパイプルーフ材が、地中に構築されるトンネルの外周部分の地盤において、弧状の断面に沿った方向に間隔を置いて並べて埋設されていることが好ましい。

【0013】

さらにまた、本発明のトンネル覆工体の構築構造は、前記複数のパイプルーフ材が、地中に構築されるトンネルの外周部分の地盤において、前記弧状の断面を含む円形の断面に沿った円周方向に、間隔を置いて全周に亘って並べて埋設されていることが好ましい。

40

【0014】

また、本発明は、地中に構築されるトンネルの外周部分の地盤において、トンネルの延設方向に延設させてトンネルの周方向に並べて埋設された複数のパイプルーフ材によるパイプルーフの内側に、鉄筋コンクリート製の覆工体を形成するためのトンネル覆工体の構築工法であって、各隣接する一对の前記パイプルーフ材の間隔部分を閉塞して、トンネルの内周面に沿って止水板を取り付ける工程と、前記パイプルーフ材に一端部を接合して、複数のアンカーロッド部材を、前記パイプルーフ材からトンネルの内方に向けて突出させて取り付け工程と、取り付けられた複数のアンカーロッド部材に支持させて、トンネルの内

50

周面に沿って鋼製支保部材を前記パイプルーフ材と離間して取り付ける工程と、前記鋼製支保部材及び前記複数のアンカーロード部材に支持させて、トンネルの内周面に沿って鉄筋を配筋する工程と、前記鋼製支保部材に支持させて、前記鋼製支保部材と離間してトンネルの内周面に沿ってスキンプレートを取り付け工程と、取り付けしたスキンプレートと前記止水板との間の部分にコンクリートを打設して硬化させる工程とを含んで構成されるトンネル覆工体の構築工法を提供することにより、上記目的を達成したものである。

【0015】

そして、本発明のパイプルーフの連結工法は、前記鋼製支保部材及び前記鉄筋の端部を突出させた状態で、前記スキンプレートと前記止水板との間の前記コンクリートが打設される領域の下端部に、底型枠を設置する工程を含み、前記コンクリートが充填される領域を、上部から下方に移動させつつ、前記鋼製支保部材及び前記鉄筋を下方に継ぎ足しながら、前記各工程を繰り返して、上部から下部に向けて前記覆工体を順次形成してゆくことが好ましい。

10

【発明の効果】

【0016】

本発明のトンネル覆工体の構築構造及びトンネル覆工体の構築方法によれば、地中に埋設されるパイプルーフ材に施工誤差がある場合でも、複数のパイプルーフ材によるパイプルーフの内側に、鋼製の支保部材を、多くの手間を要することなく容易に取り付けることを可能にすると共に、鋼製の支保部材を挟んだ両側に連続してコンクリートを打設することを可能にして、鉄筋コンクリート製の覆工体を効率良く構築することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の好ましい一実施形態に係るトンネル覆工体の構築構造を説明する、(a)はトンネルの周方向に沿った部分横断面図、(b)はトンネルの軸方向に沿った部分縦断面図である。

【図2】本発明の好ましい一実施形態に係るトンネル覆工体の構築構造を採用したトンネルの構築工法によって構築されるトンネルを説明する略示断面図である。

【図3】トンネルの構築工法の薬液注入工程を説明する略示斜視図である。

【図4】トンネルの構築工法の坑内立坑築造工程を説明する略示斜視図である。

【図5】トンネルの構築工法の坑内立坑築造工程を説明する、(a)は略示横断面図、(b)は略示平断面図である。

30

【図6】トンネルの構築工法の円周シールド施工工程を説明する略示斜視図である。

【図7】(a)～(c)は、トンネルの構築方法の円周シールド施工工程を説明する略示横断面図である。

【図8】トンネルの構築工法のパイプルーフ施工工程を説明する略示斜視図である。

【図9】トンネルの構築工法のパイプルーフ施工工程を説明する略示横断面図である。

【図10】パイプルーフ材を連結してパイプルーフを形成する連結構造を説明する部分横断面図である。

【図11】トンネルの構築工法の襍部施工工程を説明する略示斜視図である。

【図12】トンネルの構築工法の襍部施工工程を説明する、(a)は略示横断面図、(b)は略示平断面図である。

40

【図13】トンネルの構築工法の掘削及び覆工工程を説明する略示縦断面図である。

【図14】トンネルの構築工法の掘削及び覆工工程を説明する略示横断面図である。

【図15】(a)～(f)は、本発明の好ましい一実施形態に係るトンネル覆工体の構築方法を説明する略示横断面図である。

【図16】(a)～(f)は、本発明の好ましい一実施形態に係るトンネル覆工体の構築方法を説明する略示横断面図である。

【図17】(a)～(d)は、本発明の好ましい一実施形態に係るトンネル覆工体の構築方法を説明する略示横断面図である。

【図18】(a)～(d)は、本発明の好ましい一実施形態に係るトンネル覆工体の構築

50

方法を説明する略示横断面図である。

【図 19】(a)、(d)は、本発明の好ましい一実施形態に係るトンネル覆工体の構築方法を説明する略示横断面図である。

【図 20】トンネルの構築工法の掘削及び覆工工程を説明する襍部の略示縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

図 1 (a)、(b) に示す本発明の好ましい一実施形態に係るトンネル覆工体の構築構造 10 は、例えば地表面から 40 m 以上の深さの区分地上権が不要な大深度地下に、図 2 に示すように、例えば道路用の本線トンネル 51 とランプトンネル 52 とを接続させるための、本線トンネル 51 及びランプトンネル 52 を囲うことが可能な、例えば直径が 29 m 程度の大きさの大断面のインターチェンジ用の拡幅トンネル 50 を構築する工事において採用されたものである。すなわち、本実施形態のトンネル覆工体の構築構造 10 は、後述するトンネルの構築工法における、パイプルーフ 12 によって囲まれたこの内部の地盤を上部から下部に向けて掘削すると共に、掘削により露出したパイプルーフ 12 の内壁面を覆って、上部から下部に向けて順次鉄筋コンクリート製の覆工体 17 を形成して行く、掘削及び覆工工程 (図 13、14 参照) において、地中に埋設されるパイプルーフ材 11 に施工誤差がある場合でも、複数のパイプルーフ材 11 によるパイプルーフ 12 の内側に、鋼製の支保部材 14 を、多くの手間を要することなく容易に取り付けることを可能にすると共に、鋼製の支保部材 14 を挟んだ両側に連続してコンクリート 16 を打設することを可能にして、鉄筋コンクリート製の覆工体 17 を効率良く構築することができるようにするための構造として採用されたものである。

【0019】

そして、本実施形態では、拡幅トンネル 50 を構築するためのトンネルの構築工法は、好ましくはシールド工法によって、例えば 16 m 程度の直径の本線トンネル 51 が地中に形成された後に、この本線トンネル 51 から、拡幅トンネル 50 の施工区間の両側の端部に坑内立坑 20 を形成して (図 4 及び図 5 (a)、(b) 参照)、この坑内立坑 20 を介して、後述する円周シールド坑 30 (図 6、図 7 (a) ~ (c) 参照) やパイプルーフ 12 (図 8、図 9 参照) や襍部地盤改良体 40 (図 11、図 12 参照) の施工を行なうようになっている。

【0020】

すなわち、本実施形態では、拡幅トンネル 50 を構築するためのトンネルの構築工法は、本線トンネル 51 から薬液注入を行って、拡幅トンネル 50 が構築される領域の地盤及びこれの周囲の地盤を安定化させる薬液注入工程 (図 3 参照) と、拡幅トンネル 50 の施工区間の両側の端部において、本線トンネル 51 から下方の地盤に向けて坑内立坑 20 を各々築造する立坑築造工程 (図 4 及び図 5 (a)、(b) 参照) と、坑内立坑 20 から円周シールド掘進機 31 を発進させると共に、当該坑内立坑 20 に円周シールド掘進機 31 を到達させて、パイプルーフ 12 及び襍部地盤改良体 40 を施工する際の作業坑となる、円周シールド坑 30 を各々形成する円周シールド施工工程 (図 6、図 7 (a) ~ (c) 参照) と、拡幅トンネル 50 の施工区間の一方の端部の円周シールド坑 30 から、他方の端部の円周シールド坑 30 に向けて、複数のパイプルーフ材 11 を地中に押し込むことによって、これらの複数のパイプルーフ材 11 を円周方向に並べて連設させた、円筒状のパイプルーフ 12 を形成するパイプルーフ施工工程 (図 8、図 9 参照) と、各々の円周シールド坑 30 の内方の地盤を地盤改良することによって、拡幅トンネル 50 の施工区間の両側の端部に襍部地盤改良体 40 を各々形成する襍部改良体形成工程 (図 11、図 12 (a)、(b) 参照) と、円筒状に形成されたパイプルーフ 12 と両側の端部の円周シールド坑 30 及び襍部地盤改良体 40 とによって周囲を囲まれる内側領域を、上部から下部に向けて掘削すると共に、掘削により露出したパイプルーフ 12 の内壁面や襍部地盤改良体 40 の内壁面を覆って、上部から下部に向けて順次覆工壁 13, 43 を形成する掘削及び覆工工程 (図 13 ~ 図 20 参照) とを含んで構成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

上述のトンネルの構築工法における薬液注入工程では、図3に示すように、本線トンネル51からこれの外周部分の地盤に向けて、公知の薬液注入管26を、本線トンネル51の周方向及び軸方向に所定の間隔をおいて、多数本挿入する。また、挿入した薬液注入管26を介して、例えば水ガラス系等の公知の薬液を注入することによって、拡幅トンネル50（図2参照）が構築される領域の地盤及びこれの周囲の地盤を改良して、これらの地盤を安定化させる。薬液注入工程における、薬液注入管26の挿入本数、注入する薬液の種類や注入量、注入圧、ゲルタイム等は、対象となる地盤の種類や、地下水位、透水係数、粒度分布、改良範囲等を鑑みて、適宜設計することができる。

【 0 0 2 2 】

なお、本実施形態では、拡幅トンネル50を構築するための各工程を行うのに先立って、本線トンネル51の外郭部分を構成する例えばセグメントの内周面に沿って、鋼製の補強リング27aを、本線トンネル51の軸方向に所定の間隔をおいて複数設置することで、セグメント補強支保工27を形成して、本線トンネル51を補強しておくことが好ましい（図3参照）。セグメント補強支保工27は、特に、坑内立坑20及び襖部地盤改良体40が形成される、拡幅トンネル50の施工区間の両側の端部や、これらの端部を挟んで本線トンネル51の軸方向に隣接する部分に、設置することが好ましい。

【 0 0 2 3 】

立坑築造工程では、図4及び図5（a）、（b）に示すように、本線トンネル51における拡幅トンネル50の施工区間の両側の端部から、例えば矩形断面を有する鋼製の複数の矩形推進管21を、公知の密閉型鉛直推進工法によって、各々鉛直下方に推進させることで、これらの矩形推進管21を縦横に隣接して複数並べて配置した、全体として略六面体形状を有する、坑内立坑20となる鋼製覆工体23を形成する。

【 0 0 2 4 】

すなわち、立坑築造工程では、例えば矩形推進管21の下端部に、矩形断面を有する公知の矩形掘進機22を取り付けて下方に掘進させながら、この矩形掘進機22に後続させて矩形推進管21を連設して下方に押し込んでゆくことで、本線トンネル51から鉛直下方に向けて、矩形推進管21を所定の深さまで設置する。このように矩形推進管21を所定の深さまで設置する作業を、複数の矩形推進管21を縦横に隣接させつつ複数回繰り返すことによって、これらの複数の矩形推進管21が平面視矩形形状に一体となった、例えば本線トンネル51の軸方向の長さが15～18m程度、幅方向の長さが8～10m程度、鉛直方向の深さが18m程度の大きさの、六面体形状の鋼製覆工体23が、本線トンネル51の下方の地盤に構築される。しかる後に、構築された鋼製覆工体23における、外周壁23aとなる部分によって4方を囲まれる内側領域を仕切って縦横に格子状に配置された、各々の矩形推進管21による仕切り壁23bの部分を切断撤去する。これによって、複数の矩形掘進機22を地中に残置したまま（図7（a）～（c）参照）、相当の大きさの作業空間を確保した坑内立坑20が、仕切り壁23bが撤去された後の鋼製覆工体23の外周壁23aによって周囲を囲まれた状態で、拡幅トンネル50の施工区間の両側の端部に各々築造される。築造された坑内立坑20は、円周シールド施工工程における、円周シールド掘進機31の発進坑及び到達坑として用いられる。

【 0 0 2 5 】

円周シールド施工工程では、図6及び図7（a）～（c）に示すように、築造された各々の坑内立坑20から、公知の円周シールド掘進機31を発進させると共に、発進させた円周シールド掘進機31を同じ坑内立坑20に到達させることによって、パイプーフ12及び襖部地盤改良体40を施工する際の作業坑となる円周シールド坑30を、拡幅トンネル50の施工区間の両側の端部に各々形成する。

【 0 0 2 6 】

本実施形態では、円周シールド掘進機31は、例えば3～4.5m程度のシールド高さの矩形断面を備える、好ましくは泥水式の曲率を有する公知のシールド掘進機となっている。円周シールド掘進機31は、坑内立坑20に設置した元押しジャッキ33（図7（b

10

20

30

40

50

参照)からの推進力を受けて、矩形断面を有すると共に曲線施工が可能な曲線部覆工セグメント32を、後方に連設させながら、拡幅トンネル50の外径よりも一回り大きな直径の円周に沿って、坑内立坑20に到達するまで掘進することができるようになっている。これによって、曲線部覆工セグメント33による、円環状に延設する円周シールド坑30が、後述するパイプーフ施工工程でパイプーフ12が円筒状に形成される、円形の断面に沿って、拡幅トンネル50の施工区間の両側の端部に各々設けられることになる。

【0027】

パイプーフ施工工程では、図8及び図9に示すように、拡幅トンネル50の施工区間の一方の端部に設けられた円周シールド坑30から、他方の端部に設けられた円周シールド坑30に向けて、公知のパイプーフ掘進工法により、複数のパイプーフ材11を掘進させながら地中に押し込んでゆく。これによって、これらの複数のパイプーフ材11が円周方向に間隔を置いて並べて埋設されることにより構成される、円筒状のパイプーフ12が形成される。

10

【0028】

すなわち、本実施形態では、パイプーフ掘進工法として、高水圧下でも施工が可能な泥水式推進工法を採用し、パイプーフ材11として、内部で作業員が作業できる大きさの例えば2.0m程度の鋼管を使用して、これらの複数のパイプーフ材11を地中に押し込むことによって、地中に構築される拡幅トンネル50の外周部分の地盤に、複数のパイプーフ材11を、トンネルの延設方向に延設させて各々埋設する。また、パイプーフ掘進工法により円周シールド坑30からパイプーフ材11を地中に押し込む作業を、円周シールド坑30の周方向に所定のピッチで複数回繰り返すことによって、地中に構築される拡幅トンネル50の外周部分の地盤に、複数のパイプーフ材11を、弧状の断面を含む円形の断面に沿った円周方向に、所定の間隔を置いて全周に亘って並べて埋設することが可能になる。またこれによって、弧状の断面を含む円形の断面に沿った円周方向に並べて埋設された複数のパイプーフ材11による、拡幅トンネル50の掘削時に周囲の地盤からの荷重を先受けする、円筒状のパイプーフ12を形成することが可能になる。

20

【0029】

そして、本実施形態では、上述のパイプーフ施工工程において、弧状の断面を含む円形の断面に沿って地中に埋設された複数のパイプーフ材11は、図10に示すように、連結接続鋼材34と耐圧支持地盤体35とを含んで構成されるパイプーフの連結構造36により一体として連結されることによって、アーチ効果を発揮することが可能な円筒状のパイプーフ12を形成する。これによって、拡幅トンネル50の横断方向(断面方向)に荷重を支持する横断方向の支保工を、複数のパイプーフ材11を用いたパイプーフ12によって、拡幅トンネル50の外周部分の地盤に効率良く設けることが可能になる。

30

【0030】

すなわち、本実施形態では、パイプーフの連結構造36は、地中に構築される拡幅トンネル50の外周部分の地盤において、図8及び図9に示すように、拡幅トンネル50の延設方向に延設すると共に、弧状の断面(本実施形態では、弧状の断面を含む円形の断面)に沿った方向に間隔を置いて並べて埋設された(図8、図9参照)、複数のパイプーフ材11を互いに連結して、地盤からの荷重を一体として支持できるようにする連結構造であって、図10に示すように、弧状の断面に沿った方向に隣接する各一对のパイプーフ材11に、両側の端部34aを各々固着して、これらのパイプーフ材11を互いに接続する連結接続鋼材34と、隣接する各一对のパイプーフ材11の間隔部分に介在して設けられた、耐圧支持地盤体35とを含んで構成されている。

40

【0031】

また、本実施形態では、複数のパイプーフ材11は、地中に構築される拡幅トンネル50の少なくとも上方部分の地盤において、弧状の断面に沿った方向に間隔を置いて並べて埋設されていると共に(図8参照)、好ましくは地中に構築される拡幅トンネル50の

50

外周部分の地盤において、弧状の断面を含む円形の断面に沿った円周方向に、間隔を置いて全周に亘って並べて埋設されている（図9参照）。

【0032】

さらに、本実施形態では、図10に示すように、連結接続鋼材34は、隣接する各一对のパイプルー材11の間隔部分における、弧状の断面の径方向の内側部分及び外側部分に、2段に配置されて取り付けられており、耐圧支持地盤体35は、これらの2段に配置された連結接続鋼材34によって挟まれる領域に設けられている。

【0033】

本実施形態では、連結接続鋼材34と耐圧支持地盤体35とを含んで構成されるパイプルーの連結構造36は、パイプルー材11の内部からの作業によって、簡易に形成することが可能である。すなわち、本実施形態では、パイプルー材11は、例えば2.0m程度の大きさの鋼管からなり、作業員が立ち入って作業することができるようになっており、連結接続鋼材34や耐圧支持地盤体35を施工するのに必要な、各種の資材や機材を、パイプルー材11の内部に搬入できるようになっている。

10

【0034】

本実施形態では、パイプルーの連結構造36を構成する連結接続鋼材34は、隣接する各一对のパイプルー材11に跨って配置することが可能な長さを有している。連結接続鋼材34は、細長い連結鋼板や鋼棒等の、端部34aを溶接や接合用の金物等によってパイプルー材11に接合することが可能な、種々の連結用の鋼製部材を用いることができる。本実施形態では、連結接続鋼材34として、例えば両端部に雄ネジ部が設けられた、引張強度に優れる鋼棒である、例えば30mm程度のPC鋼棒を好ましく用いることができる。

20

【0035】

そして、本実施形態では、例えば隣接する各一对のパイプルー材11のうち的一方から、他方のパイプルー材11に向けて、これらのパイプルー材11を貫通させると共に、これらの間隔部分の地盤を穿孔して形成した挿通孔に、PC鋼棒34を、両側のパイプルー材11の間に跨るようにして挿通する。しかる後に、PC鋼棒34の両側の端部34aの雄ネジ部を、各々のパイプルー材11の内部に溶接等を介して設置した締着台37に、ナット部材38を用いて各々締着する。これによって、PC鋼棒からなる各連結接続鋼材34は、両側の端部34aを両側のパイプルー材11に各々締着して、これらの各一对のパイプルー材11に跨るようにして固着されると共に、これらの各一对のパイプルー材11を各々強固に連結できるようになっている。

30

【0036】

また、本実施形態では、PC鋼棒からなる連結接続鋼材34は、パイプルー材11の延設方向に、例えば30~100cmのピッチで取り付けられていることが好ましい。連結接続鋼材34が、パイプルー材11の延設方向に、30~100cmのピッチで取り付けられていることにより、隣接する各一对のパイプルー材11を強固に連結する引張材として、より効果的に機能することが可能になると共に、隣接する各一对のパイプルー材11の間隔部分に設けられた耐圧支持地盤体35を、より効果的に拘束することが可能になる。

40

【0037】

本実施形態では、好ましくはPC鋼棒からなる連結接続鋼材34は、上述のように、隣接する各一对のパイプルー材11の間隔部分における、径方向の内側部分及び外側部分に、2段に配置されて取り付けられている。これによって、隣接する各一对のパイプルー材11の間隔部分に設けられた耐圧支持地盤体35を、2段に配置された連結接続鋼材34により内側及び外側から挟み込むようにして、一層強固に拘束することになるので、当該耐圧支持地盤体35を圧縮材としてさらに効果的に機能させることが可能になる。またこれによって、隣接する各一对のパイプルー材11が、連結接続鋼材34及び耐圧支持地盤体35を介して一体として弧状に連続することによるアーチ効果を、より安定した状態でパイプルー材12に発揮させることが可能になる。またこれによって、周囲の地盤

50

からの荷重を支持する拡幅トンネル50の横断方向の支保工を、これらの複数のパイプルーフ材11が周方向に一体となった円筒状のパイプルーフ12によって、さらに効率良く強固に形成することが可能になる。

【0038】

本実施形態では、パイプルーフの連結構造36を構成する耐圧支持地盤体35は、地中に埋設された複数のパイプルーフ材11における、隣接する各一对のパイプルーフ材11の間隔部分に介在して設けられた、圧縮材として機能する間詰地盤体ある。耐圧支持地盤体35は、複数のパイプルーフ材11による円筒状のパイプルーフ12が地中に形成された後に、これの内側部分を掘削して周囲の地盤からの荷重を受けることでパイプルーフ12がアーチ効果を発揮する際に、パイプルーフ12の周方向に沿って隣接する各一对のパイプルーフ材11の間隔部分に生じる圧縮力を、効果的に支持できる程度の圧縮耐力として、例えば 2 N/m^2 程度の圧縮強度を備えるように形成されている。

10

【0039】

本実施形態では、このような圧縮強度を備える耐圧支持地盤体35は、例えば、パイプルーフ材11の内部からの作業により、隣接する各一对のパイプルーフ材11の間隔部分の地盤を地盤改良して、所定の圧縮強度を有する改良地盤を形成することによって設けることができる。改良地盤は、連結接続鋼材13として例えば外周部分に注入孔が形成された中空の鋼製パイプ部材を用い、この鋼製パイプ部材を介して、パイプルーフ材11の内部から当該鋼製パイプ部材の周囲に地盤改良材を圧入することによって、隣接する各一对のパイプルーフ材11の間隔部分に形成することもできる。

20

【0040】

また、このような圧縮強度を備える耐圧支持地盤体35は、パイプルーフ材の内側からの作業により、隣接する各一对のパイプルーフ材の間隔部分の地盤を、固化後に所定の圧縮強度を有することになるグラウト材と置き替えて、固化したグラウト材によって設けることもできる。

【0041】

さらに、このような圧縮強度を備える耐圧支持地盤体35は、複数のパイプルーフ材11が埋設される部分の地盤が、所定の圧縮強度を有する例えばドタン層等である場合には、このような所定の圧縮強度を有する地山の地盤をそのまま利用して、隣接する各一对のパイプルーフ材11の間隔部分に介在して設けられた、耐圧支持地盤体35とすることもできる。

30

【0042】

なお、上述のようにして、パイプルーフの連結構造36により隣接する各一对のパイプルーフ材11を一体として連結する作業は、パイプルーフ施工工程において、周方向に間隔をおいて順次地中に押し込まれる複数のパイプルーフ材11のうちの、何本かのパイプルーフ材11が先行して埋設された段階で、後続するパイプルーフ材11を、一方の円周シールド坑30から他方の円周シールド坑30に向けて順次地中に押し込んでゆく作業と同時に、又は並行して、実施することができる。また、本実施形態のパイプルーフの連結構造10により隣接する各一对のパイプルーフ材11を一体として連結する作業は、後続して施工される襍部改良体形成工程と同時に、又は並行して実施することもできる。これらによって、工期が遅れることになるのを、効果的に抑制することが可能になる。

40

【0043】

上述のトンネルの構築工法における襍部改良体形成工程では、図11及び図12(a)、(b)に示すように、各々の円周シールド坑30の内方の地盤を地盤改良することによって、拡幅トンネル50の施工区間の両側の端部に、襍部地盤改良体40を形成する。すなわち、襍部改良体形成工程では、拡幅トンネル50の施工区間の両側の端部における、各々の円周シールド坑30の内部や、これに近接する部分のパイプルーフ材11の内部からの作業によって、例えば各円周シールド坑30の上部から下部に向けて、公知の地盤改良器42を用いた、好ましくは高圧噴射攪拌工法による地盤改良を行うことで、円柱形状の単位改良体41を、円周シールド坑30によって囲まれるこの径方向内方の地盤に形

50

成する。また、円周シールド坑 30 の内方の地盤に対して、このような高圧噴射攪拌工法による地盤改良を複数回繰り返すことによって、複数の円柱形状の単位改良体 41 が、その外周部分を重ね合わせつつ縦横に並べて配置されることで一体として形成された、複部地盤改良体 40 (図 12 (a)、(b) 参照) が、拡幅トンネル 50 の施工区間の両側の端部に、円周シールド坑 30 と本線トンネル 51 との間の間隔部分を閉塞するようにして、各々の円周シールド坑 30 の内方に構築されることになる。

【0044】

これによって、拡幅トンネル 50 の施工区間の掘削領域が、円筒状に形成されたパイプルーフ 12 と、両側の端部の円周シールド坑 30 及び複部地盤改良体 40 とによって、周囲を囲まれた状態になるので、これらのパイプルーフ 12 や複部地盤改良体 40 に外周の地盤からの荷重を支持させつつ、掘削及び覆工工程において、これらの内側領域を、安定した状態で掘削してゆくことが可能になる。

10

【0045】

掘削及び覆工工程では、図 13 ~ 図 20 に示すように、円筒状に形成されたパイプルーフ 12 と、両側の端部の円周シールド坑 30 及び複部地盤改良体 40 とによって周囲を囲まれる内側領域を、上部から下部に向けて掘削すると共に、掘削により露出したパイプルーフ 12 の内壁面や複部地盤改良体 40 の内壁面を覆って、上部から下部に向けて、いわゆる逆巻き工法によって、鉄筋コンクリート製の覆工体 17, 43 を順次形成してゆく。

【0046】

すなわち、掘削及び覆工工程では、掘削機械 44 として例えばバックホウやブルドーザを用いて、パイプルーフ 12 の内側の掘削領域の上段部から下段部に向けて、拡幅トンネル 50 の掘削作業を順次行うと共に (図 13、図 14 参照)、上段部から下段部に向けて、掘削により露出したパイプルーフ 12 の内壁面を覆うようにして、後述する本実施形態のトンネル覆工体の構築構造 10 による鉄筋コンクリート製 (本実施形態では、鉄筋鉄骨コンクリート製) の覆工体 17 を、順次構築して行く (図 15 ~ 図 19 参照)。また、掘削により露出した複部地盤改良体 40 の内壁面を覆うようにして、例えば鉄筋コンクリート製や鉄筋鉄骨コンクリート製の複部の覆工体 43 (図 20 参照) を、順次構築して行く。

20

【0047】

ここで、拡幅トンネル 50 の掘削作業では、図 13 及び図 14 に示すように、パイプルーフ 12 を構成するパイプルーフ材 11 の大きな剛性による、トンネルの延設方向の先受け支保工としての機能によって、地山の安定性を向上させると共に、地山の変形を抑制しつつ、トンネルの延設方向に掘削作業をさらに効率良く行ってゆくことが可能になる。また、本実施形態では、上述のパイプルーフの連結構造 36 によって、隣接する各一对のパイプルーフ材 11 が一体として連結されているので、パイプルーフ 12 をトンネルの横断方向 (断面方向) の支保工として機能させることが可能になる。

30

【0048】

拡幅トンネル 50 の上段部の掘削作業では、作業空間から本線トンネル 51 に至る土砂排出管 53 (図 14 参照) を、例えば本線トンネル 51 からの鋼管推進によって設置しておき、この土砂排出管 53 に掘削土砂を投入することによって、本線トンネル 51 を介して掘削土砂を搬出することができる。掘削領域の上段部から下段部に向けた掘削作業の進行に伴って露出する本線トンネル 51 の不要な部分は、例えば破碎機械を用いて破碎して、掘削土砂と共に撤去することができる。

40

【0049】

そして、本実施形態のトンネル覆工体の構築構造 10 は、掘削及び覆工工程において、上述のパイプルーフ施工工程でトンネルの延設方向に埋設された複数のパイプルーフ材 11 によるパイプルーフ 12 の内側に、鉄筋コンクリート製 (本実施形態では、鉄筋鉄骨コンクリート製) の覆工体 17 を形成するための構築構造であって、図 1 及び図 15 ~ 図 19 に示すように、各隣接する一对のパイプルーフ材 11 の間隔部分を閉塞して、トンネルの内周面に沿って取り付けられた止水板 (本実施形態では、止水鉄板) 13 (図 1、図 15

50

(a) 参照) と、パイプルーフ材 1 1 に一端部が接合されて、パイプルーフ材 1 1 からトンネルの内方に向けて突出させて取り付けられた複数のアンカーロッド部材 1 5 a (図 1、図 1 5 (b) 参照) と、これらの複数のアンカーロッド部材 1 5 a に支持させて、パイプルーフ材 1 1 と離間してトンネルの内周面に沿って取り付けられた鋼製支保部材 1 4 (図 1、図 1 5 (b) 参照) と、鋼製支保部材 1 4 及び / 又は複数のアンカーロッド部材 1 5 に支持させて、トンネルの内周面に沿って配筋された鉄筋 1 8 (図 1、図 1 5 (c) 参照) と、鋼製支保部材 1 4 に支持させて、鋼製支保部材 1 4 と離間してトンネルの内周面に沿って取り付けられたスキンプレート 1 9 (図 1、図 1 5 (d) 参照) と、スキンプレート 1 9 と止水板 1 3 との間の部分に打設されて硬化したコンクリート 1 6 (図 1、図 1 5 (e)、(f) 参照) とを含んで構成されている。

10

【 0 0 5 0 】

また、本実施形態では、鋼製支保部材 1 4 に一端部が接合されて、複数の内側アンカーロッド部材 1 5 b (図 1、図 1 4 (b) 参照) が、鋼製支保部材 1 4 からトンネルの内方に向けて突出させて取り付けられており、これらの複数の内側アンカーロッド部材 1 5 b を介して鋼製支保部材 1 4 に支持させて、スキンプレート 1 9 が鋼製支保部材 1 4 と離間して取り付けられている。鉄筋 1 8 は、本実施形態では、これらの内側アンカーロッド部材 1 5 b によって支持されて、鋼製支保部材 1 4 の内側にも配筋されている。

【 0 0 5 1 】

本実施形態では、各隣接する一对のパイプルーフ材 1 1 の間隔部分を閉塞して、トンネルの内周面に沿って取り付けられる止水板 1 3 は、好ましくは止水鉄板 1 3 が用いられている。止水鉄板 1 3 は、両側の側縁部を、好ましくは両側のパイプルーフ材 1 1 の外周面における最もトンネルの内方に位置する部分に、トンネルの内側からの作業によって溶接等により接合することで、図 1 に示すように、各隣接する一对のパイプルーフ材 1 1 の間隔部分に露出する地盤面を、トンネルの内側から覆うようにして、これらの間隔部分を閉塞した状態で取り付けられる。なお、止水鉄板 1 3 を取り付けの先に先立って、一对のパイプルーフ材 1 1 の間隔部分に露出する地盤面には、吹付けコンクリートが適宜吹き付けられて、地盤面の安定化が図られる。また、止水鉄板 1 3 を取り付け後に、一对のパイプルーフ材 1 1 の間隔部分の地盤面や吹付けコンクリートと、止水鉄板 1 3 との間の隙間を埋めるようにして、グラウト等による裏込め充填材が適宜充填されることになる。

20

【 0 0 5 2 】

パイプルーフ材 1 1 からトンネルの内方に向けて突出させて取り付けられた複数のアンカーロッド部材 1 5 a は、例えば 3 2 m m 程度の太さの、両端部に雄ネジ部が形成された鋼棒からなる。各々のアンカーロッド部材 1 5 a は、パイプルーフ材 1 1 の内部での作業によってパイプルーフ材 1 1 の内周面における最もトンネルの内方に位置する部分に取り付けられた、例えば袋ナット 1 5 c に、一端部の雄ネジ部を締着して接合することで、パイプルーフ材 1 1 からトンネルの内方に向けて突出させて、例えば 1 0 0 0 m m 程度の長さで延設させた状態で取り付けられる。

30

【 0 0 5 3 】

複数のアンカーロッド部材 1 5 a に支持されてトンネルの内周面に沿って取り付けられる鋼製支保部材 1 4 は、例えば H - 3 0 0 x 3 0 0 x 1 0 x 1 5 の H 形鋼からなる。鋼製支保部材 1 4 は、例えば上下のフランジ部に形成した挿通孔にアンカーロッド部材 1 5 a を挿通して、アンカーロッド部材 1 5 a の他端部の雄ネジ部を、下方のフランジ部の下面にナット部材 1 5 d を用いて締着することで接合して、パイプルーフ材 1 1 と離間してトンネルの内周面に沿って周方向に延設した状態で取り付けられる。本実施形態では、鋼製支保部材 1 4 は、トンネルの延設方向に例えば 2 0 0 0 m m 程度のピッチで、間隔をおいて複数箇所に取り付けられる。

40

【 0 0 5 4 】

鋼製支保部材 1 4 からトンネルの内方に向けて突出させて取り付けられた複数の内側アンカーロッド部材 1 5 b もまた、例えば 3 2 m m 程度の太さの、両端部に雄ネジ部が形成された鋼棒からなる。各々の内側アンカーロッド部材 1 5 b は、例えばこれの一端部を

50

、鋼製支保部材 1 4 の下方のフランジ部に形成した挿通孔に挿通すると共に、下方のフランジ部の上面にナット部材 1 5 e を用いて締着することで接合して、鋼製支保部材 1 4 からトンネルの内方に向けて突出させて、例えば 7 0 0 m m 程度の長さで延設させた状態で取り付けられる。

【 0 0 5 5 】

アンカーロッド部材 1 5 a や鋼製支保部材 1 4 や内側アンカーロッド部材 1 5 b に支持されて配筋される鉄筋 1 8 は、例えば D 1 9 ~ 3 5 程度の太さの異形鉄筋からなる。鉄筋 1 8 は、止水鉄板 1 3 とスキンプレート 1 9 との間のコンクリート 1 6 が打設される空間において、例えば 1 2 5 ~ 2 5 0 m m 程度のピッチで、縦横に延設して配筋される。

【 0 0 5 6 】

鋼製支保部材 1 4 に支持されてトンネルの内周面に沿って取り付けられるスキンプレート 1 9 は、例えば厚さが 6 m m 程度の鋼板からなり、トンネルの内周面に沿った形状に湾曲して形成されている。スキンプレート 1 9 の鋼製支保部材 1 4 側の外側面には、多数の補強リブ 1 9 a が、外側に突出して設けられている（図 1 (b) 参照）。スキンプレート 1 9 は、当該スキンプレート 1 9 に形成された挿通孔に、内側アンカーロッド部材 1 5 b の他端部を挿通し、挿通された他端部を、当該スキンプレート 1 9 の内側面にナット部材 1 5 f を用いて締着することで接合して、内側アンカーロッド部材 1 5 b を介して、鋼製支保部材 1 4 から支持された状態で取り付けられる。これによって、取り付けられたスキンプレート 1 9 と止水鉄板 1 3 との間には、例えば 1 3 0 0 m m 程度の厚さの、コンクリート 1 6 が打設される空間が保持される。

【 0 0 5 7 】

また、本実施形態では、スキンプレート 1 9 の内側面に沿って、大引き部材 1 9 b が、トンネルの軸方向に延設させた状態で、周方向に間隔をおいて複数箇所に取り付けられている。大引き部材 1 9 b は、スキンプレート 1 9 の内側面に内側アンカーロッド部材 1 5 b の他端部をナット部材 1 5 f を用いて締着する際に、スキンプレート 1 9 の内側面とナット部材 1 5 f との間に挟み込まれた状態で固定される。大引き部材 1 9 b が取り付けられていることにより、スキンプレート 1 9 と止水鉄板 1 3 との間の空間にコンクリート 1 6 が打設された際に、硬化する前のコンクリート 1 6 による荷重を、スキンプレート 1 9 によってより安定した状態で支持することが可能になる。

【 0 0 5 8 】

本実施形態では、スキンプレート 1 9 と止水板 1 3 との間の部分の空間に打設されるコンクリート 1 6 は、好ましくは高流動コンクリートが用いられる。コンクリート 1 6 として高流動コンクリートをを用いることにより、特に振動バイブレータによって締固めることが困難な、トンネルの上部の空間にコンクリート 1 6 を打設する場合でも、これらの空間に密に充填させた状態で、コンクリート 1 6 を打設することが可能になる。コンクリート 1 6 は、スキンプレート 1 9 に設けた注入管 2 8 （図 1 5 (e)、(f) 参照）から注入充填して、打設することが可能である。

【 0 0 5 9 】

そして、本実施形態では、上述の構成を備えるトンネル覆工体の構築構造 1 0 は、以下に記載するトンネル覆工体の構築工法によって、トンネルの上部から下部に向けて順次構築されることで、鉄筋コンクリート製の覆工体を形成して行くことが可能になる。

【 0 0 6 0 】

すなわち、本実施形態のトンネル覆工体の構築工法は、地中に構築されるトンネルの外周部分の地盤において、トンネルの延設方向に延設させてトンネルの周方向に並べて埋設された複数のパイプルーフ材 1 1 によるパイプルーフ 1 2 の内側に、鉄筋コンクリート製の覆工体 1 7 を形成するための構築工法であって、図 1 5 (a) ~ (f) に示すように、例えば最上段部の 1 段目の覆工体 1 7 を構築する工程として、各隣接する一对のパイプルーフ材 1 1 の間隔部分を閉塞して、トンネルの内周面に沿って止水板 1 3 を取り付ける工程（図 1 5 (a) 参照）と、パイプルーフ材 1 1 に一端部を接合して、複数のアンカーロッド部材 1 5 a を、パイプルーフ材 1 1 からトンネルの内方に向けて突出させて取り付け

10

20

30

40

50

る工程（図15（b）参照）と、取り付けられた複数のアンカーロッド部材15aに支持させて、トンネルの内周面に沿って鋼製支保部材14をパイプルーフ材11と離間して取り付け（図15（b）参照）と、鋼製支保部材14及び/又は複数のアンカーロッド部材15aに支持させて、トンネルの内周面に沿って鉄筋18を配筋する工程（図15（c）参照）と、鋼製支保部材14に好ましくは内側アンカーロッド部材15bを介して支持させて、鋼製支保部材14と離間してトンネルの内周面に沿ってスキンプレート19を取り付ける工程（図15（d）参照）と、取り付けられたスキンプレート19と止水板13との間の部分にコンクリート16を打設して硬化させる工程（図15（e）、（f）参照）とを含んで構成されている。

【0061】

また、本実施形態では、鋼製支保部材14及び鉄筋18の端部を突出させた状態で、スキンプレート19と止水板13との間のコンクリート16が打設される領域の下端部に、底型枠29を、好ましくは支保架台29aによって支持した状態で設置する工程（図15（d）参照）を含んでおり、コンクリート16が充填される領域を、上部から下方に移動させつつ、鋼製支保部材14及び鉄筋18を下方に継ぎ足しながら、上述の各工程を繰り返して、上部から下部に向けて覆工体を順次形成してゆくようになっている。

【0062】

すなわち、本実施形態では、図15（a）～（f）に示す工程に従って、1段目の覆工体17を構築したら、図16（a）～（f）に示すように、底型枠29及びサポート架台29aを撤去して（図16（a）参照）、パイプルーフ12の内側の2段目の地盤を掘削する（図16（b）参照）。しかる後に、2段目の掘削によって1段目の覆工体17の下方に露出した両側の側部領域における、隣接するパイプルーフ材11の間隔部分を閉塞して、トンネルの内周面に沿って止水板13を取り付けると共に、パイプルーフ材11に一端部を接合して、複数のアンカーロッド部材15aを、パイプルーフ材11からトンネルの内方に向けて突出させて取り付け（図16（c）参照）。また、1段目の覆工体17の下端部から突出する鋼製支保部材14及び鉄筋18の端部と接続して、これらの下方に、2段目の覆工体17の鋼製支保部材14、鉄筋18、及びスキンプレート19を取り付ける（図16（d）参照）。さらに、底型枠29を、好ましくは支保架台29aによって支持した状態で設置した後に（図16（d）参照）、スキンプレート19と止水板13との間の部分にコンクリート16を打設して硬化させることより（図16（e）、（f）参照）、2段目の覆工体17を構築する。

【0063】

2段目の覆工体17を構築したら、図17（a）～（d）に示すように、底型枠29及び支保架台29aを撤去して（図17（a）参照）、パイプルーフ12の内側の3段目の地盤を掘削する（図16（b）参照）。しかる後に、3段目の掘削によって2段目の覆工体17の下方に露出した両側の側部領域における、隣接するパイプルーフ材11の間隔部分を閉塞して、トンネルの内周面に沿って止水板13を取り付けると共に、パイプルーフ材11に一端部を接合して、複数のアンカーロッド部材15aを、パイプルーフ材11からトンネルの内方に向けて突出させて取り付け（図17（b）参照）。また、2段目の覆工体17の下端部から突出する鋼製支保部材14及び鉄筋18の端部と接続して、これらの下方に、3段目の覆工体17の鋼製支保部材14、鉄筋18、及びスキンプレート19を取り付ける（図17（c）参照）。さらに、底型枠29を、好ましくは支保架台29aによって支持した状態で設置した後に（図17（c）参照）、スキンプレート19と止水板13との間の部分にコンクリート16を打設して硬化させることより（図17（d）参照）、3段目の覆工体17を構築する。

【0064】

3段目の覆工体17を構築したら、図18（a）～（d）に示すように、底型枠29及び支保架台29aを撤去して、パイプルーフ12の内側の最下段の4段目の地盤を掘削する（図18（a）参照）。しかる後に、4段目の掘削によって3段目の覆工体17の下方に露出した下部領域における、隣接するパイプルーフ材11の間隔部分を閉塞して、トン

10

20

30

40

50

ネルの内周面に沿って止水板 13 を取り付けると共に、パイプルー材 11 に一端部を接合して、複数のアンカーロッド部材 15 a を、パイプルー材 11 からトンネルの内方に向けて突出させて取り付け、さらに、3 段目の覆工体 17 の下端部から突出する鋼製支保部材 14 及び鉄筋 18 の端部と接続して、これらの下方に、最下段の下部領域の覆工体 17 の鋼製支保部材 14 を取り付ける（図 18 (b) 参照）。また、3 段目の覆工体 17 の下端部から突出する鉄筋 18 の端部と接続して、これらの下方に、最下段の下部領域の鉄筋 18 を取り付けると共に（図 18 (c) 参照）、最下段の下部領域のスキンプレート 19 を取り付ける（図 18 (d) 参照）。

【0065】

最下段の下部領域のスキンプレート 19 を取り付けたら、トンネルの下部領域における止水板 13 とスキンプレート 19 との間の、鋼製支保部材 14 や鉄筋 18 が配置された空間に、図 19 (a) に示すように、コンクリートを打設することによって、鋼製支保部材 14 を鉄骨とする鉄筋鉄骨コンクリート製の、円形の中空断面形状を有する環状に連続する覆工体 50 が、図 19 (b) に示すように、大断面のインターチェンジ用の拡幅トンネル 50 の内周面を覆う覆工体として構築されることになる。

10

【0066】

本実施形態では、掘削及び覆工工程において襍部の覆工体 43 を構築するには、図 20 に示すように、例えば掘削により露出した襍部地盤改良体 40 の内壁面に対して、好ましくは吹付コンクリート 48 を吹き付けると共に、襍部地盤改良体 40 に向けて複数のロックボルト 49 を打ち込むことで、当該内壁面を補強する。しかる後に、補強された襍部地盤改良体 40 の内側面を覆って防水シートをさらに取り付けた状態で、これの内側部分に鉄骨や鉄筋や型枠等を組み立てて、コンクリートを打設することにより、いわゆる逆巻き工法によって、上段部から下段部に向けて、SRC（鉄骨鉄筋コンクリート）構造や RC（鉄筋コンクリート）構造による襍部の覆工体 43 を構築してゆくことが可能になる。

20

【0067】

これらによって、円筒部の覆工体 17 及び両側の襍部の覆工体 43 により周囲を囲まれた、本線トンネル 51 とランプトンネル 52 とを接続させるための、大断面の拡幅トンネル 50（図 2 参照）を、区分地上権が不要な大深度地下に構築してゆくことが可能になる。また、構築された拡幅トンネル 50 にランプトンネル 52 を接続させると共に、インターチェンジの本体構造物を構築することにより、例えば道路用の本線トンネル 51 とランプトンネル 52 とを接続させるためのインターチェンジを、拡幅トンネル 50 の内部に設けることが可能になる。

30

【0068】

そして、上述の構成を備える本実施形態のトンネル覆工体の構築構造 10 及び構築方法によれば、地中に埋設されるパイプルー材 11 に施工誤差がある場合でも、複数のパイプルー材 11 によるパイプルー材 12 の内側に、鋼製支保部材 14 を、多くの手間を要することなく容易に取り付けることを可能にすると共に、鋼製支保部材 14 を挟んだ両側に連続してコンクリートを打設することを可能にして、鉄筋コンクリート製の覆工体 17 を効率良く構築することができる。

【0069】

すなわち、本実施形態のトンネル覆工体の構築構造 10 及び構築方法によれば、パイプルー材 11 からトンネルの内方に向けて突出させて取り付けられたアンカーロッド部材 15 a は、相当の長さでトンネルの内方に延設しており、鋼製支保部材 14 は、アンカーロッド部材 15 a に支持させて、パイプルー材 11 と離間した状態で取り付けられているので、地中に埋設されるパイプルー材 11 に施工誤差がある場合でも、これらの施工誤差をアンカーロッド部材 15 a の部分で吸収させるようにして、アンカーロッド部材 15 a の両端部を、パイプルー材 11 や鋼製支保部材 14 に各々接合することが可能になる。これによって、例えばパイプルー材や鋼製支保部材に形成したボルトの定着孔を精度良く合させることを不要として、鋼製支保部材 14 を、多くの手間を要することなく、パイプルー材 11 に支持させて容易に取り付けることが可能になる。

40

50

【 0 0 7 0 】

また、鋼製支保部材 1 4 は、アンカーロッド部材 1 5 a に支持させて、パイプルーフ材 1 1 と離間した状態を取り付けられており、パイプルーフ材 1 1 に取り付けられた止水鉄板 1 3 と、鋼製支保部材 1 4 との間には、相当の大きさの間隔が保持されるので、この間隔部分を介してコンクリート 1 6 を流通させることにより、鋼製支保部材 1 4 を挟んだ両側に連続してコンクリートを打設することが可能になり、これによって鉄筋コンクリート製の覆工体 1 7 を効率良く構築することが可能になると共に、より品質の良い覆工体 1 7 を形成することが可能になる。

【 0 0 7 1 】

なお、本発明は上記実施形態に限定されることなく種々の変更が可能である。例えば、本発明のトンネル覆工体の構築構造は、大深度地下に構築されるトンネルの内周面を覆って設けられる必要は必ずしもなく、浅い部分の地中に構築されるトンネルや、トンネル以外の地中構造部の内周面を覆って設けられるものであっても良い。また、パイプルーフを構成する複数のパイプルーフ材は、円形の断面に沿った円周方向に、間隔を置いて全周に亘って並べて埋設される必要は必ずしも無く、好ましくは少なくとも弧状の断面に沿った方向に間隔を置いて並べて埋設されていれば良く、弧状の断面に沿った方向に間隔を置いて並べて埋設されていなくても良い。パイプルーフ材は、円形の中空断面形状を備える必要は必ずしも無く、矩形の中空断面形状等の、その他の断面形状を備えていても良い。

10

【 符号の説明 】

20

【 0 0 7 2 】

- 1 0 トンネル覆工体の構築構造
- 1 1 パイプルーフ材
- 1 2 パイプルーフ
- 1 3 止水板（止水鉄板）
- 1 4 鋼製支保部材
- 1 5 a アンカーロッド部材
- 1 5 b 内側アンカーロッド部材
- 1 6 コンクリート
- 1 7 覆工体
- 1 8 鉄筋
- 1 9 スキンプレート
- 2 0 坑内立坑
- 2 1 矩形推進管
- 2 2 矩形掘進機
- 2 3 鋼製覆工体
- 2 3 a 外周壁
- 2 6 薬液注入管
- 2 7 セグメント補強支保工
- 3 0 円周シールド坑
- 3 1 円周シールド掘進機
- 3 2 曲線部覆工セグメント
- 3 3 元押しジャッキ
- 3 4 連結接続鋼材（P C 鋼棒）
- 3 5 耐圧支持地盤体
- 3 6 パイプルーフの連結構造
- 3 7 締着台
- 4 0 襍部地盤改良体
- 4 1 単位改良体
- 4 3 襍部の覆工体

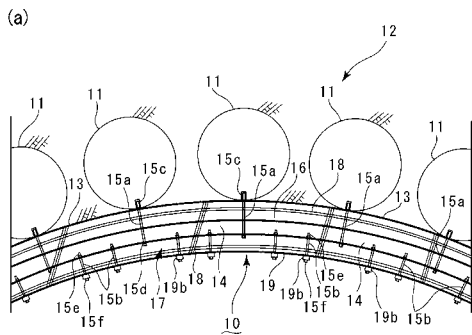
30

40

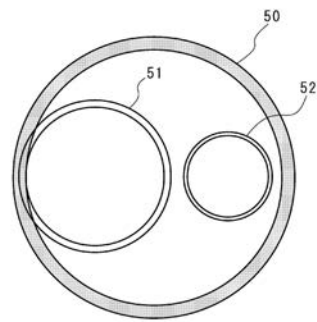
50

- 48 吹付コンクリート
- 49 ロックボルト
- 50 拡幅トンネル
- 51 本線トンネル
- 52 ランプトンネル

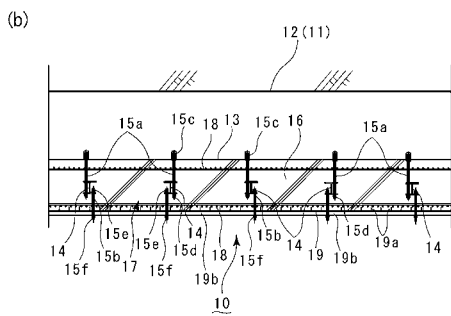
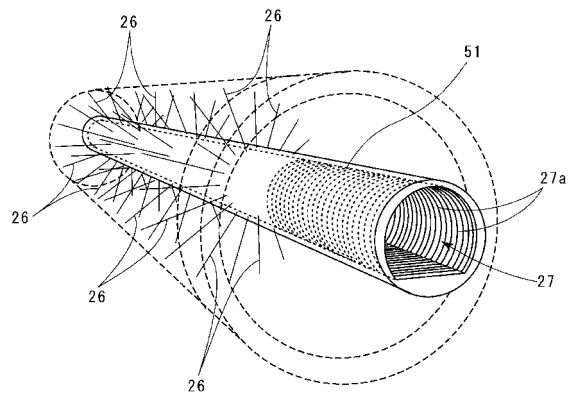
【図1】



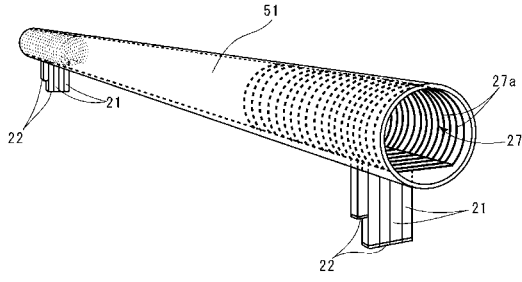
【図2】



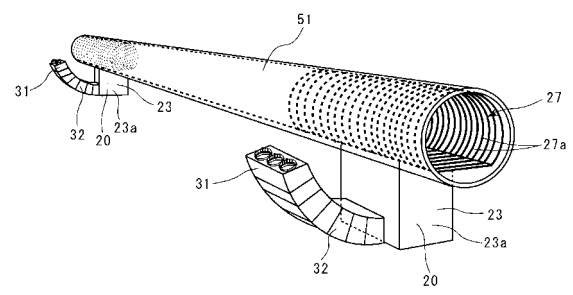
【図3】



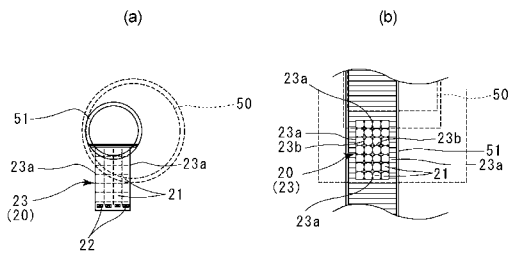
【 図 4 】



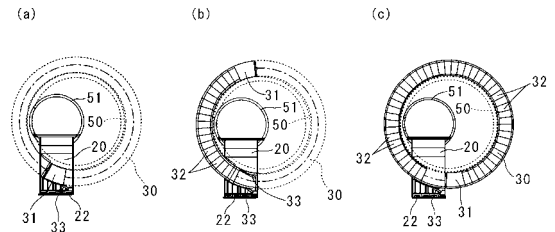
【 図 6 】



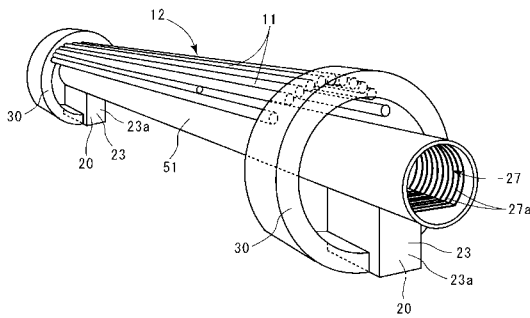
【 図 5 】



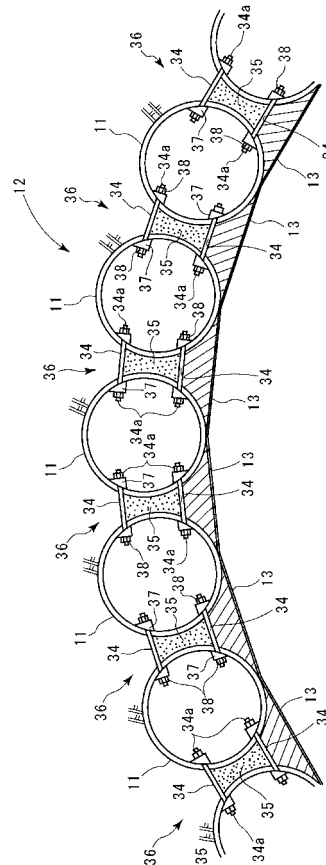
【 図 7 】



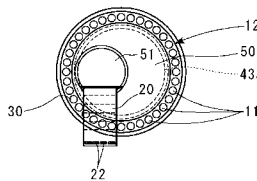
【 図 8 】



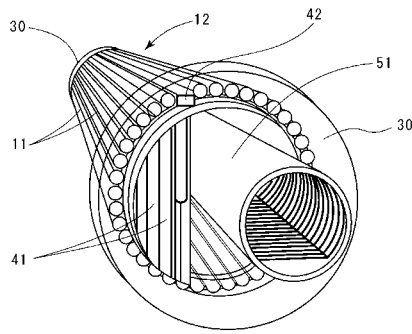
【 図 10 】



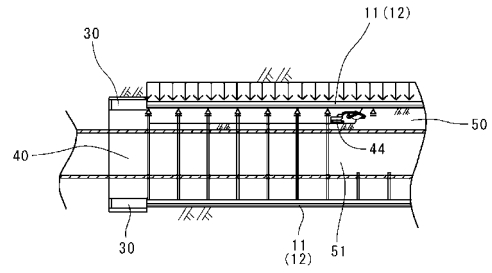
【 図 9 】



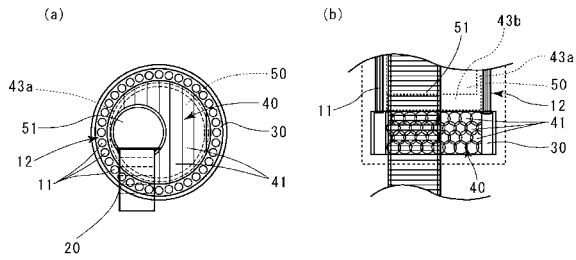
【 図 1 1 】



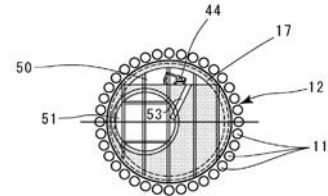
【 図 1 3 】



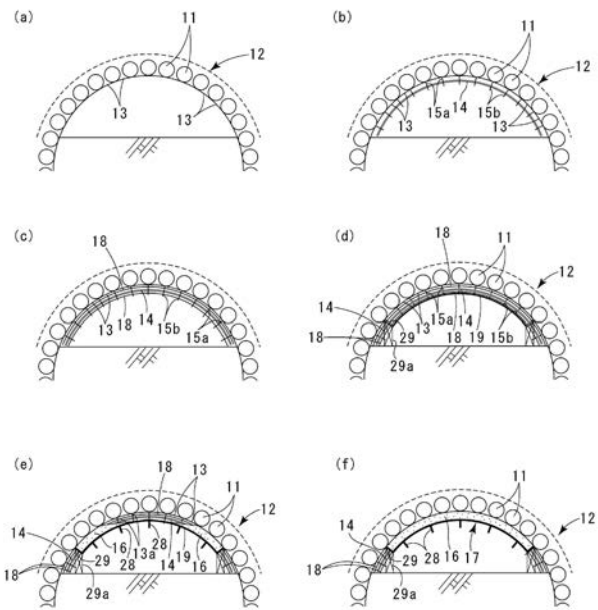
【 図 1 2 】



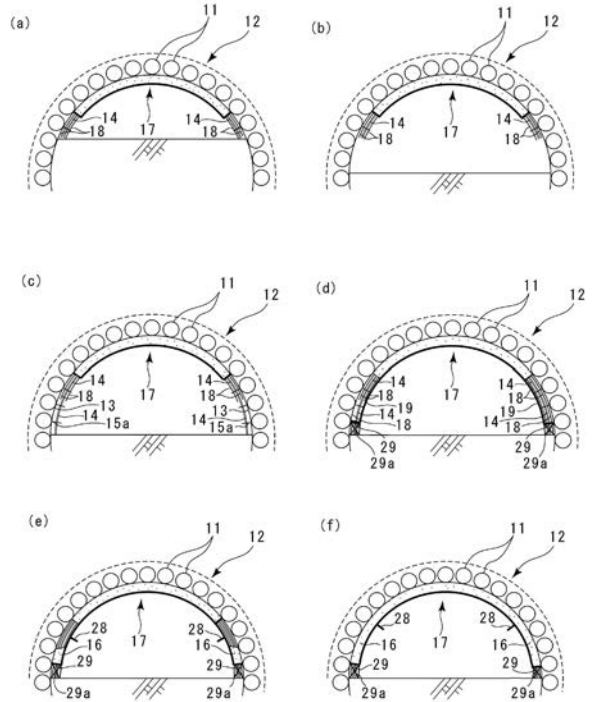
【 図 1 4 】



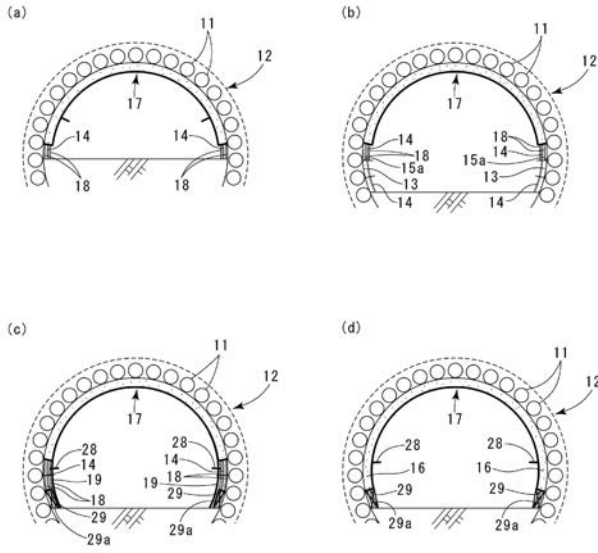
【 図 1 5 】



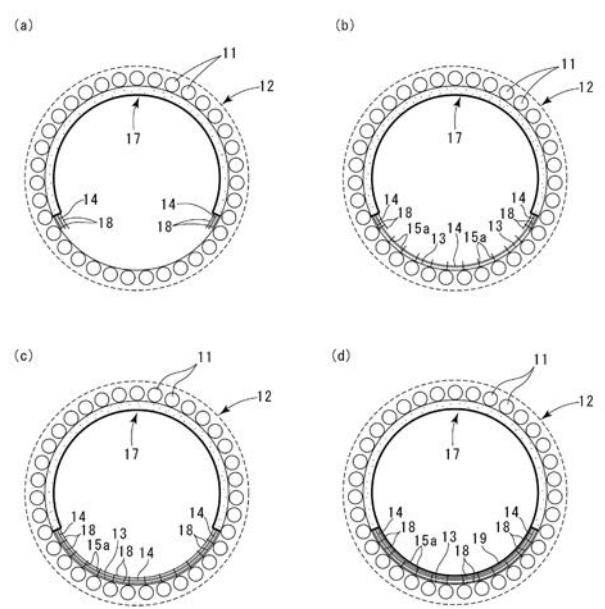
【 図 1 6 】



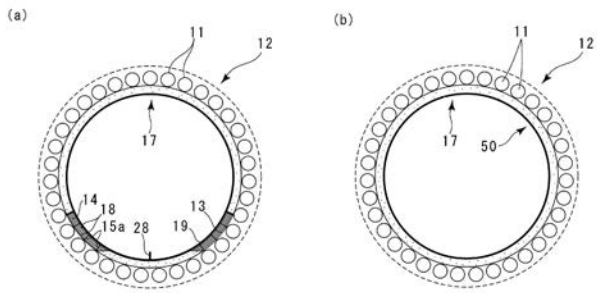
【 図 17 】



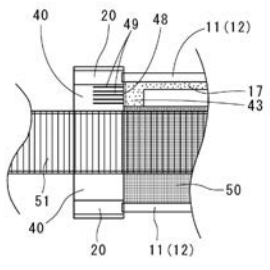
【 図 18 】



【 図 19 】



【 図 20 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100155206
弁理士 成瀬 源一
- (72)発明者 木下 茂樹
大阪府大阪市阿倍野区松崎町二丁目2番2号 株式会社奥村組内
- (72)発明者 栗本 雅裕
大阪府大阪市阿倍野区松崎町二丁目2番2号 株式会社奥村組内
- (72)発明者 齋藤 隆弘
大阪府大阪市阿倍野区松崎町二丁目2番2号 株式会社奥村組内
- (72)発明者 川嶋 英介
大阪府大阪市阿倍野区松崎町二丁目2番2号 株式会社奥村組内
- (72)発明者 今泉 和俊
大阪府大阪市阿倍野区松崎町二丁目2番2号 株式会社奥村組内
- Fターム(参考) 2D054 AC15
2D055 DA02 GA00 HA00 HA04 LA02