

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4250050号  
(P4250050)

(45) 発行日 平成21年4月8日(2009.4.8)

(24) 登録日 平成21年1月23日(2009.1.23)

(51) Int. Cl.		F 1			
<b>E 2 1 D</b>	<b>11/10</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>E 2 1 D</b>	<b>11/10</b>	<b>Z</b>
<b>E 2 1 D</b>	<b>11/08</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>E 2 1 D</b>	<b>11/08</b>	
<b>E 2 1 D</b>	<b>11/38</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>E 2 1 D</b>	<b>11/38</b>	<b>A</b>

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2003-346144 (P2003-346144)	(73) 特許権者	000201478
(22) 出願日	平成15年10月3日(2003.10.3)		前田建設工業株式会社
(65) 公開番号	特開2005-113422 (P2005-113422A)		東京都千代田区富士見2丁目10番26号
(43) 公開日	平成17年4月28日(2005.4.28)	(74) 代理人	100090033
審査請求日	平成18年8月1日(2006.8.1)		弁理士 荒船 博司
		(72) 発明者	中村 敏夫
			東京都千代田区富士見二丁目10番26号
			前田建設工業株式会社内
		審査官	田畑 覚士

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トンネルの施工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

掘削したトンネルに吹き付けコンクリート坑壁を設けた後に、防水シートを外周面に載置した内装材を、防水シートと吹き付けコンクリート坑壁との間隔を空けてトンネル坑内に搬入し、次いで吹き付けコンクリート坑壁と防水シートとの間に充填材を充填することを特徴とするトンネルの施工方法。

【請求項 2】

前記内装材はトンネル断面形状の部材または組み立ててトンネル断面形状となる部材をトンネルの長さ方向に接合して形成されることを特徴とする請求項 1 に記載のトンネルの施工方法。

【請求項 3】

前記内装材または前記被覆層は照明設備や換気設備等の内装設備を保持する十分な強度を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のトンネルの施工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トンネルの施工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

トンネルの施工方法の一つに、N A T M工法がある。N A T M (New Austrian Tunneli

ng Method) 工法は地山が持つ固有の強度を積極的に活用し、地山によってトンネルを安定させるトンネルの施工方法である。N A T M工法ではまず、トンネルの掘削後、掘削した岩盤の緩みが大きくなる前に、吹き付けコンクリートで歯止めし、次いでロックボルトを周囲に打設し、トンネル周囲の地山を補強してアーチ状の構造物にする。その後防水工を設けた後に、覆工を設けてトンネルが完成する。N A T M工法はトンネル周囲の地山でアーチ状の構造物(地山アーチ)を形成するため、覆工コンクリートに掛かる力が在来工法より少なく、覆工厚を低減させることができるという利点がある。N A T M工法は山岳トンネル工法の標準工法として定着しているが、都市部での使用も増えている。

【0003】

防水工を設ける方法としては、防水シートを人力で展張して手で押えながらピン等を打ち込んで吹き付けコンクリートの仕上がり面に取り付ける方法がある。また、専用の展張装置を用いて防水シートを吹き付けコンクリートの仕上げ面に密着させる方法がある(例えば、特許文献1参照)。

10

【0004】

一方近年では、防水工を省略し、鋼繊維補強吹き付けコンクリートや、高耐力、耐腐食性ロックボルトなどの高品質、高耐久性の材料を用いることによって、さらに覆工厚を低減した、いわゆる薄肉構造と称されるトンネルの施工法も提案されている。

【0005】

しかし薄肉構造のトンネルでは、吹き付けコンクリートやロックボルト、鋼製支保工などに高品質、高耐久性の材料を用いるため、コストが増大する。また、防水工を設けないため、トンネル周辺の地下水位が高い場合には適用が困難である。

20

【0006】

また吹き付けコンクリートの仕上がり面に防水工を展張する場合、吹き付けコンクリートの仕上がり面が凹凸であるため、防水シートの張り上がりにはこの凹凸との変形追従性を考慮した適切な余裕が必要となる。防水シートの張り上がりには余裕不足や余裕過多があると、引っ張りやたわみが発生し、覆工コンクリートの充填を妨げる恐れがある。

【0007】

防水工を平滑に設ける方法としては、以下のものがある。すなわち、まず掘削したトンネルの内壁面に吹き付けコンクリートを吹き付ける。次いで、移動式型枠に防水シートを展張したものをトンネル内に搬入し、吹き付けコンクリートと防水シートとの間に充填材を充填する。その後、移動式型枠を縮径して防水シートと間隔を空けて配置し、防水シートと移動式型枠との間にコンクリートを充填し、覆工を行うものである(特許文献2参照)。

30

【0008】

上記方法によれば、防水工を滑らかなトンネル形状に仕上げることができる。このため型枠と防水シートとの間へコンクリートを充填しやすく空洞が発生しにくくなる、覆工を均一な厚さに形成することができる、吹き付けコンクリートと覆工コンクリートとの縁切り(アイソレーション)が向上する、防水シートが破損しにくくなる、などの利点がある。

【0009】

また、吹き付けコンクリートと充填材とからなる支保工を平滑なアーチ型に形成することができるのでトンネルの安定性が向上する。したがって覆工を薄くすることができ、掘削断面を小さくして掘削コストを削減することができるという利点もある。

40

【特許文献1】特開2002-266596号公報

【特許文献2】特開2002-21492号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかし上述の方法では、防水工と移動式型枠との間にコンクリートを打設して覆工を設けるため、覆工コンクリートの養生期間が必要となり、工期が伸びて建設コストがかかる

50

。また、覆工厚を低減させるために防水工と移動式型枠との間隔を狭くすると、防水工と移動式型枠との間にコンクリートが行き渡りにくくなる。

【0011】

本発明の課題は、工期を短縮し建設コストを低減させることのできるトンネルの施工方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

以上の課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、トンネルの施工方法であって、掘削したトンネルに吹き付けコンクリート坑壁2を設けた後に、防水シート10を外周面に載置した内装材14を、防水シート10と吹き付けコンクリート坑壁2との間隔を空けてトンネル坑内に搬入し、次いで吹き付けコンクリート坑壁2と防水シート10との間に充填材3を充填することを特徴とする。

10

【0015】

請求項1に記載の発明によれば、掘削したトンネルに吹き付けコンクリート坑壁2を設けた後に、防水シート10を外周面に載置した内装材14を、防水シート10と吹き付けコンクリート坑壁2との間隔を空けてトンネル坑内に搬入し、次いで吹き付けコンクリート坑壁2と防水シート10との間に充填材3を充填することで、防水シート10を平滑に設けることができ、防水シート10に不均一な張力がかかったり、たるみが生じたりすることがなく、確実に止水することができる。また、充填材3が固化すればトンネル内装が完了するため、覆工コンクリートを打設、養生する期間が不要となり、また移動式型枠20を縮径して取り外す手間がなく、工期をさらに短縮して建設コストを低減させることができる。

20

【0016】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のトンネルの施工方法であって、前記内装材14はトンネル断面形状の部材または組み立ててトンネル断面形状となる部材をトンネルの長さ<sub>に</sub>接合して形成されることを特徴とする。

【0017】

請求項2に記載の発明によれば、トンネル断面形状の部材または組み立ててトンネル断面形状となる部材をトンネルの長さ<sub>に</sub>接合して内装材14を形成するため、内装材14となる部材をトンネル坑内に容易に搬入して建て込むことができる。

30

【0022】

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載のトンネルの施工方法であって、前記内装材14または前記被覆層15は照明設備や換気設備等の内装設備を保持する十分な強度を有することを特徴とする。

【0023】

請求項3に記載の発明によれば、内装材14または被覆層15が照明設備や換気設備等の内装設備を保持する十分な強度を有するため、トンネル内に新たな保持部材を設けることなく内装設備を取り付けることができる。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、覆工コンクリートを打設、養生する期間や型枠を取り外す手間が不要となり、工期を短縮して建設コストを低減させることができる。

40

【0025】

また、移動式型枠の代わりに内装材を用いるので、移動式型枠を縮径して取り外す手間がない。また坑道が移動式型枠により狭くなることがなく、充填材の養生期間も内装工、掘削、ズリ運搬その他の作業を円滑に進めることができるため、さらに工期を短縮して建設コストを低減させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下に、本発明の第1の実施の形態について詳細に説明する。図1は本発明のトンネル

50

の施工方法によって形成されるトンネルの形態例を示す断面図である。トンネルは図 1 に示すように、掘削された地山 1 と、吹き付けコンクリート坑壁 2 と、充填材 3 と、防水シート 10 と、内装材 14 とを主構成要素とする。

【 0 0 2 7 】

吹き付けコンクリート坑壁 2 は、地山 1 を掘削したトンネルの坑壁に吹き付けコンクリートを吹き付けて形成され、地山 1 の緩みを防ぐ。吹き付けコンクリート坑壁 2 には、図示しないロックボルトが内側から地山 1 に打ち込まれる。吹き付けコンクリート坑壁 2 は充填材 3 とともに支保工を構成する。

【 0 0 2 8 】

充填材 3 は吹き付けコンクリート坑壁 2 と防水シート 10 との間に充填され、吹き付けコンクリート坑壁 2 内周面の凹凸を埋めて平滑な支保工を形成するとともに、防水シート 10 を支保工の内周面に張り付けて保持する。充填材 3 としては、例えばモルタル等のセメント系間隙充填材を用いることができる。

10

【 0 0 2 9 】

防水シート 10 は、接着性シート 11 と、緩衝材 12 とが張り合わされて形成されている。防水シート 10 は、その接着性シート 11 側の面を吹き付けコンクリート坑壁 2 側に向け、吹き付けコンクリート坑壁 2 の内周面から間隔を空けて配置される。接着性シート 11 は、充填される充填材 3 により支保工に接着される。

緩衝材 12 は、内装材 14 と接着性シート 11 との間の縁切り（アイソレーション）の機能を果たす。緩衝材 12 としては、不織布等を用いることができる。

20

【 0 0 3 0 】

内装材 14 は、防水シート 10 の内周面を被覆して保護するとともに、完成したトンネル坑の照明設備、換気設備等の内装設備を保持する。内装設備を保持するのに十分な強度を有する内装材 14 としては、例えばプレキャストコンクリート材や硬化プラスチック材等を用いることができる。プレキャストコンクリート材としては、例えば埋設型枠等を用いることができる。

【 0 0 3 1 】

内装材 14 としては、トンネル断面形状と同様の環状または馬蹄形状の部材を用いることができる。また、複数の略円弧状の部材を組み立ててトンネル断面形状と同様の環状または馬蹄形状の部材に形成してもよい。これらの部材をトンネルの長さに接合することでトンネル形状と同じ半筒状あるいは筒状の内装材 14 を形成することができる。

30

【 0 0 3 2 】

次に、トンネルの施工方法について説明する。まず図 2 ( a ) に示すように、切羽部分でトンネルを進行方向に向かって約 1 m 程度掘削する。掘削が終了したら、図 2 ( b ) に示すように、ただちに吹き付けコンクリートを地山 1 に吹き付けて吹き付けコンクリート坑壁 2 を設け、掘削した地山 1 の緩みが大きくなるように地山 1 の変形を拘束し、地山 1 に支保力を与える。

【 0 0 3 3 】

次いで、吹き付けコンクリート坑壁 2 の表面から地山 1 に長さ数 m の鋼材からなるロックボルトを所定の本数だけ、所定の間隔で地山 1 に打ち込み、トンネル周囲の地山 1 を補強して地山 1 アーチを形成する。ロックボルトの本数や間隔は、地山 1 の状態によって適宜変更する。

40

【 0 0 3 4 】

ある程度掘削が進行したら、先行する掘削、コンクリート吹き付け、ロックボルト工等の作業の妨げとならないように、切羽から距離の離れた区間で防水工を行う。

【 0 0 3 5 】

防水工は例えば以下の手順で行うことができる。まず移動式型枠 20 上に防水シート 10 を緩衝材 12 が移動式型枠 20 側となるように載置する。移動式型枠 20 としては覆工コンクリートの形成に用いる周知のものを使用することができる。次いで防水シート 10 を載置した移動式型枠 20 をトンネル坑内に搬入する。

50

## 【 0 0 3 6 】

次に、トンネル坑内で移動式型枠 20 を拡張し、防水シート 10 を吹き付けコンクリート坑壁 2 と距離を空けて配置する。次いで防水シート 10 の縁部で吹き付けコンクリート坑壁 2 との隙間をエアーバルク（風船）等の周知の閉塞材で閉塞して防水シート 10 と吹き付けコンクリート坑壁 2 との間に充填材 3 が充填される空間を形成し、図 2（c）に示すように、当該空間に充填材 3 を充填する。

## 【 0 0 3 7 】

充填材 3 が固化し、防水シート 10 が支保工と一体化したら、移動式型枠 20 を縮径して取り外す。その後、図 2（d）に示すように、内装材 14 を建て込んで防水シート 10 を被覆し、照明設備、換気設備等の内装設備を内装材 14 に取り付ける。

10

## 【 0 0 3 8 】

以上の工程を繰り返してトンネルが完成する。本実施の形態によれば、吹き付けコンクリート坑壁 2 と充填材 3 とが一体となったアーチ状の支保工となり、地山 1 アーチとともにアーチアクションを発揮するので、トンネルの安定性が向上する。そのため覆工を薄くすることが可能となり、掘削断面を小さくしてトンネルの建設コストを低減させることができる。

## 【 0 0 3 9 】

また、防水シート 10 を平滑に設けることができるので、防水シート 10 に不均一な張力がかかったり、たるみが生じたりすることがなく、確実に止水することができる。また、プレキャストコンクリート材、硬化プラスチック材等の内装材 14 で防水シート 10 を被覆することでトンネルが完成するので、覆工コンクリートを打設、養生する期間が不要となり、工期を短縮して建設コストをさらに低減させることができる。また万が一、地山 1 が崩壊する場合にも、内装材 14 によって利用者を防護することができる。

20

## 【 0 0 4 0 】

なお、防水工で用いる移動式型枠 20 の代わりに、組み立てた内装材 14 を使用してもよい。この場合は、まず組み立てた内装材 14 の上に防水シート 10 を緩衝材 12 が下面となるように載置する。次いで防水シート 10 を載置した内装材 14 を、地山 1 を掘削した後吹き付けコンクリート坑壁 2 を設けたトンネル坑内に搬入し、吹き付けコンクリート坑壁 2 と距離を空けて防水シート 10 を配置する。以下、同様にして防水シート 10 と吹き付けコンクリート坑壁 2 との間に充填材 3 を充填する。

30

## 【 0 0 4 1 】

この方法によれば、防水シート 10 と吹き付けコンクリート坑壁 2 との間に充填材 3 を充填した後に移動式型枠 20 を取り外す必要がない。また坑道が移動式型枠 20 により狭くなることなく、充填材 3 の養生期間も内装工、掘削、ズリ運搬その他の作業を円滑に進めることができる。

## 【 0 0 4 2 】

次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。本実施の形態が第 1 の実施の形態と異なる点は、図 3 に示すように、防水シート 10 の緩衝材 12 の代わりに、補強シート 13 が設けられている点、また内装材 14 の代わりに被覆層 15 が設けられる点である。

## 【 0 0 4 3 】

補強シート 13 としては、例えば炭素繊維シート等を用いることができる。被覆層 15 は、内装材 14 と同様に防水シート 10 の内周面を被覆して保護する。被覆層 15 は、補強シート 13 に吹き付けコンクリートを吹き付けて設けることができる。吹き付けコンクリートとしては、吹き付けコンクリート坑壁 2 と同様のものを用いることができる。

40

## 【 0 0 4 4 】

本実施の形態のトンネルの施工方法では、第 1 の実施の形態と同様に、トンネルを掘削し（図 4（a））、次いで吹き付けコンクリート坑壁 2 を設け（図 4（b））、コンクリート坑壁 2 と間隔をあけて防水シート 10 を配置しその間隔に充填材 3 を充填（図 4（c））する。充填材 3 が固化した後に、補強シート 13 に吹き付けコンクリートを吹き付けて被覆層 15 を形成する（図 4（d））。吹き付けコンクリートが固化したら、被覆層 1

50

5 に照明設備、換気設備等の内装設備を取り付ける。

【 0 0 4 5 】

以上の工程を繰り返してトンネルが完成する。本実施の形態によれば、支保工と一体となる防水シート 1 0 に補強シート 1 3 が設けられており、補強シート 1 3 に吹き付けコンクリート吹き付けることでさらに支保構造の耐久性を向上させることができる。また、覆工コンクリートを打設した場合には覆工用型枠を取り外す手間がかかるが、吹き付けコンクリート坑壁 2 の場合には覆工用型枠を取り外す手間がない。

【 0 0 4 6 】

なお、以上の実施の形態においては、防水シート 1 0 を内装材 1 4 または吹き付けコンクリート坑壁 2 で被覆したが、両者を組み合わせてもよいし、トンネルの場所によって使い分けてもよい。また、吹き付けコンクリート坑壁 2 や充填材 3 の素材、防水シート 1 0 、内装材 1 4 、被覆層 1 5 の種類や厚さ等も適宜変更可能であることはもちろんである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 7 】

【 図 1 】 本発明のトンネルの施工方法により形成されるトンネルの断面図の一部である。

【 図 2 】 ( a ) ~ ( d ) は本発明のトンネルの施工方法を説明する断面図である。

【 図 3 】 本発明のトンネルの施工方法により形成されるトンネルの断面図の一部である。

【 図 4 】 ( a ) ~ ( d ) は本発明のトンネルの施工方法を説明する断面図である。

【 符号の説明 】

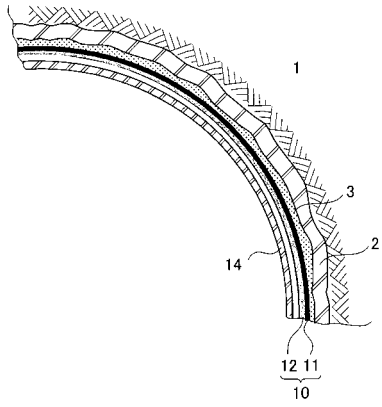
【 0 0 4 8 】

- 2 吹き付けコンクリート坑壁
- 3 充填材
- 1 0 防水シート
- 1 3 補強シート
- 1 4 内装材
- 1 5 被覆層
- 2 0 移動式型枠

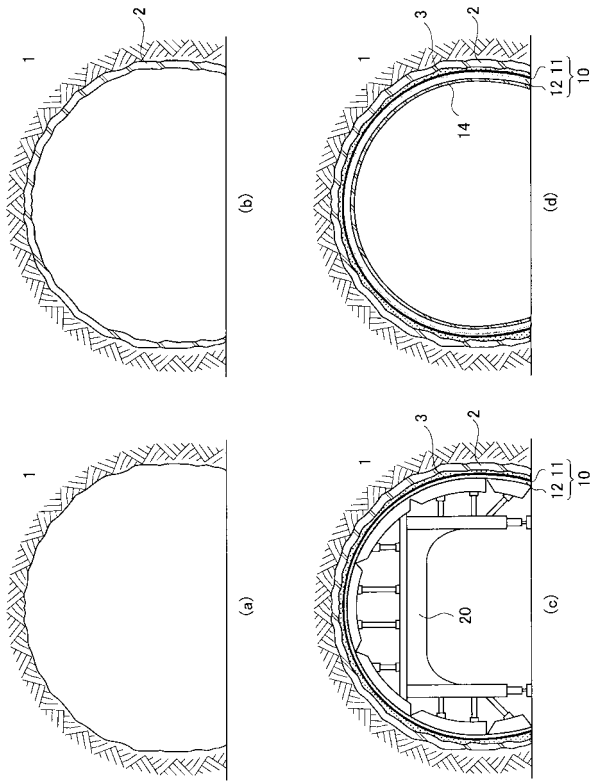
10

20

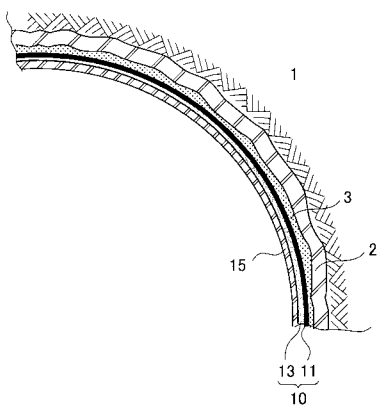
【図 1】



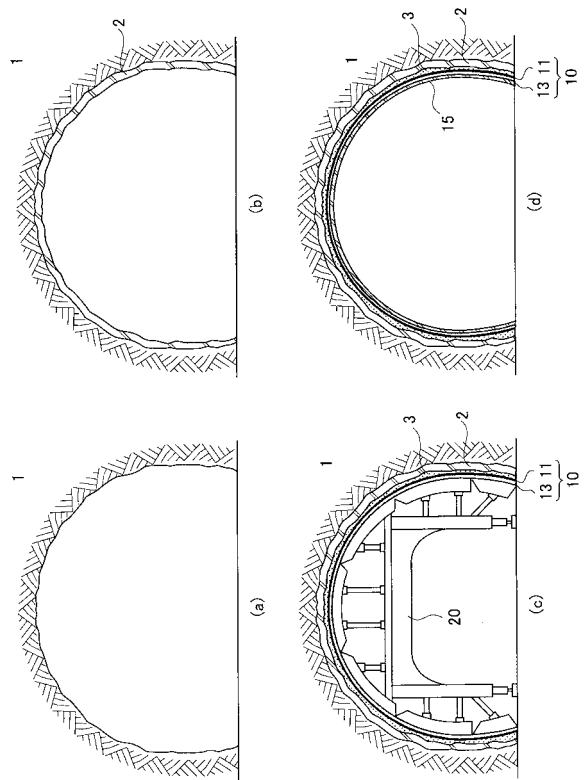
【図 2】



【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-021492(JP,A)  
実開平03-062197(JP,U)  
実開平06-063326(JP,U)  
特開2004-183338(JP,A)  
特開2000-145392(JP,A)  
特開平04-166598(JP,A)  
特開平10-231575(JP,A)  
特開2002-070488(JP,A)  
特開平09-279996(JP,A)  
特開平05-295992(JP,A)  
特開平11-270288(JP,A)  
土木学会トンネル工学委員会編,トンネル標準示方書(山岳工法編)・同解説,日本,社団法人  
土木学会,2002年 9月20日,平成8年版・第5刷,P91

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

E21D 11/10  
E21D 11/08  
E21D 11/38