

(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2015-67946
(P2015-67946A)

(43) 公開日 平成27年4月13日(2015.4.13)

(51) Int.Cl.

E21D 11/04 (2006.01)
E21D 11/14 (2006.01)
E21D 11/40 (2006.01)

F 1

E 21 D 11/04
E 21 D 11/14
E 21 D 11/40

Z
B

テーマコード(参考)

2 D 0 5 5

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日

特願2013-200148 (P2013-200148)
平成25年9月26日 (2013. 9. 26)

(71) 出願人 000002299
清水建設株式会社
東京都中央区京橋二丁目16番1号
(71) 出願人 513242748
大設工業株式会社
神奈川県横浜市南区永田北3-4-10
(71) 出願人 598101480
株式会社関東油機サービス
埼玉県熊谷市東別府2047番地
(74) 代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
(74) 代理人 100108578
弁理士 高橋 詔男
(74) 代理人 100146835
弁理士 佐伯 義文

最終頁に続く

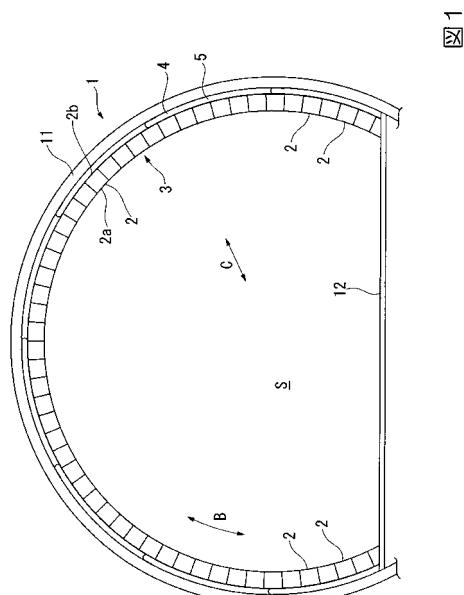
(54) 【発明の名称】トンネルの補強方法、鋼製セグメントピース扛上装置および鋼製セグメントピース

(57) 【要約】

【課題】短期間ににおいて施工することができるとともに、安定した品質を確保することができるトンネルの補強方法、このトンネルの補強方法に使用する鋼製セグメントピース扛上装置および鋼製セグメントピースを提供する。

【解決手段】既設のトンネル1の壁部11の内側に、予め製作された複数の鋼製セグメントピース2、2...を組み立ててトンネルの軸方向から見て略円弧状の鋼製セグメント補強体3を構築する鋼製セグメント補強体構築工程と、トンネル1の壁部11と鋼製セグメント補強体3との間にグラウト材5を充填するグラウト材充填工程と、を備える。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

既設のトンネルの壁部の内側に、予め製作された複数の鋼製セグメントピースを組み立てて前記トンネルの軸方向から見て略円弧状の鋼製セグメント補強体を構築する鋼製セグメント補強体構築工程と、

前記トンネルの壁部と前記鋼製セグメント補強体との間にグラウト材を充填するグラウト材充填工程と、を備え、

前記鋼製セグメント補強体構築工程では、前記トンネルの壁部における対向する両下端部の内側に、複数の前記鋼製セグメントピースを前記トンネルの軸方向の所定の範囲に配列して連結する鋼製セグメントピース連結工程と、

該鋼製セグメントピース連結工程において連結された複数の前記鋼製セグメントピースを、下方に他の鋼製セグメントピースが配列可能な高さまで前記トンネルの壁部の対向する両下端部から前記トンネルの周方向の上側にそれぞれ扛上させる鋼製セグメントピース扛上工程と、を繰り返し、

前記鋼製セグメントピース連結工程において前記トンネルの周方向に隣り合う鋼製セグメントピースがあるときは、前記トンネルの周方向に隣り合う鋼製セグメントピースどうしを連結し、

前記トンネルの壁部の対向する両下端部から最初に扛上させた複数の前記鋼製セグメントピースがそれぞれ前記トンネルの壁部の頂部近傍に達したら、前記トンネルの壁部の頂部近傍に達した前記鋼製セグメントピースどうしを連結する頂部鋼製セグメントピース連結工程を行うことを特徴とするトンネルの補強方法。

【請求項 2】

前記グラウト材充填工程では、前記トンネルの壁部と前記鋼製セグメント補強体との間に前記グラウト材が浸透可能な袋体を挿入し、該袋体の内部に前記グラウト材を充填することを特徴とする請求項 1 に記載のトンネルの補強方法。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のトンネルの補強方法の鋼製セグメントピース扛上工程において前記鋼製セグメントピースを扛上させる鋼製セグメントピース扛上装置であって、

前記鋼製セグメント補強体の幅寸法と略同じ寸法をあけて配された一対の枠部と、該一対の枠部間に配列された前記鋼製セグメントピースを扛上させる扛上部と、を備え、

該扛上部は、配列された前記鋼製セグメントピースを支持する支持部と、前記一対の枠部に前記トンネルの軸方向に直交する面内において回動可能にそれぞれ支持された一対のラムチェアと、該一対のラムチェアにそれぞれ連結された一対のジャッキと、該一対のジャッキとそれら連結されるとともに前記支持部をそれぞれ係止可能な一対の吊り金具と、を備えていることを特徴とする鋼製セグメントピース扛上装置。

【請求項 4】

前記ジャッキは、前記ラムチェアに同軸に連結されたセンターホールジャッキであることを特徴とする請求項 3 に記載の鋼製セグメントピース扛上装置。

【請求項 5】

トンネルの周方向に複数配列される鋼製セグメントピースであって、

前記トンネルの周方向の両端部に前記トンネルの軸方向に沿って階段状に形成された段差部を備え、

該段差部は、前記トンネルの周方向に直交する面に沿った第 1 接合面と、前記トンネルの軸方向に直交する面に沿った第 2 接合面と、を有し、

前記トンネルの周方向に配列されたときに、隣り合う前記段差部の前記第 1 接合面どうし、および隣り合う前記段差部の前記第 2 接合面どうしが接合されるように構成され、接合される前記第 1 接合面のうち、一方の第 1 接合面には前記トンネルの周方向に突出してなる凸部が形成され、他方の第 1 接合面には前記凸部が嵌合される凹部が形成されていることを特徴とする鋼製セグメントピース。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】**【0001】**

本発明は、過大な土圧の作用などにより変状が発生したトンネルを補強するためのトンネルの補強方法、このトンネルの補強方法に使用する鋼製セグメントピース扛上装置および鋼製セグメントピースに関する。

【背景技術】**【0002】**

過大な土圧の作用などにより変状が発生したトンネルに対し、耐荷力を強化することを目的として補強対策が実施されている。

トンネルの補強方法としては、二次巻き工法が一般的であり、その中でも場所打ちコンクリート工法や吹付コンクリート工法が主流となっている。

また、近年では、トンネルの壁部の曲率半径に対応するように形成された弧状のブロックやパネルなどをトンネル壁部に沿って配置するトンネルの補強方法も行われている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開2012-193577号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ここで、鉄道、道路などの供用中のトンネルにおいて補強を行う場合、線路を閉鎖したり、夜間に通行止めにしたりする短時間で作業を行う必要があるため、場所打ちコンクリート工法や吹付コンクリート工法によるトンネルの補強工事では、トンネルの閉鎖時にコンクリートの打設を行い、コンクリートの養生期間中にトンネルの閉鎖が解除され、車両が通行することがある。

【0005】

しかしながら、コンクリートの養生期間中に車両が通行すると、コンクリートや水滴が車両に飛散する可能性があるとともに、散水養生が困難であるという問題がある。また、コンクリートの養生期間中に車両が通行すると、通行する車両の振動が養生中のコンクリートに悪影響となる可能性があり、安定した品質を確保できない虞がある。

また、作業は長期間深夜に行われることが多いため、長期間深夜におけるコンクリートの品質管理体制の確保や、また、大深度のトンネルでは、線路を閉鎖したり通行止めをしたりしている時間内でのコンクリート打設時の配管や残ったコンクリートの処理などが課題となっている。

また、特許文献1に開示されているような弧状のブロックやパネルなどをトンネル内部に配置する工法においても、工期短縮や安定した品質が望まれている。

【0006】

本発明は、上述する問題点に鑑みてなされたもので、短期間ににおいて施工することができるとともに、安定した品質を確保することができるトンネルの補強方法、このトンネルの補強方法に使用する鋼製セグメントピース扛上装置および鋼製セグメントピース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】**

上記目的を達成するため、本発明に係るトンネルの補強方法は、既設のトンネルの壁部の内側に、予め製作された複数の鋼製セグメントピースを組み立てて前記トンネルの軸方向から見て略円弧状の鋼製セグメント補強体を構築する鋼製セグメント補強体構築工程と、前記トンネルの壁部と前記鋼製セグメント補強体との間にグラウト材を充填するグラウト材充填工程と、を備え、前記鋼製セグメント補強体構築工程では、前記トンネルの壁部における対向する両下端部の内側に、複数の前記鋼製セグメントピースを前記トンネルの

10

20

30

40

50

軸方向の所定の範囲に配列して連結する鋼製セグメントピース連結工程と、該鋼製セグメントピース連結工程において連結された複数の前記鋼製セグメントピースを、下方に他の鋼製セグメントピースが配列可能な高さまで前記トンネルの壁部の対向する両下端部から前記トンネルの周方向の上側にそれぞれ扛上させる鋼製セグメントピース扛上工程と、を繰り返し、前記鋼製セグメントピース連結工程において前記トンネルの周方向に隣り合う鋼製セグメントピースがあるときは、前記トンネルの周方向に隣り合う鋼製セグメントピースどうしを連結し、前記トンネルの壁部の対向する両下端部から最初に扛上させた複数の前記鋼製セグメントピースがそれぞれ前記トンネルの壁部の頂部近傍に達したら、前記トンネルの壁部の頂部近傍に達した前記鋼製セグメントピースどうしを連結する頂部鋼製セグメントピース連結工程を行うことを特徴とする。

10

【0008】

本発明では、予め製作された複数の鋼製セグメントピースを組み立てて鋼製セグメント補強体を構築するため、現地において部材を加工したり、コンクリートを打設したりするトンネルの補強方法と比べて、短期間ににおいて施工することができるとともに、安定した品質を確保することができる。

また、鋼製セグメント補強体構築工程の鋼製セグメントピース連結工程と鋼製セグメントピース扛上工程との間や、鋼製セグメント補強体構築工程とグラウト材充填工程との間などにおいて、施工を中断することが可能なため、施工中であっても施工を中断してトンネルの供用を可能とすることができます。

20

【0009】

また、コンクリートを打設する工程がないことにより、コンクリート打設用の配管の設置作業や撤去作業がないため、コンクリートを打設して補強を行うトンネルの補強方法と比べて、工期を短縮することができるとともに労力を軽減させることができます。

また、鋼製セグメントピースを扛上させながら組み立てることにより、広い施工スペースを必要としないため、広い施工スペースが確保できない場合でもトンネルの補強を行うことができる。

【0010】

また、本発明に係るトンネルの補強方法は、前記グラウト材充填工程では、前記トンネルの壁部と前記鋼製セグメント補強体との間に前記グラウト材が浸透可能な袋体を挿入し、該袋体の内部に前記グラウト材を充填することが好ましい。

30

このようにすることにより、グラウト材が周囲に飛散する可能性が低いため、グラウト材が硬化する期間にトンネルの閉鎖を解除して車両を通行させることができる。

【0011】

また、本発明に係る鋼製セグメントピース扛上装置は、上記のトンネルの補強方法の鋼製セグメントピース扛上工程において前記鋼製セグメントピースを扛上させる鋼製セグメントピース扛上装置であって、前記鋼製セグメント補強体の幅寸法と略同じ寸法をあけて配された一対の枠部と、該一対の枠部間に配列された前記鋼製セグメントピースを扛上させる扛上部と、を備え、該扛上部は、配列された前記鋼製セグメントピースを支持する支持部と、前記一対の枠部に前記トンネルの軸方向に直交する面内において回動可能にそれぞれ支持された一対のラムチェアと、該一対のラムチェアにそれぞれ同軸に連結された一対のセンターホールジャッキと、該一対のセンターホールジャッキとそれぞれ同軸に連結されるともに前記支持部をそれぞれ係止可能な一対の吊り金具と、を備えている。

40

【0012】

本発明では、一対のラムチェアがそれぞれトンネルの軸方向に直交する面内において回動可能となるように一対の枠部に支持されていることにより、ジャッキが回動しながら鋼製セグメントピースを扛上させることができる。これにより、鋼製セグメントピースを、トンネルの軸方向から見て略円弧状となる鋼製セグメント補強体の形状に合わせて容易に扛上させることができる。

【0013】

また、本発明に係る鋼製セグメントピース扛上装置では、前記ジャッキは、前記ラムチ

50

エアに同軸に連結されたセンターホールジャッキであることが好ましい。

このようにすることにより、鋼製セグメントピースを効率よく扛上させることができること。

【0014】

また、本発明に係る鋼製セグメントピースは、トンネルの周方向に複数配列される鋼製セグメントピースであって、前記トンネルの周方向の両端部に前記トンネルの軸方向に沿って階段状に形成された段差部を備え、該段差部は、前記トンネルの周方向に直交する面に沿った第1接合面と、前記トンネルの軸方向に直交する面に沿った第2接合面と、を有し、前記トンネルの周方向に配列されたときに、隣り合う前記段差部の前記第1接合面どうし、および隣り合う前記段差部の前記第2接合面どうしが接合されるように構成され、接合される前記第1接合面のうち、一方の第2接合面には前記トンネルの周方向に突出してなる凸部が形成され、他方の第1接合面には前記凸部が嵌合される凹部が形成されていることを特徴とする。

【0015】

本発明では、鋼製セグメントピースには、段差部が形成されていて、トンネルの周方向に隣り合う段差部の第1接合面どうし、第2接合面どうしを接合させるとともに、第1接合面に形成された凸部と凹部とを嵌合させることで、トンネルの周方向に隣り合う鋼製セグメントピースを容易にかつ確実に接合させることができる。

【発明の効果】

【0016】

本発明に係るトンネルの補強方法によれば、予め製作された複数の鋼製セグメントピースを組み立てて鋼製セグメント補強体を構築するため、現地において部材を加工したり、コンクリートを打設したりするトンネルの補強方法と比べて、短期間ににおいて施工することができるとともに、安定した品質を確保することができる。

また、鋼製セグメント補強体構築工程の鋼製セグメントピース連結工程と鋼製セグメントピース扛上工程との間や、鋼製セグメント補強体構築工程とグラウト材充填工程との間などにおいて、施工を中断することが可能なため、施工中であっても施工を中断してトンネルの供用を可能とすることができる。

【0017】

また、コンクリートを打設する工程がないことにより、コンクリート打設用の配管の設置作業や撤去作業がないため、コンクリートを打設して補強を行うトンネルの補強方法と比べて、工期を短縮することができるとともに労力を軽減させることができる。

また、鋼製セグメントピースを扛上させながら組み立てることにより、広い施工スペースを必要としないため、広い施工スペースが確保できない場合でもトンネルの補強を行うことができる。

【0018】

また、本発明に係る鋼製セグメントピース扛上装置によれば、一対のラムチェアがそれぞれトンネルの軸方向に直交する面内において回動可能となるように一対の枠部に支持されていることにより、センターホールジャッキが回動しながら鋼製セグメントピースを扛上させることができる。これにより、鋼製セグメントピースを、トンネルの軸方向から見て略円弧状となる鋼製セグメント補強体の形状に合わせて容易に扛上させることができる。

【0019】

また、本発明に係る鋼製セグメントピースによれば、鋼製セグメントピースには、段差部が形成されていて、トンネルの周方向に隣り合う段差部の第1接合面どうし、第2接合面どうしを接合させるとともに、第1接合面に形成された凸部と凹部とを嵌合させることで、トンネルの周方向に隣り合う鋼製セグメントピースを容易にかつ確実に接合させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の実施形態によるトンネルの補強方法によって補強されたトンネルの一例を示す図である。

【図2】鋼製セグメントピースの一例を示す図である。

【図3】鋼製セグメントピースの配列を説明する図である。

【図4】扛上装置を説明する図である。

【図5】ガイドレールを説明する図である。

【図6】図5のD-D線断面図である。

【図7】鋼製セグメントピース扛上工程を説明する図でトンネル内側から見た図である。

【図8】鋼製セグメントピース扛上工程を説明する図でトンネル軸方向から見た図である。

【図9】図7および図8に続く鋼製セグメントピース扛上工程を説明する図でトンネル内側から見た図である。

【図10】図7および図8に続く鋼製セグメントピース扛上工程を説明する図でトンネル軸方向から見た図である。

【図11】図9および図10に続く鋼製セグメントピース扛上工程を説明する図でトンネル内側から見た図である。

【図12】図11に続く鋼製セグメントピース扛上工程を説明する図である。

【図13】グラウト充填工程を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の実施形態によるトンネルの補強方法について、図1乃至図13に基づいて説明する。

本実施形態によるトンネルの補強方法では、図1に示すような過大な土圧の作用などにより変状が発生した既設のトンネル1の壁部11の内側に工場などで予め製作された複数の鋼製セグメントピース2, 2...を組み立てて鋼製セグメント補強体3を構築し、構築された鋼製セグメント補強体3と壁部11との隙間4にグラウト材5を充填している。

【0022】

ここで、トンネル1の壁部11とは、トンネル1を構成する例えば既設の鋼製セグメントなどが配列されて形成された筒状体のうち、車両などが走行する路面12よりも上側で車両などが走行する空間Sに対向する部分を示している。そして、本実施形態では、壁部11は、トンネル1の軸方向A(図1の紙面に直交する方向)から見て上側に湾曲し下側が開口された略C字状または略円弧状に形成されている。

鋼製セグメント補強体3は、トンネル軸方向Aの所定範囲において構築されていて、トンネル軸方向Aから見て上側に湾曲し下側が開口された略円弧状に形成されている。

鋼製セグメント補強体3は、トンネル軸方向Aの所定範囲においてトンネル1の壁部11と対向するようにトンネル周方向B(図中の矢印Bの方向)全体に複数の鋼製セグメントピース2, 2...が配列され連結されて形成されている。

【0023】

図2に示すように、鋼製セグメントピース2は、1つの面が開口された箱状に形成されていて、開口された面2aと対向する底面2bがトンネル1の壁部11(図1参照)に対向するよう設置されている。

鋼製セグメントピース2は、トンネル1の内側(開口された面2a側)から見ると、略矩形状の基部21と、基部21のトンネル周方向Bの両側にそれぞれ突出する略台形状の一対の突出部22, 23と、を備えている。

【0024】

一対の突出部22, 23のうち一方の第1突出部22は、トンネル軸方向Aの一方側に形成され、トンネル軸方向Aの一方の面22aが基部21のトンネル軸方向Aの一方の面21aと略面一となるように基部21と一体に形成されている。これに対し、他方の第2突出部23は、トンネル軸方向Aの他方側に形成され、トンネル軸方向Aの他方の面23bが基部21のトンネル軸方向Aの他方の面21bと略面一となるように基部21と一体

10

20

30

40

50

に形成されている。

また、第1突出部22は、トンネル軸方向Aの一方の面22aと他方の面22bとが基部21から離れるにしたがって漸次トンネル軸方向Aに近づいており、テーパが形成されている。第2突出部23においても、トンネル軸方向Aの一方の面23aと他方の面23bとが基部21から離れるにしたがって漸次トンネル軸方向Aに近づいており、テーパが形成されている。

【0025】

これにより、鋼製セグメントピース2には、第1突出部22のトンネル軸方向Aの他方側の面(第2接合面)22bおよび基部21のトンネル周方向Bの一方の面21cにそれぞれ対向する第1空部24が形成され、第2突出部23のトンネル軸方向Aの一方側の面(第2接合面)23aおよび基部21のトンネル周方向Bの他方の面21dにそれぞれ対向する第2空部25が形成されている。このように、鋼製セグメントピース2は、トンネル周方向Bの両端部に階段状に形成された段差部を備えている。なお、段差部の段の形状や数は、任意に設定されてよい。

【0026】

そして、図3に示すように、鋼製セグメントピース2, 2...は、基部21, 21どうしがトンネル軸方向Aに隣り合うように配列される。このとき、トンネル軸方向Aに隣り合う鋼製セグメントピース2, 2の基部21, 21どうしは当接している。

また、トンネル軸方向Aに隣り合う鋼製セグメントピース2, 2どうしは、例えばボルトなどで接合可能に構成されている。本実施形態では、鋼製セグメントピース2, 2...には、トンネル軸方向Aに隣り合う鋼製セグメントピース2, 2どうしを連結するボルトが挿通されるボルト孔(不図示)が形成されている。

【0027】

また、鋼製セグメントピース2, 2...は、トンネル周方向Bの一方側に配された鋼製セグメントピース2の第2空部25に、トンネル周方向Bの他方側に配された鋼製セグメントピース2の第1突出部22が嵌合するとともに、トンネル周方向Bの他方側に配された鋼製セグメントピース2の第1空部24に、トンネル周方向Bの一方側に配された鋼製セグメントピース2の第2突出部23が嵌合するようにトンネル周方向Bに配列される。

【0028】

また、図2および図3に示すように、本実施形態では、鋼製セグメントピース2には、基部21および第2突出部23のトンネル周方向Bの他方の面(一方の第1接合面)21d, 23dからトンネル周方向Bの他方向に向かって突出する凸部27a, 27bが形成され、基部21および第1突出部22のトンネル周方向Bの一方の面(他方の第1接合面)21c, 22cには、上記凸部27a, 27bが嵌合可能な凹部28a, 28bが形成されている。このため、鋼製セグメントピース2, 2...がトンネル周方向Bに配列されると、基部21の凸部27aと第1突出部22の凹部28bとが嵌合し、第2突出部23の凸部27bと基部21の凹部28aとが嵌合するように構成されている。

そして、トンネル軸方向Aおよびトンネル周方向Bに隣り合う鋼製セグメントピース2, 2は、ボルトなどの連結具(不図示)で連結されている。

【0029】

また、図2に示すように、鋼製セグメントピース2には、基部21をトンネル軸方向Aに貫通する孔部26が形成されていて、鋼製セグメントピース2, 2...がトンネル軸方向Aに配列されると各鋼製セグメントピース2, 2...の孔部26, 26...がトンネル軸方向Aに重なるように構成されている。そして、トンネル軸方向Aに重なったこれらの孔部26, 26...には、鋼製セグメントピース組立工程において、後述する扛上装置6の支持部63が挿通可能に構成されている。

【0030】

(扛上装置およびガイドレール)

続いて、鋼製セグメントピース2, 2...を組み立てて鋼製セグメント補強体3を構築するための扛上装置(鋼製セグメントピース扛上装置)6およびガイドレール7について説

明する。

図4に示すように、扛上装置6は、トンネル軸方向Aに配列され連結された鋼製セグメントピース2, 2...を所定の高さずつ扛上させる装置で、鋼製セグメント補強体3(図1参照)が構築されるトンネル軸方向Aの所定範囲のトンネル1の壁部11の両下端部近傍の路面12上の車両などの建築限界に支障のない空間にそれぞれ設置されている。

【0031】

扛上装置6は、構築される鋼製セグメント補強体3(図1参照)の幅寸法(トンネル軸方向Aの寸法)よりも大きい間隔をあけて配された一対の枠部61, 61と、一対の枠部61, 61に支持されて一対の枠部61, 61間に配列された複数の鋼製セグメントピース2, 2...を扛上させる扛上部62, 62と、を備えている。

10

【0032】

一対の枠部61, 61は、トンネル1の壁部11や路面12にそれぞれ固定されている。本実施形態では、一対の枠部61, 61は、トンネル1の壁部11に溶接した複数の鋼板13に、ボルト・ナット14などで固定されている。

【0033】

扛上部62は、扛上させる鋼製セグメントピース2, 2...を支持可能な支持部63と、一対の枠部61, 61にトンネル軸方向Aに直交する鉛直面内においてそれぞれ回動可能に支持された一対のラムチェア64, 64と、一対のラムチェア64, 64にそれぞれ同軸に連結された一対のセンターホールジャッキ65, 65と、それぞれ支持部63を係止可能であるとともに一対のセンターホールジャッキ65, 65にそれぞれ連結された一対の吊り金具66, 66と、を備えている。

20

【0034】

支持部63は、例えば、トンネル軸方向Aに配列された鋼製セグメントピース2, 2...の各孔部26に挿通可能なトンネル軸方向Aに延びる鋼棒から構成され、両端部63a, 63aが吊り金具66, 66と係止可能に構成されている。

支持部63は、その径が鋼製セグメントピース2の孔部26(図2参照)の径よりも小さく形成されていて、鋼製セグメントピース2の孔部26に挿通されたとき、鋼製セグメントピース2と相対回転可能に構成されている。

【0035】

ラムチェア64は、枠部61の上部に固定されたトラニオンブラケット64aに回動可能に支持された回転台64bに連結されている。

30

そして、ラムチェア64は、トンネル軸方向Aに延びるトラニオンブラケット64aの軸部64cの中心軸を中心としてトンネル軸方向Aに直交する鉛直面内において回転台64bとともに回動可能に構成されている。

なお、回転台64bは、トラニオンブラケット64aの軸部64cの中心軸を中心として十分な回転角を確保しつつ、過回転となつた場合には、トラニオンブラケット64aの台座64dに当接して回転が停止されるように構成されている。

【0036】

センターホールジャッキ65は、吊り金具66を介して支持部63に支持された鋼製セグメントピース2, 2...を昇降可能に構成されている。

40

また、センターホールジャッキ65は、連結されたラムチェア64とともにトンネル軸方向Aに直交する鉛直面内において回動可能に構成されている。このため、センターホールジャッキ65は、回動しながら鋼製セグメントピース2, 2...を扛上させることができ、鋼製セグメントピース2, 2...を扛上させる方向を調整することができる。

【0037】

吊り金具66は、一端部66aがセンターホールジャッキ65, 65と連結した鋼棒などで構成され、他端部66bに、支持部63の両端部63a, 63aを係止可能な係止部67が設けられている。

【0038】

本実施形態では、扛上装置6は、鋼製セグメントピース2, 2...を約500mm以上引

50

き上げ可能に構成されている。

【0039】

図5および図6に示すように、ガイドレール7は、トンネル1の壁部11に固定されて、扛上装置6によって扛上させる鋼製セグメントピース2, 2... (図4参照)をガイドする部材である。

ガイドレール7は、鋼製セグメント補強体3 (図1参照)を構築する範囲における壁部11にトンネル周方向Bのほぼ全長にわたって設けられている。

ガイドレール7は、扛上装置6の一対の枠部61, 61間に設けられる下側ガイドレール71と、下側ガイドレール71上方に設けられる上側ガイドレール72とを備えている。

10

【0040】

下側ガイドレール71は、トンネル周方向Bに延びてトンネル軸方向Aに間隔をあけてトンネル1の壁部11に固定された一対の下側アングル材73, 73と、一対の下側アングル材73, 73間に設置されて一対の下側アングル材73, 73に回転可能に保持された複数の下側ローラ74, 74...と、を備えている。

【0041】

複数の下側ローラ74, 74...は、中心軸がトンネル軸方向Aに延在していて、この中心軸周りに回転可能に構成されている。

複数の下側ローラ74, 74は、トンネル周方向Bに所定の間隔をあけて配列されている。

20

【0042】

このような下側ガイドレール71は、トンネル1の壁部11の両下端部近傍にそれぞれ固定されている。そして、下側ローラ74, 74...には、鋼製セグメントピース2, 2...のトンネル径方向C外側の面 (トンネル1の壁部11と対向する面) が接触し、鋼製セグメントピース2, 2...が扛上することによって下側ローラ74, 74...が回転するように構成されている。

そして、下側ガイドレール71は、これらの鋼製セグメントピース2, 2...を下側アングル材73, 73の湾曲に沿って扛上させるようにガイドしている。

【0043】

また、上側ガイドレール72は、トンネル周方向Bに延びてトンネル軸方向Aに間隔をあけてトンネル1の壁部11に固定部材75を介して固定された一対の上側アングル材76, 76と、一対の上側アングル材76, 76間に設置されて一対の上側アングル材76, 76に回転可能に保持された複数の上側ローラ77, 77...とを備えている。

30

【0044】

複数の上側ローラ77, 77...は、中心軸がトンネル軸方向Aに延在していて、この中心軸周りに回転可能に構成されている。

複数の上側ローラ77, 77は、トンネル周方向Bに所定の間隔をあけて配列されている。

40

固定部材75は、トンネル1の壁部11と上側ローラ77, 77...との間を、扛上する鋼製セグメントピース2, 2...が通過可能なように、上側アングル材76, 76をトンネル1の壁部11と離間させた状態に保持している。

【0045】

このような上側ガイドレール72は、下側ガイドレール71の上部に設置されている。そして、上側ローラ77, 77...には、鋼製セグメントピース2, 2...のトンネル径方向C内側の面が接触し、鋼製セグメントピース2, 2...が扛上することによって上側ローラ77, 77...が回転するように構成されている。

そして、上側ガイドレール72は、これらの鋼製セグメントピース2, 2...を上側アングル材76, 76の湾曲に沿って扛上させるようにガイドしている。

【0046】

また、上側ガイドレール72は、扛上する鋼製セグメントピース2, 2...が、下方へ移

50

動することを防止している。

なお、これらの上側ガイドレール72および下側ガイドレール71は、トンネル1の壁部11に着脱可能に構成されている。

【0047】

次に、本実施形態によるトンネルの補強方法について説明する。

本実施形態によるトンネルの補強方法は、トンネル1内に扛上装置6およびガイドレール7を設置する扛上装置・ガイドレール設置工程S10と、鋼製セグメントピース2, 2...を配列して連結し鋼製セグメント補強体3を構築する鋼製セグメント補強体構築工程S20と、トンネル1の壁部11と鋼製セグメント補強体3との間にグラウト材5を充填するグラウト材充填工程S30とを備えている。

10

【0048】

(扛上装置・ガイドレール設置工程S10)

まず、鋼製セグメント補強体3を構築する位置に、扛上装置6およびガイドレール7を設置する。扛上装置6は、トンネル1の壁部11および路面12に固定しガイドレール7は、トンネル1の壁部11に固定する。

【0049】

(鋼製セグメント補強体構築工程S20)

続いて、鋼製セグメントピース2, 2...を組み立てて、鋼製セグメント補強体3を構築する。

20

鋼製セグメント補強体構築工程S20では、鋼製セグメントピース連結工程S21と鋼製セグメントピース扛上工程S22とを交互に繰り返し行い、鋼製セグメントピース2, 2...がトンネル1内の頂部まで達したら、トンネル1内の頂部における鋼製セグメントピース連結工程S23を行う。

【0050】

(鋼製セグメントピース連結工程S21-1)

まず、図7および図8に示すように、扛上装置6の一対の枠部61, 61間に、鋼製セグメントピース2, 2...をトンネル軸方向Aに配列し、隣り合う鋼製セグメントピース2, 2...どうしを連結する。本実施形態では、隣り合う鋼製セグメントピース2, 2...どうしをボルト接合する。

30

【0051】

(鋼製セグメントピース扛上工程S22-1)

続いて、トンネル軸方向Aに配列された鋼製セグメントピース2, 2...の各孔部26, 26... (図2参照)に扛上装置6の扛上部62の支持部63を挿通させ、支持部63の両端部63a, 63aをそれぞれ吊り金具66, 66の係止部67, 67に係止させる。

そして、図9および図10に示すように、センターホールジャッキ65, 65を駆動させて支持部63に支持された鋼製セグメントピース2, 2...を扛上させる。なお、鋼製セグメントピース2, 2...は、その下方に他の鋼製セグメントピースを配列可能な高さに扛上させる。

【0052】

このとき、ラムチェア64, 64が回動可能に構成されていることにより、ラムチェア64, 64とともにセンターホールジャッキ65, 65および吊り金具66, 66がトンネル1の内側に向かって回動し、鋼製セグメントピース2, 2...が下側ガイドレール71 (図10参照)に沿ってトンネル径方向C外側に湾曲する軌道を描きながら扛上する。

40

【0053】

(鋼製セグメントピース連結工程S21-2)

続いて、図11に示すように、既に扛上させた鋼製セグメントピース2, 2...の下方に他の鋼製セグメントピース2, 2...配列する。このとき、図3に示すように、上側の鋼製セグメントピース2の第2空部25に下側の鋼製セグメントピース2の第1突出部22を嵌合させるとともに、下側の鋼製セグメントピースの第1空部24に上側の鋼製セグメントピース2の第2突出部23を嵌合させる。

50

ここで、第1突出部22および第2突出部23は、基部21から離れるにしたがって漸次トンネル軸方向Aの寸法が小さくなるようなテーパが形成されているため、第1空部24および第2空部25に容易に嵌合させることができる。

【0054】

このとき、鋼製セグメントピース2,2…の基部21の凸部27aと第1突出部22の凹部28bとを嵌合させ、第2突出部23の凸部27bと基部21の凹部28aとを嵌合させて、トンネル周方向Bに隣り合う鋼製セグメントピース2,2どうしを確実に連結させる。

そして、新たに配列された鋼製セグメントピース2,2…どうしを連結させるとともに、新たに配列された鋼製セグメントピース2,2…とその上方の鋼製セグメントピース2,2…とを連結させる。

【0055】

(鋼製セグメントピース扛上工程S22-2)

続いて、既に扛上させた鋼製セグメントピース2,2…から支持部63をはずし、鋼製セグメントピース連結工程S21-2において新たに配列された鋼製セグメントピース2,2…の各孔部26(図2参照)に扛上装置6の扛上部62の支持部63を挿通させ、支持部63の両端部63a,63aをそれぞれ吊り金具66,66の係止部67,67に係止させる。

そして、上記の鋼製セグメントピース扛上工程S22-1のように、センターホールジャッキ65,65を駆動させて支持部63に支持された鋼製セグメントピース2,2…を扛上させる。

【0056】

そして、鋼製セグメントピース連結工程S21と鋼製セグメントピース扛上工程S22とを繰り返す。

ここで、鋼製セグメントピース扛上工程S22-1において最初に扛上させた鋼製セグメントピース2,2…を第1鋼製セグメントピース2A,2A…とすると、鋼製セグメントピース連結工程S21と鋼製セグメントピース扛上工程S22とを繰り返して、これらの第1鋼製セグメントピース2A,2A…をトンネル1の頂部まで扛上させる。

【0057】

このとき、鋼製セグメントピース2,2…は、下側ガイドレール71にガイドされたのちに、上側ガイドレール72にガイドされて上方へ扛上される。このとき、下側ガイドレール71および上側ガイドレール72は、扛上する鋼製セグメントピース2,2…とトンネル1の壁部11との間に隙間4が形成されて鋼製セグメントピース2,2…とトンネル1の壁部11とが接触しないように鋼製セグメントピース2,2…をガイドしている。

【0058】

(頂部鋼製セグメントピース連結工程S23)

続いて、図12に示すように、第1鋼製セグメントピース2A,2A…がトンネル1の頂部まで達したら、これらの第1鋼製セグメントピース2A,2A…どうしを連結し、トンネル軸方向Aから見て略円弧状の鋼製セグメント補強体3を構築する。なお、トンネル11の頂部において第1鋼製セグメントピース2A,2A…どうしが連結されることで、鋼製セグメントピース2,2…が下方に落下することが防止される。

なお、本実施形態では、トンネル1の壁部11と鋼製セグメント補強体3との隙間4の寸法は、トンネル1の壁部11の下方側では、約100~150mmとなり、トンネル1の壁部11の頂部近傍では約50mmとなっている。

そして、鋼製セグメント補強体3が構築されたら扛上装置6およびガイドレール7(図5および図6参照)を撤去する。

【0059】

(グラウト充填工程S30)

続いて、図13に示すように、構築された鋼製セグメント補強体3とトンネル1の壁部11との間にグラウト材5を充填する。本実施形態によるグラウト充填工程S30では、

10

20

30

40

50

トンネル1の壁部11と鋼製セグメント補強体3との間に袋体9を挿入する袋体挿入工程S31と、この袋体9の内部にグラウト材5を注入する袋体グラウト充填工程S32を行ふ。

袋体9は、例えばポリエステルなどを材料として形成されていて、少量の水分を透過可能に構成されている。袋体9は、幅寸法が鋼製セグメント補強体3の幅寸法と略同じで、トンネル周方向Bの寸法が約2~3mに形成され、トンネル周方向Bに複数配列されている。なお、袋体9は、鋼製セグメント補強体3に合わせて形成してもよいし、いくつかの異なる寸法に形成しておいて、それらの中から選択するようにしてもよい。

グラウト材5は、チクソトロピー性を有する材料とすることが好ましい。

【0060】

(袋体挿入工程S31-1)

まず、袋体9のうち路面12の直上に配置される第1袋体9Aと、その直上に配置される第2袋体9Bとを、トンネル1の壁部11と鋼製セグメント補強体3との隙間4に挿入する。このとき、第1袋体9Aの上端部9aと第2袋体9Bの下端部9bとを重ね合わせる。

また、トンネル1の壁部11と鋼製セグメント補強体3との隙間4は、約50mm~150mmであるため、袋体9を挿入する側と反対側から袋体9を引っ張るようにして袋体9を隙間4に設置することが好ましい。

【0061】

(袋体グラウト注入工程S32-1)

続いて、下側の第1袋体9Aの内部にグラウト材5を注入し、トンネル1の壁部11と鋼製セグメント補強体3との隙間4を充填する。このとき、第2袋体9Bの下端部9bは、グラウト材5が充填された第1袋体9Aと、鋼製セグメント補強体3またはトンネル1の壁部11との間に挟まれた状態となる。

【0062】

(袋体挿入工程S31-2)

続いて、トンネル1の壁部11と鋼製セグメント補強体3との隙間4において、第2袋体9Bの上部に第3袋体9C挿入し、第2袋体9Bの上端部9aと第3袋体9Cの下端部9bとを重ね合わせる。

【0063】

(グラウト注入工程S32-3)

続いて、袋体グラウト注入工程S32-1と同様に下側の第2袋体の内部9Bにグラウト材5を充填し、トンネル1の壁部11と鋼製セグメント補強体3との隙間4を充填する。

【0064】

このように、袋体挿入工程S31と袋体グラウト注入工程S32とをトンネル1壁部11の両下端部近傍から頂部に向かって繰り返し行う。そして、トンネル1の頂部において隣り合う袋体9, 9の上端部9a, 9aどうしを重ね合わせて、これらの隣り合う袋体9, 9にグラウト材5を充填する。

そして、グラウト材5が硬化してトンネル1の壁部11および鋼製セグメント補強体3に定着することで、鋼製セグメント補強体3がトンネル1の壁部11に固定され、トンネル1が補強される。

【0065】

次に、上述したトンネルの補強方法の作用・効果について図面を用いて説明する。

本実施形態によるトンネルの補強方法では、工場などで予め製作された複数の鋼製セグメントピース2, 2...を組み立てて鋼製セグメント補強体3を構築するため、現地において部材を加工したり、コンクリートを打設したりするトンネルの補強方法と比べて、短期間ににおいて施工することができるとともに、安定した品質を確保することができる。

また、コンクリートを打設する工程がないことにより、コンクリート打設用の配管の設置作業や撤去作業がないため、コンクリートを打設して補強を行うトンネルの補強方法と

10

20

30

40

50

比べて、工期を短縮することができるとともに労力を軽減させることができる。

【0066】

また、グラウト材充填工程S30では、トンネルの壁部11と鋼製セグメント補強体3との隙間4にグラウト材5が浸透可能な袋体9を挿入し、袋体9の内部にグラウト材5を充填することにより、グラウト材5が周囲に飛散する可能性が低くなる。その結果、グラウト材5が硬化する期間にトンネルの閉鎖を解除して車両を通行させることができる。

また、鋼製セグメントピース2,2...を扛上させながら組み立てることにより、広い施工スペースを必要としないため、広い施工スペースが確保できない場合でもトンネルの補強を行うことができる。

【0067】

また、鋼製セグメント補強体構築工程S20の鋼製セグメントピース連結工程S21と鋼製セグメントピース扛上工程S22との間や、鋼製セグメント補強体構築工程S20とグラウト材充填工程S30との間などにおいて、施工を中断することが可能なため、施工中であっても施工を中断してトンネル1の供用を可能とすることができます。

【0068】

また、本実施形態による扛上装置6によれば、一対のラムチェア64,64がそれぞれトンネルの軸方向に直交する面内において回動可能となるように一対の枠部61,61に支持されていることにより、センターホールジャッキ65,65が回動しながら鋼製セグメントピース2,2...を扛上させることができるために、鋼製セグメントピース2,2...を、トンネルの軸方向から見て略円弧状となる鋼製セグメント補強体3の形状に合わせて容易に扛上させることができる。

【0069】

また、本実施形態による鋼製セグメントピース2,2...によれば、段差部が形成されていて、トンネル周方向Bに配列するときに、一方側の鋼製セグメントピース2の第2空部25に他方側の鋼製セグメントピース2の第1突出部22を嵌合させるとともに、他方側の鋼製セグメントピースの第1空部24に一方側の鋼製セグメントピース2の第2突出部23を嵌合させて、基部21の凸部27aと第1突出部22の凹部28bとを嵌合させ、第2突出部23の凸部27bと基部21の凹部28aとを嵌合させることで、トンネル周方向Bに隣り合う鋼製セグメントピース2,2どうしを容易にかつ確実に連結させることができる。

【0070】

以上、本発明によるトンネルの補強方法および扛上装置の実施形態について説明したが、本発明は上記の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、上記の実施形態では、鋼製セグメントピース2は、略矩形状の基部21と、基部21のトンネル周方向Bの両側にそれぞれ突出する略矩形状の一対の突出部22,23と、を備える形状であるが、これ以外の形状としてもよい。

【0071】

また、上記の実施形態では、トンネル軸方向Aに配列された鋼製セグメントピース2,2...の各孔部26,26...に扛上装置6の支持部63が挿通し、この状態で鋼製セグメントピース2,2...が扛上されるように構成されているが、支持部63がどのような形態で鋼製セグメントピース2,2...を支持するかは適宜設定されてよい。

また、上記の実施形態では、トンネル1の壁部11にガイドレール7を設けて鋼製セグメントピース2,2...を扛上させているが、鋼製セグメントピース2,2...の剛性や強度、重量などに応じて、ガイドレール7に加えて、上方へ移動する鋼製セグメントピース2,2...や上側ガイドレール72が万が一落下することを防止するための落下防止部材を設けてもよい。

【0072】

また、上記の実施形態では、グラウト充填工程S30の前に、扛上装置6を撤去しているが、構築した鋼製セグメント補強体3の側方に、新たに鋼製セグメント補強体3を構築

10

20

30

40

50

する場合は、扛上装置 6 の新たに鋼製セグメント補強体 3 を構築する側の枠部 6 1 および扛上部 6 2 は撤去せずに、そのまま使用してもよい。

また、上記の実施形態では、扛上装置 6 は、一対の枠部 6 1, 6 1 がトンネル 1 の壁部 1 1 に溶接した複数の鋼板 1 3 に、ボルト・ナット 1 4 などで固定されることでトンネル 1 の壁部 1 1 に固定されているが、この他の方法でトンネル 1 1 の壁部や路面 1 2 に固定されてもよい。

【0073】

また、上記の実施形態では、扛上装置は、ラムチェア 6 4 に同軸に連結されたセンターホールジャッキ 6 5 を備え、吊り金具 6 6 がセンターホールジャッキ 6 5 に同軸に連結されているが、センターホールジャッキ 6 5 以外のジャッキを備えていてもよいし、ジャッキとラムチェア 6 4 とが同軸に連結されていなくてもよい。また、吊り金具 6 6 とジャッキとが同軸に連結されていなくてもよい。

【0074】

また、上記の実施形態では、鋼製セグメントピース 2, 2 ... には、トンネル周方向 B に配列されたときに、互いに嵌合可能な凸部 2 7 a, 2 7 b および凹部 2 8 a, 2 8 b が形成されているが、凸部 2 7 a, 2 7 b および凹部 2 8 a, 2 8 b が形成されていなくてもよい。また、鋼製セグメントピース 2, 2 ... には、凸部 2 7 a, 2 7 b のうちの一方と、この一方の凸部と対応する凹部とが形成されていてもよい。

【0075】

また、上記の実施形態では、グラウト材充填工程 S 3 0 では、トンネル 1 の壁部 1 1 と鋼製セグメント補強体 3 との間に袋体 9 を挿入する袋体挿入工程 S 3 1 と、この袋体 9 の内部にグラウト材 5 を注入する袋体グラウト充填工程 S 3 2 とを行っているが、トンネル 1 の壁部 1 1 と鋼製セグメント補強体 3 との間に袋体 9 を挿入せずに、直接グラウト材 5 を注入してもよい。

【符号の説明】

【0076】

- 1 トンネル
- 2 鋼製セグメントピース
- 3 鋼製セグメント補強体
- 4 隙間
- 5 グラウト材
- 6 扛上装置（鋼製セグメントピース扛上装置）
- 7 ガイドレール
- 9 袋体
- 1 1 壁部
- 1 2 路面
- 2 1 c, 2 2 c 面（他方の第 1 接合面）
- 2 1 d, 2 3 d 面（一方の第 1 接合面）
- 2 2 b, 2 3 a 面（第 2 接合面）
- 2 7 a, 2 7 b 凸部
- 2 8 a, 2 8 b 凹部
- 6 1 枠部
- 6 2 扛上部
- 6 3 支持部
- 6 4 ラムチェア
- 6 5 センターホールジャッキ（ジャッキ）
- 6 6 吊り金具

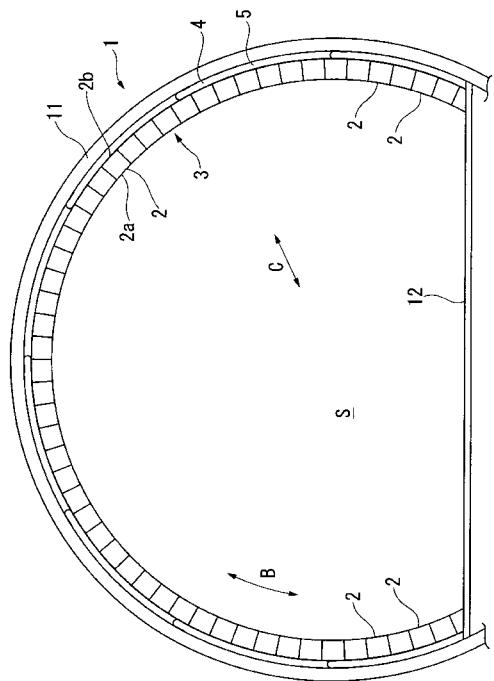
10

20

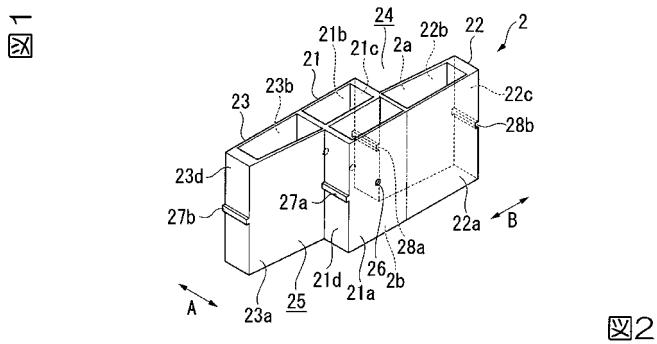
30

40

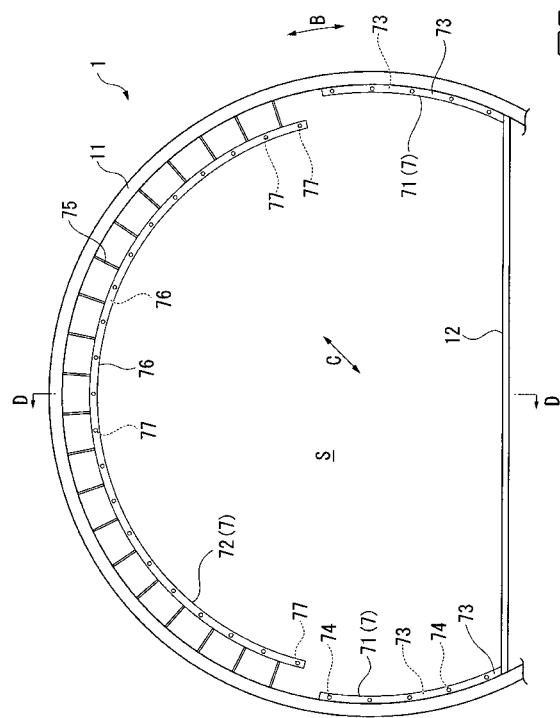
【図1】



【図2】



【図5】



【図6】

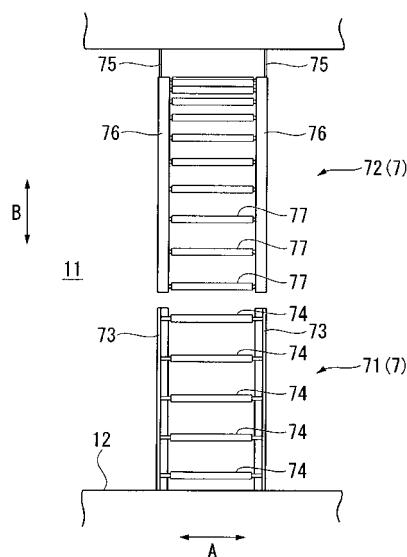


図6

【図7】

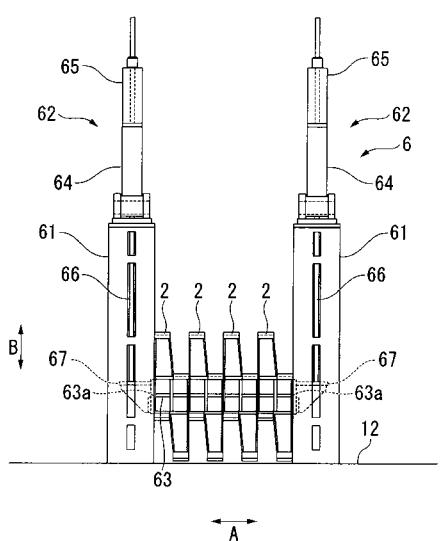


図7

【図8】

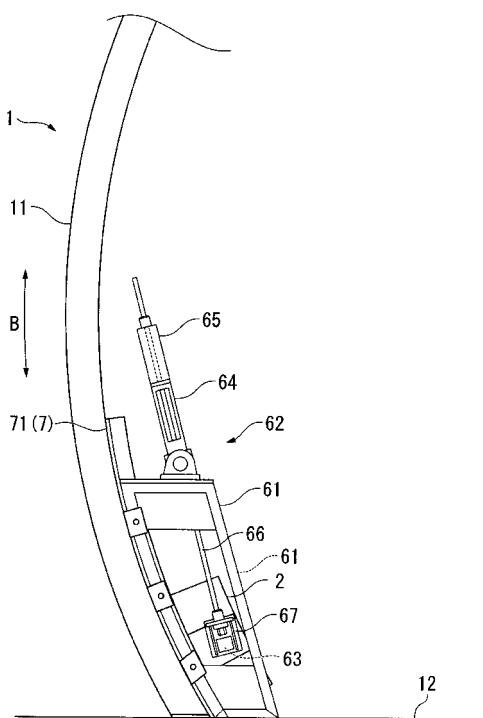


図8

【図 9】

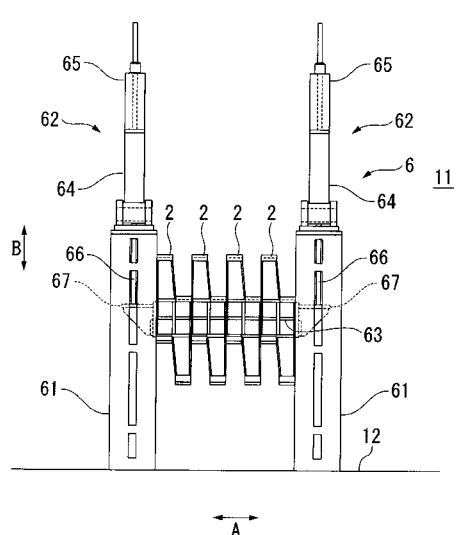


図9

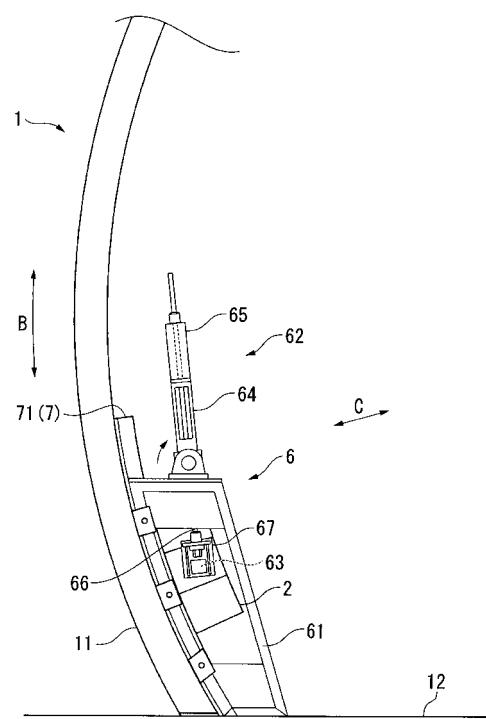


図10

【図 11】

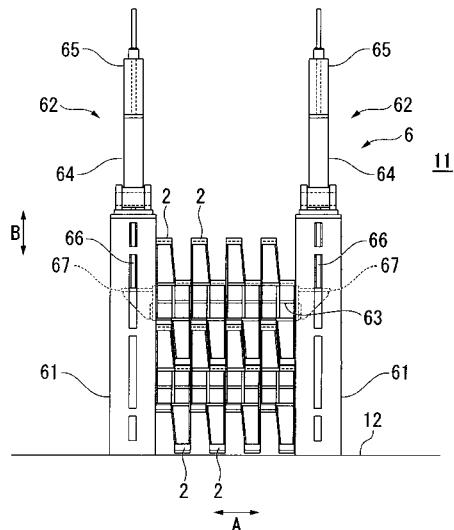


図11

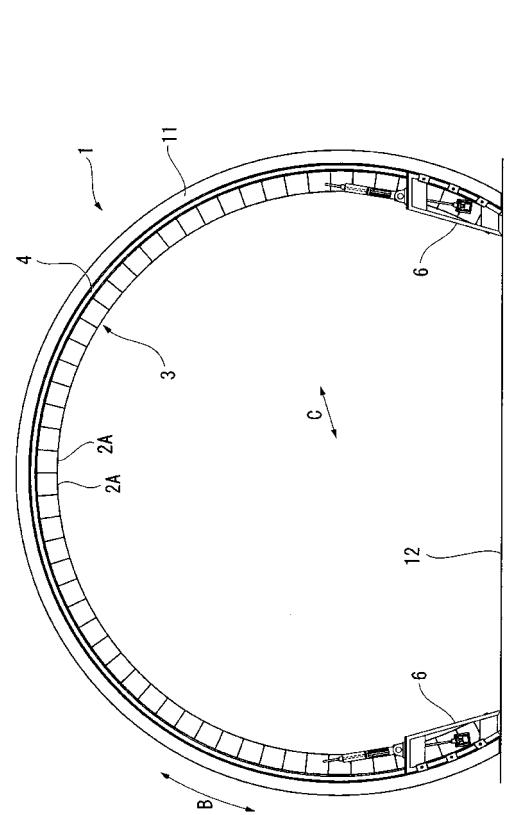


図12

【図 1 3】

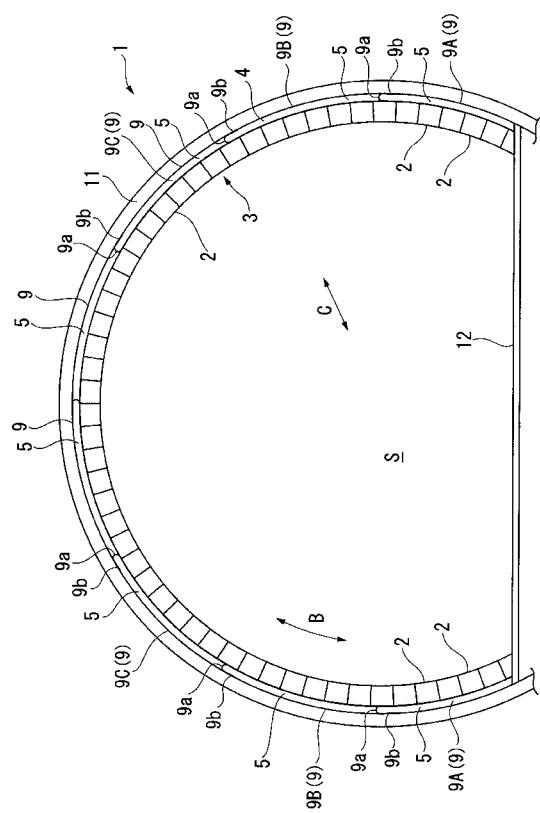


図13

フロントページの続き

(74)代理人 100161506
弁理士 川渕 健一

(72)発明者 池谷 聰
東京都中央区京橋二丁目16番1号 清水建設株式会社内

(72)発明者 神保 誠二
東京都中央区京橋二丁目16番1号 清水建設株式会社内

(72)発明者 渡邊 洋輔
東京都中央区京橋二丁目16番1号 清水建設株式会社内

(72)発明者 佐糠 学
神奈川県横浜市南区永田北3-4-10 大設工業株式会社内

(72)発明者 柳 勝利
埼玉県熊谷市東別府2047 株式会社関東油機サービス内

F ターム(参考) 2D055 GB00 GC01 GC06 JA04 KB04 LA16