

(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.           |  | F 1           |   | テーマコード (参考) |
| E 2 1 D 11/04 (2006.01) |  | E 2 1 D 11/04 | Z | 2 D 0 5 5   |
| E 2 1 D 11/14 (2006.01) |  | E 2 1 D 11/14 |   |             |
| E 2 1 D 11/40 (2006.01) |  | E 2 1 D 11/40 | B |             |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

|           |                              |          |                    |
|-----------|------------------------------|----------|--------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2013-200148 (P2013-200148) | (71) 出願人 | 000002299          |
| (22) 出願日  | 平成25年9月26日 (2013. 9. 26)     |          | 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

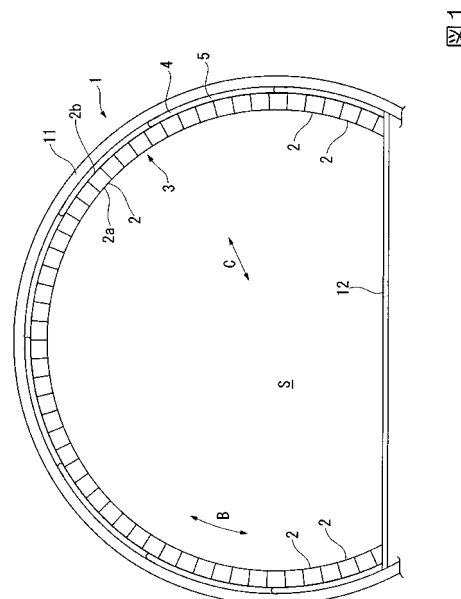
(54) 【発明の名称】 トンネルの補強方法、鋼製セグメントピース扛上装置および鋼製セグメントピース

## (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、を繰り返す、

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ぞれ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】**

## 【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。

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。

**【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对の枠部と、該一对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、前記一对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对のラムチェアと、該一对のラムチェアにそれぞれ同軸に連結された一对のセンターホールジャッキと、該一对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ともに前記支持部をそれぞれ係止可能な一对の吊り金具と、を備えている。

40

**【0012】**

本発明では、一对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对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

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。

【 0 0 1 4 】

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。

10

【 0 0 1 5 】

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 】

【 0 0 1 6 】

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。

20

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。

【 0 0 1 7 】

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。

30

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。

【 0 0 1 8 】

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。

40

【 0 0 1 9 】

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 】

【 0 0 2 0 】

50

【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。

10

【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】

20

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。

30

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。

40

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对の突出部 22, 23 と、を備えている。

【0024】

一对の突出部 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

50

に形成されている。

また、第 1 突出部 2 2 は、トンネル軸方向 A の一方の面 2 2 a と他方の面 2 2 b とが基部 2 1 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 2 3 においても、トンネル軸方向 A の一方の面 2 3 a と他方の面 2 3 b とが基部 2 1 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。

【 0 0 2 5 】

これにより、鋼製セグメントピース 2 には、第 1 突出部 2 2 のトンネル軸方向 A の他方側の面（第 2 接合面）2 2 b および基部 2 1 のトンネル周方向 B の一方の面 2 1 c にそれぞれ対向する第 1 空部 2 4 が形成され、第 2 突出部 2 3 のトンネル軸方向 A の一方側の面（第 2 接合面）2 3 a および基部 2 1 のトンネル周方向 B の他方の面 2 1 d にそれぞれ対向する第 2 空部 2 5 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。

10

【 0 0 2 6 】

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 2 1 , 2 1 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 2 1 , 2 1 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。

20

【 0 0 2 7 】

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 2 5 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 2 2 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 2 4 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 2 3 が嵌合するようにトンネル周方向 B に配列される。

【 0 0 2 8 】

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 2 1 および第 2 突出部 2 3 のトンネル周方向 B の他方の面（一方の第 1 接合面）2 1 d , 2 3 d 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 2 7 a , 2 7 b が形成され、基部 2 1 および第 1 突出部 2 2 のトンネル周方向 B の一方の面（他方の第 1 接合面）2 1 c , 2 2 c には、上記凸部 2 7 a , 2 7 b が嵌合可能な凹部 2 8 a , 2 8 b 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 2 1 の凸部 2 7 a と第 1 突出部 2 2 の凹部 2 8 b とが嵌合し、第 2 突出部 2 3 の凸部 2 7 b と基部 2 1 の凹部 2 8 a とが嵌合するように構成されている。

30

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。

【 0 0 2 9 】

40

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 2 1 をトンネル軸方向 A に貫通する孔部 2 6 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 2 6 , 2 6 ... 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 2 6 , 2 6 ... 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 6 3 が挿通可能に構成されている。

【 0 0 3 0 】

（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

50

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对の杵部61, 61と、一对の杵部61, 61に支持されて一对の杵部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】

一对の杵部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、一对の杵部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、一对の杵部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对のラムチェア64, 64と、一对のラムチェア64, 64にそれぞれ同軸に連結された一对のセンターホールジャッキ65, 65と、それぞれ支持部63に係止可能であるとともに一对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对の吊り金具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、杵部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、過回転となった場合には、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可能で、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に係止可能な係止部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。

【 0 0 3 9 】

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 1 1 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 1 1 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 6 1 , 6 1 間に設けられる下側ガイドレール 7 1 と、下側ガイドレール 7 1 上方に設けられる上側ガイドレール 7 2 とを備えている。

10

【 0 0 4 0 】

下側ガイドレール 7 1 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 1 1 に固定された一対の下側アングル材 7 3 , 7 3 と、一対の下側アングル材 7 3 , 7 3 間に設置されて一対の下側アングル材 7 3 , 7 3 に回転可能に保持された複数の下側ローラ 7 4 , 7 4 ... と、を備えている。

【 0 0 4 1 】

複数の下側ローラ 7 4 , 7 4 ... 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 7 4 , 7 4 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

【 0 0 4 2 】

このような下側ガイドレール 7 1 は、トンネル 1 の壁部 1 1 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 7 4 , 7 4 ... 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 1 1 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 7 4 , 7 4 ... 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 7 1 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 7 3 , 7 3 の湾曲に沿って扛上させるようにガイドしている。

【 0 0 4 3 】

また、上側ガイドレール 7 2 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 1 1 に固定部材 7 5 を介して固定された一対の上側アングル材 7 6 , 7 6 と、一対の上側アングル材 7 6 , 7 6 間に設置されて一対の上側アングル材 7 6 , 7 6 に回転可能に保持された複数の上側ローラ 7 7 , 7 7 ... とを備えている。

30

【 0 0 4 4 】

複数の上側ローラ 7 7 , 7 7 ... 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 7 7 , 7 7 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。

固定部材 7 5 は、トンネル 1 の壁部 1 1 と上側ローラ 7 7 , 7 7 ... 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 7 6 , 7 6 をトンネル 1 の壁部 1 1 と離間させた状態に保持している。

40

【 0 0 4 5 】

このような上側ガイドレール 7 2 は、下側ガイドレール 7 1 の上部に設置されている。そして、上側ローラ 7 7 , 7 7 ... 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 7 7 , 7 7 ... 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 7 2 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 7 6 , 7 6 の湾曲に沿って扛上させるようにガイドしている。

【 0 0 4 6 】

また、上側ガイドレール 7 2 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 7 2 および下側ガイドレール 7 1 は、トンネル 1 の壁部 1 1 に着脱可能に構成されている。

【 0 0 4 7 】

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 S 1 0 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 S 2 0 と、トンネル 1 の壁部 1 1 と鋼製セグメント補強体 3 との間にグラウト材 5 を充填するグラウト材充填工程 S 3 0 とを備えている。

10

【 0 0 4 8 】

( 扛上装置・ガイドレール設置工程 S 1 0 )

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 1 1 および路面 1 2 に固定しガイドレール 7 は、トンネル 1 の壁部 1 1 に固定する。

【 0 0 4 9 】

( 鋼製セグメント補強体構築工程 S 2 0 )

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。

鋼製セグメント補強体構築工程 S 2 0 では、鋼製セグメントピース連結工程 S 2 1 と鋼製セグメントピース扛上工程 S 2 2 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 S 2 3 を行う。

20

【 0 0 5 0 】

( 鋼製セグメントピース連結工程 S 2 1 - 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 6 1 , 6 1 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。

【 0 0 5 1 】

30

( 鋼製セグメントピース扛上工程 S 2 2 - 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 2 6 , 2 6 ... ( 図 2 参照 ) に扛上装置 6 の扛上部 6 2 の支持部 6 3 を挿通させ、支持部 6 3 の両端部 6 3 a , 6 3 a をそれぞれ吊り金具 6 6 , 6 6 の係止部 6 7 , 6 7 に係止させる。

そして、図 9 および図 1 0 に示すように、センターホールジャッキ 6 5 , 6 5 を駆動させて支持部 6 3 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。

【 0 0 5 2 】

このとき、ラムチェア 6 4 , 6 4 が回動可能に構成されていることにより、ラムチェア 6 4 , 6 4 とともにセンターホールジャッキ 6 5 , 6 5 および吊り金具 6 6 , 6 6 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 7 1 ( 図 1 0 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

【 0 0 5 3 】

( 鋼製セグメントピース連結工程 S 2 1 - 2 )

続いて、図 1 1 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 2 5 に下側の鋼製セグメントピース 2 の第 1 突出部 2 2 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 2 4 に上側の鋼製セグメントピース 2 の第 2 突出部 2 3 を嵌合させる。

50

ここで、第 1 突出部 2 2 および第 2 突出部 2 3 は、基部 2 1 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 2 4 および第 2 空部 2 5 に容易に嵌合させることができる。

【 0 0 5 4 】

このとき、鋼製セグメントピース 2 , 2 ... の基部 2 1 の凸部 2 7 a と第 1 突出部 2 2 の凹部 2 8 b とを嵌合させ、第 2 突出部 2 3 の凸部 2 7 b と基部 2 1 の凹部 2 8 a 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。

10

【 0 0 5 5 】

( 鋼製セグメントピース扛上工程 S 2 2 - 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 6 3 をはずし、鋼製セグメントピース連結工程 S 2 1 - 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 2 6 ( 図 2 参照 ) に扛上装置 6 の扛上部 6 2 の支持部 6 3 を挿通させ、支持部 6 3 の両端部 6 3 a , 6 3 a をそれぞれ吊り金具 6 6 , 6 6 の係止部 6 7 , 6 7 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 S 2 2 - 1 のように、センターホールジャッキ 6 5 , 6 5 を駆動させて支持部 6 3 に支持された鋼製セグメントピース 2 , 2 ... を扛上させる。

20

【 0 0 5 6 】

そして、鋼製セグメントピース連結工程 S 2 1 と鋼製セグメントピース扛上工程 S 2 2 とを繰り返す。

ここで、鋼製セグメントピース扛上工程 S 2 2 - 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 2 A , 2 A ... とすると、鋼製セグメントピース連結工程 S 2 1 と鋼製セグメントピース扛上工程 S 2 2 とを繰り返して、これらの第 1 鋼製セグメントピース 2 A , 2 A ... をトンネル 1 の頂部まで扛上させる。

【 0 0 5 7 】

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 7 1 にガイドされたのちに、上側ガイドレール 7 2 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 7 1 および上側ガイドレール 7 2 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 1 1 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 1 1 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。

30

【 0 0 5 8 】

( 頂部鋼製セグメントピース連結工程 S 2 3 )

続いて、図 1 2 に示すように、第 1 鋼製セグメントピース 2 A , 2 A ... 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 2 A , 2 A ... 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 1 1 の頂部において第 1 鋼製セグメントピース 2 A , 2 A ... 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。

40

なお、本実施形態では、トンネル 1 の壁部 1 1 と鋼製セグメント補強体 3 との隙間 4 の寸法は、トンネル 1 の壁部 1 1 の下方側では、約 1 0 0 ~ 1 5 0 mm となり、トンネル 1 の壁部 1 1 の頂部近傍では約 5 0 mm 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。

【 0 0 5 9 】

( グラウト充填工程 S 3 0 )

続いて、図 1 3 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 1 1 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 S 3 0 では、

50

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 とを行う。

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 ～ 3 m 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。

#### 【 0 0 6 0 】

10

( 袋体挿入工程 S 3 1 - 1 )

まず、袋体 9 のうち路面 1 2 の直上に配置される第 1 袋体 9 A と、その直上に配置される第 2 袋体 9 B とを、トンネル 1 の壁部 1 1 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 9 A の上端部 9 a と第 2 袋体 9 B の下端部 9 b とを重ね合わせる。

また、トンネル 1 の壁部 1 1 と鋼製セグメント補強体 3 との隙間 4 は、約 5 0 m m ～ 1 5 0 m m 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。

#### 【 0 0 6 1 】

20

( 袋体グラウト注入工程 S 3 2 - 1 )

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

#### 【 0 0 6 2 】

( 袋体挿入工程 S 3 1 - 2 )

続いて、トンネル 1 の壁部 1 1 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 9 B の上部に第 3 袋体 9 C を挿入し、第 2 袋体 9 B の上端部 9 a と第 3 袋体 9 C の下端部 9 b とを重ね合わせる。

#### 【 0 0 6 3 】

30

( グラウト注入工程 S 3 2 - 3 )

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

#### 【 0 0 6 4 】

このように、袋体挿入工程 S 3 1 と袋体グラウト注入工程 S 3 2 とをトンネル 1 壁部 1 1 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 9 a , 9 a 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 1 1 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 1 1 に固定され、トンネル 1 が補強される。

40

#### 【 0 0 6 5 】

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

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。

【 0 0 6 6 】

また、グラウト材充填工程 S 3 0 では、トンネルの壁部 1 1 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。

【 0 0 6 7 】

また、鋼製セグメント補強体構築工程 S 2 0 の鋼製セグメントピース連結工程 S 2 1 と鋼製セグメントピース扛上工程 S 2 2 との間や、鋼製セグメント補強体構築工程 S 2 0 とグラウト材充填工程 S 3 0 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る。

【 0 0 6 8 】

また、本実施形態による扛上装置 6 によれば、一对のラムチェア 6 4 , 6 4 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对の杵部 6 1 , 6 1 に支持されていることにより、センターホールジャッキ 6 5 , 6 5 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、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。

【 0 0 6 9 】

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、一方側の鋼製セグメントピース 2 の第 2 空部 2 5 に他方側の鋼製セグメントピース 2 の第 1 突出部 2 2 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 2 4 に一方側の鋼製セグメントピース 2 の第 2 突出部 2 3 を嵌合させて、基部 2 1 の凸部 2 7 a と第 1 突出部 2 2 の凹部 2 8 b とを嵌合させ、第 2 突出部 2 3 の凸部 2 7 b と基部 2 1 の凹部 2 8 a 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 ... を容易にかつ確実に連結させることができる。

【 0 0 7 0 】

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 2 1 と、基部 2 1 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对の突出部 2 2 , 2 3 と、を備える形状であるが、これ以外の形状としてもよい。

【 0 0 7 1 】

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 2 6 , 2 6 ... に扛上装置 6 の支持部 6 3 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 6 3 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 1 1 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 7 2 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。

【 0 0 7 2 】

また、上記の実施形態では、グラウト充填工程 S 3 0 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 を構築する側の杵部 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、一対の杵部 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。

#### 【 0 0 7 3 】

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。

10

#### 【 0 0 7 4 】

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。

#### 【 0 0 7 5 】

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。

20

#### 【 符号の説明 】

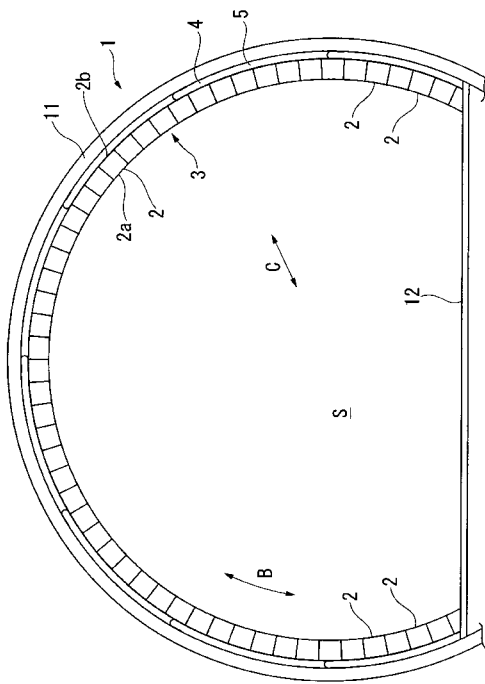
#### 【 0 0 7 6 】

- 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    杵部
- 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

30

40

【図 1】



【図 2】

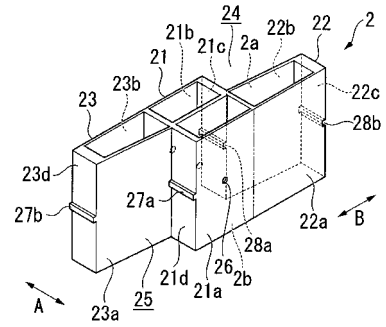


図2

【図 3】

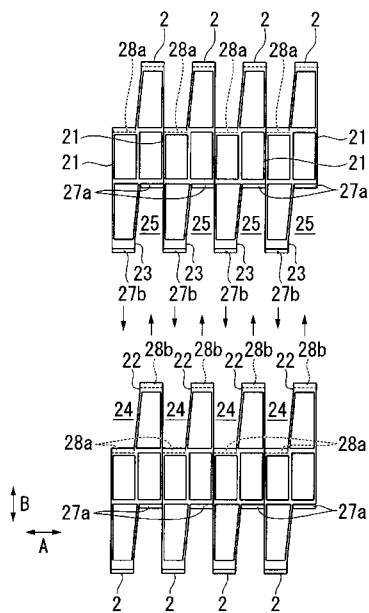


図3

【図 4】

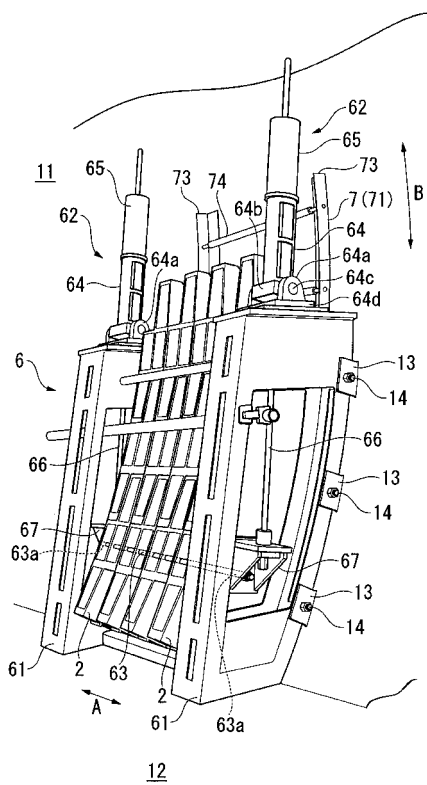


図4





【図 9】

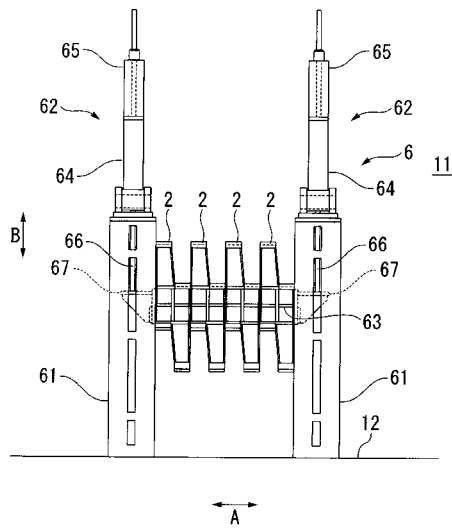


図9

【図 10】

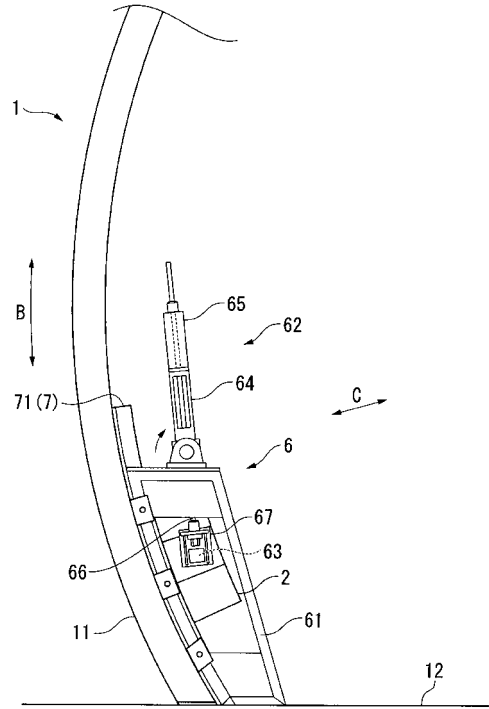


図10

【図 11】

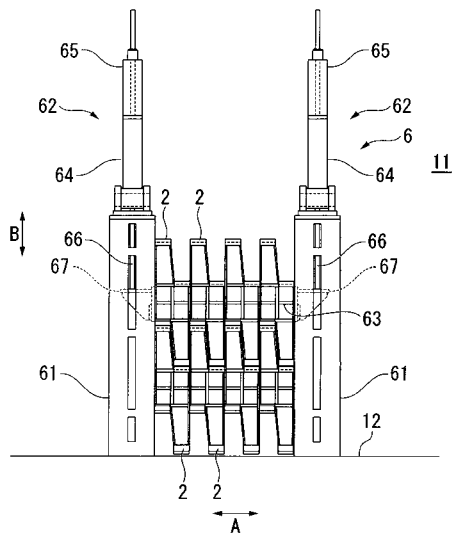


図11

【図 12】

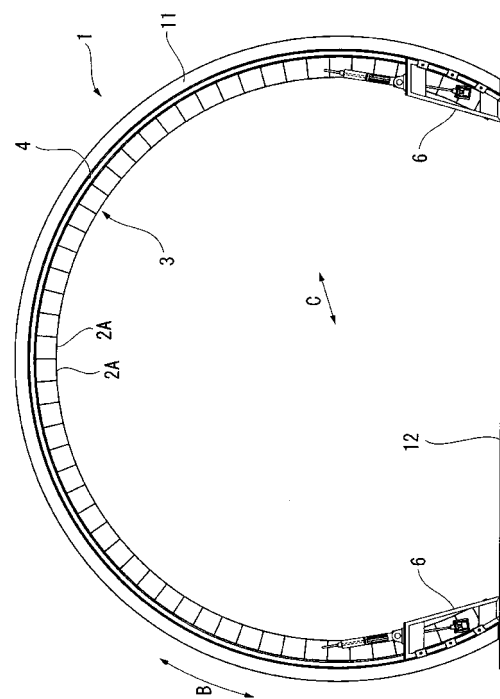
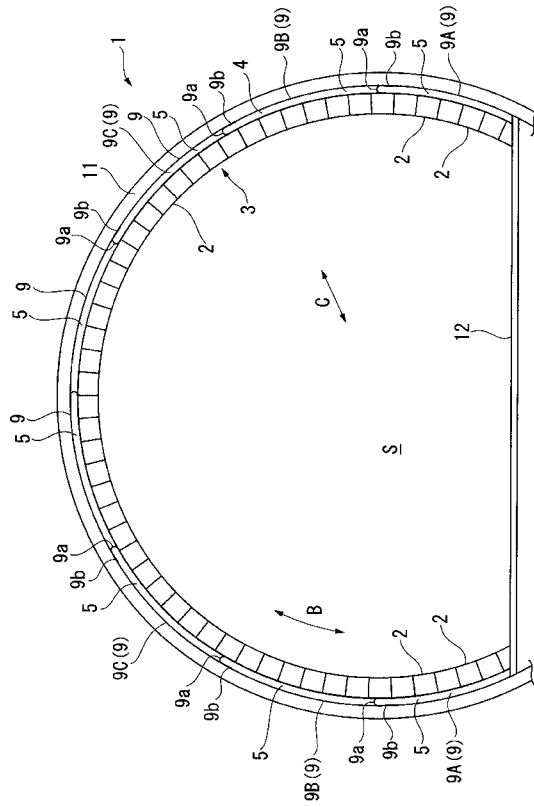


図12

【 図 1 3 】



31

---

フロントページの続き

- (74)代理人 100161506  
弁理士 川淵 健一
- (72)発明者 池谷 聡  
東京都中央区京橋二丁目 1 6 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 1 6 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 1 6 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 - 1 0 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 2 0 4 7 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