

(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2014-9521

(P2014-9521A)

(43) 公開日 平成26年1月20日(2014.1.20)

(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 11/00 (2006.01)	E 2 1 D 11/00 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2012-147699 (P2012-147699)	(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24年6月29日 (2012.6.29)	(74) 代理人	100101971 弁理士 大畑 敏朗
		(72) 発明者	森本 克秀 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	沼田 憲 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	柴田 匡善 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

最終頁に続く

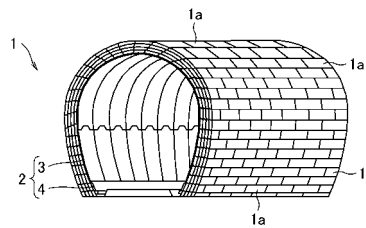
(54) 【発明の名称】 トンネル補強構造体

(57) 【要約】

【課題】簡易かつ迅速に組み立て可能な簡単な構造で高い強度を備えるトンネル補強構造体を提供する。

【解決手段】煉瓦 1 a で形成されたトンネル 1 の湾曲状の内壁面をトンネル補強構造体 2 により修繕補強した。トンネル補強構造体 2 は、トンネル 1 の湾曲状の内壁面を覆う補強板 3 と、これを支持する支持部 4 とを備えている。補強板 3 は、トンネル 1 の周方向および軸方向に沿って分割される複数のパネル 3 u により構成されている。トンネル 1 の周方向に隣接するパネル 3 u , 3 u 同士は、その突き合わせ部分で噛み合うようにして接合されている。これにより、トンネル 1 の周方向に隣接するパネル 3 u 同士の接合部での強度を向上させることができるとともに、パネル 3 u , 3 u 同士の位置合わせ精度を向上させることができる。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

トンネルの湾曲状の内壁面に沿う形状に形成され、前記トンネルの周方向および軸方向に沿って分割される複数の単位補強部材を備え、前記トンネルの周方向に隣接する前記単位補強部材同士が互いの突き合わせ部分において噛み合わされた状態で、前記トンネルの内壁面の少なくとも周方向の上半面を覆うように設けられた補強体と、

前記トンネルの幅方向両側において前記補強体の脚部と前記トンネルの脚部との間に設けられ、前記補強体を支持する支持体と、

を備えることを特徴とするトンネル補強構造体。

【請求項 2】

前記単位補強部材は、前記トンネルの周方向に沿う長さが前記トンネルの軸方向に沿う長さよりも長くなるように形成されていることを特徴とする請求項 1 記載のトンネル補強構造体。

【請求項 3】

前記トンネルの天井部において前記トンネルの周方向に隣接する前記単位補強部材は、互いの突き合わせ部分で前記トンネルの軸方向にずれた状態で噛み合うようにして接合されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のトンネル補強構造体。

【請求項 4】

前記単位補強部材の前記トンネルの内壁面に対向する面には、前記トンネルの内壁面に向かって突出する突出部が設けられており、該突出部は前記トンネルの周方向に沿って延在した状態で設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のトンネル補強構造体。

【請求項 5】

前記補強体の前記トンネルの内壁面に対向する面には、前記トンネルの軸方向に沿って隣接する前記突出部の間の溝により導水路が形成されており、該導水路は前記トンネルの周方向に沿って連続した状態で形成されていることを特徴とする請求項 4 記載のトンネル補強構造体。

【請求項 6】

前記トンネルの内壁面と前記単位補強部材との対向面間には、通水性を有する通水部材が設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のトンネル補強構造体。

【請求項 7】

前記単位補強部材同士の接合部には止水部材が設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のトンネル補強構造体。

【請求項 8】

前記トンネルの周方向に沿って隣接する前記単位補強部材同士は、互いの突き合わせ部分において前記トンネルの軸方向に沿って貫通するように形成された貫通孔にボルトが挿入されることで接合されており、前記単位補強部材同士は前記単位補強部材の 1 枚分毎に前記ボルトにより接合されていることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のトンネル補強構造体。

【請求項 9】

前記トンネルの周方向に沿って隣接する前記単位補強部材同士は、互いの突き合わせ部分において前記トンネルの軸方向に沿って貫通するように形成された貫通孔にボルトが挿入されることで接合されており、前記単位補強部材同士は前記単位補強部材の 2 枚分毎に前記ボルトにより接合されていることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のトンネル補強構造体。

【請求項 10】

前記補強体は、前記トンネルの幅方向の両側の前記支持体により前記トンネルの脚部から天井に向かう方向に押し上げられ前記トンネルの内壁面に押し付けられた状態で支持されていることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のトンネル補強構造体。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記補強体は、前記トンネルの周方向において、前記トンネルの天井部で分割され、前記トンネルの天井部と脚部との間で分割され、全部で4つの単位補強部材で構成されていることを特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載のトンネル補強構造体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トンネルの内壁面を補強するトンネル補強構造体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

道路用、鉄道用または水路用等の各種用途のトンネルにおいては、その内壁面の一部が老朽化等により剥離したり落下したりするおそれがあるので、その内壁面を定期的に調査し、劣化部分を補強する等、安全性を確保する上で種々な対策がとられている。

【0003】

トンネルの補強方法には、例えば、樹脂を含浸させた炭素繊維をトンネルの内壁面に重ね張りする方法、トンネルの内壁面に鋼板を接着する方法、あるいはトンネルの内壁面を複数枚の板状の剛性パネルで覆う方法（例えば特許文献1，2参照）等が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-285844号公報

【特許文献2】特開2006-37471号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、例えば、鉄道用のトンネルの内壁面の補強作業においては鉄道運行休止時の限られた短い時間の中で作業を行う必要があるし、道路用のトンネルの内壁面の補強作業においても交通規制をかけて工事を行う必要がある等、厳しい条件下で必要な強度を確保することが求められている。このため、トンネル補強構造体においては、如何にして簡易かつ迅速に組み立て可能な簡単な構造で高い強度を確保するかが重要な課題となっている。

【0006】

本発明は、上述の技術的背景からなされたものであって、その目的は、簡易かつ迅速に組み立て可能な簡単な構造で高い強度を備えるトンネル補強構造体を提供することが可能な技術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】

上記課題を解決するため、請求項1に記載の本発明のトンネル補強構造体は、トンネルの湾曲状の内壁面に沿う形状に形成され、前記トンネルの周方向および軸方向に沿って分割される複数の単位補強部材を備え、前記トンネルの周方向に隣接する前記単位補強部材同士が互いの突き合わせ部分において噛み合わされた状態で、前記トンネルの内壁面の少なくとも周方向の上半面を覆うように設けられた補強体と、前記トンネルの幅方向両側において前記補強体の脚部と前記トンネルの脚部との間に設けられ、前記補強体を支持する支持体と、を備えることを特徴とする。

【0008】

請求項2に記載の発明は、上記請求項1に記載の発明において、前記単位補強部材は、前記トンネルの周方向に沿う長さが前記トンネルの軸方向に沿う長さよりも長くなるように形成されていることを特徴とする。

【0009】

請求項3に記載の発明は、上記請求項1または2に記載の発明において、前記トンネルの天井部において前記トンネルの周方向に隣接する前記単位補強部材は、互いの突き合わ

10

20

30

40

50

せ部分で前記トンネルの軸方向にずれた状態で噛み合うようにして接合されていることを特徴とする。

【0010】

請求項4に記載の発明は、上記請求項1～3のいずれか1項に記載の発明において、前記単位補強部材の前記トンネルの内壁面に対向する面には、前記トンネルの内壁面に向かって突出する突出部が設けられており、該突出部は前記トンネルの周方向に沿って延在した状態で設けられていることを特徴とする。

【0011】

請求項5に記載の発明は、上記請求項4に記載の発明において、前記補強体の前記トンネルの内壁面に対向する面には、前記トンネルの軸方向に沿って隣接する前記突出部の間の溝により導水路が形成されており、該導水路は前記トンネルの周方向に沿って連続した状態で形成されていることを特徴とする。

10

【0012】

請求項6に記載の発明は、上記請求項1～5のいずれか1項に記載の発明において、前記トンネルの内壁面と前記単位補強部材との対向面間には、通水性を有する通水部材が設けられていることを特徴とする。

【0013】

請求項7に記載の発明は、上記請求項1～6のいずれか1項に記載の発明において、前記単位補強部材同士の接合部には止水部材が設けられていることを特徴とする。

【0014】

請求項8に記載の発明は、上記請求項1～7のいずれか1項に記載の発明において、前記トンネルの周方向に沿って隣接する前記単位補強部材同士は、互いの突き合わせ部分において前記トンネルの軸方向に沿って貫通するように形成された貫通孔にボルトが挿入されることで接合されており、前記単位補強部材同士は前記単位補強部材の1枚分毎に前記ボルトにより接合されていることを特徴とする。

20

【0015】

請求項9に記載の発明は、上記請求項1～7のいずれか1項に記載の発明において、前記トンネルの周方向に沿って隣接する前記単位補強部材同士は、互いの突き合わせ部分において前記トンネルの軸方向に沿って貫通するように形成された貫通孔にボルトが挿入されることで接合されており、前記単位補強部材同士は前記単位補強部材の2枚分毎に前記ボルトにより接合されていることを特徴とする。

30

【0016】

請求項10に記載の発明は、上記請求項1～9のいずれか1項に記載の発明において、前記補強体は、前記トンネルの幅方向の両側の前記支持体により前記トンネルの脚部から天井に向かう方向に押し上げられ前記トンネルの内壁面に押し付けられた状態で支持されていることを特徴とする。

【0017】

請求項11に記載の発明は、上記請求項1～10のいずれか1項に記載の発明において、前記補強体は、前記トンネルの周方向において、前記トンネルの天井部で分割され、前記トンネルの天井部と脚部との間で分割され、全部で4つの単位補強部材で構成されていることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0018】

請求項1記載の発明によれば、補強体を複数の単位補強部材により構成するとともに、トンネルの周方向に隣接する単位補強部材の突き合わせ部分を噛み合わせ構造にしたことにより、簡易かつ迅速に組み立て可能な簡単な構造で高い強度を備えるトンネル補強構造体を提供することが可能になる。

【0019】

また、請求項2記載の発明によれば、トンネルの周方向に隣接する単位補強部材の接合部の数を減らせるので、トンネル補強構造体の補強板の剛性を向上させることが可能にな

50

る。

【0020】

また、請求項3記載の発明によれば、1枚の単位補強部材毎に一連の組立作業を完了させることができるので、仕舞いを付け易くすることが可能になる。

【0021】

また、請求項4記載の発明によれば、突出部を設けたことにより、単位補強部材の重量を大幅に増やすことなく、単位補強部材の剛性を向上させることが可能になる。

【0022】

また、請求項5記載の発明によれば、トンネルの内壁面から漏れた水を良好に排水することができるので、その漏れた水が補強板の表面に漏れるのを防止することが可能になる

10

。

【0023】

また、請求項6記載の発明によれば、トンネルの内壁面から漏れた水をさらに良好に排水することができるので、その漏れた水が補強板の表面に漏れるのを防止することが可能になる。

【0024】

また、請求項7記載の発明によれば、トンネルの内壁面から漏れた水が単位補強部材同士の接合部から補強板の表面に漏れるのを防止することが可能になる。

【0025】

また、請求項8記載の発明によれば、1枚の単位補強部材毎に一連の組立作業を完了させることができるので、仕舞いを付け易くすることが可能になる。

20

【0026】

また、請求項9記載の発明によれば、ボルトの長さを統一することができるので、補強板の組立作業を簡易かつ迅速に行うことが可能になる。

【0027】

また、請求項10記載の発明によれば、トンネルの内壁部分の剥落の初動を抑制または防止することが可能になる。

【0028】

また、請求項11記載の発明によれば、各単位補強部材を小型軽量にすることができるので、簡易かつ迅速に組み立て可能な簡単な構造で高い強度を備えるトンネル補強構造体を提供することが可能になる。

30

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】修繕対象のトンネルの正面図である。

【図2】図1のトンネルの斜視図である。

【図3】図1のトンネルの内壁面で剥落が発生していない場合のトンネル補強構造体の作用を示すトンネルの正面図である。

【図4】図1のトンネルの内壁面で剥落が発生している場合のトンネル補強構造体の作用を示すトンネルの正面図である。

【図5】図1のトンネル補強構造体の補強板の要部分解斜視図である。

40

【図6】トンネル補強構造体の補強板をトンネルの内壁の周方向の天井部で左右に2分割した場合を示すトンネルの正面図である。

【図7】トンネル補強構造体の補強板をトンネルの内壁の周方向に沿って3分割した場合を示すトンネルの正面図である。

【図8】トンネル補強構造体の補強板をトンネルの内壁の周方向の天井部および左右側壁部で4分割した場合を示すトンネルの正面図である。

【図9】(a)は上半側のパネルの平面図、(b)は下半側のパネルの平面図である。

【図10】図1のトンネル補強構造体の補強板の天井部の拡大斜視図である。

【図11】図1のトンネル補強構造体の補強板の要部展開平面図である。

【図12】トンネルの天井部のパネルをイモ組みで組み立てた場合の一例の要部展開平面

50

図である。

【図 1 3】トンネルの天井部のパネル接合部を示す補強板の要部斜視図である。

【図 1 4】図 1 のトンネル補強構造体の補強板の要部展開平面図である。

【図 1 5】(a) はトンネルの天井部のパネル接合部を模式的に示した拡大平面図、(b) はトンネルの側壁部のパネル接合部を模式的に示した拡大平面図である。

【図 1 6】図 1 5 のパネル接合部の断面図である。

【図 1 7】パネル同士を接続するボルトの要部斜視図である。

【図 1 8】(a) はパネルにおいてボルトが挿入される貫通孔が形成されたパネルの要部側面図、(b) は(a) の反対側の固定貫通孔が形成されたパネルの要部側面図である。

【図 1 9】パネルの背面側を示す一部破断要部斜視図である。

【図 2 0】(a) , (b) はパネルの幅側の側面図である。

【図 2 1】パネルの変形例の幅側の側面図である。

【図 2 2】パネルのリブの他の作用を説明するためのトンネルの正面図である。

【図 2 3】トンネルの軸方向に隣接するパネルの幅側の側面図である。

【図 2 4】(a) は図 2 3 のパネル接合部を拡大して示した側面図、(b) はトンネルの周方向に隣接するパネの突き合わせ部分側の側面図である。

【図 2 5】下半側の 1 枚分のパネルに対して配置された支持部の正面図である。

【図 2 6】図 2 5 の支持部の I - I 線の断面図である。

【図 2 7】補強板を支持する支持部の変形例の断面図である。

【図 2 8】トンネル補強構造体の組立方法の一例を示すフロー図である。

【図 2 9】トンネル補強構造体の組立作業中のトンネルの正面図である。

【図 3 0】図 2 9 に続くトンネル補強構造体の組立作業中におけるトンネルの正面図である。

【図 3 1】図 3 0 に続くトンネル補強構造体の組立作業中におけるトンネルの正面図である。

【図 3 2】図 3 1 に続くトンネル補強構造体の組立作業中におけるトンネルの正面図である。

【図 3 3】図 3 2 に続くトンネル補強構造体の組立作業中におけるトンネルの正面図である。

【図 3 4】図 3 3 に続くトンネル補強構造体の組立作業中におけるトンネルの正面図である。

【図 3 5】トンネル補強構造体の天井部のパネル接合部を模式的に示した拡大平面図である。

【図 3 6】(a) はパネル同士を接合するためのボルトが挿入される貫通孔を示すパネルの要部側面図、(b) はパネル同士を接合するためのボルトの挿入面とは反対側の面側に形成された固定貫通孔を示すパネルの要部側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明の一例としての実施の形態について、図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための図面において、同一の構成要素には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

【0031】

(第 1 の実施の形態)

【0032】

図 1 は、修繕対象のトンネル 1 の正面図、図 2 は、図 1 のトンネル 1 の斜視図である。

【0033】

トンネル 1 は、例えば鉄道用トンネルであり、複数個の煉瓦 1 a がトンネル 1 の径方向に沿って積み重ねられて形成されている。煉瓦 1 a の積層数は、例えば 4 層で、その全厚 D 1 は、例えば 4 5 5 mm である。煉瓦 1 a の積み方は、例えば煉瓦 1 a の長手方向がトンネル 1 の軸方向 (線路方向) に沿うように配置された長手積である。各煉瓦 1 a の大き

10

20

30

40

50

さは、例えば 2 1 0 mm × 1 0 0 mm × 6 0 mm である。

【 0 0 3 4 】

トンネル 1 の内壁面は、例えば正面から見て馬蹄形のように湾曲状に形成されている。トンネル 1 の内空の高さ H 1 は、例えば 5 . 0 6 m、内空下半の高さ H 2 は、例えば 2 . 8 0 m、内空上半の高さ H 3 は、例えば 2 . 2 8 m、内空の半径 R 1 は、例えば 2 . 2 8 m、内空の幅 W 1 は、例えば 4 . 5 6 m である。

【 0 0 3 5 】

トンネル 1 の内空において天井部近傍には、架線 E A がトンネル 1 の軸方向に沿って設置されている。また、トンネル 1 の左右の側壁面において中央よりやや上方には、それぞれ信号高圧線 E H および信号低圧線 E L がトンネル 1 の軸方向に沿って設置されている。

10

【 0 0 3 6 】

このようなトンネル 1 内には、トンネル 1 の湾曲状の内壁面に沿ってトンネル 1 の内壁の周方向のほぼ全域を覆うようにトンネル補強構造体 2 が設置されている。このトンネル補強構造体 2 は、トンネル 1 の内壁面を修繕し補強する構造体であり、トンネル 1 の内壁面を覆う補強板（補強体）3 と、その補強板 3 の脚部とトンネル 1 の脚部との間に設けられ補強板 3 を支持する支持部（支持体）4 とを有している。

【 0 0 3 7 】

トンネル補強構造体 2 の補強板 3 は、トンネル 1 の幅方向両側の支持部 4 , 4 によってトンネル 1 の脚部から天井部に向かう方向に押し上げられ、補強板 3 の背面がトンネル 1 の内壁面に接触し押し付けられた状態で支持されている。すなわち、本実施の形態においては、トンネル補強構造体 2 の補強板 3 からトンネル 1 の内壁の煉瓦面に内圧を与えることにより、煉瓦 1 a の剥落の初動を抑制または防止することが可能になっている。

20

【 0 0 3 8 】

次に、図 3 は、トンネル 1 の内壁面で剥落が発生していない場合のトンネル補強構造体 2 の作用を示している。力 P 1 は補強板 3 を上方に押し上げる力を示し、力 P 2 は補強板 3 がトンネル 1 の内壁面を押圧する力を示している。補強板 3 からの力 P 2 が、トンネル 1 の内壁面に対してほぼ均等に加わっている。これにより、上記したように煉瓦 1 a の剥落を抑制または防止することができる。

【 0 0 3 9 】

また、本実施の形態においては、トンネル補強構造体 2 の補強板 3 がトンネル 1 の内壁面に押し付けられているので、トンネル 1 の内空間断面における補強板 3 の占有面積を最小限にすることができる。このため、補強板 3 によるトンネル 1 の内空間断面の障害量を小さくすることができる。

30

【 0 0 4 0 】

さらに、本実施の形態においては、トンネル補強構造体 2 がトンネル 1 の内壁面を覆うように設けられているので、トンネル 1 の内壁面の腐食や風化等による劣化を抑制または防止することができる。このため、トンネル 1 の内壁面の剥落の発生自体を低減または防止することができる。

【 0 0 4 1 】

次に、図 4 は、トンネル 1 の内壁面で剥落が発生した場合のトンネル補強構造体 2 の作用を示している。この場合、剥落物 M の落下力 P 3 が補強板 3 に作用する。この剥落物 M の落下力 P 3 は補強板 3 の両端部（脚部）に下向きの荷重を与えるが、その落下力 P 3 によって補強板 3 に微小な弾性歪みが発生するため、補強板 3 にはその歪みを戻そうとする反発力 P 4 がトンネル 1 の内壁面を押圧する方向に発生する。その結果、剥落物 M の落下力 P 3 が補強板 3 によって分散された状態で、剥落物 M は補強板 3 とトンネル 1 の内壁面との間に保持される。なお、この作用は、トンネル 1 の内壁の側壁面で剥落が発生した場合も同様である。

40

【 0 0 4 2 】

次に、図 5 は、トンネル補強構造体 2 の補強板 3 の要部分解斜視図である。

【 0 0 4 3 】

50

補強板 3 は、トンネル 1 の周方向および軸方向に沿って分割される複数のパネル 3 u (3 u 1 , 3 u 2 , 3 u 3 , 3 u 4 : 単位補強部材) により構成されている。各パネル 3 u は、トンネル 1 の湾曲状の内壁面に沿うように湾曲状に形成されている。

【 0 0 4 4 】

このように補強板 3 を複数のパネル 3 u により構成したことにより、補強板 3 にかかる応力を効果的に分散させることができるので、補強板 3 の耐性を向上させることができる。

【 0 0 4 5 】

また、補強板 3 を複数のパネル 3 u により構成したことにより、各パネル 3 u の重量を低減できるので、大型の機械や支持部材を使用することなく、例えば 2 人程度の少人数の作業員によって補強板 3 を簡易かつ迅速に組み立てることができる。

10

【 0 0 4 6 】

また、ここでは、トンネル 1 の内壁面の天井側のパネル 3 u 1 , 3 u 2 が同じ寸法および形状で形成され、トンネル 1 の内壁面の側壁側のパネル 3 u 3 , 3 u 4 は同じ寸法および形状で形成されている。このようにパネル 3 u の寸法や形状を同じにしたことにより、パネル 3 u を量産することができるので、補強板 3 のコストを低減することができる。

【 0 0 4 7 】

また、ここでは、補強板 3 がトンネル 1 の周方向に沿って、例えば 4 分割されている。その理由について図 6 ~ 図 8 を参照して説明する。なお、図 6 ~ 図 8 において S は補強板 3 の分割箇所を示し、X , Y は中心線を示している。

20

【 0 0 4 8 】

図 6 は、補強板 3 をトンネル 1 の周方向の天井部で左右に 2 分割した場合を示している。この場合、パネル 3 u の最大長さは、例えば 6 . 5 m、パネルの重量 (k g / 0 . 5 m 幅) は、例えば 8 3 k g となり、少人数の作業員で補強板 3 を組み立てるには困難である上、信号高圧線 E H および信号低圧線 E L (図 1 参照) を避けることができない。

【 0 0 4 9 】

図 7 は、補強板 3 をトンネル 1 の周方向 (= 1 2 0 度) で 3 分割した場合を示している。この場合、パネル 3 u の最大長さは、例えば 4 . 7 m で、パネル 3 u の重量 (k g / 0 . 5 m 幅) は、6 0 k g となり、図 6 の場合と同様の問題がある。ただし、架線 E A、信号高圧線 E H および信号低圧線 E L が無い場合、予めパネル 3 u を仮組みして、トンネル 1 の周方向に張り出すようにして補強板 3 を設置しても良い。

30

【 0 0 5 0 】

図 8 は、本実施の形態のように補強板 3 をトンネル 1 の周方向の天井部および左右側壁部で 4 分割した場合を示している。この場合、パネル 3 u の最大長さは、例えば 3 . 6 m で、重量 (k g / 0 . 5 m 幅) は、例えば 4 6 k g となる。この場合、架線 E A、信号高圧線 E H および信号低圧線 E L があってもそれらを避けて組み立てることができる上、大型の機械や支持部材を用いることなく 2 人程度の少人数の作業員により補強板 3 を組み立てることができる。

【 0 0 5 1 】

次に、図 9 (a) は、上半側のパネル 3 u (3 u 1 , 3 u 2) の平面図、同図 (b) は、下半側のパネル 3 u (3 u 3 , 3 u 4) の平面図である。

40

【 0 0 5 2 】

上半側および下半側のパネル 3 u は、例えば、ガラス繊維、不飽和ポリエステル樹脂および水酸化アルミニウムを主成分とする繊維強化プラスチック (以下、FRP という) 板により形成されている。FRP は、曲げ強度が高く、比較的軽量である上、製造上の寸法精度が高く、修繕工に好適である。

【 0 0 5 3 】

パネル 3 u の重量は、例えば $17 \text{ kN} / \text{m}^3$ 、ヤング係数は、例えば $9.6 \sim 13.0 \text{ kN} / \text{mm}^2$ 、曲げ強度は、例えば $130 \text{ N} / \text{mm}^2$ 、撓みは、例えば 38.3 mm 、応力度は、例えば $31.2 \text{ N} / \text{mm}^2$ 、許容応力度 3 は、例えば $65.0 \text{ N} / \text{mm}^2$ (

50

3)である。また、パネル3uは、不燃性(耐熱性試験JIS K 6911)であり、熱伝導率が、例えば0.19~0.24(W/m・)であり、非導電性(絶縁耐力300~450V/mill)である。

【0054】

なお、パネル材料として、例えば超高強度繊維補強コンクリート板(主成分は、例えば専用繊維(鋼繊維、ポリビニルアルコール繊維)、シリカフュームおよび珪石微粉末)や高じん性セメントボード(主成分は、例えばポリビニルアルコール繊維、シリカフュームおよびセピオライト)を適用しても良い。

【0055】

図9(a)に示すように、上半側のパネル3u(3u1, 3u2)の長さL1は、例えば3.766m、幅W2は、例えば0.5mである。また、図9(b)に示すように、下半側のパネル3u(3u3, 3u4)の長さL2は、例えば2.846m、幅W3は上半側のパネル3uと同じく、例えば0.5mである。

10

【0056】

いずれのパネル3uもトンネル1の周方向に沿う長さL1, L2がトンネル1の軸方向に沿う長さ(幅W2, W3)よりも長くなるように形成されている。これは、例えば以下の理由からである。

【0057】

パネル3uにおいてトンネル1の周方向の長さを、軸方向の長さよりも短くすると、パネル3uが小さくなり補強板3の組立時の作業性は向上するが、トンネル1の周方向においてパネル3u同士の接合箇所が増えるので、そのパネル3u同士の接合作業が手間や時間のかかる面倒な作業になる。

20

【0058】

また、本実施の形態においては、上記のように補強板3をトンネル1の内壁に押し付けるような力が加わる上、剥落物Mを補強板3の弾性作用により支えるので、トンネル1の内壁の周方向に沿ってパネル3uの接合箇所が増えると補強板3の強度が低下する。

【0059】

これに対して、本実施の形態のように、パネル3uにおいてトンネル1の周方向の長さL1を軸方向の長さ(幅W2, W2)よりも長くすることにより、トンネル1の周方向におけるパネル3uの接合箇所を大幅に減らすことができる。このため、補強板3の組立作業を簡易かつ迅速に行うことができる。また、補強板3の強度を向上させることができる。

30

【0060】

次に、図10は、トンネル補強構造体2の補強板3の天井部の拡大斜視図、図11は、トンネル補強構造体2の補強板3の要部を展開して示した平面図である。なお、図11の横方向がトンネル1の周方向である。

【0061】

トンネル1の周方向に隣接するパネル3u同士は、互いの突き合わせ部分で噛み合うように接合されている。トンネル1の天井部においてパネル3u1, 3u2は、いわゆる千鳥組みで組み立てられている。すなわち、パネル3u1, 3u2は、互いの突き合わせ部分においてトンネル1の軸方向にパネル3u1, 3u2の幅半分だけずれた状態で噛み合うようにして接合されている。

40

【0062】

また、トンネル1内の側壁部においてパネル3u1, 3u3およびパネル3u2, 3u4は、それぞれいわゆるイモ組みで組み立てられている。すなわちパネル3u1, 3u3およびパネル3u2, 3u4は、それぞれ互いの突き合わせ部分においてトンネル1の軸方向にずれない状態で噛み合うようにして接合されている。

【0063】

このように、パネル3uを噛み合わせて接合することにより、パネル3uの接合部での強度を高めることができるので、補強板3の剛性を向上させることができる。

50

【 0 0 6 4 】

また、トンネル 1 の周方向に隣接するパネル 3 u , 3 u 同士の凹凸を噛み合わせて接合することにより、そのパネル 3 u 同士の位置（トンネル 1 の周方向および軸方向の位置）合わせ精度を向上させることができる。すなわち、パネル 3 u , 3 u 同士の一部を重ねて接合したり、パネル 3 u , 3 u 同士を他部材で接合したりする等、パネル 3 u , 3 u 同士を噛み合わせないで接合する場合に比べて、パネル接合部でのパネル 3 u 同士の位置合わせ作業を容易にすることができる。したがって、パネル 3 u の組立作業を簡易かつ迅速に行うことができる。

【 0 0 6 5 】

また、パネル 3 u 同士を他部材により接合する場合に比べて部品点数を減らすことができるので、補強板 3 の組立作業時間を短縮できる上、補強板 3 のコストを低減することができる。

10

【 0 0 6 6 】

さらに、パネル 3 u 1 , 3 u 2 を千鳥組みにしたことにより、後述するように、1 枚のパネル 3 u 毎（トンネル 1 の内壁の片側の上半のパネル 3 u , 3 u 毎）に 1 サイクルの組立作業を行うことができるので、仕舞いを付けやすくすることができる。したがって、修繕作業の許容時間が短い場合でも柔軟に対応することができる。

【 0 0 6 7 】

ただし、トンネル 1 の天井部のパネル 3 u 1 , 3 u 2 をイモ組みで組み立てても良い。図 1 2 は、トンネル 1 の天井部のパネル 3 u 1 , 3 u 2 をイモ組みで組み立てた場合の一例の要部を展開して示した平面図である。なお、図 1 2 の横方向がトンネル 1 の周方向である。

20

【 0 0 6 8 】

トンネル 1 内の天井部においてパネル 3 u 5 , 3 u 6 (3 u) は、互いの突き合わせ部分においてトンネル 1 の軸方向にずらさないで噛み合うようにして接合されている。この場合もパネル 3 u を噛み合わせたことによる効果を得ることができる。

【 0 0 6 9 】

次に、図 1 3 は、トンネル 1 の天井部のパネル接合部を示す補強板 3 の要部斜視図、図 1 4 は、補強板 3 の要部展開平面図である。

【 0 0 7 0 】

トンネル 1 の周方向に隣接するパネル 3 u 同士は、互いの突き合わせ部分（噛み合わせ部分）において、例えば 2 本のボルト 5 によって接合されている。ボルト 5 の接続方法は、例えばパネル接合部で高い剛性を得ることが可能な縦断方向接続とされている。すなわち、パネル 3 u の噛み合わせ部分の側面にはトンネル 1 の軸方向に沿って延びる 2 つの貫通孔が形成されており、その各々の貫通孔にボルト 5 が挿入され、ねじ止めされることでパネル 3 u 同士が接合されている。これにより、パネル 3 u 同士の噛み合わせ接合による効果が期待できる上、パネル接合部で高い剛性を得ることができる。

30

【 0 0 7 1 】

次に、図 1 5 (a) は、トンネル 1 の天井部のパネル接合部を模式的に示した拡大平面図、図 1 5 (b) は、トンネル 1 の側壁部のパネル接合部を模式的に示した拡大平面図、図 1 6 はパネル接合部の断面図、図 1 7 はパネル 3 u を接合するボルト 5 の要部斜視図、図 1 8 (a) はパネル 3 u においてボルト 5 が挿入される貫通孔 6 a が形成されたパネル 3 u の要部側面図、図 1 8 (b) は同図 (a) の反対面の固定貫通孔 6 b が形成されたパネル 3 u の要部側面図である。

40

【 0 0 7 2 】

まず、図 1 5 (a) , (b) に示すように、補強板 3 の天井部および側壁部において、パネル 3 u は、1 枚のパネル 3 u 毎にボルト 5 により接合されている。

【 0 0 7 3 】

このボルト 5 の一端には、図 1 5 , 図 1 6 に示すように、雄ねじ部 5 a が形成されている。また、ボルト 5 の他端には、図 1 5 ~ 図 1 7 に示すように、他の部分よりも大径の大

50

径部 5 b が形成されており、その大径部 5 b の端面には、他のボルト 5 の雄ねじ部 5 a をねじ込むための雌ねじ部 5 c が形成されている。大径部 5 b の端面の形状は、図 1 7 に示すように、ボルト 5 の回転が抑止されるように、例えば略俵形に形成されている。

【 0 0 7 4 】

また、図 1 8 (a) に示すように、パネル 3 u においてボルト 5 が挿入される側面には、ボルト 5 を挿入するための貫通孔 6 a が形成されている。貫通孔 6 a の形状は円形状に形成されており、その直径は、ボルト 5 の雄ねじ部 5 a の直径よりも大径になるように形成されている。

【 0 0 7 5 】

一方、図 1 8 (b) に示すように、パネル 3 u においてボルト 5 が挿入される面とは反対側の側面には、貫通孔 6 a よりも大きな固定貫通孔 6 b が貫通孔 6 a と中心軸を一致させた状態で形成されている。

【 0 0 7 6 】

この固定貫通孔 6 b は、ボルト 5 の大径部 5 b が嵌め合わされる孔である。固定貫通孔 6 b の大きさおよび平面形状は、ボルト 5 の大径部 5 b を嵌合でき、かつ、ボルト 5 の回転を止めることができるように、大径部 5 b よりも若干大きな略俵形に形成されている。

【 0 0 7 7 】

パネル 3 u , 3 u 同士の接合は、ボルト 5 の一端の雄ねじ部 5 a をパネル 3 u の貫通孔 6 a に挿入し、既に固定されている他のボルト 5 の大径部 5 b の雌ねじ部 5 c にねじ込むことを行うようになっている。

【 0 0 7 8 】

次に、図 1 9 は、パネル 3 u の背面側を示す一部破断要部斜視図、図 2 0 (a) , (b) は、パネル 3 u の幅側の側面図、図 2 1 は、パネル 3 u の変形例の幅側の側面図、図 2 2 は、パネル 3 u のリブ 3 u r の他の作用を説明するためのトンネル 1 の正面図である。

【 0 0 7 9 】

まず、図 1 9 および図 2 0 に示すように、パネル 3 u においてトンネル 1 の内壁面に対向する背面には、パネル 3 u の厚さ方向 (トンネル 1 の内壁面に向かう方向) に突出する複数のリブ (突出部) 3 u r が設けられている。

【 0 0 8 0 】

リブ 3 u r は、パネル 3 u の幅方向 (トンネル 1 の軸方向) に沿って予め決められた間隔毎に複数設けられている。また、各リブ 3 u r は、パネル 3 u の長手方向 (トンネル 1 の周方向) の端から端まで連続して延在した状態で形成されている。

【 0 0 8 1 】

図 2 0 (a) に示すように、各リブ 3 u r の幅 W 4 は、例えば 2 0 mm である。また、リブ 3 u r の高さ と パネル 3 u の板厚 と の 合 計 の 厚 さ D 2 は、例えば 2 0 mm 以下になるように設定されている。これにより、トンネル 1 の内空阻害量の 2 0 mm を守ることができる。なお、リブ 3 u r の高さ と パネル 3 u の板厚 は、例えば 共 に 1 0 mm である。

【 0 0 8 2 】

このようなリブ 3 u r を設けたことにより、以下の効果を得ることができる。

【 0 0 8 3 】

パネル 3 u の剛性を高めることができ、パネル 3 u に張力が与えることができるので、パネル 3 u が薄いままでパネル 3 u の自立性を向上させることができる。このため、煉瓦 1 a の剥落に対するパネル 3 u の耐性を向上させることができる。

【 0 0 8 4 】

また、トンネル 1 の内壁面の修繕作業に際して、パネル施工を行う場合、一般的にはトンネル 1 の内壁面の側壁部分をはつり、そこに垂直支保工を設置するようにしている。このため、作業に手間や時間がかかる。これに対して、本実施の形態においては、パネル 3 u の剛性が高く自立できるので、トンネル 1 の内壁面の修繕作業に際し、トンネル 1 の内壁の側壁面をはつり、そこに垂直支保工を設置するという工法を用いないで済む。このため、トンネル 1 の内壁面の修繕作業を簡易かつ迅速に行うことができるとともにコストを

10

20

30

40

50

低減することができる。

【0085】

また、リブ3urを設けたことにより、パネル3uの肉厚を厚くすることなく剛性を高めることができるので、パネル3uの重量を大幅に増やすことなく、パネル3uの剛性を向上させることができる。このため、2人程度の少人数の作業者でも補強板3を組み立てることができる。

【0086】

また、パネル3uの剛性が低いとパネル3uの組立に際してパネル3uに捻れや反りが生じるので組立作業を慎重に行う必要が生じ、パネル3uの取り扱いが難しくなる。これに対して、本実施の形態においてはパネル3uにリブ3urを設けたことにより、パネル3uの反りや捻れ等のような変形を防止することができる。このため、パネル3uの組立作業に際してパネル3uの取り扱いを容易にすることができる。

10

【0087】

さらに、トンネル1の周方向に隣接する各パネル3uの背面の複数のリブ3urの位置(パネル3uの幅方向位置)を一致させることにより、補強板3の強度を向上させることができる。

【0088】

また、パネル3uの断面剛性が不足する場合は、図21に示すように、パネル3uの背面にリブ3urよりも背の高いリブ3urhを設けても良い。これにより、パネル3uの剛性を向上させることができる。

20

【0089】

ここでは、背の高いリブ3urhが、パネル3uの幅方向中央に設けられている。リブ3urhの幅は、例えば、リブ3urよりも狭く10mm程度である。これ以外のリブ3urhの構成は、リブ3urと同じである。ただし、この背の高いリブ3urhを設けたパネル3uを使用する場合は、トンネル1の内壁面に溝を形成しておきその溝に、背の高いリブ3urhを収めるようにする。

【0090】

また、図19、図20および図22に示すように、パネル3uの背面の複数のリブ3urの隣接間の溝3tにより、トンネル1内に生じた漏水をトンネル1の脚部側に導く導水路が形成されている。この溝3tによる導水路は、トンネル1の周方向に沿って連続した状態で設けられている。ただし、トンネル1の周方向に沿って導水路が連続した状態で設けられていれば良く、トンネル1の周方向に隣接する各パネル3uの背面の複数のリブ3urの幅方向位置を一致させなくても良い。

30

【0091】

このようにパネル3uの背面のリブ3urの隣接間の溝3tを導水路とすることにより、図22の矢印で示すように、トンネル1の内壁面から漏れた水を、リブ3ur間の溝3tを通じてトンネル1の脚部側に流すことができる。これにより、トンネル1の内壁面から漏れた水がパネル接合部を通じて補強板3の表面に漏れるのを防止することができる。

【0092】

また、パネル3uの背面とトンネル1の内壁面との対向面間に通水性を有する通水部材(図示せず)を介在させても良い。これにより、トンネル1の内壁面から漏れた水の排水性をさらに向上させることができるので、トンネル1の内壁面から漏れた水がパネル接合部を通じて補強板3の表面に漏れるのを防止することができる。

40

【0093】

この通水部材は、例えば、ポリプロピレン等のようなプラスチックからなる細い糸同士の間を相互融着して立体網目状に形成したポラス体で構成しても良いし、不織布で構成しても良い。このようなポラス体や不織布は、軽量で作業性が良い。また、ポラス体や不織布は、煉瓦1aの剥落に対して緩衝部材としても機能するので、煉瓦1aの剥落に対する補強板3の耐性を向上させることができる。

【0094】

50

次に、図 2 3 は、トンネル 1 の軸方向に隣接するパネル 3 u の幅側の側面図、図 2 4 (a) は、図 2 3 のパネル接合部を拡大して示した側面図、同図 (b) はトンネル 1 の周方向に隣接するパネル 3 u の突き合わせ部分側の側面図である。

【 0 0 9 5 】

図 2 3 および図 2 4 (a) に示すように、トンネル 1 の軸方向に隣接するパネル 3 u 同士は、一方のパネル 3 u の凹部 8 a に、他方のパネル 3 u の凸部 8 b が嵌め込まれることにより接合されている。

【 0 0 9 6 】

また、図 2 4 (b) に示すように、トンネル 1 の周方向に隣接するパネル 3 u の突き合わせ部分においても一方のパネル 3 u の凹部 9 a に、他方のパネル 3 u の凸部 9 b が嵌め込まれている。

10

【 0 0 9 7 】

さらに、図 2 4 (a) , (b) に示すように、パネル 3 u , 3 u 同士の接合部には、例えば水膨張ゴムのような止水部材 1 0 が設けられている。

【 0 0 9 8 】

このように隣接するパネル 3 u の接合部を嵌め合わせ構造にすることにより、パネル 3 u 同士の目違いを防止することができる。また、隣接するパネル 3 u の接合部を嵌め合わせ構造にしたことや、その接合部に止水部材 1 0 を設けたことにより、パネル 3 u の接合部での止水性を向上させることができる。これにより、トンネル 1 の内壁面から漏れた水がパネル接合部を通じて補強板 3 の表面に漏れるのを防止することができる。

20

【 0 0 9 9 】

次に、図 2 5 は、下半側の 1 枚分のパネル 3 u に対して配置された支持部 4 の正面図、図 2 6 は、図 2 5 の支持部 4 の I - I 線の断面図である。

【 0 1 0 0 】

支持部 4 は、下半側のパネル 3 u の下端面と基礎コンクリート部 1 5 との間に設置されている。1 枚分のパネル 3 u の支持部 4 には、例えば 2 個のボルト 4 a が配置されている。

【 0 1 0 1 】

各ボルト 4 a の一端部は、下半側のパネル 3 u の下端面に穿孔された孔 1 6 内に挿入され、他端部は、基礎コンクリート部 1 5 側に台座部 4 b を介して固定されている。各ボルト 4 a の一端部が挿入された孔 1 6 は、パネル 3 u の下端面からパネル 3 u の長手方向 (トンネル 1 の周方向) に沿って延び、パネル 3 u の長手方向の途中位置で終端されている。

30

【 0 1 0 2 】

各ボルト 4 a の長手方向の途中位置にはナット 4 c が螺合されている。このナット 4 c によりパネル 3 u の下端面の高さが調節 (固定) されている。パネル 3 u の下端面とナット 4 c との間には、荷重分散部材 4 d が介在されている。

【 0 1 0 3 】

このようなボルト 4 a 、台座部 4 b 、ナット 4 c および荷重分散部材 4 d は、例えば無収縮モルタルからなる充填部材 4 e によって覆われ、しっかりと固定されている。

40

【 0 1 0 4 】

次に、図 2 7 は、補強板 3 を支持する支持部 4 の変形例の断面図である。なお、符号 C は、はつり面を示している。

【 0 1 0 5 】

ここでは、下半側のパネル 3 u の脚部の下方に水路 1 7 が埋設されている場合を示している。トンネル 1 の内壁面の煉瓦 1 a が剥落した場合、補強板 3 の脚部には剥落による荷重がかかるので、補強板 3 の脚部の直下に水路 1 7 が無い方が好ましい。

【 0 1 0 6 】

そこで、トンネル 1 の脚部の内壁面の煉瓦 1 a を一部分だけのはつり、そこにパネル 3 u の脚部が配置されるようにする。これにより、パネル 3 u の脚部の位置を水路 1 7 よりも

50

地山側にずらしている。

【0107】

次に、トンネル補強構造体2の組立方法の一例について図28のフロー図に沿って図29～図34を参照して説明する。図29～図34は、トンネル補強構造体2の組立作業中のトンネル1の正面図である。なお、トンネル1の内壁面の修繕工の作業条件は、例えば、夜間作業で、実作業時間は3時間程度である。

【0108】

まず、図28の事前施工100では、例えば3次元測量および基礎コンクリート打設工等を行う。

【0109】

3次元測量では、トンネル1の現況の内空形状と設計とがどの程度異なっているか等を確認するために、3Dレーザースキャナを用いてノンプリズムで測量し、その結果から3次元CADデータを作成し、任意の横断面でのトンネル1の内壁の形状を把握する。

【0110】

基礎コンクリート打設工では、下半側のパネル3uの据付高を整え、支持力を確保するため基礎コンクリート部15（図26等参照）を打設する。

【0111】

次いで、図28の上半パネル設置工程101では、図29に示すように、左側の上半側のパネル3uをトンネル1の内壁の下半側壁の位置から湾曲状の内壁面に沿って回転させながら持ち上げ、概略位置に設置する。そして、作業台20からサポート21aを取り出して、左側の上半側のパネル3uを仮受けする。続いて、図30に示すように、右側の上半側のパネル3uを左側と同様に持ち上げ、サポート21bにより右側の上半側のパネル3uを仮受けする。

【0112】

左右の上半側のパネル3uは、上記したように分割されており1枚の重量が、例えば45kg程度と軽い上、背面に複数のリブ3urにより高い剛性が確保されているので取り扱い易い。また、パネル3uの設置に際しては、トンネル1の湾曲状の内壁面に沿って回転させながら持ち上げて設置できる。これらにより、左右の上半側のパネル3uを2人程度の少人数の作業員で比較的簡易かつ迅速に設置することができる。

【0113】

次いで、図28の下半パネル設置工程102では、図31に示すように、基礎コンクリート部15の上に、仮置き用の架台（図示せず）を据えた後、その架台の上に左側の下半側のパネル3uを仮置きする。続いて、左側の上下半のパネル3u、3uをボルト5（図14、図15（b）等参照）で連結する。続いて、図32に示すように、右側の下半側のパネル3uを左側と同様に基礎コンクリート部15上の架台上に仮置きし、右側の上下半のパネル3u、3uをボルト5で連結する。

【0114】

左右の下半側のパネル3uも、上記したように分割されており1枚の重量が、例えば40kg程度と軽い上、背面に複数のリブ3urにより高い剛性が確保されており取り扱い易いので、左右の下半側のパネル3uも2人程度の少人数の作業員で比較的簡易かつ迅速に設置することができる。

【0115】

次いで、図28のジャッキアップ工程103では、図33および図34に示すように、左右の下半側のパネル3uの下端と基礎コンクリート部15との間に、例えば1枚のパネル3uにつき2個のジャッキ22のような昇降手段を設置した後、左右の上下半のパネル3uの背面のリブ3urがトンネル1の内壁面（煉瓦面）に接するまで左右の上下半のパネル3uをジャッキ22により押し上げる。

【0116】

ここで、ジャッキアップの位置はトンネル1の高さ方向のほぼ中央の位置（図1の高さH2の位置）にしても良い。その場合、パネル3uの自重とジャッキアップ力の方向とが

10

20

30

40

50

同一線上になるので、力を伝え易いという効果がある。しかし、その場合、ジャッキアップの位置が高いので、補強板3の組立後の管理時の点検が難しい。これに対して、本実施の形態において、ジャッキアップの位置がパネル3uの脚部にあるので、補強板3の組立後の管理時の点検を容易にすることができる。

【0117】

続いて、図28の連結工程104では、左右の上半側のパネル3u, 3uにおいて互いの噛み合う部分において貫通孔6a(図18等参照)にボルト5(図13、図15(a)等参照)を縦断方向に挿入し、ねじ止めをすることにより、左右の上半側のパネル3u, 3u同士を接合する。

【0118】

この際、トンネル1の軸方向に隣接する左右の上半側のパネル3uを、トンネル1の内壁面側に押し付けているので、左右の上半側のパネル3u, 3uの厚さ方向の位置を一致させることができる。このため、左右の上半側のパネル3u, 3uの厚さ方向における貫通孔6aの位置も一致させることができる。したがって、トンネル1の軸方向に隣接する上半側のパネル3u, 3uの位置合わせを容易にすることができるので、補強板3の組立作業を簡易かつ迅速に行うことができる。

【0119】

続いて、ジャッキ22をボルト4a(図25参照)に交換することにより、トンネル1の周方向に沿って組み立てられた左右上下の4枚のパネル3uの位置を固定する。

【0120】

このような工程101~工程104をトンネル1の軸方向に沿って繰り返し行うことにより、トンネル1の内壁に補強板3を組み立てる。

【0121】

本実施の形態においては、トンネル1の天井部側のパネル3uの組み合わせを千鳥組にしたことにより、1枚のパネル3u(片側の上半側のパネル3u, 3u)単位で1サイクルの作業を終了できるので、仕舞いを付け易くすることができる。したがって、修繕作業の許容時間が短い場合でも柔軟に対応することができる。

【0122】

また、補強板3が複数のパネル3uに分かれているので、トンネル1の内壁面近傍に設置されている架線EA、信号高圧線EHおよび信号低圧線EL等を避けて補強板3を組み立てることができる。

【0123】

その後、図28のモルタル充填工程105では、補強板3の脚部にモルタル充填用の型枠を組み立てた後、その型枠内に、例えばプレイミックタイプの無収縮モルタルと水とを練り混ぜたものをエアで吹きながら打設することにより、その型枠内に充填部材4e(図24等参照)を充填する。充填部材4eの充填工程は、特に限定されるものではないが、例えば5~10m(1回)とされている。

【0124】

後日、モルタル充填用の型枠を脱型して支持部4を形成し、トンネル補強構造体2(図1および図2等参照)の組み立てを終了する。

【0125】

(第2の実施の形態)

【0126】

図35は、第2の実施の形態におけるトンネル補強構造体2の天井部のパネル接合部を模式的に示した拡大平面図である。

【0127】

本実施の形態においては、トンネル1の天井部におけるパネル3u同士の接合に際して、2枚のパネル3u毎にボルト5で接合する。

【0128】

この場合、パネル3uの接合部での2本のボルト5の長さを統一することができる。す

10

20

30

40

50

なわち、補強板 3 の上半のパネル 3 u の接合に使用するボルト 5 を全て同じものにする
ことができる。

【 0 1 2 9 】

このため、補強板 3 の組立作業に際してボルト 5 の長さを揃えたり、各接合作業で使用
するボルト 5 を選択したりする等の手間を無くすことができるので、補強板 3 を簡易かつ
迅速に組み立てることができる。また、ボルト 5 を量産することができるので、トンネル
補強構造体 2 のコストを低減することができる。

【 0 1 3 0 】

(第 3 の実施の形態)

【 0 1 3 1 】

図 3 6 (a) はパネル 3 u 同士を接合するためのボルト 5 が挿入される貫通孔 6 a を示
すパネル 3 u の要部側面図、同図 (b) はパネル 3 u 同士を接合するためのボルト 5 の挿
入面とは反対側の面側に形成された固定貫通孔 6 b を示すパネル 3 u の要部側面図である
。

【 0 1 3 2 】

本実施の形態においては、パネル 3 u においてボルト 5 を挿入する貫通孔 6 a の形状が
縦長に形成されている。すなわち、貫通孔 6 a において、パネル 3 u の厚さ方向の長さ (径) が、パネル 3 u の長手方向 (トンネル 1 の周方向) の長さ (径) よりも長くなっている。

【 0 1 3 3 】

これにより、トンネル 1 の軸方向 (パネル 3 u の幅方向) に隣接するパネル 3 u 同士の
厚さ方向の位置合わせ精度を緩和することができる。このため、トンネル 1 の軸方向に隣
接するパネル 3 u 同士の接合に際して、互いのパネル 3 u の厚さ方向の位置が若干ずれた
場合でも、貫通孔 6 a 内にボルト 5 を挿入することができ、隣接するパネル 3 u 同士を接
合することができる。したがって、補強板 3 の組立作業を簡易かつ迅速に行うことができ
る。

【 0 1 3 4 】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本明
細書で開示された実施の形態はすべての点で例示であって、開示された技術に限定される
ものではないと考えるべきである。すなわち、本発明の技術的な範囲は、前記の実施の形
態における説明に基づいて制限的に解釈されるものでなく、あくまでも特許請求の範囲の
記載に従って解釈されるべきであり、特許請求の範囲の記載技術と均等な技術および特許
請求の範囲の要旨を逸脱しない限りにおけるすべての変更が含まれる。

【 0 1 3 5 】

例えば、前記実施の形態においては、トンネルの内壁のほぼ全周を覆うように補強板を
設けた場合について説明したが、トンネル補強構造体の補強板は、トンネルの内壁面の少
なくとも周方向の上半面を覆うように設けられていれば良い。トンネルの内壁面の上半分
だけを覆うように補強板を設ける場合は、その補強板の脚部とトンネルの脚部との間に垂
直支保工を設けて補強板を支持させるようにする。

【 0 1 3 6 】

また、前記実施の形態においては、トンネルの周方向に設置された複数枚のパネルを押
し上げてから、トンネルの天井部のパネル同士をボルトにより接合した場合について説明
したが、これに限定されるものではなく、天井部のパネル同士をボルトにより接合してか
ら、トンネルの周方向に設置された複数枚のパネルを押し上げて良い。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 3 7 】

以上の説明では、本発明を鉄道用のトンネルの内壁面の修繕補強に適用した場合につい
て説明したが、道路用、水路用等、他の用途のトンネルの内壁面の修繕補強に適用するこ
ともできる。

【 符号の説明 】

10

20

30

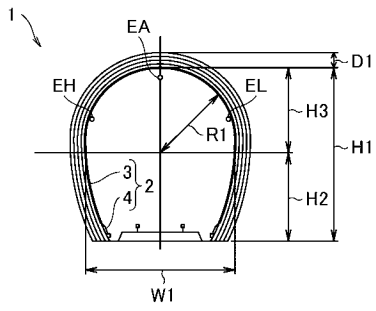
40

50

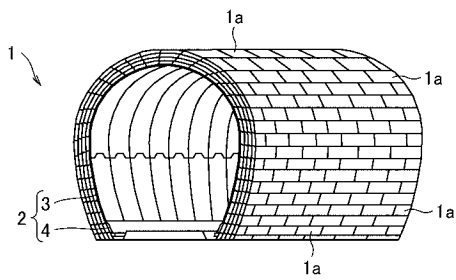
【 0 1 3 8 】

1	トンネル	
1 a	煉瓦	
2	トンネル補強構造体	
3	補強板	
3 u , 3 u 1 ~ 3 u 4	パネル	
3 u r , 3 u r h	リブ	
3 t	溝	
4	支持部	
4 a	ボルト	10
4 b	台座部	
4 c	ナット	
4 d	荷重分散部材	
4 e	充填部材	
5	ボルト	
5 a	雄ねじ部	
5 b	大径部	
5 c	雌ねじ部	
6 a	貫通孔	
6 b	固定貫通孔	20
8 a	凹部	
8 b	凸部	
9 a	凹部	
9 b	凸部	
1 0	止水部材	
1 5	基礎コンクリート部	
1 6	孔	
1 7	水路	
2 2	ジャッキ	
E A	架線	30
E H	信号高圧線	
E L	信号低圧線	

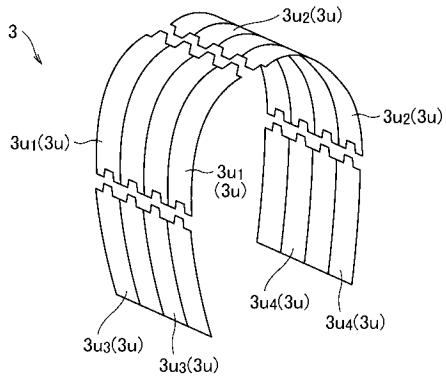
【 図 1 】



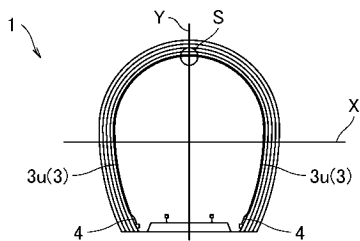
【 図 2 】



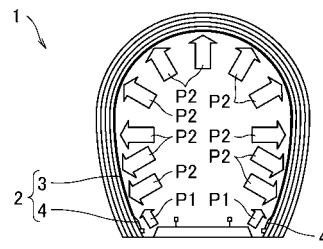
【 図 5 】



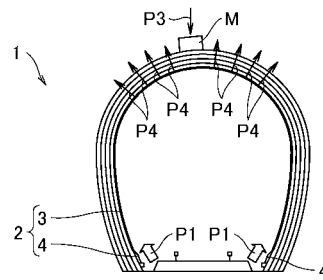
【 図 6 】



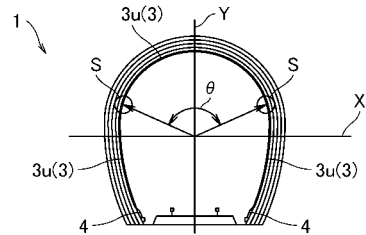
【 図 3 】



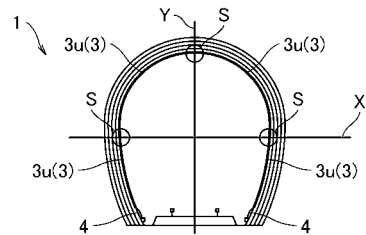
【 図 4 】



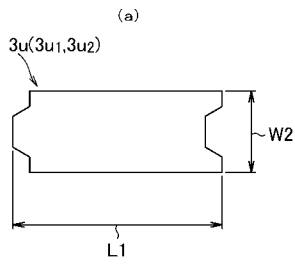
【 図 7 】



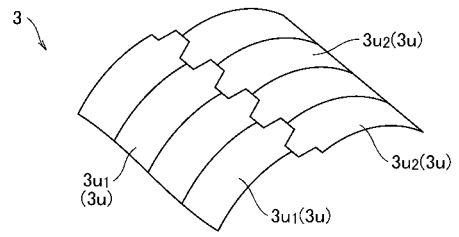
【 図 8 】



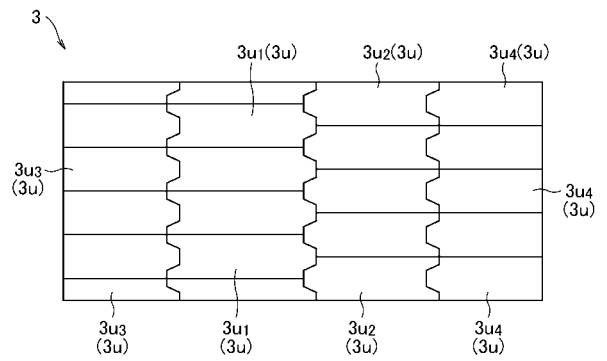
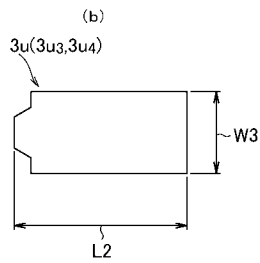
【 図 9 】



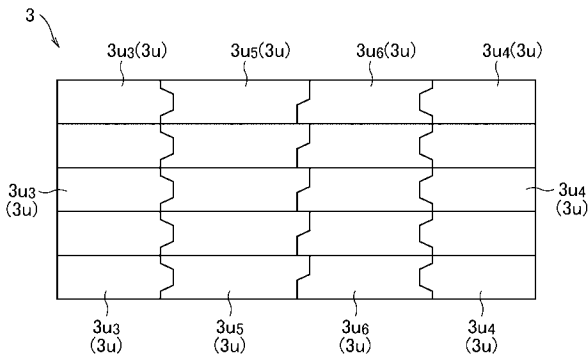
【 図 1 0 】



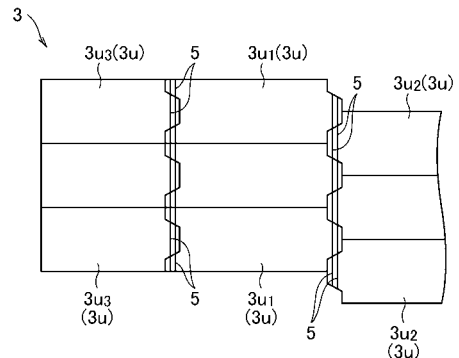
【 図 1 1 】



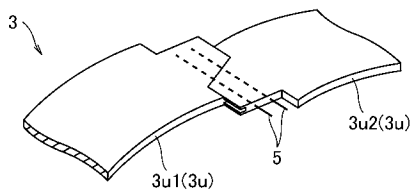
【 図 1 2 】



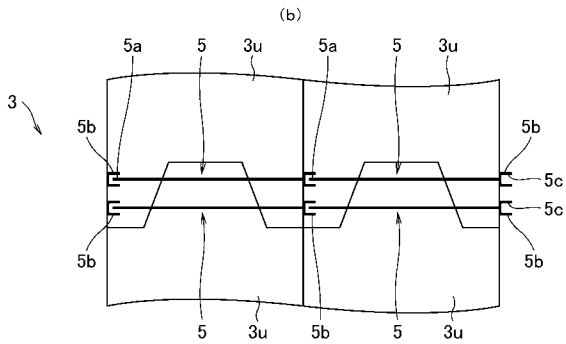
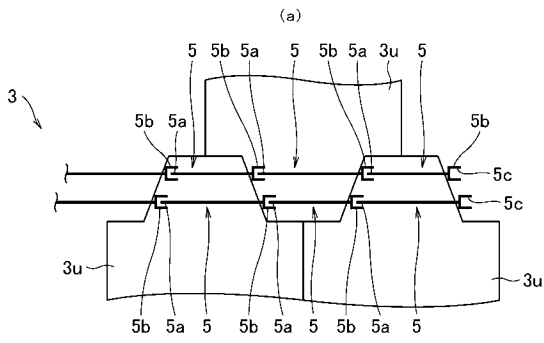
【 図 1 4 】



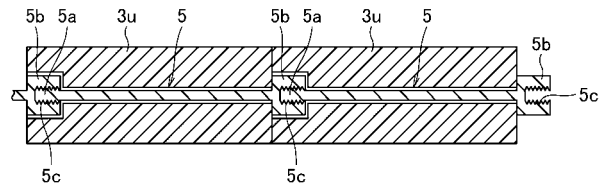
【 図 1 3 】



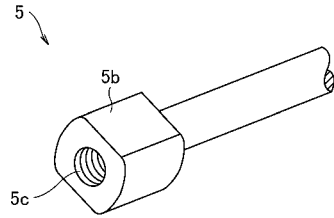
【 図 1 5 】



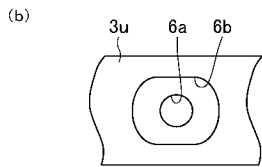
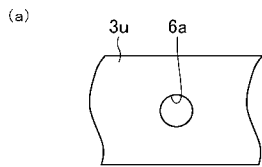
【 図 1 6 】



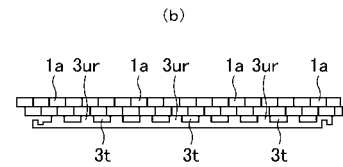
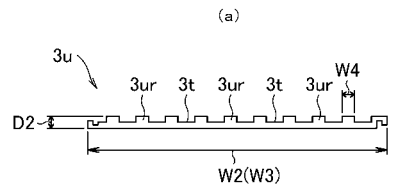
【 図 1 7 】



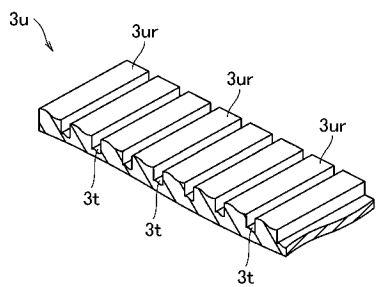
【 図 1 8 】



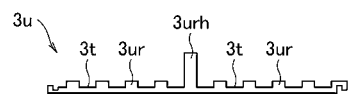
【 図 2 0 】



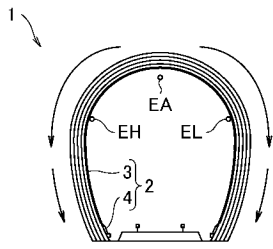
【 図 1 9 】



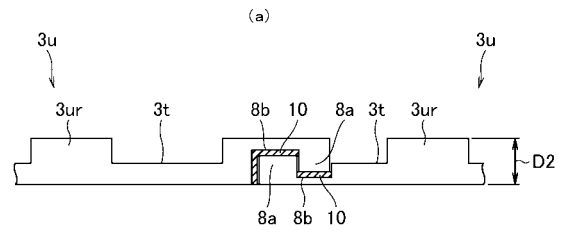
【 図 2 1 】



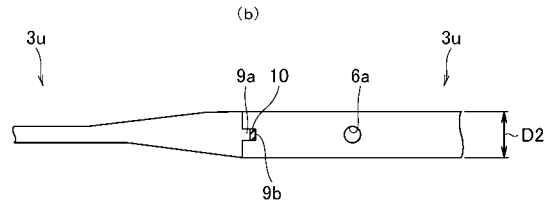
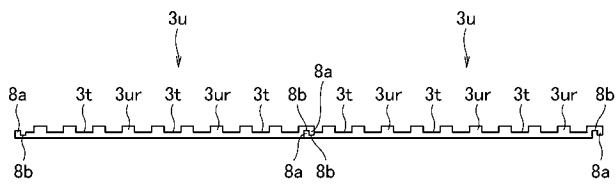
【 図 2 2 】



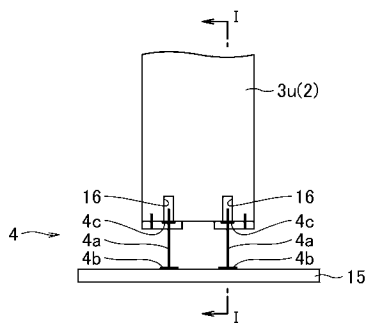
【 図 2 4 】



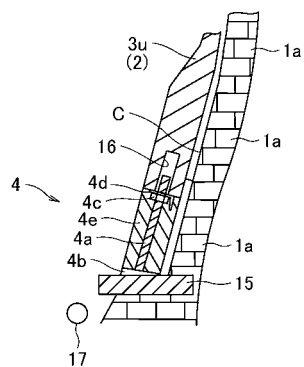
【 図 2 3 】



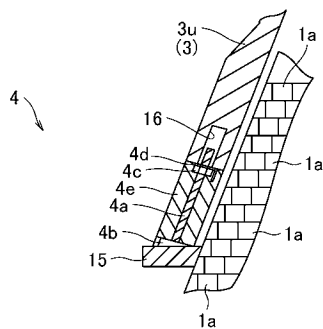
【 図 2 5 】



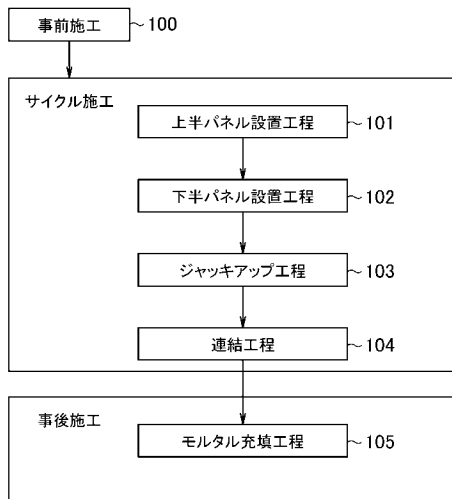
【 図 2 7 】



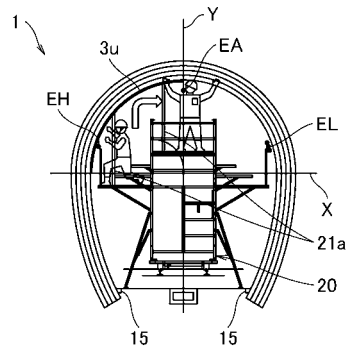
【 図 2 6 】



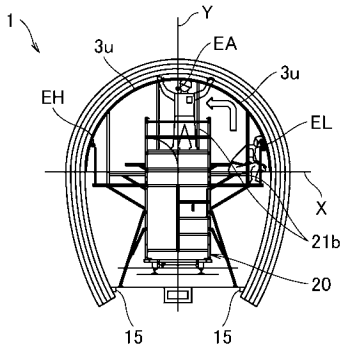
【 図 2 8 】



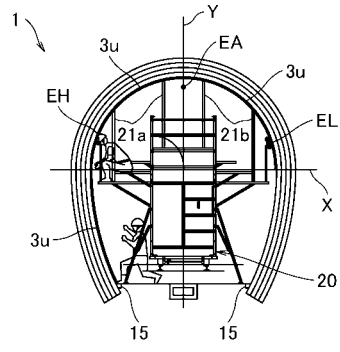
【 図 2 9 】



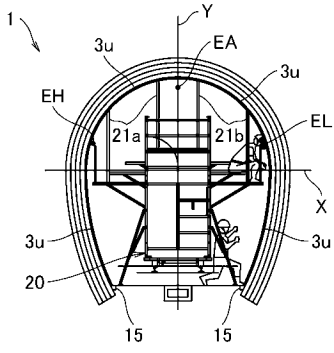
【 図 3 0 】



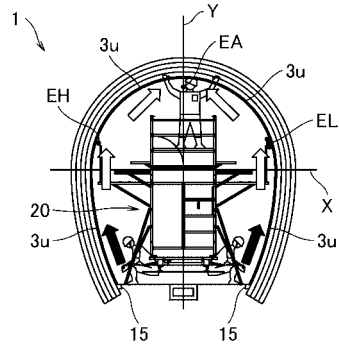
【 図 3 1 】



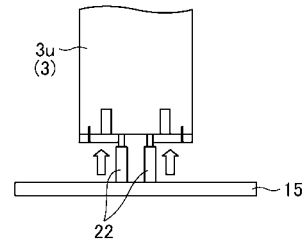
【 図 3 2 】



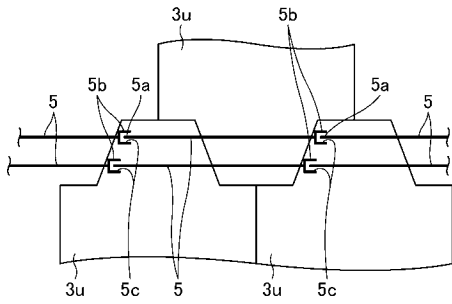
【 図 3 3 】



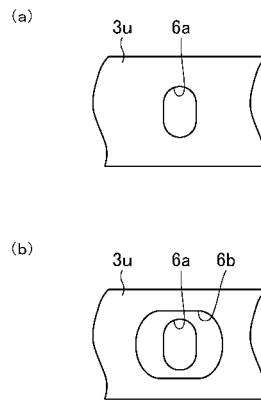
【 図 3 4 】



【 図 3 5 】



【 図 3 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 安井 啓祐

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) 2D055 AA01 BB02 CA04 KB13 LA16