

(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2004-150258  
(P2004-150258A)

(43) 公開日 平成16年5月27日(2004.5.27)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
E 2 1 D 11/04	E 2 1 D 11/04	2 D 0 5 5
E 2 1 D 11/40	E 2 1 D 11/40	B

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2003-173055 (P2003-173055)	(71) 出願人	000188629
(22) 出願日	平成15年6月18日 (2003.6.18)		松本 嘉司
(31) 優先権主張番号	特願2002-260015 (P2002-260015)		東京都練馬区大泉学園町5丁目29番25号
(32) 優先日	平成14年9月5日 (2002.9.5)	(74) 代理人	100096091
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 井上 誠一
		(72) 発明者	松本 嘉司
			東京都練馬区大泉学園町5丁目29番25号
		Fターム(参考)	2D055 EB01 GC01 GC04 GC06 KB03 KB08 KB10 LA16

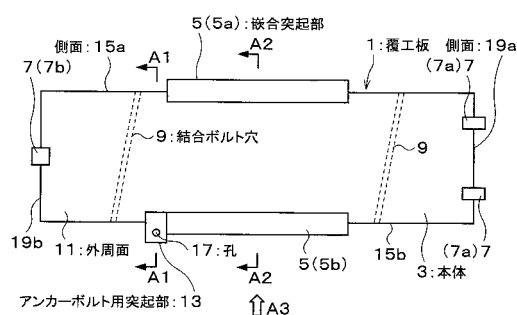
(54) 【発明の名称】 トンネル補修覆工板およびトンネル補修覆工板の施工方法

(57) 【要約】

【課題】 広範囲の既設トンネルの補修に適用可能であり、かつ材質が劣化しても緩んだ結合手段の脱落を防止できるトンネル補修覆工板およびトンネル補修覆工板の施工方法を提供すること。

【解決手段】 本体3の外周面11に、トンネル外周側に突出して設けられたアンカーボルト用突起部13を有する覆工板1を既設ライニング25の補修に用いる。覆工板1を既設ライニング25の内周面に配置し、アンカーボルト用突起部13を、アンカーボルト37や把持具39等を用いて既設ライニング25に固定する。また、外周面11の外縁部に設けられた嵌合突起部5、嵌合突起部7を、それぞれ、トンネル軸方向、周方向に隣接する他の覆工板1の外周面11に沿って配置する。さらに、結合ボルト穴9を用いて、トンネル軸方向に隣接する覆工板1を結合する。そして、既設ライニング25と覆工板1の間の空隙に裏込充填材を充填する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

板状の本体と、  
隣接する覆工板と相互に嵌合する結合手段と、  
前記本体の外周面側に設けられた、既設ライニングへの固定手段と、  
を具備することを特徴とするトンネル補修覆工板。

**【請求項 2】**

前記結合手段は、  
前記本体の外縁部に設けられた突起部であることを特徴とする請求項 1 記載のトンネル補修覆工板。

10

**【請求項 3】**

前記突起部は、前記本体の外周面に設けられた L 型の板状部材、矩形の板状部材または棒状部材であることを特徴とする請求項 2 記載のトンネル補修覆工板。

**【請求項 4】**

前記結合手段は、  
前記本体の外縁部に設けられた突起部および溝であることを特徴とする請求項 1 記載のトンネル補修覆工板。

**【請求項 5】**

前記突起部が、前記本体と一体に成形されたことを特徴とする請求項 2 または請求項 4 記載のトンネル補修覆工板。

20

**【請求項 6】**

前記突起部が、前記本体と別体に成形され前記本体と一体化されたことを特徴とする請求項 2 または請求項 4 記載のトンネル補修覆工板。

**【請求項 7】**

前記固定手段は、  
前記本体の外周面側に設けられたアンカーボルト用突起部と、  
前記既設ライニングに定着されたアンカーボルトと、  
前記アンカーボルト用突起部の位置を固定する締結具と、  
からなることを特徴とする請求項 1 記載のトンネル補修覆工板。

**【請求項 8】**

前記締結具が、把持具、ナット、小型ジャッキ、楔状の板のいずれかであることを特徴とする請求項 7 記載のトンネル補修覆工板。

30

**【請求項 9】**

トンネルの軸方向または前記軸方向と所定の角度を成して、前記本体内を貫通する結合ボルト穴が設けられることを特徴とする請求項 1 記載のトンネル補修覆工板。

**【請求項 10】**

前記本体は、コンクリート製であることを特徴とする請求項 1 記載のトンネル補修覆工板。

**【請求項 11】**

前記本体は、プラスチック製であることを特徴とする請求項 1 記載のトンネル補修覆工板。

40

**【請求項 12】**

前記本体は、金属製であることを特徴とする請求項 1 記載のトンネル補修覆工板。

**【請求項 13】**

前記本体は、補強材により補強されることを特徴とする請求項 10 から請求項 12 のいずれかに記載されたトンネル補修覆工板。

**【請求項 14】**

前記補強材が本体内部に埋設されることを特徴とする請求項 13 記載のトンネル補修覆工板。

**【請求項 15】**

50

前記補強材が本体の表面に設けられることを特徴とする請求項 1 3 記載のトンネル補修覆工板。

【請求項 1 6】

請求項 1 乃至 1 5 のいずれかに記載のトンネル補修覆工板をトンネルの周方向に帯状に構築する工程を、前記トンネルの軸方向に繰り返すことを特徴とするトンネル補修覆工板の施工方法。

【請求項 1 7】

前記トンネル内面の軸方向に下端用覆工板を高さ調整できるように設置するための下部通し材を、周方向に前記トンネル補修覆工板の位置決めのためのゲージ材を設置する工程（a）と、

10

前記下部通し材に固定された第 1 の下端用覆工板に連続して前記トンネル補修覆工板を順次配置し、前記トンネル内面に沿ってアーチ状に閉合させる工程（b）と、

前記下部通し材に固定され、前記第 1 の下端用覆工板とはトンネル周方向の長さが異なる第 2 の下端用覆工板に連続して前記トンネル補修覆工板を順次配置し、前記トンネル内面に沿ってアーチ状に閉合させる工程（c）と、

を具備し、

工程（b）と工程（c）を繰り返すことにより、軸方向に相互に隣接し合う前記トンネル補修覆工板をトンネル周方向に位置ずれ配置することを特徴とする請求項 1 6 記載のトンネル補修覆工板の施工方法。

【請求項 1 8】

20

前記トンネル内面の軸方向に下端の覆工板を高さ調整できるように設置するための下部通し材を、周方向に前記トンネル補修覆工板の位置決めのためのゲージ材を設置する工程（a）と、

前記トンネル補修覆工板を前記トンネル内面の端部または頂部より順次配置し、前記トンネル内面に沿ってアーチ状に閉合させて端部を根固めコンクリートで固定する工程（b）と、

を具備することを特徴とする請求項 1 6 記載のトンネル補修覆工板の施工方法。

【請求項 1 9】

前記トンネルの既設ライニングと前記トンネル補修覆工板との間の空隙を充填材で充填することを特徴とする請求項 1 6 記載のトンネル補修覆工板の施工方法。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、既設トンネル補修用のトンネル補修覆工板およびトンネル補修覆工板の施工方法に関するものである。

【0002】

【従来技術】

従来、シールド工法により施工されるトンネル（以下、このトンネルを「シールドトンネル」という）は、コンクリート製、鋼製または鋳鉄製のセグメントどうしを結合ボルトで結合して、円筒状の覆工としている。これらのセグメントの結合ボルトは、セグメントの表面から挿入しているため、セグメントの劣化に伴って脱落しやすい。

40

【0003】

既設トンネルを補修するには、H形鋼を所定間隔で配置し、そのH形鋼間にコンクリート製のプレキャスト板を落とし込むか、またはプレキャスト板を既設覆工にアンカーボルトで止めるか、あるいはプレキャスト板どうしを相互に結合ボルトで結合することにより、組立てている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、いずれの補修方法を用いた場合も、コンクリートの劣化に伴って、アンカーボルト、結合ボルトが脱落する問題がある。さらに、H形鋼を配置する工法を用いると

50

、トンネルの内空断面が小さくなり、現場の条件によって適用できない既設トンネルも生ずる問題がある。

【0005】

本発明は、このような点に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、広範囲の既設トンネルの補修に適用可能であり、かつ材質が劣化しても緩んだ結合手段の脱落を防止できるトンネル補修覆工板およびトンネル補修覆工板の施工方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

前述した目的を達成するための第1の発明は、板状の本体と、隣接する覆工板と相互に嵌合する結合手段と、前記本体の外周面側に設けられた、既設ライニングへの固定手段とを具備することを特徴とするトンネル補修覆工板である。

10

【0007】

結合手段は、例えば、本体の外縁部に設けられた突起部である。突起部は、本体が長方形の場合、トンネル軸方向の外縁部とトンネル周方向の外縁部に設けられ、例えば、本体の外周面にL型の板状部材、矩形の板状部材、棒状部材等を設けて形成される。これらの突起部をトンネル軸方向や周方向に隣接する他の覆工板本体に嵌合することにより、覆工板本体どうしをトンネル軸方向およびトンネル周方向に確実に結合できる。突起部をL型の部材で形成すると、より確実に結合できる。

【0008】

本体が帯状の場合には、突起部は、トンネル周方向の外縁部に設けられる。この突起部をトンネル軸方向に隣接する他の覆工板本体に嵌合することにより、覆工板本体どうしをトンネル軸方向に確実に結合できる。

20

【0009】

他の結合手段として、本体の外縁部に突起部および溝を設けてもよい。この場合、突起部はトンネル軸方向の一方の側面と、周方向の一方の側面に設けられ、溝は他の側面に設けられる。本体の側面に設けられた突起部を、トンネル軸方向および周方向に隣接する他の覆工板本体の側面に設けられた溝に嵌合することにより、覆工板本体どうしをトンネル軸方向およびトンネル周方向に確実に結合できる。

【0010】

固定手段は、本体の外周面側に突出して設けられたアンカーボルト用突起部と、既設ライニングに定着されたアンカーボルトと、アンカーボルト用突起部の位置を固定する締結具とからなる。締結具は、既設ライニングとアンカーボルト用突起部との間に設置され、例えば、把持具、ナット、小型ジャッキ、楔状の板等が用いられる。既設ライニングに定着されたアンカーボルトは、アンカーボルト用突起部に固定され、既設ライニングなどの材質が劣化して緩んでも本体の外周面側で係止されるので、トンネル内部に脱落しない。

30

【0011】

トンネル補修覆工板には、トンネルの軸方向に、または、前記軸方向と所定の角度を成して本体内を貫通する結合ボルト穴を設けてもよい。このボルト穴に挿入された結合ボルトを用いて、トンネル軸方向に隣接する覆工板を結合することにより、隣接し合う覆工板本体間の密着性を確保できる。

40

【0012】

なお、結合手段の突起部は、本体と一体に成形されるか、本体と別体に成形された後、本体と一体化される。本体と一体に成形することにより、本体と共に突起部を容易に成形できる。また、別体に成形することにより、薄くても強度を有する材質で突起部を成形できる。

【0013】

本体は、例えば、コンクリート製、プラスチック製、金属製などとする。プラスチック製とすることにより、本体の軽量化を図れる。また、金属製とすることで、本体の薄肉化と強度の向上を図れる。

【0014】

50

本体は、必要に応じて補強材で補強される。本体を補強するには、例えば、炭素繊維、アラミド繊維、ガラス繊維、鋼線等の補強材をコンクリートやプラスチックに混入あるいは埋設する。または、コンクリート製、プラスチック製、金属製の部材の表面に、板状の補強部材を設ける。本体の表面に設ける補強部材は、本体の短辺方向に、短辺の長さ以上の間隔をあけて配置するのが望ましい。本体を補強することにより、本体の強度を確保できる。

【0015】

第2の発明は、第1の発明のトンネル補修覆工板をトンネルの周方向に帯状に構築する工程を、前記トンネルの軸方向に繰り返すことを特徴とするトンネル補修覆工板の施工方法である。

10

【0016】

本体が長方形のトンネル補修覆工板を用いる場合には、それらをトンネル周方向に並べて結合する工程をトンネル軸方向に繰り返す。また、本体が帯状のトンネル補修覆工板を用いる場合には、これをトンネルに沿って配置する工程をトンネル軸方向に繰り返す。これらの工法を用いることにより、第1の発明のトンネル補修覆工板を、広範囲の既設トンネルの補修に適用できる。

【0017】

第2の発明では、例えば、トンネル内面の軸方向に下端用覆工板を高さ調整できるように設置するための下部通し材を、周方向にトンネル補修覆工板の位置決めのためのゲージ材を設置する工程(a)と、下部通し材に固定された第1の下端用覆工板に連続してトンネル補修覆工板を順次配置し、トンネル内面に沿ってアーチ状に閉合させる工程(b)と、下部通し材に固定され、第1の下端用覆工板とはトンネル周方向の長さが異なる第2の下端用覆工板に連続してトンネル補修覆工板を順次配置し、トンネル内面に沿ってアーチ状に閉合させる工程(c)とによって、本体が長方形のトンネル補修覆工板で既設トンネルを補修する。

20

【0018】

工程(b)と工程(c)を繰り返すことにより、軸方向に相互に隣接し合うトンネル補修覆工板は、トンネル周方向に位置ずれ配置される。これにより、各トンネル補修覆工板間を結合する結合手段を適度な間隔にバランス良く配置できる。

【0019】

工程(b)と工程(c)では、アンカーボルト等の固定手段を用いて既設トンネルにトンネル補修覆工板を固定する。

30

【0020】

第2の発明では、トンネル内面の軸方向に下端の覆工板を高さ調整できるように設置するための下部通し材を、周方向にトンネル補修覆工板の位置決めのためのゲージ材を設置する工程(a)と、トンネル補修覆工板をトンネル内面の端部または頂部より順次配置し、トンネル内面に沿ってアーチ状に閉合させて端部を根固めコンクリートで固定する工程(b)とによって、本体が長方形のトンネル補修覆工板で既設トンネルを補修してもよい。

【0021】

工程(b)では、トンネル補修覆工板がいも継ぎになるように配置される。トンネル補修覆工板は、アンカーボルト等の固定手段を用いて既設トンネルに固定される。

40

【0022】

第1の発明のトンネル補修覆工板では、固定手段がトンネル補修覆工板の外周面側に設けられるため、既設ライニングなどの材質が劣化してアンカーボルトが緩んでも本体の外周面側で係止され、トンネル内部に脱落しない。よって、既設トンネルの覆工板の結合ボルトや、トンネル補修覆工板の結合手段の緩み確認などのメンテナンスを軽減できる。

【0023】

また、覆工板本体に設けられた結合手段を嵌合して、覆工板本体どうしがトンネル軸方向およびトンネル周方向に結合されたアーチを構築するので、補修が可能な既設トンネルの

50

対象を拡大できる。

【0024】

第2の発明では、トンネルの既設ライニングとトンネル補修覆工板との間の空隙を充填材で充填してもよい。これにより、トンネル補修覆工板が既設ライニングと一体になり、強度の高いトンネル補強になる。

【0025】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて、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、トンネル補修用の覆工板1の平面図を、図2および図3は、覆工板1のトンネル軸方向の断面図を、図4は覆工板1のトンネル周方向の立面図を示す。図2は図1のA1 - A1による断面図、図3は図1のA2 - A2による断面図、図4は図1の矢印A3に示す方向から見た立面図である。

10

【0026】

図1から図4に示すように、覆工板1は、本体3、嵌合突起部5、嵌合突起部7、アンカーボルト用突起部13等で構成される。本体3は、例えば補強材により補強されたコンクリート製とする。補強材とは、鉄筋、樹脂（レジン）、繊維強化プラスチック（FRP）などであり、補強材により補強されたコンクリートとは、鉄筋コンクリート、樹脂コンクリート、ファイバコンクリートなどである。補強材により補強されたコンクリート製とすることにより、本体3の強度を確保できる。

【0027】

本体3の外周面11の長辺方向、すなわちトンネル周方向の外縁部には、側面15a側に嵌合突起部5aが、側面15b側に嵌合突起部5bが設けられる。また、本体3の外周面11の短辺方向、すなわちトンネル軸方向の外縁部には、側面19a側に嵌合突起部7aが、側面19b側に嵌合突起部7bが設けられる。本体3は、トンネル周方向に円弧状に彎曲した曲板状に成形される。

20

【0028】

嵌合突起部5は、例えば、帯状の部材とする。嵌合突起部7は、例えば、長方形板状の部材とする。嵌合突起部7aと嵌合突起部7bとは、トンネル軸方向の位置をずらして配置される。

【0029】

嵌合突起部5bの側面19b側の端部には、アンカーボルト用突起部13が設けられる。アンカーボルト用突起部13は、例えばL字型の部材であり、孔17が設けられる。

30

【0030】

嵌合突起部5、嵌合突起部7、アンカーボルト用突起部13は、本体3と同様の材質で、本体3と一体に成形する。これにより、本体3と共に嵌合突起部5、嵌合突起部7、アンカーボルト用突起部13を容易に成形することができる。または、本体3と異なる材質で別体に成形した後、本体3と一体化する。これにより、嵌合突起部5、嵌合突起部7、アンカーボルト用突起部13を薄くても強度を有する材質で成形できる。

【0031】

嵌合突起部5、嵌合突起部7の両側には、トンネル軸方向と所定の角度を成して本体3の内部を貫通する、2本の結合ボルト穴9が設けられる。

40

【0032】

次に、覆工板1を用いて既設のトンネル27を補修する方法について説明する。図5は、覆工板1を用いて補修されたトンネル27の斜視図を、図6は、覆工板1を用いて補修されたトンネル27の下端部付近の立面図を示す。図6は図5の矢印X1方向から見た立面図である。

【0033】

図5、図6に示すように、既設のトンネル27の補修板には、上述したトンネル補修用の覆工板1に加えて、アーチ下端部26の補修板として下端用第1覆工板21および下端用第2覆工板23を用いる。

50

## 【0034】

既設のトンネル27を補修するには、まず、トンネル27の既設ライニング25(図5)の内周面の周方向に沿って、ゲージ材31(図6)を配置する。ゲージ材31には、例えば、C形鋼を用いる。ゲージ材31は、トンネル27の補修対象区間の片端に設置され、端部の覆工板1-1(図6)の位置決めのための部材として用いられる。

## 【0035】

また、トンネル27の既設ライニング25の内周面の軸方向Yに沿って、下部通し材33を配置する。下部通し材33には、例えば、アングル材を用いる。下部通し材33は、トンネル27の補修対象区間の全区間に設置され、アーチ下端部26の下端用第1覆工板21と下端用第2覆工板23の位置決めのための部材として用いられる。

10

## 【0036】

そして、ゲージ材31、下部通し材33に通したボルト(図示せず)を、既設ライニング25に設置されたホールインアンカ(図示せず)に螺入し、ゲージ材31、下部通し材33を既設ライニング25に固定する。なお、このとき、下部通し材33と固定用のボルト(図示せず)の頭部の間には、固定プレート(図示せず)を介する。

## 【0037】

次に、ゲージ材31およびアーチ下端部26aに設置された下部通し材33に沿って、下端用第1覆工板21-1を配置する。そして、下部通し材33に取り付けられたレベル調整ボルト35-1と、下端用第1覆工板21-1に設けられたねじ穴(図示せず)とを螺合し、下端用第1覆工板21-1を下部通し材33に固定する。

20

## 【0038】

下部通し材33に下端用第1覆工板21-1を固定した後、ゲージ材31に沿って、下端用第1覆工板21-1に連続して覆工板1-1を順次配置し、トンネル27の既設ライニング25の内周面に沿ってアーチ状にする。そして、アーチ下端部26b側の下部通し材33に取り付けられたレベル調整ボルト35-1(図示せず)と、下端用第2覆工板23-1に設けられたねじ穴(図示せず)とを螺合し、下端用第2覆工板23-1を下部通し材33に固定し、アーチを閉合する。

## 【0039】

ゲージ材31に沿って覆工板1-1をアーチ状に構築した後、下端用第1覆工板21-1に隣接して、下部通し材33上に、下端用第1覆工板21-1とは高さが異なる下端用第2覆工板23-2を配置する。そして、下部通し材33に取り付けられたレベル調整ボルト35-2と、下端用第2覆工板23-2に設けられたねじ穴(図示せず)とを螺合し、下端用第2覆工板23-2を下部通し材33に固定する。

30

## 【0040】

下部通し材33に下端用第2覆工板23-2を固定した後、覆工板1-1に沿って、下端用第2覆工板23-2に連続して覆工板1-2を順次配置し、トンネル27の既設ライニング25の内周面に沿ってアーチ状にする。そして、アーチ下端部26b側の下部通し材33に取り付けられたレベル調整ボルト35-2(図示せず)と、下端用第1覆工板21-2に設けられたねじ穴(図示せず)とを螺合し、下端用第1覆工板21-2を下部通し材33に固定し、アーチを閉合する。

40

## 【0041】

以後、下端用第1覆工板21より覆工板1を順次配置してアーチ状に閉合する工程と、下端用第2覆工板23より覆工板1をアーチ状に閉合させる工程とを交互に繰返し、トンネル軸方向Yに相互に隣接し合う覆工板1どうしが、図5、図6に示すようにトンネル27の周方向に位置ずれ配置された状態を作る。なお、全ての下端用第1覆工板21、下端用第2覆工板23は、調整ボルト35を用いて下部通し材33に固定される。下端用第1覆工板21、下端用第2覆工板23は、調整ボルト35によって、高さの調整が可能である。

## 【0042】

シールドトンネルでは、下部から両側にセグメントを組上げて最後にクラウンを挿入する

50

が、既設のトンネル 2 7 を補修する場合には、既設ライニング 2 5 が変形して断面が一樣でないため、片端から組上げ、クラウンを越して組み進み、他端でおさめる。

【 0 0 4 3 】

なお、覆工板 1 を既設ライニング 2 5 の内周面に配置する際には、嵌合突起部 5 や嵌合突起部 7 ( 図 1 ) を隣接する覆工板 1 の外周面に沿って配置する。さらに、側面 1 5 b ( 図 1 ) 側から結合ボルト ( 図示せず ) を結合ボルト穴 9 ( 図 1 ) に挿入し、トンネル軸方向に隣接する他の覆工板 1 に結合する。斜めに配置された結合ボルト穴 9 を用いることにより、トンネル 2 7 の軸方向と周方向の双方に軸力が加わる。

【 0 0 4 4 】

また、アンカーボルト用突起部 1 3 ( 図 1 ) を、孔 1 7 ( 図 1 ) にアンカーボルトを通すなどして、既設ライニング 2 5 に固定する。図 7 は、既設ライニング 2 5 に固定されたアンカーボルト用突起部 1 3 付近を示す図である。

10

【 0 0 4 5 】

図 7 に示すように、アンカーボルト用突起部 1 3 に設けられた孔 1 7 に通されたアンカーボルト 3 7 は、既設ライニング 2 5 に固定される。アンカーボルト用突起部 1 3 の固定用部材 1 4 と既設ライニング 2 5 の間の位置では、アンカーボルト 3 7 が把持具 3 9 で把持される。

【 0 0 4 6 】

把持具 3 9 は、例えば、アンカーボルト 3 7 を挟んで配置した 2 枚の小さい板の両端を、ボルト 4 1 で固定したものである。他に、アンカーボルト 3 7 を挟める洗濯バサミのようなものを用いてもよい。把持具 3 9 はアンカーボルト 3 7 とアンカーボルト用突起部 1 3 との締結具として用いられる

20

【 0 0 4 7 】

覆工板 1 を既設ライニング 2 5 に固定した後、トンネル 2 7 の内周面に沿って閉じたアーチの脚部を根固めコンクリート ( 図示せず ) により固定し、図 5 に示すように、既設ライニング 2 5 の内面と覆工板 1 の外周面 1 1 との隙間にモルタルなどの裏込充填材 2 4 を充填する。

【 0 0 4 8 】

既設ライニング 2 5 への覆工板 1 の設置と裏込充填材 2 4 の充填をトンネル 2 7 の補修対象区間について繰り返し、トンネル 2 7 の補修を完成する。

30

【 0 0 4 9 】

このように、第 1 の実施の形態では、覆工板 1 どうしを結合ボルト穴 9 に通した結合ボルト ( 図示せず ) で結合すると同時に、嵌合突起部 5、嵌合突起部 7 を用いて嵌合してアーチを構築するので、補修が可能な既設トンネルの対象を拡大できる。

【 0 0 5 0 】

また、既設ライニング 2 5 と補修用の覆工板 1 との固定手段であるアンカーボルト 3 7 や把持具 3 9 などを、既設ライニング 2 5 と覆工板 1 の間の空間に設置するので、既設ライニング 2 5 が劣化するなどして固定手段が緩んでも、固定手段は覆工板 1 の外周面 1 1 側に係止されて、トンネル 2 7 の内部に脱落するおそれがない。よって、固定手段の緩み確認などのメンテナンスを軽減できる。

40

【 0 0 5 1 】

なお、覆工板 1 では、結合ボルト穴 9 を斜めに配置したが、トンネル軸方向に配置してもよい。さらに、アンカーボルト 3 7 とアンカーボルト用突起部 1 3 の締結具として把持具 3 9 を用いたが、他の締結具を用いてもよい。

【 0 0 5 2 】

図 8、図 9 は、既設セグメント 2 5 に固定されたアンカーボルト用突起部 1 3 付近を示す図である。図 8 では、締結具として、把持具 3 9 の代わりにナット 4 3 が用いられる。アンカーボルト用突起部 1 3 に設けられた孔 1 7 に通されたアンカーボルト 3 7 は、既設ライニング 2 5 に固定される。アンカーボルト用突起部 1 3 は、ナット 4 3 を用いてアンカーボルト 3 7 に固定される。

50



## 【0053】

図9では、締結具として、小型ジャッキ45が用いられる。アンカーボルト用突起部13に設けられた孔17に通されたアンカーボルト37は、既設ライニング25に固定される。小型ジャッキ45は、アンカーボルト用突起部13と既設ライニング25とに圧着される。

## 【0054】

他に、アンカーボルト用突起部13と既設ライニング25との間の空隙が少ない場合には、楔状の小さい板を締結具として用いてもよい。この場合、空隙に楔状の小さい板をハンマ等で叩きこんで、アンカーボルト用突起部13と既設ライニング25とに圧着する。

## 【0055】

次に、第2の実施の形態について説明する。図10は、トンネル補修用の覆工板61の平面図を、図11および図12は、覆工板61のトンネル軸方向の断面図を、図13は覆工板61のトンネル周方向の立面図を示す。図11は図10のC1-C1による断面図、図12は図10の矢印C2に示す方向から見た図、図13は図10の矢印C3に示す方向から見た図である。

## 【0056】

図10から図13に示すように、覆工板61は、本体63、嵌合突起部65、溝77、アンカーボルト用突起部73等で構成される。本体63は、第1の実施の形態の覆工板1の本体3と同様に、補強材により補強されたコンクリート製とする。

## 【0057】

本体63のトンネル周方向の側面69a、トンネル軸方向の側面71aには、嵌合突起部65が設けられる。また、嵌合突起部65が設けられないトンネル周方向の側面69b、トンネル軸方向の側面71bには、溝77が設けられる。本体63は、トンネル周方向に円弧状に彎曲した曲板状に成形される。嵌合突起部65の断面は、任意の形状としてよい。溝77は、嵌合突起部65と嵌合可能な形状に成形される。

## 【0058】

本体63の外周面67の側面69b側の外縁部には、中央付近にアンカーボルト用突起部73が設けられる。アンカーボルト用突起部73は、例えばL字型の部材であり、孔75が設けられる。

## 【0059】

嵌合突起部65、アンカーボルト用突起部73は、本体63と同様の材質で、本体63と一体に成形する。これにより、本体63と共に嵌合突起部65、アンカーボルト用突起部73を容易に成形することができる。または、本体63と異なる材質で別体に成形した後、本体63と一体化する。これにより、嵌合突起部65、アンカーボルト用突起部73を薄くても強度を有する材質で成形できる。

## 【0060】

次に、覆工板61を用いて既設のトンネルを補修する方法について説明する。覆工板61を既設のトンネル内に配置するには、第1の実施の形態と同様に、図5、図6に示すゲージ材31、下部通し材33、下端用第1覆工板21、下端用第2覆工板23を用いる。

## 【0061】

覆工板61は、覆工板1と同様の方法で配置する。すなわち、まず、トンネル27の既設ライニング25の内面に、トンネル27の軸方向に下部通し材33（アングル材）を、周方向にゲージ材31（C形鋼）を固定する。そして、下部通し材33に下端用第1覆工板21-1を固定し、ゲージ材31に沿って下端用第1覆工板21-1に連続して覆工板61-1を順次配置して、アーチ状にする。次に、下部通し材33に下端用第2覆工板23-2を固定し、下端用第1覆工板23-2に連続して覆工板61-2を順次配置して、アーチ状にする。

## 【0062】

以後、下端用第1覆工板21より覆工板61を順次配置してアーチ状に閉合する工程と、下端用第2覆工板23より覆工板61を順次配置してアーチ状に閉合する工程とを交互に

10

20

30

40

50

繰返し、トンネル軸方向 Y に相互に隣接し合う覆工板 6 1 どうしを、図 5、図 6 に示すようにトンネル 2 7 の周方向に位置ずれ配置する。

【 0 0 6 3 】

覆工板 6 1 は、覆工板 6 1 の外周面 6 7 ( 図 1 0 ) 側が既設ライニング 2 5 に対面するように配置される。覆工板 6 1 を設置する際には、側面 6 9 a の嵌合突起部 6 5 を、トンネル 2 7 の軸方向に隣接する、既に設置された覆工板 6 1 の側面 6 9 b の溝 7 7 に嵌合する。また、側面 7 1 a の嵌合突起部 6 5 を、トンネル 2 7 の周方向に隣接する、既に設置された覆工板 6 1 の側面 7 1 b の溝 7 7 に嵌合する。

【 0 0 6 4 】

また、アンカーボルト用突起部 7 3 を既設ライニング 2 5 に固定する。アンカーボルト用突起部 7 3 は、第 1 の実施の形態の覆工板 1 のアンカーボルト用突起部 1 3 と同様に、アンカーボルト 3 7 ( 図 7 ~ 図 9 ) を用いて既設ライニング 2 5 に固定される。そして、把持具 3 9 ( 図 7 ) やナット 4 3 ( 図 8 ) を用いて、アンカーボルト用突起部 7 3 をアンカーボルト 3 7 に固定する。または、小型ジャッキ 4 5 ( 図 9 ) や楔状の板 ( 図示せず ) を、既設ライニング 2 5 とアンカーボルト用突起部 7 3 に圧着する。

10

【 0 0 6 5 】

覆工板 6 1 を既設ライニング 2 5 に固定した後、トンネル 2 7 の内周面に沿って閉合したアーチの脚部を根固めコンクリート ( 図示せず ) により固定し、図 5 に示すように、既設ライニング 2 5 の内面と覆工板 6 1 の外周面 6 7 との隙間にモルタルなどの裏込充填材 2 4 を充填する。

20

【 0 0 6 6 】

既設ライニング 2 5 への覆工板 6 1 の設置と裏込充填材 2 4 の充填をトンネル 2 7 の補修対象区間について繰返し、トンネル 2 7 の補修を完成する。

【 0 0 6 7 】

このように、第 2 の実施の形態においては、隣接する覆工板 6 1 の嵌合突起部 6 5 と溝 7 7 を嵌合してアーチを構築するので、補修が可能な既設トンネル 2 7 の対象を拡大できる。

【 0 0 6 8 】

また、既設ライニング 2 5 と補修用の覆工板 1 との固定手段であるアンカーボルト 3 7 や把持具 3 9 などを既設ライニング 2 5 と覆工板 1 の間の空間に設置するので、既設ライニング 2 5 の劣化により固定手段であるアンカーボルト等が緩んでも、覆工板 6 1 の外周面 6 7 側に係止され、トンネル 2 7 の内部に脱落するおそれがない。よって、固定手段の緩み確認などのメンテナンスを軽減できる。

30

【 0 0 6 9 】

なお、第 2 の実施の形態では、本体 6 3 を補強材で補強されたコンクリート製としたが、他に、プラスチック製、金属製等としてもよい。

【 0 0 7 0 】

次に、第 3 の実施の形態について説明する。図 1 4 は、トンネル補修用の覆工板 8 1 の平面図を、図 1 5 は、覆工板 8 1 のトンネル軸方向の断面図を、図 1 6 は複数の覆工板 8 1 の斜視図を示す。図 1 5 は図 1 4 の D 1 - D 1 による断面図である。

40

【 0 0 7 1 】

図 1 4 から図 1 6 に示すように、覆工板 8 1 は、本体 8 3、補強材 8 5、嵌合突起部 9 1、アンカーボルト用突起部 8 7 等で構成される。本体 8 3 は、例えば帯状の部材であり、プラスチック製とする。プラスチックには、炭素繊維やアラミド繊維、ガラス繊維、鋼線等で補強された繊維強化プラスチックなども含む。本体 8 3 をプラスチック製とすることにより、軽量化を図れる。補強材 8 5 は、プラスチック製等とする。

【 0 0 7 2 】

本体 8 3 のトンネル周方向の外縁部には、それぞれ、嵌合突起部 9 1 a、嵌合突起部 9 1 b が設けられる。嵌合突起部 9 1 a と嵌合突起部 9 1 b は、嵌合可能なように成形される。例えば、図 1 5 に示すように、嵌合突起部 9 1 a では、本体 8 3 の端部付近を外周面 9

50

0側に隆起させて内周面92側にL字型の凹部94を設け、嵌合突起部91bでは、本体83の端部付近を外周面90側に曲げて外周面側にL字型の凸部96を設ける。

【0073】

本体83の外周面90のトンネル周方向の外縁部には、中央付近にアンカーボルト用突起部87が設けられる。アンカーボルト用突起部87は、例えばL字型の部材であり、孔89が設けられる。アンカーボルト用突起部87の本体83側の端部には、本体83の外周面90に沿って補強材85が設けられる。補強材85は、アンカーボルト用突起部87の端部を延長して形成される。

【0074】

嵌合突起部91、アンカーボルト用突起部87、補強材85は、本体83と同様の材質で、本体83と一体に成形する。これにより、本体83と共に嵌合突起部91、アンカーボルト用突起部87、補強材85を容易に成形することができる。または、本体83と異なる材質で別体に成形した後、本体83と一体化する。これにより、嵌合突起部91、アンカーボルト用突起部87、補強材85を薄くても強度を有する材質で成形できる。

【0075】

次に、覆工板81を用いて既設のトンネルを補修する方法について、図16を用いて説明する。覆工板81を用いて既設のトンネルを補修するには、図16に示すように、覆工板81をトンネルの形状に合わせて曲げて配置する。その際、覆工板81の嵌合突起部91bの凸部96を、トンネル軸方向に隣接する他の覆工板81の嵌合突起部91aの凹部94に挿入する。そして、アンカーボルト用突起部87を既設ライニングに固定する。

【0076】

この工程を繰り返して覆工板81による覆工をトンネル軸方向に延長しつつ、既設ライニングの内面と覆工板81の外周面90との隙間にモルタルなどの裏込充填材を充填していき、トンネルの補修を完成する。

【0077】

なお、アンカーボルト用突起部を既設ライニングに固定する際には、第1の実施の形態の覆工板1のアンカーボルト用突起部13や、第2の実施の形態の覆工板61のアンカーボルト用突起部73を既設ライニング25に固定する際と同様に、アンカーボルト用突起部87に設けられた孔89、アンカーボルト、締結具等を用いる。

【0078】

このように、第3の実施の形態においても、トンネル軸方向に隣接する覆工板81の嵌合突起部91aと嵌合突起部91bを嵌合してアーチを構築するので、補修が可能な既設トンネルの対象を拡大できる。また、既設ライニングと補修用の覆工板81との固定手段を既設ライニングと覆工板81の間の空間に設置するので、既設ライニングが劣化してアンカーボルトなどの固定手段が緩んでもトンネルの内部に脱落するおそれがなく、固定手段の緩み確認などのメンテナンスを軽減できる。

【0079】

なお、図16では、帯状の覆工板81の1ヶ所のみ補強材85とアンカーボルト用突起部87を設けたが、複数の箇所に設けてもよい。また、覆工板81のトンネル周方向の長さが、覆工板1や覆工板61と同程度の長さの長形状である場合には、第1、第2の実施の形態と同様に、既設ライニングの片端から覆工板81を順次組上げてアーチ状に閉合する。

【0080】

次に、第4の実施の形態について説明する。図17は、トンネル補修用の覆工板115の平面図を、図18は、覆工板115のトンネル軸方向の立面図を、図19はトンネル補修用の覆工板115のトンネル周方向の立面図である。図18は、図17の矢印E1に示す方向から見た立面図、図19は、図17の矢印E2に示す方向から見た立面図である。

【0081】

図17から図19に示すように、覆工板115は、本体117、補強材121、嵌合突起部119、アンカーボルト用突起部123等で構成される。本体117は、例えば、金属

10

20

30

40

50

製の長方形板状の部材である。金属製とは、鋼製、ステンレス鋼製、鋳鋼製などである。本体 117 を金属製とすることにより、本体 117 の薄肉化と強度の向上を図れる。補強材 121 は、プラスチック製、金属製等とする。

**【0082】**

本体 117 のトンネル周方向の外縁部には、嵌合突起部 119 が設けられる。嵌合突起部 119 は、例えば、図 18 に示すように本体 117 の端部を折り曲げたものである。また、補強材 121 には、溝 129 が設けられる。溝 129 は、補強材 121 に設けられた切欠き部である。

**【0083】**

本体 117 の外周面 127 のトンネル周方向の外縁部には、所定の間隔でアンカーボルト用突起部 123 が設けられる。アンカーボルト用突起部 123 は、図 18、図 19 に示すように、外周面 127 と平行に配置された板状の部材であり、孔 125 が設けられる。アンカーボルト用突起部 123 は、本体 117 の外周面 127 に垂直に設けられた板状の補強材 121 と一体化されている。アンカーボルト用突起部 123 は、補強材 121 端部を延長して形成される。

10

**【0084】**

嵌合突起部 119、アンカーボルト用突起部 123、補強材 121 は、例えば、本体 117 と同様の材質で、本体 117 と一体に成形する。これにより、本体 117 と共に嵌合突起部 119、アンカーボルト用突起部 123、補強材 121 を容易に成形することができる。または、本体 117 と異なる材質で別体に成形した後、本体 117 と一体化する。これにより、嵌合突起部 119、アンカーボルト用突起部 123、補強材 121 を薄くても強度を有する材質で成形できる。

20

**【0085】**

覆工板 115 を用いて既設のトンネルを補修するには、覆工板 115 が、既設ライニングの内周面と覆工板 115 の外周面 127 が対面するように配置する。その際、覆工板 115 の嵌合突起部 119 を、トンネル軸方向に隣接する他の覆工板 115 の溝 129 に嵌め込む。そして、アンカーボルト用突起部 123 を既設ライニングに固定する。

**【0086】**

そして、覆工板 115 による覆工をトンネル軸方向に延長しつつ、既設ライニングの内面と覆工板 115 の外周面 127 との隙間にモルタルなどの裏込充填材を充填していき、トンネルの補修を完成する。

30

**【0087】**

なお、アンカーボルト用突起部を既設ライニングに固定する際には、第 1 の実施の形態の覆工板 1 のアンカーボルト用突起部 13 や、第 2 の実施の形態の覆工板 61 のアンカーボルト用突起部 73 を既設ライニング 25 に固定する際と同様に、アンカーボルト用突起部 123 設けられた孔 125、アンカーボルト 37 (図 7 から図 9)、締結具等を用いる。

**【0088】**

このように、第 4 の実施の形態においても、トンネル軸方向に隣接する覆工板 115 の嵌合突起部 119 と溝 129 を嵌合してアーチを構築するので、補修が可能な既設トンネルの対象を拡大できる。また、既設ライニングと補修用の覆工板 115 とを固定するためのアンカーボルト用突起部 123 を既設ライニングと覆工板 115 の間の空間に設置するので、既設ライニングが劣化してアンカーボルトなどの固定手段が緩んでもトンネルの内部に脱落するおそれがなく、固定手段の緩み確認などのメンテナンスを軽減できる。

40

**【0089】**

なお、図 17、図 19 では、覆工板 115 の 5ヶ所に補強材 121 とアンカーボルト用突起部 123 を設けたが、設置数量はこれに限らない。

**【0090】**

次に、第 5 の実施の形態について説明する。図 20 は、トンネル補修用の覆工板 141 の平面図を、図 21 および図 22 は、覆工板 141 のトンネル周方向の断面図を、図 23 は覆工板 141 のトンネル軸方向の立面図を示す。図 21 は図 20 の F1 - F1 による断面

50

図、図 2 2 は図 2 0 の F 2 - F 2 による断面図、図 2 3 は図 2 0 の矢印 F 3 に示す方向から見た立面図である。

【 0 0 9 1 】

図 2 0 から図 2 3 に示すように、覆工板 1 4 1 は、本体 1 4 3、嵌合突起部 1 4 5、側部突起部 1 4 7、アンカーボルト用突起部 1 5 3 等で構成される。本体 1 4 3 は、例えば、鑄鉄製、鋼製、または補強材により補強されたコンクリート製とする。補強材とは、鉄筋、樹脂（レジン）、繊維強化プラスチック（FRP）などであり、補強材により補強されたコンクリートとは、鉄筋コンクリート、樹脂コンクリート、ファイバコンクリートなどである。補強材により補強されたコンクリート製とすることにより、本体 1 4 3 の強度を確保できる。

10

【 0 0 9 2 】

本体 1 4 3 の外周面 1 5 1 には、長辺方向の側面 1 5 5 a から張り出した嵌合突起部 1 4 5 a と、側面 1 5 5 b から張り出した嵌合突起部 1 4 5 b が設けられる。嵌合突起部 1 4 5 は、例えば、長方形板状の部材の一角に切欠き 1 4 6 を設けた L 型の板状部材であり、切欠き 1 4 6 が側面 1 5 5 側に配置される。また、本体 1 4 3 の外周面 1 5 1 には、短辺方向の側面 1 5 9 a から張り出した側部突起部 1 4 7 が設けられる。側部突起部 1 4 7 は、例えば、長方形板状の部材とする。

【 0 0 9 3 】

本体 1 4 3 の側面 1 5 5 a 側の中央付近では、外周面 1 5 1 にアンカーボルト用突起部 1 5 3 が設けられる。アンカーボルト用突起部 1 5 3 は、例えば、本体 1 4 3 に垂直な部材 1 5 2 と平行な部材 1 5 4 からなる L 字型の部材であり、部材 1 5 4 には孔 1 5 7 が設けられる。

20

【 0 0 9 4 】

嵌合突起部 1 4 5、側部突起部 1 4 7、アンカーボルト用突起部 1 5 3 は、本体 1 4 3 と同様の材質で、本体 1 4 3 と一体に成形する。これにより、本体 1 4 3 と共に嵌合突起部 1 4 5、側部突起部 1 4 7、アンカーボルト用突起部 1 5 3 を容易に成形することができる。または、本体 1 4 3 と異なる材質で別体に成形した後、本体 1 4 3 と一体化する。これにより、嵌合突起部 1 4 5、側部突起部 1 4 7、アンカーボルト用突起部 1 5 3 を薄くても強度を有する材質で成形できる。

【 0 0 9 5 】

次に、覆工板 1 4 1 を用いて既設のトンネル 1 6 7 を補修する方法について説明する。図 2 4 は、覆工板 1 4 1 を用いて補修されたトンネル 1 6 7 の斜視図を、図 2 5 は、覆工板 1 4 1 を用いて補修されたトンネル 1 6 7 の下端部付近の立面図を示す。図 2 5 は図 2 4 の矢印 X 2 方向から見た立面図である。

30

【 0 0 9 6 】

既設のトンネル 1 6 7 を補修するには、まず、図 2 5 に示すように、トンネル 1 6 7 の既設ライニング 1 6 5（図 2 4）の内周面の周方向に沿って、C 形鋼等のゲージ材 3 1 を配置する。ゲージ材 3 1 は、トンネル 1 6 7 の補修対象区間の片端に設置され、覆工板 1 4 1 - 1 の位置決めのための部材として用いられる。

【 0 0 9 7 】

また、トンネル 1 6 7 の既設ライニング 1 6 5（図 2 4）の内周面の軸方向 Y に沿って、アングル材等の下部通し材 3 3 を配置する。下部通し材 3 3 は、トンネル 1 6 7 の補修対象区間の全区間に設置され、アーチ下端部 1 6 6 の覆工板 1 6 1 の位置決めのための部材として用いられる。

40

【 0 0 9 8 】

そして、ゲージ材 3 1、下部通し材 3 3 に通したボルト（図示せず）を、既設ライニング 1 6 5 に設置されたホールインアンカ（図示せず）に螺入し、ゲージ材 3 1、下部通し材 3 3 を既設ライニング 1 6 5 に固定する。なお、このとき、下部通し材 3 3 と固定用のボルト（図示せず）の頭部の間には、固定プレート（図示せず）を介する。

【 0 0 9 9 】

50

次に、図 2 5 に示すように、ゲージ材 3 1 およびアーチ下端部 1 6 6 a に設置された下部通し材 3 3 に沿って、下端の覆工板 1 6 1 - 1 を配置する。そして、下部通し材 3 3 に取り付けられたレベル調整ボルト 3 5 - 1 と、覆工板 1 6 1 - 1 に設けられたねじ穴（図示せず）とを螺合し、覆工板 1 6 1 - 1 を下部通し材 3 3 に固定する。

【 0 1 0 0 】

下部通し材 3 3 に下端の覆工板 1 6 1 - 1 を固定した後、ゲージ材 3 1 に沿って、下端の覆工板 1 6 1 - 1 に連続して覆工板 1 4 1 - 1 を順次配置し、トンネル 1 6 7 の既設ライニング 1 6 5 の内周面に沿ってアーチ状にする。そして、アーチ下端部 1 6 6 b（図 2 4）側の下部通し材 3 3（図示せず）に取り付けられたレベル調整ボルト 3 5 - 1（図示せず）と、覆工板 1 6 1 - 1 に設けられたねじ穴（図示せず）とを螺合し、覆工板 1 6 1 - 1 を下部通し材 3 3 に固定し、アーチを閉合する。このとき、覆工板 1 6 1、覆工板 1 4 1 は、長辺がトンネル 1 6 7 の軸方向にくるように設置される。

10

【 0 1 0 1 】

ゲージ材 3 1 に沿って覆工板 1 4 1 - 1 をアーチ状に構築した後、下端の覆工板 1 6 1 - 1 に隣接して覆工板 1 6 1 - 2 を配置し、レベル調整ボルト 3 5 - 2 を用いて覆工板 1 6 1 - 2 を下部通し材 3 3 に固定する。そして、覆工板 1 4 1 - 1 に沿って、覆工板 1 6 1 - 2 に連続して覆工板 1 4 1 - 2 を順次配置し、アーチ下端部 1 6 6 b 側の下部通し材 3 3 に覆工板 1 6 1 - 2 を固定し、アーチを閉合する。

【 0 1 0 2 】

以後、覆工板 1 4 1 を順次配置して、図 2 4 に示すようにアーチ状に閉合する。なお、全ての下端の覆工板 1 6 1 は、調整ボルト 3 5 を用いて下部通し材 3 3 に固定される。覆工板 1 6 1 は、調整ボルト 3 5 によって、高さの調整が可能である。なお、図 5、図 6 では、覆工板 1 を千鳥継ぎとなるように設置したが、図 2 4、図 2 5 では、覆工板 1 4 1 をいも継ぎとなるように設置する。

20

【 0 1 0 3 】

シールドトンネルでは、下部から両側にセグメントを組上げて最後にクラウンを挿入するが、既設のトンネル 1 6 7 を補修する場合には、既設ライニング 1 6 5 が変形して断面が一様でないため、片端から組上げ、クラウンを越して組み込み、他端でおさめる。または、まず頂部に覆工板 1 4 1 を取り付け組み下げ、両下端でおさめる。

【 0 1 0 4 】

覆工板 1 4 1 を既設ライニング 1 6 5 の内周面に設置する際には、図 2 5 に示すように、隣接する他の覆工板 1 4 1 の外周面 1 5 1（図 2 0）に嵌合突起部 1 4 5 および側部突起部 1 4 7 を沿わせて、覆工板 1 4 1 同士を結合する。覆工板 1 4 1 では、嵌合突起部 1 4 5 に切欠き 1 4 6 を設けて L 型にすることにより、嵌合突起部 1 4 5 a と嵌合突起部 1 4 5 b とを組合せて、覆工板 1 4 1 をより確実に結合することができる。

30

【 0 1 0 5 】

また、アンカーボルト用突起部 1 5 3 を既設ライニング 1 6 5 に固定する。アンカーボルト用突起部 1 5 3 を既設ライニング 1 6 5 に固定する際には、第 1 から第 4 の実施の形態の覆工板のアンカーボルト用突起部を既設ライニングに固定する際と同様に、アンカーボルト用突起部 1 5 3 に設けられた孔 1 5 7、アンカーボルト 3 7（図 7 から図 9）、締結具等を用いる。

40

【 0 1 0 6 】

覆工板 1 4 1 を既設ライニング 1 6 5 に固定した後、トンネル 1 6 7 の内周面に沿って併合したアーチの脚部を根固めコンクリート（図示せず）により固定し、図 2 4 に示すように、既設ライニング 1 6 5 の内面と覆工板 1 4 1 の外周面 1 5 1 との隙間にモルタルなどの裏込充填材 1 6 4 を充填する。また、裏込充填材 1 6 4 の流れ止めのためと、補修完成後の背面からの漏水の排水路とするため、側部突起部 7 に沿って、発泡スチロール材、不織布など（図示せず）を配置する。

【 0 1 0 7 】

このように、第 5 の実施の形態では、嵌合突起部 1 4 5、側部突起部 1 4 7 を用いて覆工

50

板 1 4 1 同士を結合してアーチを構築する。側部突起部 1 4 7 は、側面 1 5 9 の継ぎ目を覆って結合するので自由度があり、補修が可能な既設トンネルの対象を拡大できる。

【 0 1 0 8 】

また、既設ライニング 1 6 5 と補修用の覆工板 1 4 1 との固定手段であるアンカーボルト 3 7 や把持具 3 9 などを、既設ライニング 1 6 5 と覆工板 1 4 1 の間の空間に設置するので、既設ライニング 1 6 5 が劣化するなどして固定手段が緩んでも、固定手段は覆工板 1 4 1 の外周面 1 5 1 側に係止されて、トンネル 1 6 7 の内部に脱落するおそれがない。よって、固定手段の緩み確認などのメンテナンスを軽減できる。

【 0 1 0 9 】

次に、第 6 の実施の形態について説明する。図 2 6 は、トンネル補修用の覆工板 1 8 1 の平面図を、図 2 7 は、覆工板 1 8 1 のトンネル周方向の断面図を示す。図 2 7 は図 2 6 の H 1 - H 1 による断面図である。

【 0 1 1 0 】

図 2 6、図 2 7 に示すように、覆工板 1 8 1 は、本体 1 8 3、補強材 1 8 5、棒状突起部 1 9 1、アンカーボルト用突起部 1 8 7 等で構成される。本体 1 8 3 は、例えばコンクリート製またはプラスチック製とする。プラスチックには、炭素繊維やアラミド繊維、ガラス繊維、鋼線等で補強された繊維強化プラスチックなども含む。本体 1 8 3 をプラスチック製とすることにより、軽量化を図れる。

【 0 1 1 1 】

本体 1 8 3 の外周面 1 9 0 には、長辺方向の側部 1 8 2 a から張り出した棒状突起部 1 9 1 a、側部 1 8 2 b から張り出した棒状突起部 1 9 1 b が設けられる。棒状突起部 1 9 1 a と棒状突起部 1 9 1 b は、例えば異形鉄筋であり、張り出した部分の先端が曲げられる。本体 1 8 3 の外周面 1 9 0 には、短辺方向の側部 1 8 4 a から張り出した側部突起部 1 8 5 が設けられる。側部突起部 1 8 5 は、例えば長方形板状の部材とする。

【 0 1 1 2 】

本体 1 8 3 の外周面 1 9 0 の長辺方向の側部 1 8 2 b 側には、中央付近にアンカーボルト用突起部 1 8 7 が設けられる。アンカーボルト用突起部 1 8 7 は、例えば、本体 1 8 3 に垂直な部材 1 8 6 と、本体 1 8 3 に平行で部材 1 8 6 の両端に設けられた部材 1 8 8 a および部材 1 8 8 b からなる部材であり、部材 1 8 8 b には孔 1 8 9 が設けられる。

【 0 1 1 3 】

棒状突起部 1 9 1、アンカーボルト用突起部 1 8 7、側部突起部 1 8 5 は、本体 1 8 3 と異なる材質で別体に成形した後、本体 1 8 3 と一体化する。これにより、棒状突起部 1 9 1、アンカーボルト用突起部 1 8 7、側部突起部 1 8 5 を薄くても強度を有する材質で成形できる。

【 0 1 1 4 】

覆工板 1 8 1 を用いて既設のトンネルを補修するには、第 5 の実施の形態と同様にして、図 2 4、図 2 5 に示すようにトンネル 1 6 7 の内周面に覆工板 1 8 1 を順次固定してアーチ状に閉合する。そして、既設ライニング 1 6 5 の内面と覆工板 1 8 1 の外周面 1 9 0 との隙間にモルタルなどの裏込充填材 1 6 4 を充填する。

【 0 1 1 5 】

覆工板 1 8 1 は、覆工板 1 8 1 の外周面 1 9 0 (図 2 6) 側が既設ライニング 1 6 5 に対面するように配置される。その際、側面 1 8 2 の棒状突起部 1 9 1 を隣接する覆工板 1 8 1 の外周面 1 9 0 に沿わせて、覆工板 1 8 1 同士を結合する。異形鉄筋である棒状突起部 1 9 1 a と棒状突起部 1 9 1 b は、裏込充填材 1 6 4 の付着力を介して相互に結合される。棒状突起部 1 9 1 の先端を曲げておけば、結合力が増大する。

【 0 1 1 6 】

覆工板 1 8 1 を設置する際には、アンカーボルト用突起部 1 8 7 を既設ライニング 1 6 5 に固定する。固定には、第 1 から第 5 の実施の形態の覆工板のアンカーボルト用突起部を既設ライニングに固定する際と同様に、アンカーボルト用突起部 1 8 7 に設けられた孔 1 8 9、アンカーボルト、締結具等を用いる。

10

20

30

40

50

## 【0117】

このように、第6の実施の形態においても、棒状突起部191、側部突起部185を用いて覆工板181同士を結合してアーチを構築するので、補修が可能な既設トンネルの対象を拡大できる。また、既設ライニングと補修用の覆工板181との固定手段を既設ライニングと覆工板181の間の空間に設置するので、既設ライニングが劣化してアンカーボルトなどの固定手段が緩んでもトンネルの内部に脱落するおそれがなく、固定手段の緩み確認などのメンテナンスを軽減できる。

## 【0118】

第1から第6の実施の形態の覆工板1、覆工板61、覆工板81、覆工板115、覆工板141、覆工板181は、例えば、鉄道トンネルや道路トンネルを補修する場合などに用いられる。図28は、補修中の鉄道トンネル47の周方向の断面図を、図29は、補修中の道路トンネル53の周方向の断面図を示す。

10

## 【0119】

図28に示すように、鉄道トンネル47を補修する際には、鉄道トンネル47の内空部に、列車が通らない時間帯に足場49を組み、前述の手順で覆工板1、覆工板61、覆工板81、覆工板115、覆工板141、覆工板181により補修する。

## 【0120】

この鉄道トンネル47内の既設覆工面には、電線などの配線や照明器具などが設置されている。例えば、1本のトクリ線51a、このトクリ線51aを支持する2本のき電線51b、1本の無線用アンテナ線(LCX)51c、2本の強電線51d、5本の弱電線51e、2本の信号ケーブル51f、1本の光ケーブル51gなどが設置されている。

20

## 【0121】

覆工板1、覆工板61、覆工板81、覆工板115、覆工板141、覆工板181による覆工時には、覆工板1、覆工板61、覆工板81、覆工板115、覆工板141、覆工板181の取付ボルト(図示せず)により固定された取付板(図示せず)に、把持具(図示せず)などを用いて前記配線や照明器具などを付け替えながら、補修作業を鉄道トンネル47の軸方向に順次進行させる。

## 【0122】

図29に示すように、道路トンネル53を補修する際には、道路を閉鎖できない場合があるので、そのような場合は、少なくとも一車線分の道路幅を中央に残して、その両側に車輪55により移動可能な門型の移動足場57を組み、その移動足場57上でトンネル覆工板1、覆工板61、覆工板81、覆工板115、覆工板141、覆工板181により既設覆工面を補修する。

30

## 【0123】

この道路トンネル53内でも、既設覆工面に電線などの配線や照明器具59があるので、鉄道トンネル47の場合と同様に、配線や照明器具59などを付け替えながら、覆工板1、覆工板61、覆工板81、覆工板115、覆工板141、覆工板181による補修作業を道路トンネル53の軸方向に順次進行させる。

## 【0124】

第1から第6の実施の形態では、アーチ形断面のトンネル27、トンネル167について説明したが、覆工板1、覆工板61、覆工板81、覆工板115、覆工板141、覆工板181および覆工板1、覆工板61、覆工板81、覆工板115、覆工板141、覆工板181によるトンネル補修方法は、他の断面形状のトンネルにも適用できる。この場合、覆工板1、覆工板61、覆工板115は、図4、図13、図19等に示すような彎曲したものでなく、補修対象となるトンネルの形状に適した形状に成形したものをを用いる。また、覆工板61、覆工板115、覆工板81は、トンネルの形状に沿って配置する。

40

## 【0125】

図30は、方形の単線鉄道トンネル93の周方向の断面図である。図30に示すように、単線鉄道トンネルまたは下水トンネルなどの方形トンネル93では、平板状または折板状の覆工板1、覆工板61、覆工板81、覆工板115、覆工板141、覆工板181を方

50



形の既設覆工 9 5 に沿って組立てた後、既設覆工 9 5 と覆工板 1、覆工板 6 1、覆工板 8 1、覆工板 1 1 5、覆工板 1 4 1、覆工板 1 8 1 との隙間にモルタルまたは高流動コンクリートなどの裏込充填材 9 9 を注入または充填する。

【0126】

図 3 1 は、方形の複線鉄道トンネル 1 0 1、鉄道トンネル 1 0 3 の周方向の断面図である。図 3 1 に示すように、複線の鉄道トンネル 1 0 1、鉄道トンネル 1 0 3 では、鉄道トンネル 1 0 1、鉄道トンネル 1 0 3 間の隔壁 1 0 5 に設けられた開口部 1 0 7 に複数の柱体 1 0 9 を立て、この柱体 1 0 9 上に梁体 1 1 1 を設け、この梁体 1 1 1 から方形の既設覆工 1 1 3 に沿って平板状または折板状の覆工板 1、覆工板 6 1、覆工板 8 1、覆工板 1 1 5、覆工板 1 4 1、覆工板 1 8 1 を組み立てた後、既設覆工 1 1 3 と覆工板 1、覆工板 6 1、覆工板 8 1、覆工板 1 1 5、覆工板 1 4 1、覆工板 1 8 1 との隙間にモルタルまたは高流動コンクリートなどの裏込充填材 1 3 1 を注入または充填する。

10

【0127】

以上のように、第 1 から第 6 の実施の形態の覆工板 1、覆工板 6 1、覆工板 8 1、覆工板 1 1 5、覆工板 1 4 1、覆工板 1 8 1 は、同一形状のものを組合せることで、円形、方形、アーチ形または多角形状の断面を持つ既設トンネルの全周または一部を補修する補修板として、広範囲の施工に用いることができる。すなわち、いずれの形態の覆工板も、トンネル周方向に結合して形成したアーチをトンネル軸方向に伸ばして行くので、広範囲の既設トンネルの補修および新設トンネルの覆工に適用できる。

【0128】

なお、覆工板 1、覆工板 6 1、覆工板 1 4 1 では、覆工板 8 1、覆工板 1 1 5、覆工板 1 8 1 と同様に、本体 3、本体 6 3、本体 1 4 3 の短辺方向に補強材を設けてもよい。補強材は、長辺方向に短辺の長さ以上の間隔をおいて配置する。

20

【0129】

また、第 2 の実施の形態の覆工板 6 1 および第 4 の実施の形態の覆工板 1 1 5 を、第 5 の実施の形態のトンネル 1 6 7 の補修方法に用いてもよい。この場合、本体 6 3、本体 1 1 7 を曲げず、図 2 4、図 2 5 に示す覆工板 1 4 1 と同様に、長辺がトンネル軸方向に一直線となるように配置する。

【0130】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、広範囲の既設トンネルの補修に適用可能であり、かつ材質が劣化しても緩んだ結合手段の脱落を防止できるトンネル補修覆工板およびトンネル補修覆工板の施工方法を提供できる。

30

【図面の簡単な説明】

【図 1】トンネル補修用の覆工板 1 の平面図

【図 2】覆工板 1 のトンネル軸方向の断面図

【図 3】覆工板 1 のトンネル軸方向の断面図

【図 4】覆工板 1 のトンネル周方向の立面図

【図 5】覆工板 1 を用いて補修されたトンネル 2 7 の斜視図

【図 6】覆工板 1 を用いて補修されたトンネル 2 7 の下端部付近の立面図

40

【図 7】既設ライニング 2 5 に固定されたアンカーボルト用突起部 1 3 付近を示す図

【図 8】既設ライニング 2 5 に固定されたアンカーボルト用突起部 1 3 付近を示す図

【図 9】既設ライニング 2 5 に固定されたアンカーボルト用突起部 1 3 付近を示す図

【図 10】トンネル補修用の覆工板 6 1 の平面図

【図 11】覆工板 6 1 のトンネル軸方向の断面図

【図 12】覆工板 6 1 のトンネル軸方向の断面図

【図 13】覆工板 6 1 のトンネル周方向の立面図

【図 14】トンネル補修用の覆工板 8 1 の平面図

【図 15】覆工板 8 1 のトンネル軸方向の断面図

【図 16】複数の覆工板 8 1 の斜視図

50

- 【図 17】トンネル補修用の覆工板 115 の平面図
- 【図 18】覆工板 115 のトンネル軸方向の立面図
- 【図 19】トンネル補修用の覆工板 115 のトンネル周方向の立面図
- 【図 20】トンネル補修用の覆工板 141 の平面図
- 【図 21】覆工板 141 のトンネル周方向の断面図
- 【図 22】覆工板 141 のトンネル周方向の断面図
- 【図 23】覆工板 141 のトンネル軸方向の立面図
- 【図 24】覆工板 141 を用いて補修されたトンネル 167 の斜視図
- 【図 25】覆工板 141 を用いて補修されたトンネル 167 の下端部付近の立面図
- 【図 26】トンネル補修用の覆工板 181 の平面図
- 【図 27】覆工板 181 のトンネル周方向の断面図
- 【図 28】補修中の鉄道トンネル 47 の周方向の断面図
- 【図 29】補修中の道路トンネル 53 の周方向の断面図
- 【図 30】方形の単線鉄道トンネル 93 の周方向の断面図
- 【図 31】方形の複線鉄道トンネル 101、鉄道トンネル 103 の周方向の断面図

10

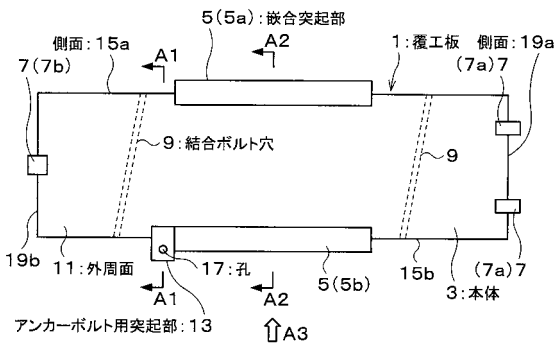
## 【符号の説明】

- 1、61、81、115、141、161、181 …… 覆工板
- 3、63、83、117、143、183 …… 本体
- 5、5a、5b、7、7a、7b、65、91、91a、91b、119、145、145a、145b、191、191a、191b …… 嵌合突起部
- 9 …… 結合ボルト穴
- 11、67、90、127、151、190 …… 外周面
- 13、73、87、123、153、187 …… アンカーボルト用突起部
- 15a、15b、19a、19b、69a、69b、71a、71b、155、155a、155b、159、159a、159b、182、182a、182b、184、184a、184b …… 側面
- 17、75、89、125、157、189 …… 孔
- 21、21-1、21-2 …… 下端用第1覆工板
- 23、23-1、23-2 …… 下端用第2覆工板
- 24、99、131、164 …… 裏込充填材
- 25、165 …… 既設ライニング
- 31 …… ゲージ材
- 33 …… 下部通し材
- 39 …… 把持具
- 43 …… ナット
- 45 …… 小型ジャッキ
- 77、129 …… 溝
- 85、121 …… 補強材

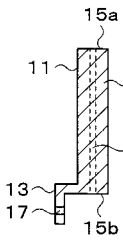
20

30

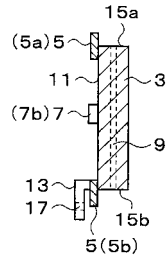
【 図 1 】



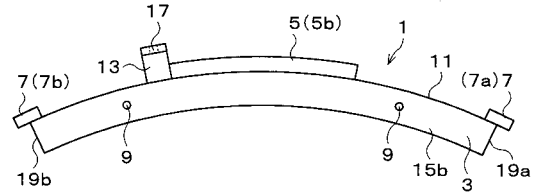
【 図 2 】



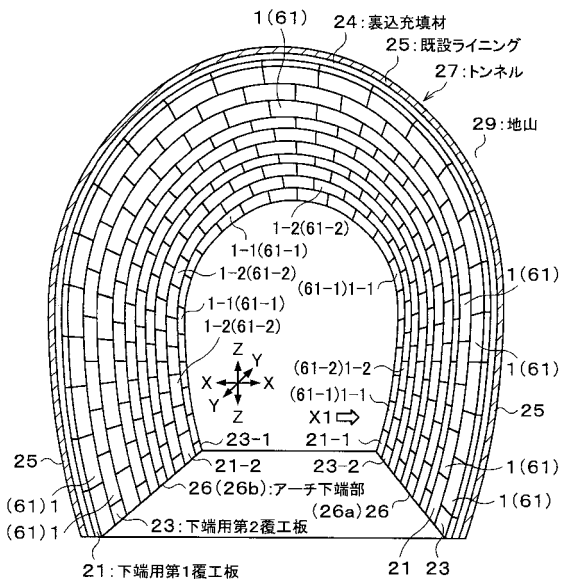
【 図 3 】



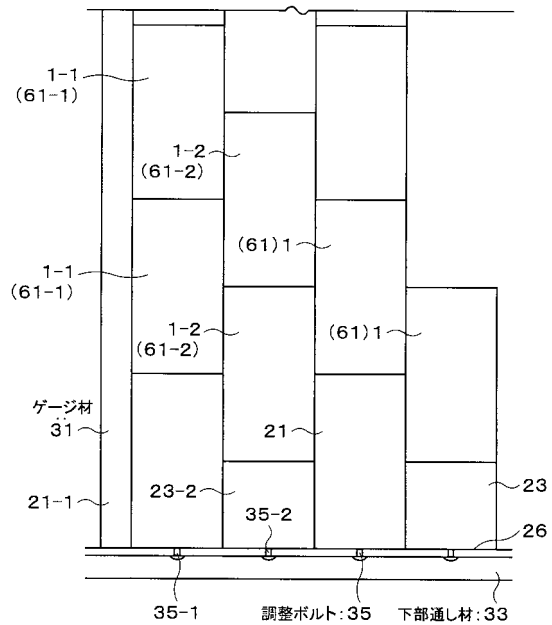
【 図 4 】



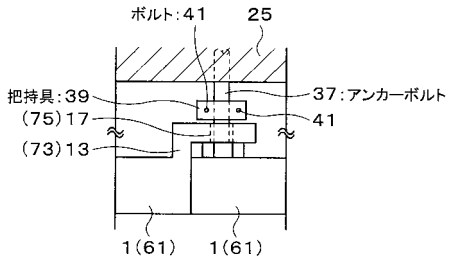
【 図 5 】



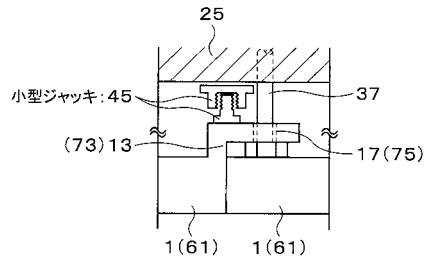
【 図 6 】



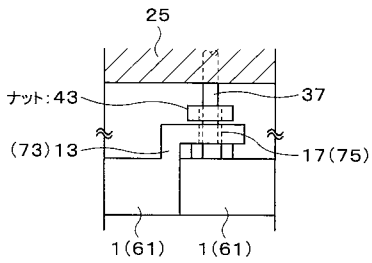
【 図 7 】



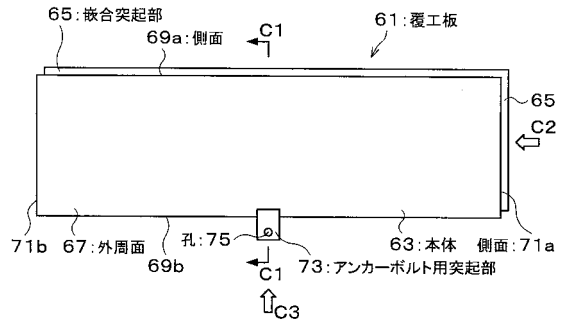
【 図 9 】



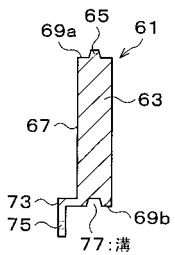
【 図 8 】



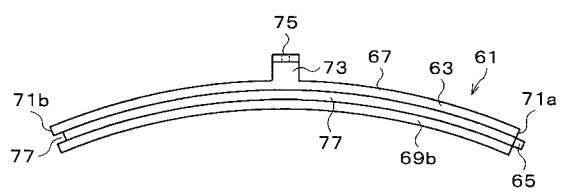
【 図 10 】



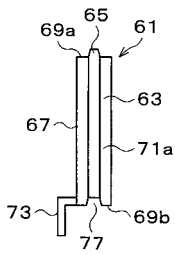
【 図 11 】



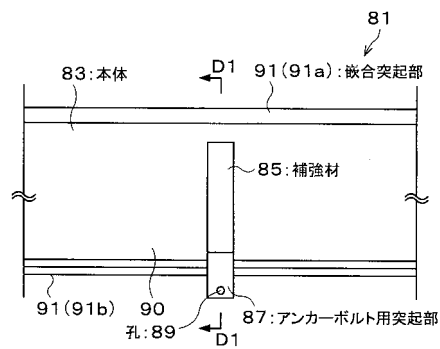
【 図 13 】



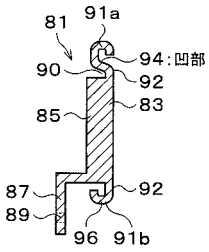
【 図 12 】



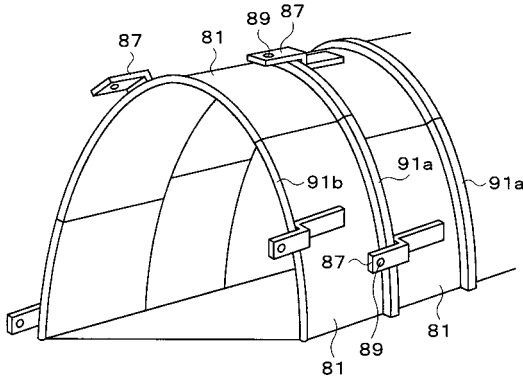
【 図 14 】



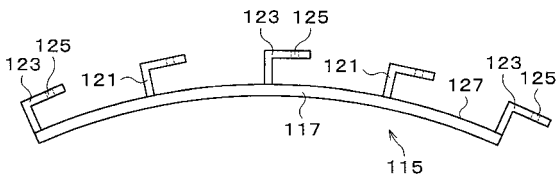
【図 15】



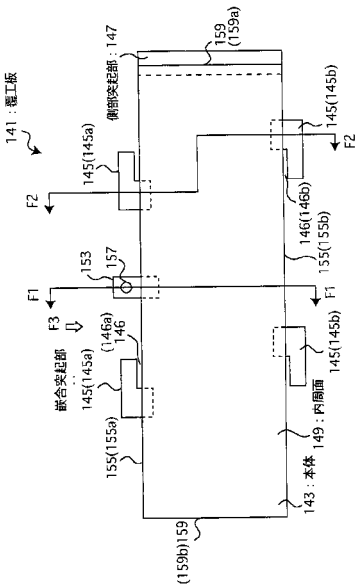
【図 16】



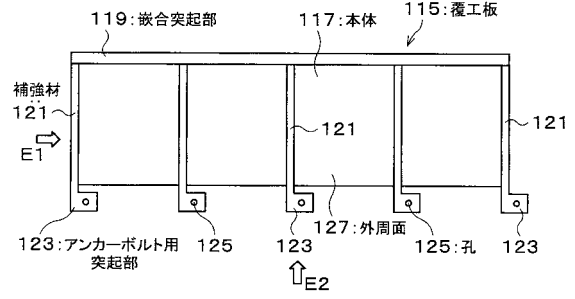
【図 19】



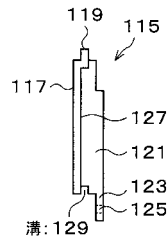
【図 20】



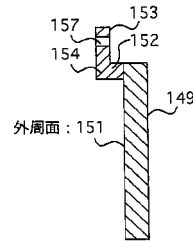
【図 17】



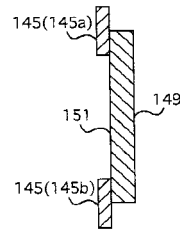
【図 18】



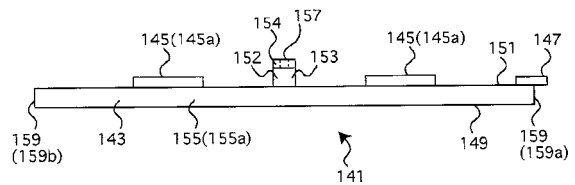
【図 21】



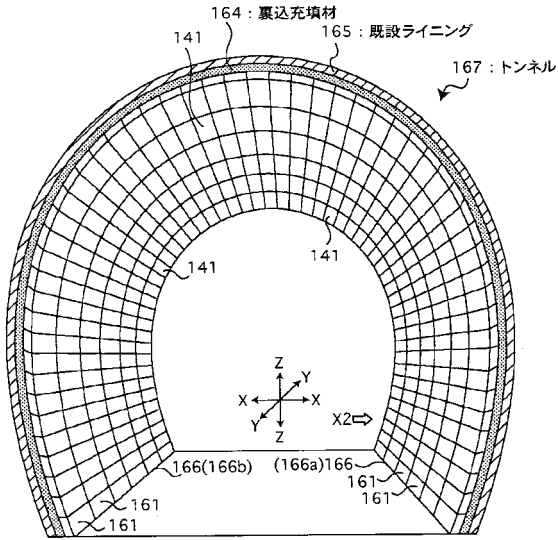
【図 22】



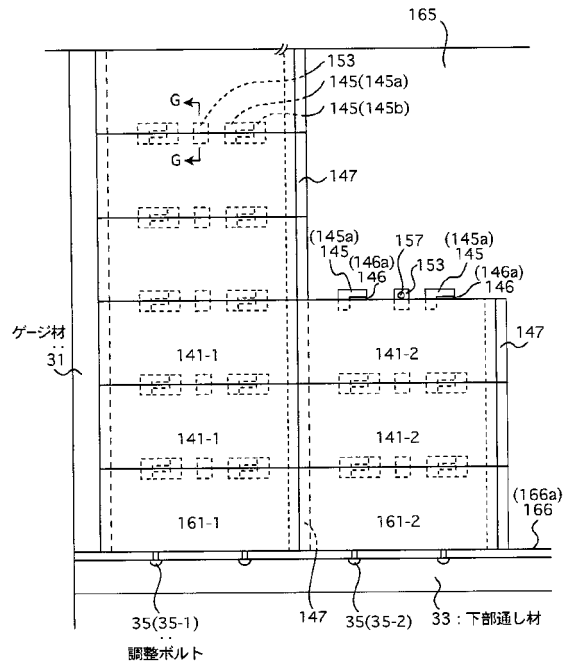
【図 23】



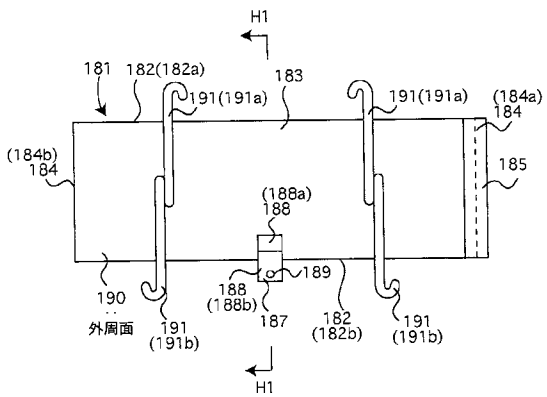
【図24】



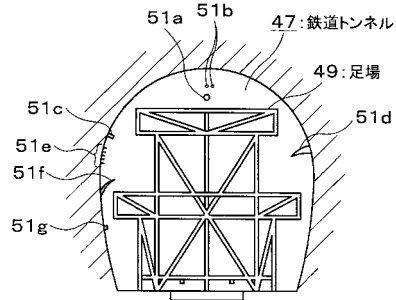
【図25】



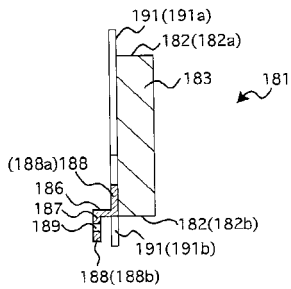
【図26】



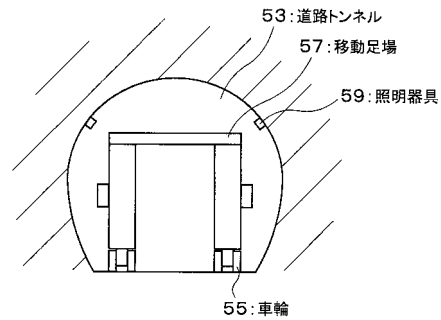
【図28】



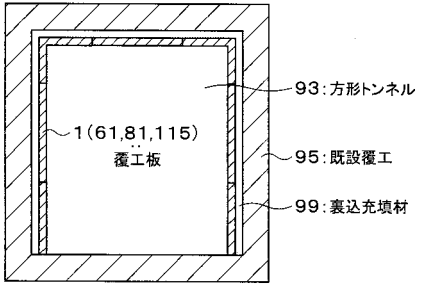
【図27】



【図29】



【図30】



【図31】

