

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6599268号
(P6599268)

(45) 発行日 令和1年10月30日 (2019. 10. 30)

(24) 登録日 令和1年10月11日 (2019. 10. 11)

(51) Int. Cl. F 1
E 2 1 D 11/00 (2006. 01) E 2 1 D 11/00 Z

請求項の数 2 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-48364 (P2016-48364)	(73) 特許権者	000001317
(22) 出願日	平成28年3月11日 (2016. 3. 11)		株式会社熊谷組
(65) 公開番号	特開2017-160744 (P2017-160744A)		福井県福井市大手三丁目2番1号
(43) 公開日	平成29年9月14日 (2017. 9. 14)	(74) 代理人	100080296
審査請求日	平成30年12月14日 (2018. 12. 14)		弁理士 宮園 純一
		(74) 代理人	100141243
			弁理士 宮園 靖夫
		(72) 発明者	森 康雄
			東京都新宿区津久戸町2番1号 株式会社
			熊谷組 東京本社内
		(72) 発明者	大本 晋士郎
			東京都新宿区津久戸町2番1号 株式会社
			熊谷組 東京本社内
		審査官	石川 信也
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トンネルの内面に溝を形成する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

切削装置と、トンネルの延長方向に沿ったトンネルの中心軸と直交するトンネル横断面上において両端がそれぞれトンネルの内面の異なる地点で交差する直線軸であるX軸に沿って切削装置の切削刃を移動させるX軸ガイド装置と、前記X軸と直交し、かつ、トンネルの内面と交差する直線軸であるY軸に沿って切削装置の切削刃を移動させるY軸ガイド装置と、を備えた溝形成装置を用い、

切削刃をX軸ガイド装置のX軸ガイド体及びY軸ガイド装置のY軸ガイド体でガイドしながらX軸及びY軸に沿って移動させることによって、トンネルの延長方向に沿ったトンネルの中心軸と直交するトンネル横断面上のトンネルの内面の弧面に沿った弧状に延長する溝を形成したことを特徴とするトンネルの内面に溝を形成する方法。

【請求項 2】

X軸ガイド体の延長方向の両端をトンネル横断面上におけるトンネルの内面の異なる地点にそれぞれ接触させた状態で、切削刃をX軸ガイド体及びY軸ガイド体でガイドしながらX軸及びY軸に沿って移動させることによって、トンネルの延長方向に沿ったトンネルの中心軸と直交するトンネル横断面上のトンネルの内面の弧面に沿った弧状に延長する溝を形成したことを特徴とする請求項 1 に記載のトンネルの内面に溝を形成する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

本発明は、トンネルの内面に当該内面の周方向に延長する溝を形成する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

バックホーのアームの先端に切削刃としての回転刃を備えた機械を用いて、トンネルの内面に溝を形成する方法が知られている（例えば特許文献1等参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2002-322897号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に開示された方法では、バックホーのオペレータが、バックホーのブーム、アーム、回転刃の伸縮装置の夫々の動きを随時調節しながら、トンネルの内面に当該内面の周方向に延長する溝を形成するので、バックホーのブーム、アーム、回転刃の伸縮装置の夫々の動きを随時調節する操作が難しく、回転刃がトンネルの延長方向に沿った方向に振れやすいので、トンネルの延長方向に沿ったトンネルの中心軸と直交するトンネル横断面上のトンネルの内面に沿った弧状に延長する溝を正確に形成することが難しい。

本発明は、切削刃がトンネルの延長方向に沿った方向に振れにくい構造の溝形成装置を用いることによって、トンネルの延長方向に沿ったトンネルの中心軸と直交するトンネル横断面上のトンネルの内面に沿った弧状に延長する溝を簡単かつ正確に形成できるようにしたトンネルの内面に溝を形成する方法を提供するものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係るトンネルの内面に溝を形成する方法によれば、切削装置と、トンネルの延長方向に沿ったトンネルの中心軸と直交するトンネル横断面上において両端がそれぞれトンネルの内面の異なる地点で交差する直線軸であるX軸に沿って切削装置の切削刃を移動させるX軸ガイド装置と、前記X軸と直交し、かつ、トンネルの内面と交差する直線軸であるY軸に沿って切削装置の切削刃を移動させるY軸ガイド装置と、を備えた溝形成装置を用い、切削刃をX軸ガイド装置のX軸ガイド体及びY軸ガイド装置のY軸ガイド体でガイドしながらX軸及びY軸に沿って移動させることによって、トンネルの延長方向に沿ったトンネルの中心軸と直交するトンネル横断面上のトンネルの内面の弧面に沿った弧状に延長する溝を形成したので、X軸ガイド装置により切削刃がトンネルの延長方向に沿った方向に振れにくくなり、操作も簡単になるので、トンネルの延長方向に沿ったトンネルの中心軸と直交するトンネル横断面上のトンネルの内面の弧面に沿った弧状に延長する溝を簡単かつ正確に形成できるようになる。

30

また、X軸ガイド体の延長方向の両端をトンネル横断面上におけるトンネルの内面の異なる地点にそれぞれ接触させた状態で、切削刃をX軸ガイド体及びY軸ガイド体でガイドしながらX軸及びY軸に沿って移動させることによって、トンネルの延長方向に沿ったトンネルの中心軸と直交するトンネル横断面上のトンネルの内面の弧面に沿った弧状に延長する溝を形成したので、X軸ガイド体が安定し、トンネルの延長方向に沿ったトンネルの中心軸と直交するトンネル横断面上のトンネルの内面の弧面に沿った弧状に延長する溝をより正確に形成できるようになる。

40

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】トンネルの内面に溝を形成する方法を示す図。

【図2】トンネルの内面に溝を形成する方法に使用する溝形成装置を示す図。

【図3】補強構造をブロック材積みトンネルの中心軸と直交する断面で示す図。

【図4】補強構造をブロック材積みトンネル覆工部の内側から見て示す斜視図。

【図5】ブロック材積みトンネル覆工部の補強構造を示す分解斜視図。

50

【図6】補強板位置決め部材の固定構造を示す断面図。

【図7】補強板の固定方法の例を示す断面図。

【図8】補強構造をブロック材積みトンネル覆工部の内側から見て示す正面図。

【図9】補強板の固定方法の例を示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【0007】

実施形態に係るトンネルの内面に溝を形成する方法は、図1に示すように、切削装置110と、トンネル99の延長方向に沿ったトンネルの中心軸と直交するトンネル横断面上において両端がそれぞれトンネル99の弧状の内面3の異なる地点で交差する直線軸であるX軸に沿って切削装置110の切削刃としての回転刃111を移動させるX軸ガイド装置120と、前記X軸と直交し、かつ、トンネル99の内面3と交差する直線軸であるY軸に沿って回転刃111を移動させるY軸ガイド装置130と、を備えた溝形成装置100を用い、回転刃111をX軸ガイド装置120のX軸ガイド体123及びY軸ガイド装置130のY軸ガイド体でガイドしながらX軸及びY軸に沿って移動させることで、回転刃111がX軸ガイド体123によってトンネル99の延長方向に沿った方向に振れにくい状態として、トンネル99の延長方向に沿ったトンネル99の中心軸と直交するトンネル横断面上のトンネル99の内面3の弧面に沿った弧状に延長する溝4（図5参照）を形成するようにしたので、当該溝4を簡単かつ正確に形成できる。

尚、図1において、XはX軸、YはY軸を示す。

【0008】

図2に基づいて、溝形成装置100について詳説する。

溝形成装置100は、切削装置110と、切削装置110の回転刃111のX軸方向に沿った直線移動をガイドするX軸ガイド装置120と、切削装置110の回転刃111のY軸方向に沿った直線移動をガイドするY軸ガイド装置130と、固定部140と、支持装置150とを備えた構成である。

【0009】

切削装置110は、回転刃111と、回転刃111の回転中心軸112を回転中心として回転刃111を回転させるための回転駆動力を回転中心軸112に付与する図外の回転駆動源と、当該回転駆動源を制御する図外の制御装置とを備えた構成である。

回転刃111は、例えば、円板の外周面に鋸刃を備え、円板の中心を回転中心として回転するように設けられた丸鋸である。回転刃111としては、例えば、コンクリート、レンガ、石等を切断可能な材質のものをを用いる。

回転駆動源は、例えば、モーターである。

【0010】

X軸ガイド装置120は、回転刃111のカバー113に取付けられた取付体121と、当該取付体121をX軸方向に沿って移動可能にガイドするX軸ガイド機構と、当該X軸ガイド機構の駆動部に駆動力を付与する図外の駆動源と、当該駆動源を制御する図外の制御装置とを備えた構成である。

X軸ガイド機構は、X軸ガイド体123と、取付体121をX軸ガイド体123上で移動させる移動力伝達機構124とを備えた構成である。

X軸ガイド体123は、後述するヘッドベース151に取付けられてX軸に沿った方向に延長する長尺部材により形成される。

移動力伝達機構124は、例えば、X軸ガイド体123にX軸に沿った方向に延長するように設けられたラック125と、当該ラック125に噛み合って当該ラック125上をX軸に沿った方向に往復移動可能なように取付体121に設けられたピニオン126とを備えた構成である。

尚、取付体121は、X軸ガイド体123に設けられた図外のガイドレールと当該ガイドレールに支持されて移動可能なように取付体121に設けられた図外のスライダーとによって、X軸ガイド体123上をX軸に沿った方向に往復移動可能なようにX軸ガイド体123に支持されている。

10

20

30

40

50

即ち、取付体 1 2 1 には回転刃 1 1 1 のカバー 1 1 3 が取付けられ、カバー 1 1 3 には回転刃 1 1 1、回転中心軸 1 1 2、図外の回転駆動源が Y 軸ガイド装置 1 3 0 によって Y 軸に沿った方向に移動可能なように取付けられているので、X 軸ガイド機構の駆動部を駆動することで、回転刃 1 1 1 が X 軸に沿って移動可能な構成とされている。

X 軸ガイド装置 1 2 0 の駆動源は、例えば、上述した駆動部としてのピニオン 1 2 6 に回転力を付与するモーターである。

【0011】

Y 軸ガイド装置 1 3 0 は、切削装置 1 1 0 の回転刃 1 1 1、回転中心軸 1 1 2、回転駆動源を Y 軸上でガイドする Y 軸ガイド機構と、当該 Y 軸ガイド機構の駆動部に駆動力を付与する図外の駆動源と、当該駆動源を制御する図外の制御装置とを備えた構成である。

10

Y 軸ガイド機構は、Y 軸ガイド体と、切削装置 1 1 0 の回転刃 1 1 1、回転中心軸 1 1 2、回転駆動源を Y 軸ガイド体上で移動させる移動力伝達機構 1 3 1 とを備える。

Y 軸ガイド体は、例えば、Y 軸に沿った方向に延長するように回転刃 1 1 1 のカバー 1 1 3 の前面 1 3 6 又は後面に形成された Y 軸溝 1 3 2 と、当該 Y 軸溝 1 3 2 を貫通するように配置された回転刃 1 1 1 の回転中心軸 1 1 2 及び当該回転中心軸 1 1 2 を回転可能に支持する軸受装置 1 3 3 を Y 軸溝 1 3 2 の Y 軸方向に沿って移動可能に支持する図外の支持部材とを備えた構成である。

移動力伝達機構 1 3 1 は、例えば、回転刃 1 1 1 の回転中心軸 1 1 2 を回転可能に支持する軸受装置 1 3 3 を Y 軸溝 1 3 2 の Y 軸に沿った方向に移動させることにより、回転中心軸 1 1 2 及び当該回転中心軸 1 1 2 に連結された回転刃 1 1 1、並びに回転駆動源を Y 軸溝 1 3 2 の Y 軸に沿った方向に移動させる滑車装置、又は、ピストンシリンダー装置、又は、コンベヤ装置等により構成される。

20

Y 軸ガイド装置 1 3 0 の駆動源は、例えば、上述した滑車装置のロープの巻取装置を駆動させるモーター、上述したピストンシリンダー装置のシリンダーへのオイル、エア等の動作流体の給排を行う動作流体給排装置、コンベヤ装置の駆動プーリー等の駆動部に回転力を付与するモーター等である。

【0012】

尚、回転刃 1 1 1 のカバー 1 1 3 は、例えば、X 軸ガイド体 1 2 3 の後方（図 2 の紙面の後方）に配置される。

当該回転刃 1 1 1 のカバー 1 1 3 は、例えば、前面 1 3 6 及び当該前面 1 3 6 と対向する後面が正四角形又は正四角形に近い四角形状に形成され、前面 1 3 6 及び後面の互いに向かい合う左辺同士、下辺同士、右辺同士が、それぞれ側板で連結されて構成された上部開口 1 1 5 の四角形筐体により構成される。

30

回転刃 1 1 1 のカバー 1 1 3 は、例えば、図 2 の紙面と直交する方向の幅寸法（前面 1 3 1 と後面と対向間寸法）が前面 1 3 6 の各辺の長さ寸法よりも短い寸法に形成された前後幅薄の四角形立法体形状の中空体の上部が開口された構成であり、Y 軸ガイド機構の駆動部を駆動することで回転刃 1 1 1 が当該上部開口 1 1 5 を介してカバー 1 1 3 の内側及び外側に移動可能に構成されている。

【0013】

固定部 1 4 0 は、例えば、固定ベース板 1 4 1 と、固定ベース板 1 4 1 より立ち上がるように設けられた支柱 1 4 2 とを備える。

40

【0014】

支持装置 1 5 0 は、固定部 1 4 0 に取付けられて X 軸ガイド装置 1 2 0 の X 軸ガイド体 1 2 3 を Y 軸に沿った方向に移動可能に支持するとともに、X 軸ガイド体 1 2 3 を揺動可能に支持する装置である。

支持装置 1 5 0 は、X 軸ガイド体 1 2 3 が取付けられたヘッドベース 1 5 1 と、X 軸ガイド体 1 2 3 が取付けられたヘッドベース 1 5 1 を Y 軸に沿った方向に移動させるヘッドベース移動装置 1 5 5 と、ヘッドベース支持装置 1 5 6 とを備える。

ヘッドベース支持装置 1 5 6 は、ヘッドベース側揺動支持装置 1 5 7 と、取付部材側揺動支持装置 1 5 8 とを備える。

50

尚、ヘッドベース１５１は、例えば、Ｘ軸ガイド体１２３のＸ軸延長方向両端間の中央側に設けられたＸ軸に沿った方向に延長する部材により形成され、Ｘ軸ガイド体１２３は、例えば、ヘッドベース１５１の後面（図２の紙面の後方に位置する面）に取付けられている。

【００１５】

ヘッドベース移動装置１５５は、例えば、ロッドレスシリンダー１６１と、ロッドレスシリンダー１６１の側面より突出するように設けられた往復移動体１６２に取付けられて往復移動可能となった支持ロッド１６３と、ロッドレスシリンダー１６１を固定部１４０の支柱１４２に取付けるための取付部材１６４と、ロッドレスシリンダー１６１を駆動させる図外の駆動源と、当該駆動源を制御する図外の制御装置とを備え、支持ロッド１６３の上端（一端）が上部ヒンジ機構１７０を介してヘッドベース１５１に取付けられるとともに、取付部材１６４の下端（一端）が下部ヒンジ機構１７１を介して固定部１４０の支柱１４２に取付けられている。

10

そして、ヘッドベース１５１がヘッドベース側揺動支持装置１５７により上部ヒンジ機構１７０を回転中心として揺動可能に構成され、かつ、ロッドレスシリンダー１６１が取付部材側揺動支持装置１５８により下部ヒンジ機構１７１を回転中心として揺動可能に構成されている。

上部ヒンジ機構１７０は、ヘッドベース１５１におけるＸ軸延長方向両端間の中央部に設けられ、下部ヒンジ機構１７１は固定部１４０の支柱１４２の上端に設けられている。

ロッドレスシリンダー１６１の駆動源は、ロッドレスシリンダー１６１へのオイル、エア等の動作流体の給排を行う動作流体給排装置である。

20

ロッドレスシリンダー１６１を駆動させて往復移動体１６２に取付けられた支持ロッド１６３をＹ軸に沿った方向に往復移動させることで、ヘッドベース１５１、Ｘ軸ガイド体１２３、回転刃１１１をＹ軸に沿った方向に往復移動させることができる。

【００１６】

ヘッドベース側揺動支持装置１５７は、例えば、シリンダーの一端が支持ロッドにヒンジを介して取付けられ、ピストンロッドの一端がヘッドベース１５１におけるＸ軸延長方向一端側にヒンジを介して取付けられた一端側アブソーバ１６５と、シリンダーの一端が支持ロッドにヒンジを介して取付けられ、ピストンロッドの一端がヘッドベース１５１におけるＸ軸延長方向他端側にヒンジを介して取付けられた他端側アブソーバ１６６とから成る一対のアブソーバが、図２の紙面と直交する方向に間隔を隔てて２組設けられた構成、即ち、４つのアブソーバ（ダンパー）により構成される。

30

当該ヘッドベース側揺動支持装置１５７を備えているので、ヘッドベース移動装置１５５を駆動してヘッドベース１５１及びＸ軸ガイド体１２３をトンネル９９の内面３に近付けるように移動させた場合、Ｘ軸ガイド体１２３の延長方向の一方の端が他方の端よりも先に内面３に接触した際の反力によってＸ軸ガイド体１２３がヘッドベース側揺動支持装置１５７の緩衝機能により上部ヒンジ機構１７０を回転中心として徐々に揺動してＸ軸ガイド体１２３の延長方向の他方の端が内面３に接触するので、Ｘ軸ガイド体１２３が内面に接触する際の内面３への衝撃を少なくでき、内面３の損傷を防止できる。

尚、ヘッドベース側揺動支持装置１５７のアブソーバの減衰力は、Ｘ軸ガイド体１２３に外力が加わっていない状態、及び、Ｘ軸ガイド体１２３に小さい外力しか加わっていない状態では、Ｘ軸ガイド体１２３を揺動させず、かつ、Ｘ軸ガイド体１２３の延長方向の一方の端が他方の端よりも先に内面３に接触した際の反力を受けた場合にＸ軸ガイド体１２３を徐々に揺動させることが可能なように、高めに設定してある。

40

【００１７】

取付部材側揺動支持装置１５８は、例えば、駆動機構としてのピストンシリンダー装置群と、当該ピストンシリンダー装置群の駆動源と、当該駆動源を制御する図外の制御装置とを備えた構成である。

ピストンシリンダー装置群は、例えば、シリンダー１６７ａが固定部１４０の固定ベース板１４１におけるＸ軸延長方向一端側にヒンジを介して取付けられ、ロッド１６７ｂが

50

取付部材 1 6 4 にヒンジを介して取付けられた一端側ピストンシリンダー装置 1 6 7 と、シリンダー 1 6 8 a が固定部 1 4 0 の固定ベース板 1 4 1 における X 軸延長方向他端側にヒンジを介して取付けられ、ロッド 1 6 8 b が取付部材 1 6 4 にヒンジを介して取付けられた他端側ピストンシリンダー装置 1 6 8 とから成る一对のピストンシリンダー装置が、図の紙面と直交する方向に間隔を隔てて 2 組設けられた構成、即ち、4 つのピストンシリンダー装置により構成される。

ロッドレスシリンダー 1 6 1 の駆動源は、ピストンシリンダー装置群へのオイル、エア等の動作流体の給排を行う動作流体給排装置である。

各ピストンシリンダー装置のピストンを伸縮動作させることによって、図 1 に示すように、取付部材 1 6 4 が下部ヒンジ機構 1 7 1 を回転中心として揺動し、これにより、取付部材 1 6 4 に取付けられたロッドレスシリンダー 1 6 1、支持ロッド 1 6 3、ヘッドベース 1 5 1、X 軸ガイド体 1 2 3、回転刃 1 1 1 が、下部ヒンジ機構 1 7 1 を回転中心として揺動可能となる。言い換えれば、取付部材側揺動支持装置 1 5 8 を備えたことによって、取付部材 1 6 4 が下部ヒンジ機構 1 7 1 を回転中心として首振り運動可能なように構成され、回転刃 1 1 1 も下部ヒンジ機構 1 7 1 を回転中心として首振り運動可能なように構成される。

【0018】

次に溝形成装置 1 0 0 を用いてトンネル 9 9 の内面 3 に溝 4 を形成する方法の手順について説明する。

まず、固定部 1 4 0 の固定ベース板 1 4 1 を、例えば、反力受け部 1 4 5 としてのトラックの荷台等に固定する。そして、例えば、図 1 (a) に示すように、内面 3 に溝 4 を形成する予定のトンネル 9 9 内に溝形成装置 1 0 0 を搬入して、トラックを固定した後、X 軸ガイド体 1 2 3 を想像線で示す如く当該 X 軸ガイド体 1 2 3 が内面 3 に近づくように支持ロッド 1 6 3 を上方に移動させて、X 軸ガイド体 1 2 3 の延長方向の両端を、トンネル 9 9 の延長方向に沿ったトンネル 9 9 の中心軸と直交するトンネル横断面上における内面 3 の異なる 2 地点にそれぞれ接触させる。

この状態で、回転刃 1 1 1 を回転させながら、Y 軸ガイド装置 1 3 0 を駆動させて、回転刃 1 1 1 を内面 3 に近づくように Y 軸に沿って移動させるとともに、X 軸ガイド装置 1 2 0 を駆動させて、回転刃 1 1 1 を X 軸に沿って移動させて内面 3 を切削することで、トンネル 9 9 の延長方向に沿ったトンネル 9 9 の中心軸と直交するトンネル横断面上のトンネル 9 9 の内面 3 の弧面に沿った弧状に延長する溝 4 を X 軸ガイド体 1 2 3 の延長方向の両端間の内面 3 に形成していく。

尚、回転刃 1 1 1 を駆動させながら、Y 軸ガイド装置 1 3 0 を駆動させて、Y 軸に沿った方向への移動量を調整して、トンネル 9 9 の内面 3 を形成する覆工部に対する回転刃 1 1 1 の刃の食い込み量を調整することによって、底面が、内面 3 の周方向に沿った弧面と平行な弧面に形成された溝深さの均等な溝 4 を形成できる。

X 軸ガイド体 1 2 3 の延長方向の両端間の内面 3 に溝 4 を形成した後、X 軸ガイド体 1 2 3 が内面 3 から離れるように支持ロッド 1 6 3 を移動させる。その後、取付部材側揺動支持装置 1 5 8 を駆動させて、例えば、図 1 (b) に示すように、X 軸ガイド体 1 2 3 が左上側の内面 3 に近づくように支持ロッド 1 6 3 を移動させて、X 軸ガイド体 1 2 3 の延長方向の両端を上記したトンネル横断面上における内面 3 の異なる 2 地点にそれぞれ接触させる。そして、上述と同様に、上述したトンネル横断面上のトンネル 9 9 の内面 3 の弧面に沿った弧状に延長する溝 4 を X 軸ガイド体 1 2 3 の延長方向の両端間の内面 3 に形成していく。その後、X 軸ガイド体 1 2 3 が内面 3 から離れるように支持ロッド 1 6 3 を移動させてから、取付部材側揺動支持装置 1 5 8 を駆動させて、例えば、図 1 (c) に示すように、X 軸ガイド体 1 2 3 が右上側の内面 3 に近づくように支持ロッド 1 6 3 を移動させて、X 軸ガイド体 1 2 3 の延長方向の両端を上記したトンネル横断面上における内面 3 の異なる 2 地点にそれぞれ接触させた後、上述と同様に、トンネル横断面上のトンネル 9 9 の内面 3 の弧面に沿った弧状に延長する溝 4 を X 軸ガイド体 1 2 3 の延長方向の両端間の内面 3 に形成していく。

このように、X軸ガイド体123を内面3の周方向に沿った方向に移動させて当該X軸ガイド体123を上記したトンネル横断面上のトンネル99の内面3の異なる位置に接触させ、当該X軸ガイド体123の延長方向の両端間の内面3に上記したトンネル横断面上のトンネル99の内面3の弧面に沿った弧状に延長する溝4を形成していく作業を繰り返すことにより、トンネル99の内面3の上半面に上記したトンネル横断面上のトンネル99の内面3の弧面に沿った弧状に延長する溝4を簡単かつ正確に形成できる。

【0019】

即ち、溝形成装置100を用いて溝を形成した場合、切削装置110の回転刃111がX軸ガイド体123に沿って移動可能なようにX軸ガイド体123に取付けられているので、回転刃111をX軸ガイド体123に沿って正確に移動させることができ、回転刃111がトンネル99の延長方向に沿った方向に振れることを防止できるので、X軸ガイド体123の延長方向の両端間において上記したトンネル横断面上のトンネル99の内面3の弧面に沿った弧状に延長する溝4を正確に形成できる。

また、切削作業においては、X軸ガイド装置120を操作することなく、Y軸ガイド装置130を駆動して回転刃111のY軸に沿った方向への移動量を調整するだけでよいので、溝4を簡単な操作で形成できる。

また、X軸ガイド体123の延長方向の両端を上記したトンネル横断面上における内面3の異なる2地点にそれぞれ接触させた後に、切削作業を行うので、X軸ガイド体123が安定し、上記したトンネル横断面上のトンネル99の内面3の弧面に沿った弧状に延長する溝4をより正確に形成できる。

【0020】

使用例1

次に、図3乃至図8を参照し、上記した本発明によるトンネル99の内面3に溝4を形成する方法によって、トンネル99の内面3としてのブロック材積みトンネル覆工部1の内面3に溝4を形成して当該ブロック材積みトンネル覆工部1を補強する方法及び構造について説明する。

図3に示すように、ブロック材積みトンネル覆工部1は、トンネルの内面（地山掘削面）にレンガ2、コンクリートブロック、石等のブロック材2Aを積み重ねて形成されたトンネル覆工部である。

ブロック材積みトンネル覆工部1（以下、単に「覆工部1」という）の補強方法は、溝形成ステップと、補強板位置決め部材固定ステップと、補強板固定ステップとを備える。

溝形成ステップでは、覆工部1の内面3の上部側（上半面側）に、トンネル99の中心軸（トンネル99の延長方向）と直交するトンネル横断面上の内面3の弧面に沿った弧状に延長する溝4を、トンネル延長方向に沿って所定間隔隔てて複数形成する。

補強板位置決め部材固定ステップでは、溝形成ステップで形成された各溝4に内面3の周方向に沿って延長する補強板位置決め部材5を覆工部1に固定する。

補強板固定ステップでは、トンネル延長方向に沿って所定間隔隔てて固定された互いに隣り合う各補強板位置決め部材5；5の間の内面3を覆うように補強板6を設置して、覆工部1の内面3の上部側全体を覆うように補強板6を覆工部1に固定する。

【0021】

即ち、覆工部1の補強構造は、図4；図5に示すように、覆工部1の上部の内面3において当該内面3の周方向に沿って形成されかつトンネル延長方向に沿って所定間隔隔てて形成された複数の溝4と、複数の溝4にそれぞれ設けられて後述する固定手段10（図6参照）及び溝4内に充填された固定用の充填材7（図7参照）によって覆工部1に固定された補強板位置決め部材5と、トンネル延長方向に沿って所定間隔を隔てて互いに隣り合った各溝4；4にそれぞれ設けられた補強板位置決め部材5と補強板位置決め部材5との間における内面3を覆うように設置されて板の両方の端部69；69（内面3を覆うように設置された場合のトンネル延長方向の両方の端部）が補強板位置決め部材5と溝4内に充填されて固化した充填材7との間に位置された補強板6（図5；図7参照）と、補強板6の端部69と補強板位置決め部材5とを連結した後述する連結具80又は連結用の充填

材 8（図 7 参照）等の連結手段とを備える。

当該覆工部 1 の補強構造によれば、トンネル延長方向に沿って所定間隔隔てて覆工部 1 に固定された互いに隣り合う各補強板位置決め部材 5；5 の間の内面 3 を覆うように補強板 6 が覆工部 1 に固定されるので、互いに隣り合うレンガ 2 とレンガ 2 との間の目地に充填された目地材が剥離して脱落する、所謂、目地やせ現象が生じた場合の、レンガ 2 の落下を防止できる。

【0022】

溝 4 は、本発明によるトンネル 9 9 の内面 3 に溝 4 を形成する方法によって形成され、例えば、溝幅（トンネル延長方向に沿った方向の長さ）が 200 mm、溝深さが覆工部 1 の複数レンガ層のレンガ一層分の長さに形成され、トンネル延長方向に沿って所定間隔隔てて設けられる溝 4 と溝 4 との間隔は 1000 mm に形成される。溝 4 は、例えば、レンガ 2 を切断する上述した回転刃 111 を用いて、内面 3 側の一層分のレンガ 2 をトンネル延長方向に沿った溝幅分だけ内面 3 の周方向に沿って延長する半円弧状に除去して形成される。溝 4 の底面 42 は、例えば覆工部 1 の上部の内面 3 の周方向に沿った湾曲面と平行な湾曲面に形成される。

【0023】

補強板位置決め部材 5 としては、例えば、H 形鋼 50 を用いる。即ち、例えば折り曲げ加工機（ヴェンディング・マシーン）を用いて H 形鋼のフランジ 51；52 の面が H 形鋼の延長方向に沿って湾曲するように形成された H 形鋼 50 を用いる。例えばフランジ 51；52 の面が覆工部 1 の上部の内面 3 の周方向に沿った湾曲面に合致する湾曲面に形成された H 形鋼 50 を用いる。

【0024】

補強板 6 としては、例えば、セメントを主成分として平板に形成された一方のセメント板の板面とセメントを主成分として平板に形成された他方のセメント板の板面とを接着剤で貼り合わせて形成されたセメント合板の板面に圧力を加えてセメント合板の板面が曲面に形成された構成の曲面セメント合板 60 を用いる。

そして、当該曲面セメント合板 60 の径の大きい方の曲面側を覆工部 1 の内面 3 側に向け、当該曲面セメント合板 60 の径の小さい方の曲面側をトンネル空洞部 11（図 3 参照）側に向けるようにして、内面 3 を覆うように当該曲面セメント合板 60 を覆工部 1 に固定する。

【0025】

補強板位置決め部材固定ステップは、補強板位置決め部材両端部固定ステップと補強板位置決め部材全体固定ステップとを備える。

補強板位置決め部材両端部固定ステップでは、図 6 に示すように、各溝 4 における内面 3 の周方向の両端部に、補強板位置決め部材 5 を覆工部 1 に固定するための固定手段 10 を用いる。

当該固定手段 10 は、例えば、溝 4 における内面 3 の周方向の端部に位置される補強板位置決め部材 5 としての H 形鋼 50 の長手方向の一端部に溶接等で固定された部材側連結部 12 と、覆工部 1 に固定されて部材側連結部 12 と連結される溝側連結部 13 とを備える。

【0026】

溝側連結部 13 は、溝 4 における内面 3 の周方向の端部において、溝 4 の終端面 41 と向かい合う第 1 面板部 15 と溝 4 の底面 42 と向かい合う第 2 面板部 16 とを有したアングル状連結板 17 と、第 2 面板部 16 を覆工部 1 に固定する固定用アンカー 18 と、第 1 面板部 15 に形成されたねじ孔 19 に締結されて当該第 1 面板部 15 に設けられたボルト 20 と、部材側連結部 12 に形成されたボルト通孔 21 に通されたボルト 20 に締結されて部材側連結部 12 と第 1 面板部 15 とを連結するナット 22 とを備える。

【0027】

補強板位置決め部材固定ステップでは、まず、溝 4 における内面 3 の周方向の両端側にアングル状連結板 17 を設け、当該アングル状連結板 17 の第 1 面板部 15 の面を溝 4 の

終端面 4 1 に設置し、第 2 面板部 1 6 の面と溝 4 の底面 4 2 とが接触するように固定用アンカー 1 8 を第 2 面板部 1 6 に形成された貫通孔 2 3 を介して覆工部 1 に打ち込んでアングル状連結板 1 7 を溝 4 における内面 3 の周方向の両端側に固定する。そして、溝 4 における内面 3 の周方向の両端側に位置される補強板位置決め部材 5 の一端部に固定された部材側連結部 1 2 のボルト通孔 2 1 にアングル状連結板 1 7 の第 1 面板部 1 5 より突出するボルト 2 0 を通して当該ボルト 2 0 にナット 2 2 を締結することにより、各溝 4 における内面 3 の周方向の各端部側に位置させる各補強板位置決め部材 5 : 5 の一端側が、各溝 4 における内面 3 の周方向の各端部側に固定されることになる。そして、図 3 に示すように、溝 4 における内面 3 の周方向の中央側に位置させる 1 つ又は複数の補強板位置決め部材 5 を、各溝 4 における内面 3 の周方向の各端部側に位置させる各補強板位置決め部材 5 ; 5 の他端側に連結部材 2 5 を介して連結することにより、各溝 4 における内面 3 の周方向に沿って複数の補強板位置決め部材 5 が設置される。

10

連結部材 2 5 は、例えば、隣り合う各補強板位置決め部材 5 ; 5 の端部のフランジ 5 1 ; 5 2 及びウェブ 5 4 に跨るように設けられる添設板 2 6 とこの添設板 2 6 を各補強板位置決め部材 5 ; 5 の端部のフランジ及びウェブに固定するボルト及びナットのような固定手段 2 7 とにより構成される。

尚、1 つ 1 つの溝 4 毎に、それぞれ、溝 4 における内面 3 の周方向の両端に跨る長さの半円弧状の 1 本の H 形鋼 5 0 を補強板位置決め部材 5 として設置して覆工部 1 に固定してもよい。この場合、連結部材 2 5 は不要となる。

【0028】

20

そして、図 7 (a) に示すように、補強板位置決め部材 5 が覆工部 1 に固定された状態の溝 4 内に固定用の充填材 7 としての例えばモルタル 7 A を吹き付ける。そして、吹き付けたモルタル 7 A の表面 7 1 と内面 3 とで同一平面を形成し、吹き付けたモルタル 7 A の固化を待つ。

さらに、溝 4 の溝底 4 2 と H 形鋼 5 0 の他方のフランジ 5 2 との間には充填材 7 9 としてのモルタル等の裏込材を注入して、当該充填材 7 9 の固化を待つ。この充填材 7 9 は、覆工部 1 の山側から図外の注入路を形成し、当該注入路を介して注入する。

以上により、補強板位置決め部材 5 が充填材 7 ; 7 9 により覆工部 1 に固定された構造となる。このように溝 4 が形成されている部分の覆工部 1 に固定された補強板位置決め部材 5 としての H 形鋼 5 0 のトンネル空洞部 1 1 側に位置される一方のフランジ 5 1 の裏面 7 2 と固化したモルタル 7 A の表面 7 1 との間の距離は、補強板 6 の端部 6 9 が入り込めるように補強板 6 のボード厚さ寸法と同程度の寸法に形成される。

30

【0029】

補強板固定ステップでは、トンネル延長方向に沿って所定間隔隔てて設置された 2 つの補強板位置決め部材 5 ; 5 の間の内面 3 を複数の補強板 6 で覆うように設置していった、覆工部 1 の上部側の内面 3 における各補強板位置決め部材 5 ; 5 の間の内面 3 全体を複数の補強板 6 で覆うように当該複数の補強板 6 が覆工部 1 に固定される。この場合、図 4 ; 図 8 に示すように、トンネル延長方向に沿って互いに隣り合うように設けられた各補強板位置決め部材 5 ; 5 の間の内面 3 において、トンネルの周方向に隣り合う各補強板 6 のトンネル周方向の端面 6 7 ; 6 7 同士が付き合わされて複数の補強板 6 が内面 3 の周方向に沿って並ぶように設置される。

40

つまり、トンネル延長方向に沿って所定間隔隔てて設置された 2 つの補強板位置決め部材 5 ; 5 の間に設けられる補強板 6 におけるトンネル延長方向の両方の端部 6 9 ; 6 9 を、補強板位置決め部材 5 の一方のフランジ 5 1 の裏面 7 2 と固化したモルタル 7 A の表面 7 1 との間に挿入する。この際、補強板 6 としての曲面セメント合板 6 0 の一方の端部 6 9 を一方の補強板位置決め部材 5 のフランジ 5 1 の裏面 7 2 と固化したモルタル 7 A の表面 7 1 との間に挿入して曲面セメント合板 6 0 の一方の端部 6 9 の縁を一方の補強板位置決め部材 5 のウェブ 5 4 に突き当てるとともに曲面セメント合板 6 0 の他方の端部 6 9 側の板面 (曲面) を内面 3 に押し当てた状態で当該曲面セメント合板 6 0 を他方の補強板位置決め部材 5 側に移動させて当該他方の補強板位置決め部材 5 の一方のフランジ 5 1 の裏

50

面 7 2 と固化したモルタル 7 A の表面 7 1 との間に挿入する。このようにして、曲面セメント合板 6 0 の一方の端部 6 9 側が一方の補強板位置決め部材 5 の一方のフランジ 5 1 の裏面 7 2 と固化したモルタル 7 A の表面 7 1 との間に位置されるとともに曲面セメント合板 6 0 の他方の端部 6 9 側が他方の補強板位置決め部材 5 の一方のフランジ 5 1 の裏面 7 2 と固化したモルタル 7 A の表面 7 1 との間に位置される。即ち、補強板 6 の板の両方の端部 6 9 ; 6 9 は、補強板位置決め部材 5 としての H 形鋼 5 0 の一方のフランジ 5 1 の裏面 7 2 である湾曲面と固化した充填材であるモルタル 7 A との間に位置される。

【 0 0 3 0 】

次に連結具 8 0 を用いて補強板 6 の端部 6 9 と補強板位置決め部材 5 とを連結する。連結具 8 0 は、例えば、図 7 (a) に示すように、補強板 6 のボード面の 4 隅部分に形成された貫通孔であるねじ孔 8 1 と、補強板位置決め部材 5 の一方のフランジ 5 1 の表面と接触する第 1 板部 8 2 と補強板 6 の表面 6 3 に接触する第 2 板部 8 3 とを備えて当該第 2 板部 8 3 には当該第 2 板部 8 3 を貫通するねじ孔 8 4 が形成された補強板押さえ板 8 5 と、ボルト 8 6 とを備える。そして、第 1 板部 8 2 の面と一方のフランジ 5 1 の表面 8 7 とを接触させ、かつ、第 2 板部 8 3 の面と補強板 6 の表面としてのボード面 6 3 とを接触させた状態でボルト 8 6 をねじ孔 8 4 ; 8 1 に挿入し、ボルト 8 6 の先端を固化したモルタル 7 A の表面 7 1 と接触させて、第 1 板部 8 2 と補強板 6 とで一方のフランジ 5 1 を挟み付けるようにすることで、補強板 6 の端部 6 9 とフランジ 5 1 とが連結される。この場合、補強板 6 のトンネル延長方向の両方の端部 6 9 ; 6 9 が補強板位置決め部材 5 の一方のフランジ 5 1 ; 5 1 の裏側に隠れるので、補強板 6 のトンネル延長方向の両方の端部 6 9 ; 6 9 がフランジ 5 1 の端部縁である 1 本の湾曲線状に見えるようになる。

以上により、図 7 (a) に示すように、覆工部 1 の補強構造が完成する。

【 0 0 3 1 】

使用例 1 による覆工部 1 の補強構造によれば、覆工部 1 の内面 3 に補強材 6 が設けられたので、目地やせ現象が生じた場合の、レンガ 2 の落下を防止できる。

また、使用例 1 によれば、固定手段 1 0、固定用の充填材 7、連結具 8 0 によって、補強板 6 を覆工部 1 に確実に固定できるとともに、補強板 6 のトンネル延長方向の両方の端部 6 9 ; 6 9 がフランジ 5 1 の端部縁である 1 本の湾曲線状に見えるようになるので内面 3 の周方向に隣り合う補強板 6 の端面同士を 1 つの線上に簡単に一致させることができるので、美観上に優れた補強構造を提供できる。

【 0 0 3 2 】

使用例 2

図 7 (b) に示すように、連結手段として充填材 8 を用いた構成としてもよい。この場合、H 形鋼 5 0 のトンネル空洞部 1 1 側に位置される一方のフランジ 5 1 には、フランジ 5 1 を貫通する貫通孔による注入口 5 3 が形成される。

例えば、図 7 (a) に示すように、連結具 8 0 により、補強板 6 をフランジ 5 1 に連結した状態で、図 7 (b) に示すように、注入口 5 3 より補強板位置決め部材 5 の一方のフランジ 5 1 の裏面 7 2 と吹き付けたモルタル 7 A の表面 7 1 との間に充填材 8 としてのモルタル 8 A を注入して当該モルタル 8 A が固化することにより、補強板 6 の端部 6 9 が補強板位置決め部材 5 の一方のフランジ 5 1 の裏面 7 2 と固化したモルタル 7 A の表面 7 1 とに固定状態に強固に連結され、補強板 6 が内面 3 を覆うように覆工部 1 に強固に固定されることになる。即ち、補強板 6 の板の両方の端部 6 9 ; 6 9 は、補強板位置決め部材 5 としての H 形鋼 5 0 の一方のフランジ 5 1 の裏面 7 2 である湾曲面と固化した充填材であるモルタル 7 A との間に位置される。

モルタル 8 A が固化して補強板 6 が内面 3 を覆うように覆工部 1 に固定された後は、ボルト 8 6 を外して補強板押さえ板 8 5 を外す。

以上により、図 7 (b) に示すように、覆工部 1 の補強構造が完成する。

【 0 0 3 3 】

使用例 2 によれば、連結手段としての充填材 8 によって、補強板 6 を覆工部 1 に対してより強固に固定できるとともに、補強板 6 のトンネル延長方向の両方の端部 6 9 ; 6 9 が

フランジ 5 1 の端部縁である 1 本の湾曲線状に見えるようになるので内面 3 の周方向に隣り合う補強板 6 の端面同士を 1 つの線上に簡単に一致させることができ、さらに、補強板 6 の表面に点在して露出する物も無くなるので、より美観上に優れた補強構造を提供できる。

【0034】

使用例 3

使用例 1 ; 2 では、補強板位置決め部材 5 として H 形鋼 5 0 を用いた例を示したが、補強板位置決め部材 5 として、使用例 1 ; 2 での H 形鋼 5 0 の他方のフランジ 5 2 を除去した図 1 1 に示すような断面 T 字形の T 形鋼 5 0 A を用いてもよい。即ち、一方のフランジ 5 1 の面が覆工部 1 の上部の内面 3 の周方向に沿った湾曲面に合致する湾曲面に形成された T 形鋼 5 0 A を補強板位置決め部材 5 として用いる。

10

使用例 3 の場合、補強板位置決め部材 5 としての T 形鋼 5 0 A のウェブ 5 4 A を溝 4 に挿入した後、溝内にモルタル 7 A 等の充填材 7 を充填することにより T 形鋼 5 0 A を覆工部 1 に固定する。即ち、補強板 6 の板の両方の端部 6 9 ; 6 9 が、補強板位置決め部材 5 としての T 形鋼 5 0 A の一方のフランジ 5 1 の裏面 7 2 である湾曲面と固化した充填材であるモルタル 7 A との間に位置される。そして、実施形態 1 のように連結具 8 0 を用いて補強板 6 が覆工部 1 に固定されたり（図 9 (a) 参照）、使用例 2 のように充填材 8 を用いて補強板 6 が覆工部 1 に固定される（図 9 (b) 参照）。

使用例 3 によれば、覆工部 1 の山側から図外の注入路を介して充填材 7 9 としてのモルタル等の裏込材を注入する作業をなくすことができる。また、溝 4 の溝幅を小さくできるので、溝 4 を形成するための作業手間、作業効率を向上できる。

20

【0035】

尚、上述した充填材 7 ; 8 ; 7 9 としては、上述したモルタル、又は、コンクリート等のセメント系組成物を用いればよい。

【0036】

また、補強板位置決め部材 5 として H 形鋼 5 0 や T 形鋼 5 0 A 等の形鋼を用いた例を示したが、形鋼以外のものを用いても良い。

【0037】

上記では、X 軸ガイド体 1 2 3 の延長方向の両端を上述したトンネル横断面上における内面 3 の異なる 2 地点にそれぞれ接触させる方法を示したが、X 軸ガイド体 1 2 3 の延長方向の両端を内面 3 に接触させずに、切削作業を行うようにしてもよい。この場合でも、回転刃 1 1 1 を X 軸ガイド体 1 2 3 に沿って正確に移動させることができ、回転刃 1 1 1 がトンネル 9 9 の延長方向に沿った方向に振れることを防止できるので、トンネル横断面上のトンネル 9 9 の内面 3 の弧面に沿った弧状に延長する溝 4 を正確に形成できる。

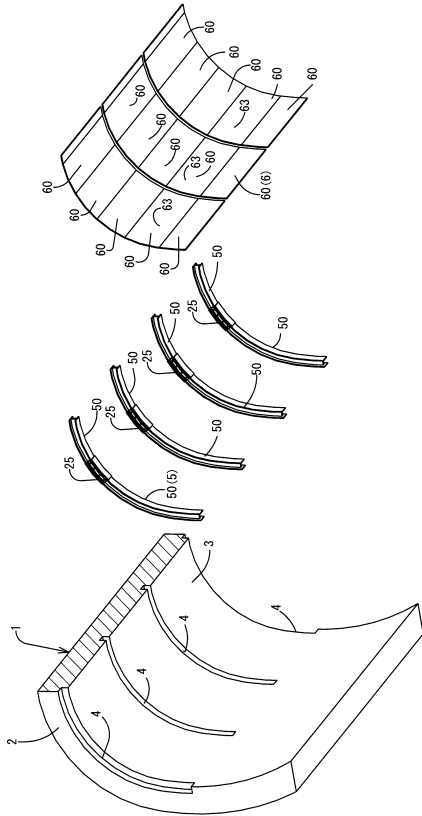
30

【符号の説明】

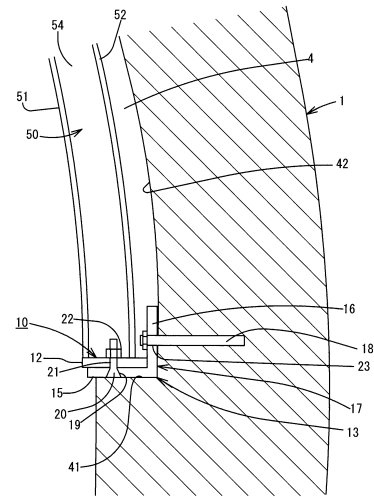
【0038】

3 トンネルの内面、9 9 トンネル、1 0 0 溝形成装置、1 1 0 切削装置、
1 1 1 回転刃（切削刃）、1 2 0 X 軸ガイド装置、1 2 3 X 軸ガイド体、
1 3 0 Y 軸ガイド装置。

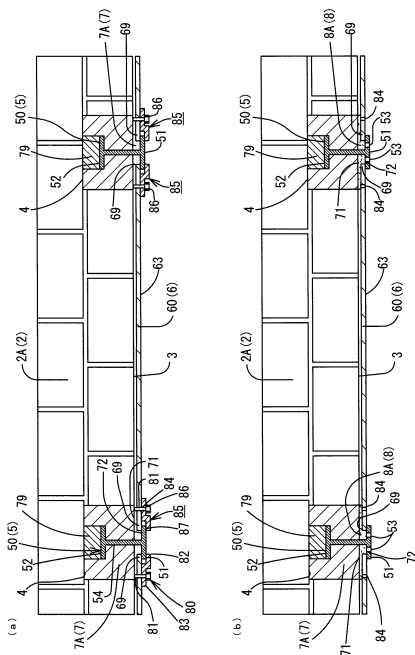
【図 5】



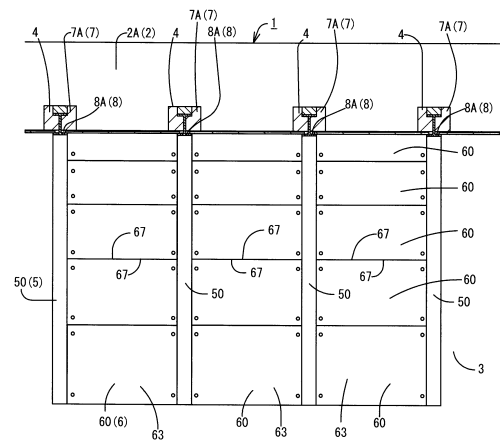
【図 6】



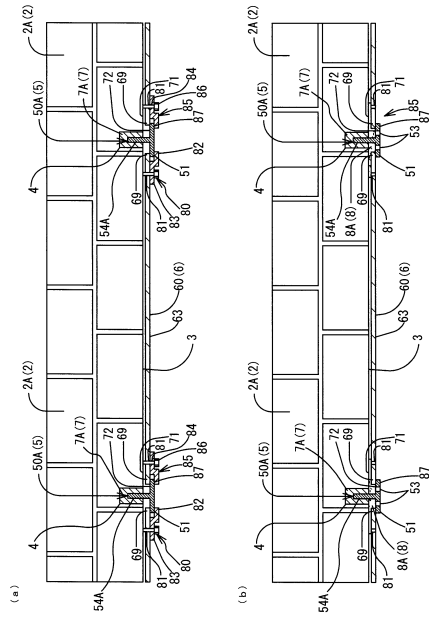
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-155090 (JP, A)
特開平06-081586 (JP, A)
特開昭61-172998 (JP, A)
特開2012-158875 (JP, A)
独国特許出願公開第102012020303 (DE, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
E21D 11/00
E01C 23/09