

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4543130号
(P4543130)

(45) 発行日 平成22年9月15日 (2010.9.15)

(24) 登録日 平成22年7月9日 (2010.7.9)

(51) Int.Cl.

F 1

E 2 1 D 9/01 (2006.01)

E 2 1 D 9/00

B

E 2 1 D 9/10 (2006.01)

E 2 1 D 9/10

G

E 2 1 D 11/10 (2006.01)

E 2 1 D 11/10

D

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-259587

(22) 出願日 平成11年9月13日 (1999.9.13)

(65) 公開番号 特開2001-82071 (P2001-82071A)

(43) 公開日 平成13年3月27日 (2001.3.27)

審査請求日 平成18年4月25日 (2006.4.25)

(73) 特許権者 000002299

清水建設株式会社

東京都港区芝浦一丁目2番3号

(73) 特許権者 000005924

株式会社三井三池製作所

東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号

(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 100089037

弁理士 渡邊 隆

(74) 代理人 100101465

弁理士 青山 正和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トンネル拡幅装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

既設トンネルを拡幅するに際し、既設トンネルの一方の側の覆工を解体撤去するとともにその外側を掘削することにより、既設トンネルをその一方の側にのみ拡幅するトンネル拡幅工法に適用するトンネル拡幅装置であって、

自走可能な走行台車の前部に、屈曲ブーム式の掘削機と、旋回アーム式のドリフターとを搭載し、

かつ前記走行台車の一方の側部である既設覆工側には既設覆工を解体するためにコンクリートを破碎するとともに鋼製支保工を切断可能なペンチ式のヘッドを有する屈曲ブーム式の破碎機を前後方向にスライド可能に搭載し、該走行台車の他方の側部である既設トンネルを拡幅する側には旋回アーム式のエレクターを前後方向にスライド可能に搭載してなることを特徴とするトンネル拡幅装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載のトンネル拡幅装置において、前記掘削機はその先端部の回転ヘッドに代えてブレードを装着可能であることを特徴とするトンネル拡幅装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載のトンネル拡幅装置において、前記エレクターはその先端部にバケットを装着可能であることを特徴とするトンネル拡幅装置。

【請求項 4】

請求項 1 , 2 または 3 記載のトンネル拡幅装置において、前記エレクターはその先端部

10

20

にコンクリート吹き付けノズルを装着可能であることを特徴とするトンネル拡幅装置。

【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を拡幅するための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

既設の道路トンネルにおける交通量が増大したような場合、既設トンネルを1車線から2車線へ、あるいは2車線から3車線へと拡幅したい場合があるが、現在までのところ既設トンネルを拡幅するための有効適切な手法は確立されておらず、またそのための有効な装置も開発されていない。

10

【0003】

すなわち、既設トンネルを拡幅するための手法として従来一般に考えられているのは、図17に示すように既設トンネル1の両側および上方を掘削してより大断面の拡幅トンネル2とするというものであるが、そのような拡幅作業は既設覆工3（一次覆工3aおよび二次覆工3b）を解体しつつ掘削を行い、拡幅トンネル2としての新たな覆工4（一次覆工4aおよび二次覆工4b）を施工するというものであり、しかも既設トンネル1を使用しながら、つまり既設トンネル1内における一般車両の通行を確保しながらの作業が要求されるため、トンネルを新たに掘削する場合の手法をそのまま採用しても効率的な拡幅作業は行い得ないものである。

20

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

以上のことから、現時点では既設トンネルを拡幅するよりはる大断面の新たなトンネルを新設の方が経済的であり、それがために既設トンネルを拡幅するのは何らかの事情で新設トンネルを設けることができない場合に限定されているのが実状である。

【0005】

上記事情に鑑み、本発明の目的は、既設トンネルを拡幅するための有効な装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

30

請求項1の発明は、既設トンネルを拡幅するに際し、既設トンネルの一方の側の覆工を解体撤去するとともにその外側を掘削することにより、既設トンネルをその一方の側のみ拡幅するトンネル拡幅工法に適用するトンネル拡幅装置であって、自走可能な走行台車の前部に、屈曲ブーム式の掘削機と、旋回アーム式のドリフターとを搭載し、かつ前記走行台車の一方の側部である既設覆工側には既設覆工を解体するためにコンクリートを破碎するとともに鋼製支保工を切断可能なペンチ式のヘッドを有する屈曲ブーム式の破碎機を前後方向にスライド可能に搭載し、該走行台車の他方の側部である既設トンネルを拡幅する側には旋回アーム式のエレクターを前後方向にスライド可能に搭載してなるものである。

【0010】

40

請求項2の発明は、請求項1の発明のトンネル拡幅装置において、前記掘削機はその先端部の回転ヘッドに代えてブレードを装着可能なものである。

【0013】

請求項3の発明は、請求項1または2の発明のトンネル拡幅装置において、前記エレクターはその先端部にバケットを装着可能なものである。

【0014】

請求項4の発明は、請求項1、2または3の発明のトンネル拡幅装置において、前記エレクターはその先端部にコンクリート吹き付けノズルを装着可能なものである。

【0015】

【発明の実施の形態】

50

図 1 は本発明の実施形態であるトンネル拡幅装置を用いるトンネル拡幅工法の概要を示す。本例の拡幅工法は、既設トンネル 1 を拡幅するに際してその既設トンネル 1 の一方の側（拡幅側、図 1 において左側）にケーブルボルト 3 4（後述。図 1 0 参照）を予め打設したうえでその一方の側のみを拡幅するとともに、他方の側（残置側、図 1 において右側）の既設覆工 3（一次覆工 3 a および二次覆工 3 b）は解体撤去することなく残置してそれを有効利用することを主眼とするものである。

【 0 0 1 6 】

すなわち、本実施形態の拡幅工法では、拡幅部を掘削するに際してまず既設覆工 3 を所定位置で切断して撤去する部分と残置する部分を縁切りし、拡幅部において既設覆工 3 を撤去しながら地山を掘削してトンネル断面を拡大せしめ、拡幅部に新たな一次覆工 4 a を設けてそれを残置した既設覆工 3 に滑らかに連続せしめ、その上に全面的に新たな二次覆工 4 b を設けて拡幅トンネル 2 を完成させるものである。

【 0 0 1 7 】

既設トンネル 1 の片側のみを拡幅するという上記工法によれば、図 1 7 に示した従来一般の手法のように既設トンネル 1 の周囲全体つまり両側および上部をそれぞれ拡幅する場合に比較すると、拡幅部が一カ所に集約されるので作業効率に優れ、また既設トンネル 1 をそのまま使用しながらの作業も容易に可能となるので交通規制も最少限で済む。勿論、既設覆工 3 の一部を有効活用することで全てを解体撤去して新設する場合に比較すればコスト的にも有利である。

【 0 0 1 8 】

図 2 ~ 図 8 は本発明の実施形態であるトンネル拡幅装置 1 0 を示す。これは、汎用の自由断面トンネル掘進機をベースマシンとして上記工法を効率的に実施するための改良を加えたもので、自走可能な走行台車 1 1 の前部に、屈曲ブーム式の掘削機 1 3 と、旋回アーム式のドリフター 1 5 とを搭載し、かつ走行台車 1 1 の一方の側部（既設覆工 3 側）に屈曲ブーム式の破砕機 1 2 を前後方向にスライド可能に搭載し、他方の側部（拡幅側）に旋回アーム式のエレクター 1 4 を前後方向にスライド可能に搭載してなるものである。

【 0 0 1 9 】

本例の走行台車 1 1 はクローラー式の走行装置 1 6 により自走するものであって、その前部には解体ガラや掘削ずりを集めるためのギャザリング装置 1 7 が設けられ、後部にはコンベア装置 1 8 が設けられている他、各機器の駆動源や制御機構等を備えているものである。

【 0 0 2 0 】

本例の破砕機 1 2 は既設覆工 3 を解体するためのペンチ式のヘッド 1 9 を有するものであって、コンクリートを破砕するとともに鋼製支保工を切断可能なものである。この破砕機 1 2 は図 3 に示すように走行台車 1 1 の側部（この拡幅装置 1 0 を拡幅部に配置したときに既設覆工 3 側となる側部）において前後方向にスライド可能とされ、使用時には図 2 および図 3 に示すように走行台車 1 1 の前方に位置して屈曲ブーム 2 0 により上下、左右に自由に旋回して既設覆工 3 を解体するとともに、非使用時には後退して図 4 に示すように屈曲ブーム 2 0 を折り畳んだ状態で走行台車 1 1 上に格納されるようになっている。

【 0 0 2 1 】

本例の掘削機 1 3 は自由断面トンネル掘進機におけるものと同様のものであって、図 4 に示すように屈曲ブーム 2 1 の先端部の回転ヘッド 2 2 により地山を掘削することで拡幅を行うものである。また、地山が硬い岩盤であってこの掘削機 1 3 によることでは効率的な掘削を行うことができないような場合には、必要に応じて回転ヘッド 2 2 を取り外してそこにブレイカー（図示せず）を装着し、そのブレイカーを使用して岩盤を破砕することが可能とされている。なお、ブレイカーにより破砕を行う際には、後述するようにドリフター 1 5 によって穿孔を行って油圧割岩機や静的破砕剤により切羽にクラックを形成すれば効率的な破砕作業が可能となる。

【 0 0 2 2 】

本例のエレクター 1 4 は、伸縮かつ屈曲可能な旋回アーム 2 3 の先端部に支保工を把持可

10

20

30

40

50

能なクランパー 24 が設けられたもので、図 6 に示すように破砕機 12 とは逆側の側部において前後にスライド可能設けられており、使用時には図 5 および図 6 に示すように走行台車 11 の前方に位置して旋回アーム 23 により上下、左右に自由に旋回して支保工を設置するとともに、非使用時には後退して図 2 に示したように旋回アーム 23 を縮退した状態で走行台車 11 上に格納されるようになっている。なお、図示はしていないが、このエレクター 14 の旋回アーム 23 の先端部にはバケットが装着可能とされており、そのバケットによりトンネル底面に落下した掘削ずりを掻き寄せてギャザリング装置 17 に導くことができるようになっている。さらに、同じく旋回アーム 23 の先端部にはコンクリート吹き付けノズルも装着可能となっており、そのノズルを用いてトンネル内面に対するコンクリート吹き付けを行うことも可能となっている。

10

【 0 0 2 3 】

本例のドリフター 15 は油圧式の穿孔機であって、図 2 および図 3 に示すように掘削機 13 の屈曲ブーム 21 の両側に折り畳み式のアーム 25 を介して取り付けられており、図 7 に示すように切羽に対する穿孔（先に述べたブレイカーによる切羽破碎に先立って行う）や図 8 に示すように拡幅部の地山に対するロックボルト打設のための穿孔を行うものである。

【 0 0 2 4 】

上記構成の拡幅装置 10 は、破砕機 12 による既設覆工 3 の破碎、掘削機 13 による地山掘削、エレクター 14 による支保工設置、ドリフター 15 による穿孔といったトンネル拡幅に必要な主要作業の殆どを実施できる多機能なものであり、したがってトンネル拡幅作業を極めて効率的に行うことができ、しかも、その作業を拡幅部を走行することのみで行うことが可能であるから、既設トンネル 1 をそのまま使用しながらの作業が可能である。

20

【 0 0 2 5 】

上記の拡幅装置 10 による詳細な作業工程を図 9 ～ 図 16 を参照して説明する（図 9 ～ 図 16 において（a）は正面図、（b）は平面図、（c）は側断面図である）。

【 0 0 2 6 】

拡幅に先立って地山に対して補強が必要な場合、まず図 9 に示すように既設トンネル 1 を区画壁 30 により仕切って拡幅側を一般車両 31 の通行レーンとして確保し、残置側に作業機械（いわゆるジャンボ）32 を配置して残置側の地山にロックボルト 33 を打設する。なお、残置側の地山に対する補強が不要な場合にはロックボルト 33 は省略して良い。次に、図 10 に示すように一般車両 31 の通行レーンを残置側に切り替え、作業機械 32 を拡幅側に配置して拡幅側の地山に対してケーブルボルト 34 を打設する。この際、ケーブルボルト 34 の打設位置や打設方向は拡幅後のトンネル断面形状を考慮して決定する。

30

【 0 0 2 7 】

図 11 に示すように既設トンネル 1 内の所要位置に門形のプロテクター 35 を設置して安全な通行レーンを確保する。プロテクター 35 は少なくとも作業区間を含んでその前後に 30 ～ 50 m の範囲に設置し、作業進捗に伴い漸次前方へ移動させていくと良い。

【 0 0 2 8 】

図 12 に示すようにプロテクター 35 の上部に大型のコンクリートカッター 36 を設置し、それを前方に移動させつつ既設覆工 3 を切断して撤去部分と残置部分とに分断し縁切りする。これにより既設覆工 3 の破碎が容易となるし後段での既設覆工 3 と新設の一次覆工 4a との連結作業を容易かつ確実に行うことができる。なお、一般にトンネル覆工の全体の厚さは 40 cm 程度であるので、カッターブレードとしては直径 1 m 程度のものを用いれば良い。

40

【 0 0 2 9 】

図 13 に示すように一方の坑口から上記の拡幅装置 10 により拡幅を行う。すなわち、拡幅側の既設覆工 3 を破砕機 12 により解体撤去するとともに、掘削機 13 により拡幅部の掘削を行い、拡幅装置 10 を漸次前進させていく。解体ガラおよび掘削ずりはコンベア 37 にて坑外に搬出する。この際、必要であれば上述したように掘削機 13 の回転ヘッド 2

50

2をブレーカーに交換して切羽破碎を行えば良く、それに先立ってドリフター15により切羽に対する穿孔と油圧割岩機や静的破碎剤を用いて切羽にクラックを形成すれば良い。

【0030】

図14に示すように、上記の掘進にあわせてエレクター14により支保工38を組み立てる。この際、支保工38と残置した既設覆工3とが滑らかに連続するようにし、それにより支保工38と既設覆工3との連結部において応力集中が生じることを防止する。

【0031】

図15に示すように拡幅装置10を退避させ、コンクリート吹き付け装置39を配置してコンクリート吹き付けを行い、新たな一次覆工4aを形成する。なお、上述したように拡幅装置10のエレクター14にはコンクリート吹き付けノズルが装着可能であるので、それを

10

【0032】

図16に示すように再び拡幅装置10を配置して、ドリフター15により最終的なロックボルト40の打設を行い、最後にトンネル内面全体に図1に示すように二次覆工4bを施工する。

【0033】

以上で本発明の拡幅装置の実施形態を説明したが、本発明の拡幅装置の構成は、自走可能な走行台車の前部に屈曲ブーム式の掘削機と旋回アーム式のドリフターとを搭載し、かつ前記走行台車の一方の側部である既設覆工側には既設覆工を解体するためにコンクリートを破碎するとともに鋼製支保工を切断可能なベンチ式のヘッドを有する屈曲ブーム式の破碎機を前後方向にスライド可能に搭載し、該走行台車の他方の側部である既設トンネルを拡幅する側には旋回アーム式のエレクターを前後方向にスライド可能に搭載する限りにおいて適宜の変更が可能である。

20

【0034】

また、上記実施形態では既設覆工3の一部を残してそれを拡幅トンネル2の一次覆工として利用するようにしたが、既設覆工3が老朽化しているような場合には全てを撤去して新たな覆工を設けることでも良い。また、上記実施形態では新たな二次覆工4bを拡幅トンネル2内に全面的に施工するようにしたが、既設の二次覆工3bをそのまま利用することができる場合にはそれに連続させて新たな二次覆工4bを拡幅部にのみ設けることも不可能ではない。

30

【0038】

【発明の効果】

請求項1の発明のトンネル拡幅装置は、自走可能な走行台車の前部に、屈曲ブーム式の掘削機と、旋回アーム式のドリフターとを搭載し、かつ前記走行台車の一方の側部である既設覆工側には既設覆工を解体するためにコンクリートを破碎するとともに鋼製支保工を切断可能なベンチ式のヘッドを有する屈曲ブーム式の破碎機を前後方向にスライド可能に搭載し、該走行台車の他方の側部である既設トンネルを拡幅する側には旋回アーム式のエレクターを前後方向にスライド可能に搭載してなるものであるから、既設覆工の解体と拡幅のための地山掘削を効率的に実施できるとともに、既設トンネルを使用したままでの作業が可能である。

40

特に、ドリフターを具備しているので、切羽破碎のための穿孔やロックボルト打設用の穿孔作業も行うことが可能であり、より効率的な拡幅作業が可能である。

また、旋回アーム式のエレクターを具備しているので、新たな覆工のための支保工の設置作業を効率的に行うことができる。

【0039】

請求項2の発明のトンネル拡幅装置は、掘削機の先端部に回転ヘッドに代えてブレーカーを装着可能としたので、地山が硬岩盤であるような場合には回転ヘッドをブレーカーに交換することで支障なく拡幅を行うことができる。

【0042】

50

請求項 3 の発明のトンネル拡幅装置は、エレクターの先端部にバケットを装着可能としたので、トンネル底面に落下した掘削ずりをバケットにより掻き集める作業を行うことができる。

【 0 0 4 3 】

請求項 4 の発明のトンネル拡幅装置は、エレクターの先端部にコンクリート吹き付けノズルを装着可能としたので、必要に応じてコンクリート吹き付け作業も行うことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明のトンネル拡幅工法の概要を示す図である。

【図 2】 本発明のトンネル拡幅装置の一実施形態を示すもので、破碎機の使用状況を示す側面図である。 10

【図 3】 同、平面図である。

【図 4】 同、掘削機の使用状況を示す側面図である。

【図 5】 同、エレクターの使用状況を示す側面図である。

【図 6】 同、平面図である。

【図 7】 同、ドリフターにより切羽穿孔を行う場合の使用状況を示す側面図である。

【図 8】 同、ドリフターにより地山にロックボルト打設用の穿孔を行う場合の使用状況を示す正面図である。

【図 9】 本発明のトンネル拡幅工法の作業手順を示すもので、既設トンネルの残置側へのロックボルト打設工程を示す図である。 20

【図 10】 同、拡幅側へのケーブルボルト打設工程を示す図である。

【図 11】 同、プロテクターを設置した状態を示す図である。

【図 12】 同、既設覆工の切断工程を示す図である。

【図 13】 同、トンネル拡幅装置により既設覆工を解体撤去しつつ拡幅部を掘削している状態を示す図である。

【図 14】 同、支保工の設置工程を示す図である。

【図 15】 同、コンクリート吹き付け工程を示す図である。

【図 16】 同、ロックボルト打設工程を示す図である。

【図 17】 既設トンネルを拡幅する場合の従来一般の手法を説明するための図である。

【符号の説明】 30

1 既設トンネル

2 拡幅トンネル

3 既設覆工

3 a 一次覆工

3 b 二次覆工

4 新たな覆工

4 a 一次覆工

4 b 二次覆工

10 トンネル拡幅装置

11 走行台車 40

12 破碎機

13 掘削機

14 エレクター

15 ドリフター

19 ヘッド

20 屈曲ブーム

21 屈曲ブーム

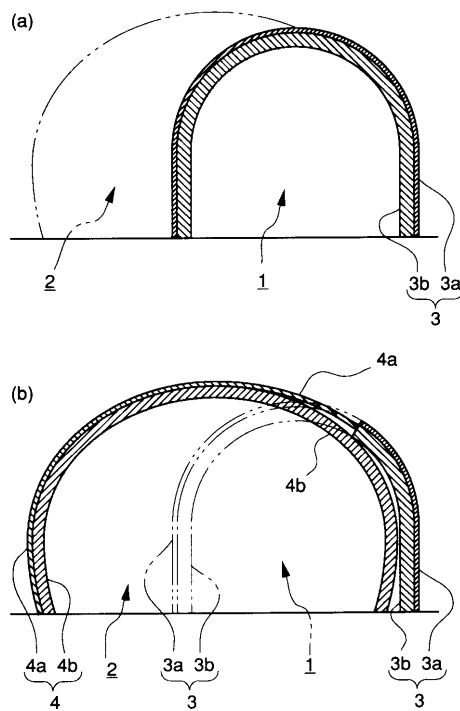
22 回転ヘッド

23 旋回アーム

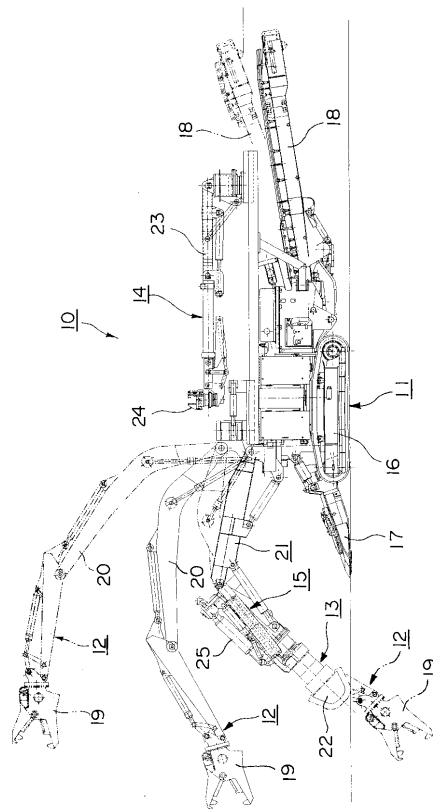
24 クランパー 50

- 2 5 アーム
- 3 4 ケーブルボルト
- 3 5 プロテクター
- 3 6 コンクリートカッター
- 3 7 コンベア
- 3 8 支保工

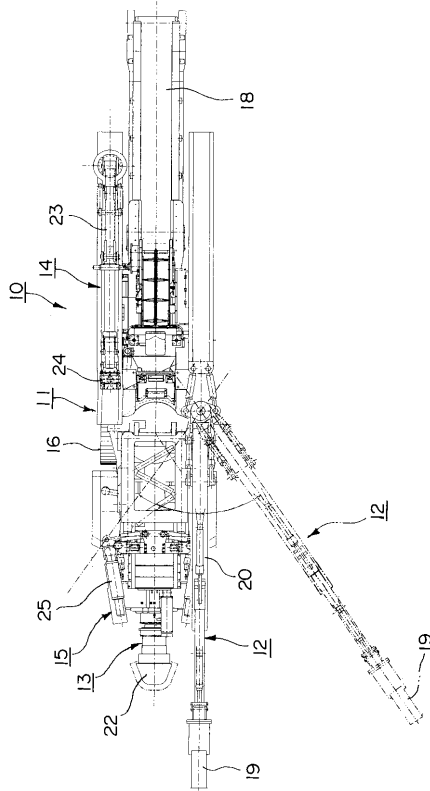
【図 1】



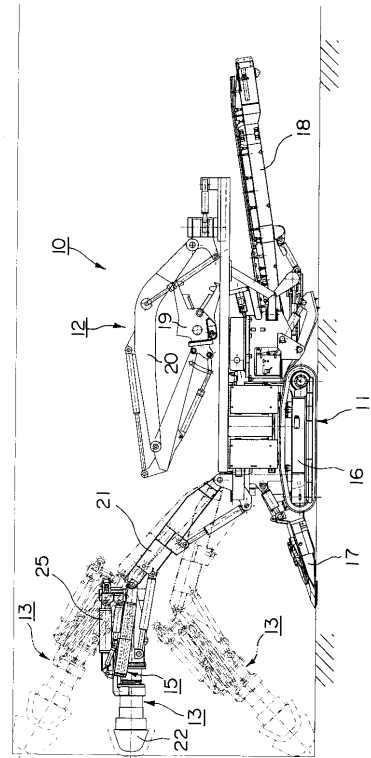
【図 2】



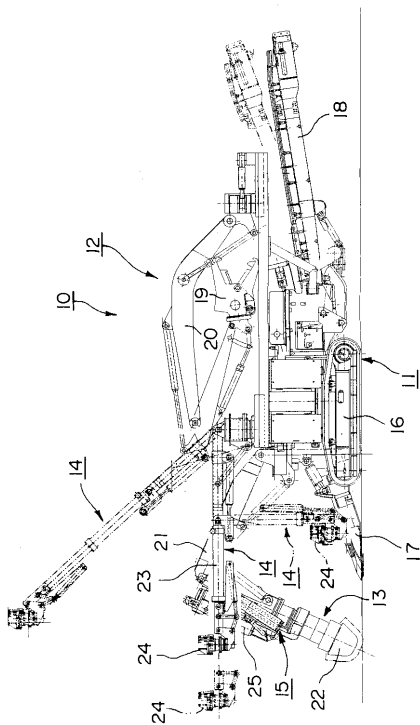
【図 3】



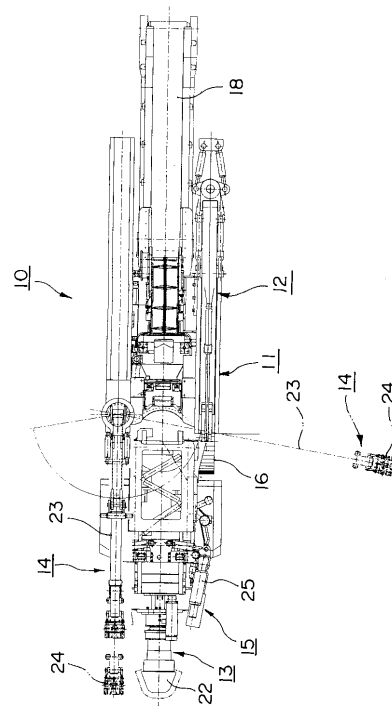
【図 4】



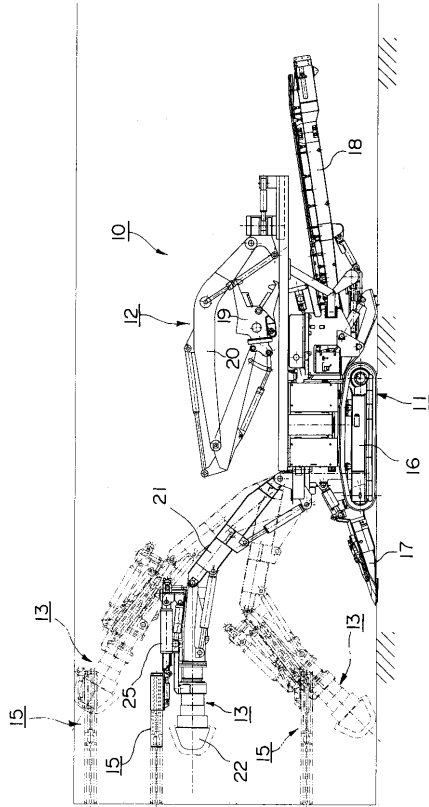
【図 5】



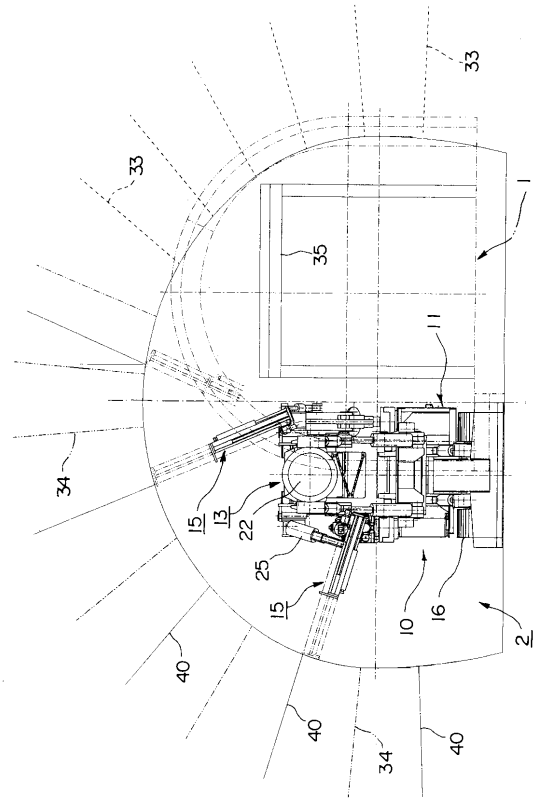
【図 6】



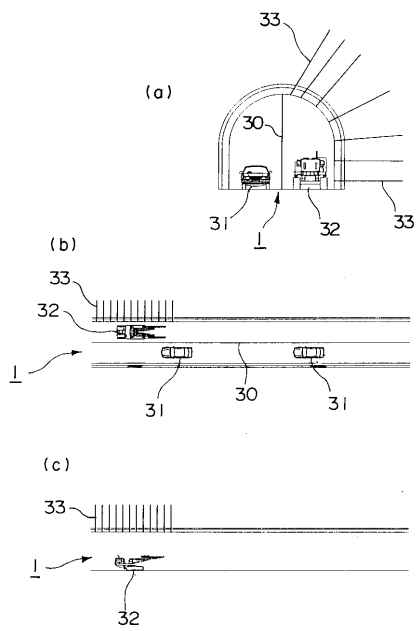
【図 7】



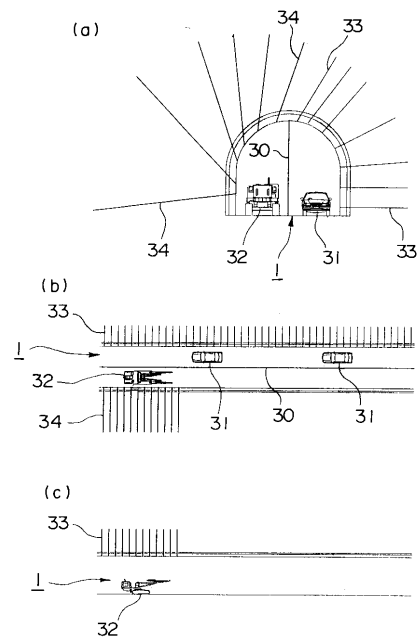
【図 8】



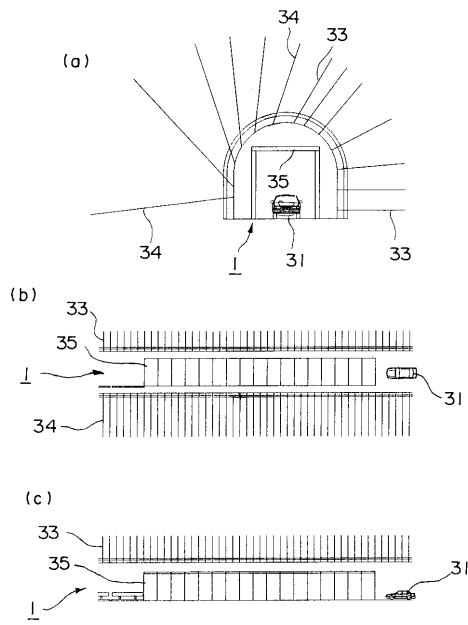
【図 9】



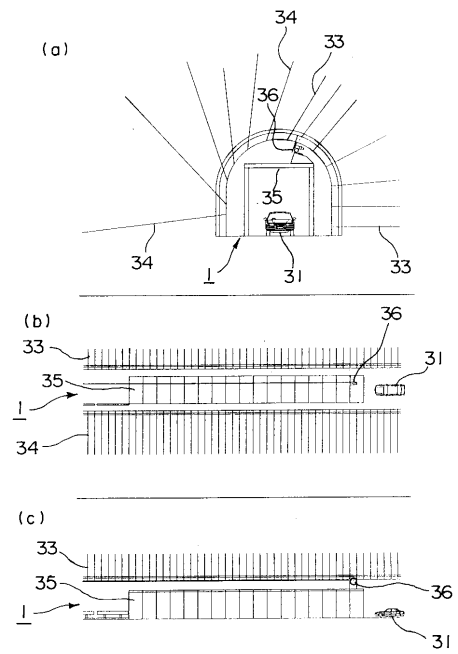
【図 10】



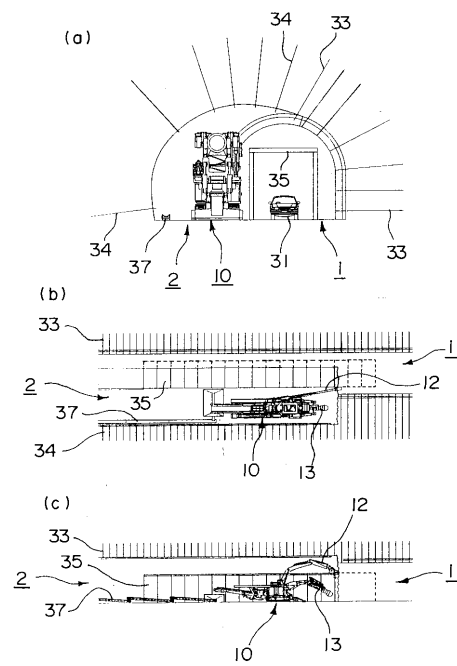
【図 1 1】



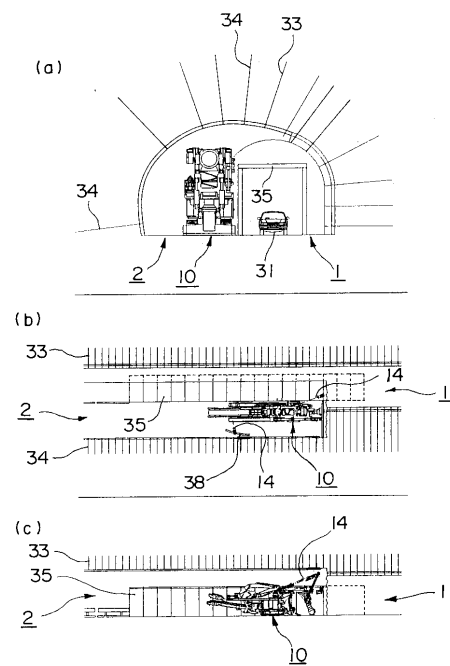
【図 1 2】



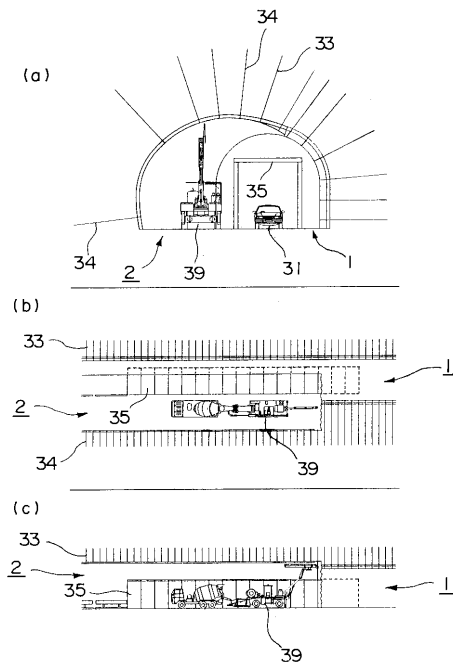
【図 1 3】



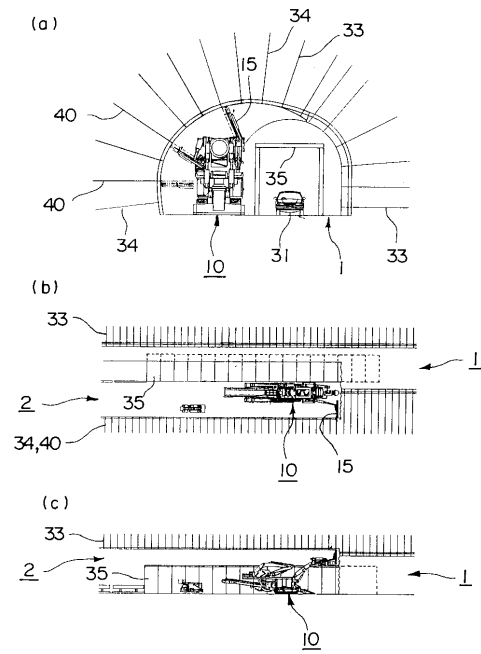
【図 1 4】



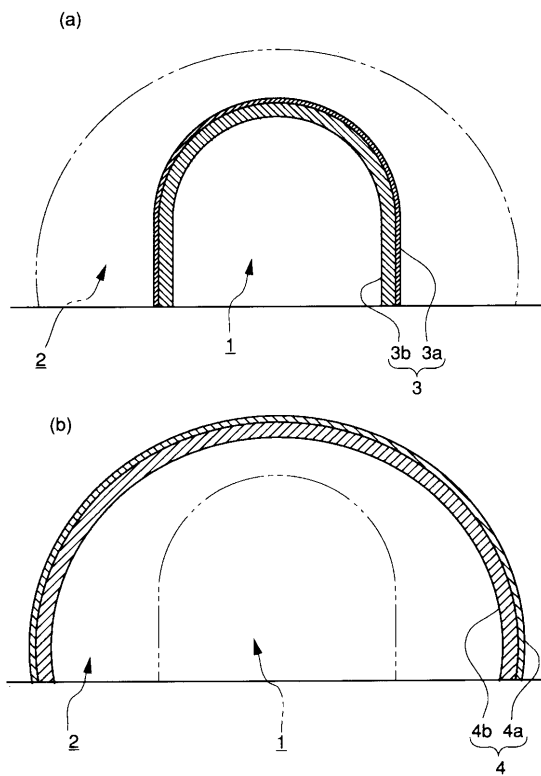
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

- (73)特許権者 301031392
独立行政法人土木研究所
茨城県つくば市南原 1 番地 6
- (73)特許権者 591063486
財団法人先端建設技術センター
東京都文京区大塚二丁目 1 5 番 6 号 ニッセイ音羽ビル 4 階
- (73)特許権者 000206211
大成建設株式会社
東京都新宿区西新宿一丁目 2 5 番 1 号
- (74)代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
- (73)特許権者 302060926
株式会社フジタ
東京都渋谷区千駄ヶ谷四丁目 2 5 番 2 号
- (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 100089037
弁理士 渡邊 隆
- (72)発明者 小原 由幸
東京都港区芝浦一丁目 2 番 3 号 清水建設株式会社内
- (72)発明者 藤永 友三郎
東京都港区芝浦一丁目 2 番 3 号 清水建設株式会社内
- (72)発明者 古賀 雄三
東京都港区芝浦一丁目 2 番 3 号 清水建設株式会社内
- (72)発明者 木内 勉
東京都港区芝浦一丁目 2 番 3 号 清水建設株式会社内
- (72)発明者 藤原 康政
東京都港区芝浦一丁目 2 番 3 号 清水建設株式会社内
- (72)発明者 平野 宏幸
東京都港区芝浦一丁目 2 番 3 号 清水建設株式会社内
- (72)発明者 上野 健二
東京都中央区日本橋室町二丁目 1 番 1 号 株式会社三井三池製作所内
- (72)発明者 山田 澄雄
福岡県大牟田市旭町 2 丁目 2 8 番地 株式会社三井三池製作所内
- (72)発明者 柏村 紀臣
福岡県大牟田市旭町 2 丁目 2 8 番地 株式会社三井三池製作所内
- (72)発明者 高野 博通
福岡県大牟田市旭町 2 丁目 2 8 番地 株式会社三井三池製作所内

審査官 須永 聡

- (56)参考文献 特開平 1 0 - 2 8 0 8 6 2 (J P , A)
特開平 0 8 - 1 7 0 4 8 4 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 8 0 8 6 0 (J P , A)
特開平 1 0 - 0 7 2 8 4 2 (J P , A)
実開昭 6 2 - 1 3 3 7 9 3 (J P , U)

特開平 1 0 - 1 1 5 1 9 2 (J P , A)
実開昭 6 2 - 1 4 8 6 9 9 (J P , U)
特開平 0 6 - 1 3 7 0 9 6 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 2 9 7 5 1 (J P , A)
特開平 0 8 - 1 1 4 0 8 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

E21D 9/01
E21D 9/10
E21D 11/10
CiNii