

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4165531号

(P4165531)

(45) 発行日 平成20年10月15日 (2008.10.15)

(24) 登録日 平成20年8月8日 (2008.8.8)

(51) Int.Cl.

F 1

E 2 1 D 9/06 (2006.01)

E 2 1 D 9/06 3 0 1 E

請求項の数 4 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2005-176766 (P2005-176766)	(73) 特許権者	000000549
(22) 出願日	平成17年6月16日 (2005.6.16)		株式会社大林組
(65) 公開番号	特開2006-46058 (P2006-46058A)		大阪府大阪市中央区北浜東4番33号
(43) 公開日	平成18年2月16日 (2006.2.16)	(74) 代理人	110000176
審査請求日	平成20年1月22日 (2008.1.22)		一色国際特許業務法人
(31) 優先権主張番号	特願2004-197168 (P2004-197168)	(72) 発明者	三木 慶造
(32) 優先日	平成16年7月2日 (2004.7.2)		東京都港区港南2丁目15番2号 株式会
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		社大林組東京本社内
(31) 優先権主張番号	特願2004-197169 (P2004-197169)	(72) 発明者	林 成卓
(32) 優先日	平成16年7月2日 (2004.7.2)		東京都港区港南2丁目15番2号 株式会
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		社大林組東京本社内
(31) 優先権主張番号	特願2004-197171 (P2004-197171)	(72) 発明者	横溝 文行
(32) 優先日	平成16年7月2日 (2004.7.2)		東京都港区港南2丁目15番2号 株式会
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		社大林組東京本社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トンネル構築工法及びこのトンネル構築工法により構築されたトンネル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

既存の構造物をアンダーパスするトンネルを構築する工法であって、
シールド機を地上部から発進させて、前記シールド機により所定の掘削深度に達するま
での下り勾配を有し、掘削部分が地上に開放された半地中部を備える下りアプローチ区間
を構築し、

前記シールド機により前記下りアプローチ区間の終点部から、前記構造物をアンダーパ
スするトンネル区間を構築し、

前記シールド機により前記トンネル区間の終点部から地上部に達するまでの上り勾配を
有し、掘削部分が地上に開放された半地中部を備える上りアプローチ区間を構築して、前
記シールド機を地上に到達させることを特徴とするトンネル構築工法。

10

【請求項 2】

前記半地中部に設置されるセグメントは略U型に構築されることを特徴とする請求項 1
に記載のトンネル構築工法。

【請求項 3】

前記半地中部のセグメントは、環状又は矩形状に配置され、後に一部が撤去されて略U
型に構築されることを特徴とする請求項 2 に記載のトンネル構築工法。

【請求項 4】

既存の構造物をアンダーパスして構築されるトンネルにおいて、
シールド機を地上部から発進させて、前記シールド機により所定の掘削深度に達するま

20

での下り勾配を有し、掘削部分が地上に開放された半地中部を備える下りアプローチ区間を構築し、前記シールド機により前記下りアプローチ区間の終点部から、前記構造物をアンダーパスするトンネル区間を構築し、前記シールド機により前記トンネル区間の終点部から地上部に達するまでの上り勾配を有し、掘削部分が地上に開放された半地中部を備える上りアプローチ区間を構築するトンネル構築工法にて構築されたことを特徴とするトンネル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シールド機を用いて既存の構造物をアンダーパスするトンネルを構築する工法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

道路等をアンダーパスするトンネルを構築する場合においては、(1) 全線を開削工法にて行う、(2) 道路の交差点部を推進工法にて行い、アプローチ部を開削工法で行う、のいずれかが主に用いられる。(1) の全線を開削工法にて施工する場合は、地中を掘削する範囲の両側に連続した土留め壁を造成し、開削によって生じる地盤変状を防止する。そして、掘削した部分にトンネルを構築し、元の地盤の高さまで埋め戻しを行う。また、交差点部においては、路面覆工を行い路面交通を可能にし、トンネルを構築した後に埋め戻しを行い道路を復旧するものである。(2) の道路の交差点部を推進工法にて施工し、アプローチ部を開削工法にて施工する場合は、まず、交差点部を挟んだ両側に立坑を設け、交差点の下方に、これを横断するように発進立坑から到達立坑へ、例えば、プレキャストされた複数のコンクリート函体を引き込みながら設置し、この函体からなるトンネルを構築し、次に、上述した開削工法にて施工する場合と同様に、トンネルと地上の道路とを接続するためのアプローチ部を開削して構築するものである(例えば、特許文献1参照)。

20

【特許文献1】特開2005-120622号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

30

ところで、上述した(1) の全線を開削工法にて施工する場合の交差点部における路面覆工作業は交通渋滞を防止するためにほとんどが夜間に行われており、工期を短縮するには、掘削から構築に至る各工程の作業員を増員する方法しかなく、工期短縮には限界があった。また、土留め壁の造成には矢板等を打設する杭打ち機を、内部掘削時及び内部構築時には地盤を掘削する重機を使用するために、騒音・振動を低減することが困難であった。さらに、トンネルに必要な断面以上の地盤を掘削するために環境に負荷がかかっていた。

【0004】

また、上述した(2) のアプローチ部を開削工法にて施工する場合は、アプローチ区間の両外側の部分は一般の自動車等が走行する工事占用外区間となっているため、掘削によって地盤変状が起こるのを防止する必要がある。このため、通常は、アプローチ区間の両側に矢板等を打設し、両側の地盤が崩壊するのを防止しているが、その作業に非常に手間がかかるため、工期が長くなり、工事費が高くなってしまふ。また、上記の開削工法と同様に矢板の打設作業には杭打ち機を、開削作業には重機を使用するために、騒音・振動を低減することが困難であった。

40

【0005】

上述した(2) の道路の交差点部分を推進工法にて施工する場合は、立坑を掘削する作業に手間と時間がかかるために、工期が長くなり、工事費が高くなってしまふ。また、立坑を掘削した後に地下構造物へのアプローチ区間を構築しなければならないために、さらに、工期が長くなってしまふ。また、立坑の掘削には、上記の開削工法と同様に矢板の打

50

設作業には杭打ち機を、開削作業には重機を使用するために、騒音・振動を低減することが困難であった。また、立坑間にパイプルーフを推進設置する際に、パイプルーフが地下構造体の外郭から大きくはみ出した範囲で山留材が敷設されるために、広い用地が必要となるという問題があった。さらに、立坑内での作業は、狭い範囲での作業で足場の確保が難しく、作業性が悪いという問題点があった。

【0006】

本発明は、上記のような従来の問題に鑑みなされたものであって、シールド機にて既存の構造物をアンダーパスするトンネルを構築する際に、短期間、かつ低騒音・低振動で、地上部から構造物下方の所定の掘削深度に到達するための下り勾配を有する下りアプローチ区間を構築し、この所定の掘削深度にて構造物をアンダーパスするトンネル区間を構築し、トンネル区間の先端から構造物付近の地上部に到達するための上り勾配を有する上りアプローチ区間を構築するトンネル構築工法を提供することを目的とするものである。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上記のような課題を解決するために、以下のような手段を採用している。

【0008】

請求項1に係る発明のトンネル構築工法は、既存の構造物をアンダーパスするトンネルを構築する工法であって、シールド機を地上部から発進させて、前記シールド機により所定の掘削深度に達するまでの下り勾配を有し、掘削部分が地上に開放された半地中部を備える下りアプローチ区間を構築し、前記シールド機により前記下りアプローチ区間の終点部から、前記構造物をアンダーパスするトンネル区間を構築し、前記シールド機により前記トンネル区間の終点部から地上部に達するまでの上り勾配を有し、掘削部分が地上に開放された半地中部を備える上りアプローチ区間を構築して、前記シールド機を地上に到達させることを特徴とする。

20

本発明によるトンネル構築工法によれば、下りアプローチ区間、トンネル区間及び上りアプローチ区間を連続してシールド機にて掘削するために、立坑の構築及び開削作業が不要となる。また、上りアプローチ区間及び下りアプローチ区間の半地中部はトンネルの出入り口として使用されるものであり、トンネルを構築するとともにトンネルの出入り口を構築することができるために、従来の出入り口建設工事が不要となり、工期を飛躍的に短縮することができる。

30

そして、立坑の構築及び開削作業が不要となって開削工法を用いないために、杭打ち機等による騒音・振動が発生しない。さらに、シールド機による掘削断面についても、必要断面のみを掘削するために、環境に負荷がかからない。

【0010】

請求項2に係る発明は、請求項1に記載のトンネル構築工法において、前記半地中部に設置されるセグメントは略U型に構築されることを特徴とする。

本発明によるトンネル構築工法によれば、上りアプローチ区間及び下りアプローチ区間の半地中部はトンネルの出入り口として使用されるものであり、トンネルを構築するとともにトンネルの出入り口を構築することができるために、上方部分が地上に開放された出入り口建設工事が不要となり、工期を短縮することができる。

40

【0011】

請求項3に係る発明は、請求項2に記載のトンネル構築工法において、前記半地中部のセグメントは、環状又は矩形状に配置され、後に一部が撤去されて略U型に構築されることを特徴とする。

本発明によるトンネル構築工法によれば、トンネルを掘進する際のシールドジャッキの反力をとるためのセグメントが多いために、シールド機が容易に推進することができる。また、上りアプローチ区間及び下りアプローチ区間の半地中部はトンネルの出入り口として使用されるものであり、トンネルを構築するとともにトンネルの出入り口を構築することができるために、上方部分が地上に開放された出入り口建設工事の工期を短縮することができる。

50

【0012】

請求項4に係る発明のトンネルは、既存の構造物をアンダーパスして構築されるトンネルにおいて、シールド機を地上部から発進させて、前記シールド機により所定の掘削深度に達するまでの下り勾配を有し、掘削部分が地上に開放された半地中部を備える下りアプローチ区間を構築し、前記シールド機により前記下りアプローチ区間の終点部から、前記構造物をアンダーパスするトンネル区間を構築し、前記シールド機により前記トンネル区間の終点部から地上部に達するまでの上り勾配を有し、掘削部分が地上に開放された半地中部を備える上りアプローチ区間を構築するトンネル構築工法にて構築されたことを特徴とする。

本発明によるトンネルによれば、アプローチ区間及びトンネル区間をシールド機を用いて連続して掘削するために、立坑の構築及び開削作業が不要となる。また、上りアプローチ区間及び下りアプローチ区間の半地中部はトンネルの出入り口として使用されるものであり、トンネルを構築するとともにトンネルの出入り口を構築することができるために、従来の出入り口建設工事が不要となり、工期を飛躍的に短縮することができる。

【発明の効果】

【0013】

以上、説明したように、本発明のトンネル構築工法によれば、下りアプローチ区間、トンネル区間及び上りアプローチ区間を連続してシールド機にて掘削する。従って、立坑の構築及び開削作業が不要となり、飛躍的に工期を短縮することができ、杭打ち機等による騒音・振動も発生しない。

【0014】

本発明のトンネル構築工法によれば、シールド機は、シールド機の外殻とほぼ同じ大きさで通過に必要な断面のみを掘削する。従って、環境に負荷がかからない。

【0015】

本発明のトンネル構築工法によれば、交通を遮断することなくトンネルを構築することができるので、周辺的生活環境に影響を与えることがなくなる。

【0016】

本発明によるトンネル構築工法によれば、上りアプローチ区間及び下りアプローチ区間の半地中部はトンネルの出入り口として使用されるものであり、トンネルを構築するとともにトンネルの出入り口を構築する。従って、従来の出入り口建設工事が不要となり、工期を短縮することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の好ましい実施形態について図面を用いて詳細に説明する。なお、発明の理解の便宜上、道路の交差点をアンダーパスするトンネルをシールド機にて構築する方法について説明するが、本発明の適用対象は道路に限定されるものではなく、低土被り区間を掘進するシールド機一般に広く適用が可能である。

【0018】

図1は、本発明によるトンネル構築工法により構築されるトンネル区間及びアプローチ区間の全体を示す断面図である。

【0019】

図1に示すように、シールド機1を用いて道路の交差点をアンダーパスして構築されるトンネル101は、地上発進部110から交差点下方のトンネル掘削深度に到達するための下り勾配を有する下りアプローチ区間107aと、トンネル掘削深度にて、道路の交差点102をアンダーパスするトンネル区間104と、このトンネル区間104の終端から地上到達部111に到達するための上り勾配を有する上りアプローチ区間107bとからなる。

【0020】

図2は、本発明によるシールド機1の一実施の形態を示す斜視図である。図2に示すように、シールド機1は、地中200を掘削するためのカッター刃9、18を備えた機械本

10

20

30

40

50

体部 2 と、機械本体部 2 を推進させるための動力部 2 5 と、機械本体部 2 と動力部 2 5 とを連結する連結手段（図示せず）とを備えている。

【0021】

機械本体部 2 は、矩形筒状の前胴体（ケーシング）3 と、前胴体 3 内に縦横に所定の組合せで配列されるとともに、各々が独立して前胴体 3 から出沒可能、かつ各々が独立して駆動可能な複数の矩形形状の主シールド 6 と、幅方向の両端の主シールド 6 と前胴体 3 との間に設けられるとともに、各々が独立して前胴体 3 から出沒可能、かつ各々が独立して駆動可能な複数の主シールド 6 よりも小幅の矩形形状の側部シールド 1 5 とを備えている。

【0022】

前胴体 3 の内部は、各主シールド 6 及び各側部シールド 1 5 がスライド自在に設けられ、前胴体 3 からその前方に向かって出沒可能に構成されている。各主シールド 6 及び各側部シールド 1 5 は、独立して前胴体 3 から出沒可能に構成されている。なお、各主シールド 6 間、及び主シールド 6 と側部シールド 1 5 との間には、前胴体 3 と一体の隔壁を設けることもできる。

【0023】

各主シールド 6 は、前胴体 3 内にスライド自在に設けられる矩形形状のシールド本体 7 と、シールド本体 7 と前胴体 3 との間に設けられて、シールド本体 7 を進退させるスライドジャッキ 1 0 と、シールド本体 7 の前面側に主シールド 6 の矩形領域を掘削するように挙動するとともに、側部シールド 1 5 側に向けて直線状又は弧を描きつつ水平方向にシフト可能であり、先端部にカッター刃 9 を有するカッターヘッド 8 と、シールド本体 7 に設けられる駆動源 1 1 と、駆動源 1 1 の駆動力をカッターヘッド 8 に伝達する動力伝達機構 1 2 とを備えており、各主シールド 6 は独立して駆動可能に構成されている。カッターヘッド 8 は、主シールド 6 の矩形領域を掘削するため、例えば、公知の OHM 工法（Omni-sectional（あらゆる断面に対応できる）Hedge（取り囲む）tunnelling Method（トンネル工法）の略称で、シールドカッタ部の 3 本のスポーク駆動軸を偏心逆回転させることで、角形掘進形状を掘削することができる）と同様な機構となっている。ただし、OHM 工法に用いられている機構に限定されるものではなく、他の機構を用いても良い。

【0024】

各側部シールド 1 5 は、前胴体 3 内にスライド自在に設けられる矩形形状のシールド本体 1 6 と、シールド本体 1 6 と前胴体 3 との間に設けられて、シールド本体 1 6 を進退させるスライドジャッキ 1 9 と、シールド本体 1 6 の前面側に回転可能に設けられるとともに、先端部にカッター刃 1 8 を有するカッターヘッド 1 7 と、シールド本体 1 6 に設けられる駆動源 2 0 と、駆動源 2 0 の駆動力をカッターヘッド 1 7 に伝達する動力伝達機構 2 1 とを備えており、各側部シールド 1 5 は、独立して駆動可能に構成されている。

【0025】

各主シールド 6 のシールド本体 7 及び各側部シールド 1 5 のシールド本体 1 6 には、掘削した土砂を排出するための排出装置（図示せず）がそれぞれ接続されている。

【0026】

動力部 2 5 は、機械本体部 2 の前胴体 3 の後部に連結手段（図示せず）を介して連結される矩形筒状の後胴体 2 6 と、後胴体 2 6 内の 4 隅に設けられてシールド機 1 全体を推進させる複数のシールドジャッキ 2 7 とを備えている。

【0027】

連結手段は、前胴体 3 と後胴体 2 6 とを、上下方向及び左右方向に相対的に屈曲自在に連結する連結継手（図示せず）と、前胴体 3 と後胴体 2 6 との間に設けられて、前胴体 3 の後胴体 2 6 に対する上下方向及び左右方向への相対的な屈曲角度を所定の値に設定する中折れジャッキ 2 8 とから構成されている。

【0028】

後胴体 2 6 の内側にはセグメント組立装置（図示せず）が設けられ、このセグメント組立装置により、掘削した部分の内面に順次セグメント 2 9 が組立てられ、セグメント 2 9 による内壁が構築される。

10

20

30

40

50

【0029】

以下に、シールド機1にて道路の交差点102をアンダーパスするトンネル101の構築工法について、トンネル101の掘削手順に従って説明する。

【0030】

最初に、シールド機1による下りアプローチ区間107aの構築工法について説明する。

【0031】

図3～図6には、本発明によるトンネル構築工法のシールド機1の発進方法の一実施の形態が示されていて、図3はトンネル101の下りアプローチ区間107aを示す概略平面図、図4は図3の正面図、図5は図3のA-A線断面図、図6はシールド機1の発進時の状態を示す正面図である。

10

【0032】

図3～図6を参照しながら、この実施の形態によるトンネル構築工法のシールド機1の発進方法について具体的に説明する。

【0033】

まず、道路の交差点102をアンダーパスするトンネル101の下りアプローチ区間107aの端部をシールド機1の地上発進部110とし、他方の上りアプローチ区間107bの端部を地上到達部111とし、地上発進部110の地盤上にシールド機1の地上発進時の反力をとるための反力手段34を設置する。

【0034】

20

反力手段34は、複数の鋼材を組合せて構成した架台35であって、架台35の一部でシールド機1のシールドジャッキ27を支持することにより、シールド機1の発進時の反力をとることができ、シールド機1を地上発進させることが可能となる。架台35は、地上発進部110の地盤上にコンクリート製の基台33を介して設置される。基台33の上面の地盤に対する角度は、下りアプローチ区間107aの所定の下り勾配と同じ勾配となるように基台33の上面が形成される。なお、地上発進部110の地盤が硬質の場合には、基台33を介さずに直接に地盤上に架台35を設置しても良い。

【0035】

架台35は、図3～図5に示すように、シールド機1の発進時の反力をとるための反力受台36と、シールド機1の発進時の自重を支持するための発進受台41とを備えている。発進受台41の上面は、基台33上に設置されるために、下りアプローチ区間107aの所定の下り勾配と同じ勾配を有し、シールド機1を地上から地中200へ所定の下り勾配で進入させることが可能となる。反力受台36及び発進受台41は、それぞれ別体に形成して地上発進部110の地盤上に設置しても良いし、一体に形成して地盤上に設置しても良い（この実施の形態においては別体に形成して地盤上に設置している。）。

30

【0036】

反力受台36は、シールド機1の推進方向に対して略平行に設置される一対の脚37、37と、両脚37、37の長手方向の中央部に両脚37、37と直角をなすように架設される梁38と、各脚37の長手方向の中央部に垂直に立設される支柱39と、各支柱39の後面側（シールド機1の推進方向後方側の面）の上端部と各脚37の長手方向の一端部（シールド機1の推進方向後方側の端部）との間に斜めに架設される筋交40とから構成される。

40

【0037】

反力受台36は、図6に示すように、各支柱39の前面側（シールド機1の推進方向前方側の面）でシールド機1のシールドジャッキ27の後端部を支持し、これによりシールド機1の推進時の反力をとることができ、シールド機1を地上発進させることが可能となる。反力受台36の脚37、梁38の本数は、特に制限はなく、地中200の状態、使用するシールド機1の種類等に応じて適宜の本数とすれば良い。

【0038】

発進受台41は、反力受台36の両脚37、37間に設置され、シールド機1の推進方

50

向に対して略平行に設置される３本の脚４２、４２、４２と、それらの脚４２、４２、４２間の後端部（シールド機１の推進方向後方側の端部）間に脚４２、４２、４２と直角をなすように架設される２本の梁４３、４３とから構成される。

【００３９】

発進受台４１の各脚４２は、反力受台３６の各脚３７よりも長く形成され、各脚４２の後端が反力受台３６の各脚３７の後端と面一となり、各脚４２の前端が反力受台３６の各脚３７の前端よりもシールド機１の推進方向前方に所定の長さ突出するように、反力受台３６の両脚３７、３７間に設置される。

【００４０】

発進受台４１は、図４に示すように、シールド機１の地上発進の際にシールド機１の自重を支持し、シールド機１が沈下するのを防止している。発進受台４１の脚４２、梁４３の本数は、特に制限はなく、地中２００の状態、使用するシールド機１の種類等に応じて適宜の本数とすれば良い。

【００４１】

反力受台３６の各脚３７及び梁３８に対応する地中２００の部分には、図４及び図５に示すように、それぞれ複数本の杭４４が打設され、これらの杭４４の上部に各脚３７及び梁３８が溶接、ボルト等の連結手段により一体に連結されている。

【００４２】

杭４４は、各脚３７及び梁３８を支持できるものであれば特に制限はなく、周知の鋼管杭、鉄筋コンクリート杭、プレストレスト杭等を使用することができる。杭４４の打設方法も特に制限はなく、使用する杭４４の種類に応じた周知の打設方法を使用することができる。

【００４３】

上記のように地中２００に打設した複数の杭４４によって反力受台３６の各脚３７及び梁３８を支持することにより、シールド機１の発進時にシールド機１の自重によって反力受台３６が沈下するのを防止することができ、地盤の状態に影響されることなく、シールド機１を地上から所定の下り勾配にて発進させることができる。

【００４４】

発進受台４１の各脚４２及び梁４３に対応する地中２００の部分には、図４及び図５に示すように、それぞれ複数本の杭４４が打設され、これらの杭４４の上部に各脚４２及び梁４３が溶接、ボルト等の連結手段により一体に連結されている。

【００４５】

杭４４の材料は、反力受台３６の杭４４と同様に、各脚４２及び梁４３を支持できるものであれば特に制限はなく、周知の鋼管杭、鉄筋コンクリート杭、プレストレスト杭等を使用することができる。また、杭４４の打設方法も特に制限はなく、使用する杭４４の種類に応じた周知の打設方法を使用することができる。

【００４６】

上記のように地中２００に打設した複数の杭４４によって発進受台４１の各脚４２及び梁４３を支持することにより、シールド機１の発進時にその反力をとることができるとともに、シールド機１の自重によって発進受台４１が沈下するのを防止することができ、地中２００の状態に影響されることなく、シールド機１を地上から掘進させることができる。

【００４７】

なお、上述した実施形態では、杭４４の上部に各脚３７及び梁３８が溶接、ボルト等の連結手段により一体に連結することにより、杭４４と反力受台３６とを直接連結したものを例示したが、本発明は、これに限定されるものではなく、杭４４の頭部を基台３３の中間部にとどめ、杭４４と反力受台３６とを基台３３を介して間接的に連結することもできる（図示せず）。

【００４８】

なお、反力受台３６の各脚３７及び梁３８、発進受台４１の各脚４２及び梁４３を、図

10

20

30

40

50

6に示すように、各脚37、42及び梁38、43に対応する地中200の部分に斜めに複数のアンカー45を打設し、このアンカー45に溶接、ボルト等の固定手段を介して各脚37、42及び梁38、43を固定するように構成しても良い。

【0049】

架台35の反力受台36及び発進受台41の各脚37、42及び梁38、43の上部には、枕木46を介してレール47が敷設され、このレール47上を機関車48が走行可能に構成され、この機関車48を介して機材の搬入、搬出、掘削した土砂の排出等の作業を行う。

【0050】

シールド機1が地中200に進入する際は、シールド機1を架台35の発進受台41の上部に設置し、各シールドジャッキ27の後端部を反力受台36の各支柱39の前面側に当接させ、シールドジャッキ27を作動させて反力受台36によって反力をとる。

【0051】

図7～図20には、下りアプローチ区間107aの掘削方法及び側部地盤変状防止方法の一実施の形態が示されている。

【0052】

主シールド6の配列は、構築するトンネル101の掘削断面の形状、大きさ等に応じて適宜の組合せとすることができ、図7～16は、例えば、縦×横＝2（段）×3（列）を、また、図17～図20は、縦×横＝1（段）×2（列）を示している。

【0053】

図7及び図8に示すように、機械本体部2の下段の両外側に位置する側部シールド15、15のカッターヘッド17、17を回転駆動させ、スライドジャッキ19、19を作動させて側部シールド15、15を前胴体3から所定の速度で突出させる。側部シールド15、15の前方に位置する地中200をカッターヘッド17、17のカッター刃18、18により掘削するとともに、シールド機1が地上から地中200へ所定の下り勾配で進入する。

【0054】

次に、図9に示すように、下段の両外側に位置する主シールド6、6のカッターヘッド8、8を回転駆動させ、スライドジャッキ10、10を作動させて両主シールド6、6を前胴体3から所定の速度で突出させ、両主シールド6、6の前方に位置する地中200をカッターヘッド8、8のカッター刃9、9により掘削し、その掘削した部分を側部シールド15、15によって掘削した部分に連通させる。

【0055】

次に、図10に示すように、下端の中央部に位置する主シールド6のカッターヘッド8を回転駆動させ、スライドジャッキ10を作動させて主シールド6を前胴体3から所定の速度で突出させ、その主シールド6の前方に位置する地中200をカッターヘッド8のカッター刃9により掘削し、その掘削した部分を両側の主シールド6、6により掘削した部分に連通させる。

【0056】

このようにして、下段の3つの主シールド6、6、6及び2つの側部シールド15、15により、下りアプローチ区間107aに対する第1段階の掘削が完了する。

【0057】

次に、下段の3つの主シールド6、6、6及び2つの側部シールド15、15を前胴体3から突出させた状態で、動力部25のシールドジャッキ27を作動させることにより、シールド機1全体を前進させ、図11～図13に示すように、下段の両側の側部シールド15、15のカッターヘッド17、17を回転駆動させ、スライドジャッキ19、19を作動させることにより両側部シールド15、15を前胴体3から所定の速度で突出させ、両側部シールド15、15の前方に位置する地中200をカッターヘッド17、17のカッター刃18、18により掘削し、その掘削した部分を最初に掘削した部分に連通させる。

【0058】

次に、図 1 4 に示すように、下段の両外側に位置する主シールド 6、6 のカッターヘッド 8、8 を回転駆動させ、スライドジャッキ 1 0、1 0 を作動させて両主シールド 6、6 を前胴体 3 から所定の速度で突出させ、両主シールド 6、6 の前方に位置する地中 2 0 0 をカッターヘッド 8、8 のカッター刃 9、9 により掘削し、その掘削した部分を側部シールド 1 5、1 5 によって掘削した部分に連通させる。

【0 0 5 9】

次に、図 1 5 に示すように、下端の中央部に位置する主シールド 6 のカッターヘッド 8 を回転駆動させ、その主シールド 6 のスライドジャッキ 1 0 を作動させることにより、その主シールド 6 を前胴体 3 から所定の速度で突出させ、その主シールド 6 の前方に位置する地中 2 0 0 をカッターヘッド 8 のカッター刃 9 により掘削し、その掘削した部分を両側の主シールド 6、6 により掘削した部分に連通させる。

10

【0 0 6 0】

このようにして、下段の 3 つの主シールド 6、6、6 及び 2 つの側部シールド 1 5、1 5 により、下りアプローチ区間 1 0 7 a に対する第 2 段階の掘削が完了する。そして、図 1 6 に示すように、このような下段の 3 つの主シールド 6、6、6 及び 2 つの側部シールド 1 5、1 5 による掘削を繰り返し行うことにより、下りアプローチ区間 1 0 7 a の全長を掘削することができる。

【0 0 6 1】

図 1 7 ～図 2 0 に示すように、各主シールド 6 は、シールド本体 7、スライドジャッキ 1 0、カッターヘッド 8、駆動源 1 1、動力伝達機構 1 2 を備える。また、カッターヘッド 1 8 は、図 1 8 に示すように、シールド本体 7 の前面側に主シールド 6 の矩形領域を掘削するように挙動するとともに、側部シールド 1 5 側に向けて直線状又は弧を描きつつ水平方向にシフト可能である。

20

【0 0 6 2】

上述した掘進方法にてシールド機 1 で下りアプローチ区間 1 0 7 a を掘削するとともに、シールド機 1 の後方には、掘削した部分の内面に順次セグメント 2 9 が組立てられ、セグメント 2 9 による内壁が構築される。このセグメント 2 9 は、地中 2 0 0 に埋設される地中部と、半地下状態に構築される半地中部とからなる。地中部は、地中 2 0 0 にセグメント 2 9 を環状又は矩形状に配設して構築される。また、半地中部は、地上発進部 1 1 0 の出入り口前後にセグメント 2 9 を U 字型に配設し、上方が地上に開放した状態に構築される。

30

【0 0 6 3】

なお、本実施形態においては、半地中部の地上発進部 1 1 0 の出入り口付近に U 字型にセグメント 2 9 を構築する方法について説明したが、本発明の適用対象は、掘削時にセグメント 2 9 を U 字型に構築する方法に限定されるものではなく、掘削時は環状又は矩形状にセグメントを構築し、後で上方の一部のセグメントを撤去する方法を用いても良い。

【0 0 6 4】

次に、トンネル区間 1 0 4 の両端部、つまり、アプローチ区間とトンネル区間 1 0 4 との接続部に位置する土被り厚さが所定の厚さよりも薄い部分に地盤改良を施し、トンネル 1 0 1 となる全区間において地盤変状が生じることを防止する方法について説明する。

40

【0 0 6 5】

図 2 1 は図 1 の拡大された部分断面図、図 2 2 は図 2 1 の縦断面図、図 2 3 は図 2 1 の A-A 線断面図、図 2 4 は図 2 1 の B-B 線断面図、図 2 5 は図 2 1 の C-C 線断面図、図 2 6 はトンネル区間 1 0 4 の両端部 1 0 5 に位置する土被り厚さが所定の厚さよりも薄い部分の幅方向両側部 1 0 8 における地盤変状防止箇所を示す断面図である。

【0 0 6 6】

道路の交差点 1 0 2 の直下をアンダーパスするトンネル区間 1 0 4 は、図 2 1 ～図 2 3 に示すように、シールド機 1 による土被りの地盤変状を防止するため、土被りの厚さが 0 . 5 D ～ 0 . 7 D (D ; トンネルの径、シールド機が断面円形であるときは直径、断面矩形であるときは一辺の長さ、以下、同じ。) 以上に設定される。本実施の形態におけるト

50

ンネル１０１の径Ｄは、複数の主シールド６のうちの最上段に位置する主シールド６の径である。

【００６７】

ところで、トンネル区間１０４の両端部１０５においては、構造上、例えば０．５Ｄよりも薄い部分が生じるため、その部分に地盤変状の問題が生じることは避けられない。また、図２１及び図２２に示すように、トンネル区間１０４の両端部１０５に位置する土被り厚さが所定の厚さよりも薄い部分の幅方向両側部１０８では、トンネル区間１０４の地盤変状に起因する崩壊が生じることがある。

【００６８】

このため、この実施の形態においては、トンネル区間１０４の軸方向両端部１０５に位置する土被り厚さが所定の厚さよりも薄い部分に対して地盤改良を施し、この地盤改良部１０６によって当該部分を補強している。地盤改良方法としては、周知の薬液注入工法、高圧噴射攪拌工法（例えば、ＣＪＧ工法（商品名）：<http://www.raito.co.jp/construction/ground/cjg.html>）等の地盤改良方法を用いることができる。薬液としては、例えば、水ガラスと硬化剤とを組合せたものを使用することができ、薬液を地盤改良部分に注入して硬化させることにより、その部分を補強することができる。

【００６９】

地盤改良部１０６は、図１、図２１～２３に示すように、後端を土被りの厚さが０．５Ｄ～０．７Ｄとなる位置とし、先端をトンネル区間１０４の始端に向かう所定の区間とする範囲内とする。この範囲は、土質、トンネル径等に基づいて、掘削時にトンネル区間１０４に地盤変状が生じないものとなる値を計算することにより求めることができる。そして、その範囲内の全体に薬液を注入して硬化させることにより、その部分に直方体状の補強された地盤を形成することができる。

【００７０】

地盤改良部１０６のさらに、トンネル軸方向両側には、地盤改良部１０６と連続して、トンネル幅方向両側部１０８に地盤改良を施すことが好ましい。さらに、トンネル幅方向両側部１０８に位置する地盤改良部１０９は、図１、図２１～図２６に示すように、セグメント２９の上部に位置する地盤改良部１０９ａと連続しトンネル軸方向と直交する鉛直断面がＬ字形状となっていることが好ましい。

【００７１】

ここで、トンネル幅方向両側部１０８の地盤改良部１０９の始端は、トンネル軸方向と直交する鉛直断面において、トンネル幅方向における工事占有部分を画定する境界線と、掘削部分の開口上縁（セグメント２９の外側上角部）とのなす角度が所定角度（例えば４５度）を超えない位置とするものとする。この角度が例えば４５度を超えると、トンネル掘削の際、地盤が変状する領域が工事占有部分を超えるおそれがあるから、上記角度を超えない位置を地盤改良部１０９の始端とすることにより、トンネル掘削に際して地盤変状部分が工事占有部分を超えることがない。

【００７２】

次に、トンネル区間を掘削する方法について説明する。

図２７～図３５には、トンネル区間１０４の掘進方法の一実施の形態が示されている。下りアプローチ区間１０７ａを掘削した後に、連続してトンネル区間１０４を掘削する。まず、中折れジャッキ２８を伸縮させて前胴体３の勾配をトンネル区間１０４の所定の勾配と同じになるように調整し、図２７に示すように、上段の左外側に位置する主シールド６のカッターヘッド８を回転駆動させ、スライドジャッキ１０を作動させることによりその主シールド６を前胴体３から突出させ、その主シールド６の前方に位置する地中２００をカッターヘッド８のカッター刃９により掘削する。

【００７３】

なお、発明の理解の便宜上、下りアプローチ区間１０７ａを掘削した後にトンネル区間１０４の所定の勾配となるように前胴体３の勾配を調整すると説明しているが、実際は、下りアプローチ区間１０７ａの掘削終了地点に到達する以前から徐々に前胴体３の勾配を

変化させ、シールド機 1 がカーブを描きながらスムーズにトンネル区間 104 の所定の勾配となるように下りアプローチ区間 107a の掘削を行う。

【0074】

次に、図 28 に示すように、上段の右外側に位置する主シールド 6 のカッターヘッド 8 を回転駆動させ、スライドジャッキ 10 を作動させることによりその主シールド 6 を前胴体 3 から突出させ、その主シールド 6 の前方に位置する地中 200 をカッターヘッド 8 のカッター刃 9 により掘削する。

【0075】

次に、図 29 に示すように、上段の真中に位置する主シールド 6 のカッターヘッド 8 を回転駆動させ、スライドジャッキ 10 を作動させることによりその主シールド 6 を前胴体 3 から突出させ、その主シールド 6 の前方に位置する地中 200 をカッターヘッド 8 のカッター刃 9 により掘削する。

10

【0076】

次に、図 30 に示すように、上段の 3 つの主シールド 6、6、6 を突出させた状態で、下段の 3 つの主シールド 6、6、6 のカッターヘッド 8 を回転駆動させ、それらのスライドジャッキ 10 を作動させることによりそれらの主シールド 6、6、6 を前胴体 3 から突出させ、それらの主シールド 6、6、6 の前方に位置する地中 200 を各々のカッターヘッド 8 のカッター刃 9 により掘削する。

この場合、図示はしないが、上段の 3 つの主シールド 6、6、6 と同様に、左外側の主シールド 6、右外側の主シールド 6、真中の主シールド 6 の順に駆動させ、それらの主シールド 6 の前方に位置する地中 200 を掘削しても良い。

20

このようにして、上段の 3 つの主シールド 6、6、6 及び下段の 3 つの主シールド 6、6、6 によって掘削対象箇所第 1 段階の掘削作業が完了する。

【0077】

次に、図 31 に示すように、上段の 3 つの主シールド 6、6、6 及び下段の 3 つの主シールド 6、6、6 を突出させた状態で、シールドジャッキ 27 を作動させることにより前胴体 3 及び後胴体 26 を前進させ、上段の 3 つの主シールド 6、6、6 及び下段の 3 つの主シールド 6、6、6 を前胴体 3 内に相対的に没入させる。

【0078】

次に、図 32 に示すように、上段の左外側に位置する主シールド 6 のカッターヘッド 8 を回転駆動させ、スライドジャッキ 10 を作動させることによりその主シールド 6 を前胴体 3 から突出させ、その主シールド 6 の前方に位置する地中 200 をカッターヘッド 8 のカッター刃 9 により掘削する。

30

【0079】

次に、図 33 に示すように、上段の右外側に位置する主シールド 6 のカッターヘッド 8 を回転駆動させ、スライドジャッキ 10 を作動させることによりその主シールド 6 を前胴体 3 から突出させ、その主シールド 6 の前方に位置する地中 200 をカッターヘッド 8 のカッター刃 9 により掘削する。

【0080】

次に、図 34 に示すように、上段の真中に位置する主シールド 6 のカッターヘッド 8 を回転駆動させ、スライドジャッキ 10 を作動させることによりその主シールド 6 を前胴体 3 から突出させ、その主シールド 6 の前方に位置する地中 200 をカッターヘッド 8 のカッター刃 9 により掘削する。

40

【0081】

次に、図 35 に示すように、上段の 3 つの主シールド 6、6、6 を突出させた状態で、下段の 3 つの主シールド 6、6、6 のカッターヘッド 8、8、8 を回転駆動させ、それらのスライドジャッキ 10 を作動させることによりそれらの主シールド 6、6、6 を前胴体 3 から突出させ、それらの主シールド 6、6、6 の前方に位置する地中 200 を各々のカッターヘッド 8 のカッター刃 9 により掘削する。

この場合、図示はしないが、上段の 3 つの主シールド 6、6、6 と同様に、左外側の主

50

シールド 6、右外側の主シールド 6、真中の主シールド 6 の順に駆動させ、それらの主シールド 6 の前方に位置する地中 200 を掘削しても良い。

このようにして、上段の 3 つの主シールド 6、6、6 及び下段の 3 つの主シールド 6、6、6 によって掘削対象箇所第 1 段階の掘削作業が完了する。そして、このような上段の各主シールド 6 による掘削、下段の各主シールド 6 による掘削作業を繰り返すことにより、トンネル区間 104 を掘削することができるものである。

【0082】

最後に、上りアプローチ区間 107b を掘削する方法について説明する。

トンネル区間 104 を掘削した後に、連続して上りアプローチ区間 107b を掘削する。まず、中折れジャッキ 28 を伸縮させて前胴体 3 の勾配を上りアプローチ区間 107b の所定の勾配と同じになるように調整し、上述した下りアプローチ区間 107a の掘削方法と同様に、シールド機 1 の下段の両外側に位置する側部シールド 15、下段の両外側に位置する主シールド 6、下端の中央部に位置する主シールド 6 の順番により、アプローチ区間 107b に対する第 1 段階の掘削を行い、シールド機 1 全体を前進させる。この一連の動作を繰り返し行うことにより、地上への上りアプローチ区間 107b の全長を掘削する。また、シールド機 1 が地上到達部 111 に到達する際は、地山の崩壊、路面の陥没等のないように注意してシールド機 1 を到達させる。

【0083】

上記のように構成したシールド機 1 によるトンネル構築工法にあっては、下りアプローチ区間 107a、トンネル区間 104 及び上りアプローチ区間 107b をシールド機 1 にて連続して掘削するために、立坑の構築及び開削作業が不要となり、飛躍的に工期を短縮することができる。また、立坑の構築及び開削作業が不要となつて開削工法を用いないために、杭打ち機等による騒音・振動が発生しない。そして、シールド機 1 による掘削断面についても、必要断面のみを掘削するために、環境に負荷がかからない。さらに、道路の交差点 102 付近での占用工事が不要となるために、二次交通渋滞を抑制することができる。

【0084】

また、本発明によるトンネル構築工法にあっては、上りアプローチ区間 107b 及び下りアプローチ区間 107a の半地中部はトンネル 101 の出入り口として使用されるものであり、トンネル 101 を構築するとともにトンネル 101 の出入り口を構築することができるために、従来の出入り口建設工事が不要となり、工期を短縮することができる。

【0085】

さらに、掘削対象箇所の形状、大きさに応じて、複数の主シールド 6、6……を縦横に任意の配列で組合せることができるので、汎用性を高めることができる。

【0086】

図 36～図 38 に主シールド 6 の他の組合せ例を示す。

図 36 (a)、(b) は、縦×横＝2 (段)×3 (列) の組合せ、図 37 (a)、(b) は、縦×横＝2 (段)×5 (列) の組合せ、図 38 (a)、(b) は、縦×横＝3 (段)×3 (列) の組合せである。図 35～図 37 中、1～6 は、駆動順番を示している。これらの組合せのシールド機 1 を用いた場合であっても、前述したものと同様の作用効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図 1】本発明による地盤変状防止方法の一実施の形態を示したものであって、地盤変状防止箇所の全体を示す断面図である。

【図 2】本発明によるシールド機の一実施の形態を示す斜視図である。

【図 3】トンネルの下りアプローチ区間を示す概略平面図である。

【図 4】図 3 の正面図である。

【図 5】図 3 の A-A 線断面図である。

【図 6】本発明によるシールド機の発進時の状態を示す正面図である。

10

20

30

40

50

【図 7】本発明によるシールド機及びシールド機の発進方法の一実施の形態を示した概略図であって、第 1 段階の掘削における下段の両側の側部シールドの掘進状態を示した説明図である。

【図 8】図 7 の側部シールドをさらに掘進させた状態を示した説明図である。

【図 9】下段の両側の主シールドの掘進状態を示した説明図である。

【図 10】下段の真中の主シールドの掘進状態を示した説明図である。

【図 11】第 2 段階の掘削における下段の両側の側部シールドの掘進状態を示した説明図である。

【図 12】図 11 の側部シールドをさらに掘進させた状態を示した説明図である。

【図 13】図 11 の側部シールドをさらに掘進させた状態を示した説明図である。

10

【図 14】下段の両側の主シールドの掘進状態を示した説明図である。

【図 15】下段の真中の主シールドの掘進状態を示した説明図である。

【図 16】第 3 段階の掘削における下段の両側の側部シールドの掘進状態を示した説明図である。

【図 17】1 段×2 列のシールド機を示した正面図である。

【図 18】図 17 のシールド機の主シールドの偏心状態を示した説明図である。

【図 19】図 17 の A-A 線断面図である。

【図 20】図 17 の B-B 線断面図である。

【図 21】図 1 の拡大された部分断面図である。

【図 22】図 21 の縦断面図である。

20

【図 23】図 21 の A-A 線断面図である。

【図 24】図 21 の B-B 線断面図である。

【図 25】図 21 の C-C 線断面図である。

【図 26】トンネル幅方向の地盤改良位置を示す断面図である。

【図 27】上段の左外側の主シールドの掘進状態を示した説明図である。

【図 28】上段の右外側の主シールドの掘進状態を示した説明図である。

【図 29】上段の真中の主シールドの掘進状態を示した説明図である。

【図 30】下段の 3 つの主シールドの掘進状態を示した説明図である。

【図 31】前胴体及び後胴体を前進させた状態を示した説明図である。

【図 32】上段の左外側の主シールドの掘進状態を示した説明図である。

30

【図 33】上段の右外側の主シールドの掘進状態を示した説明図である。

【図 34】上段の真中の主シールドの掘進状態を示した説明図である。

【図 35】下段の 3 つの主シールドの掘進状態を示した説明図である。

【図 36】主シールドの他の組合せの例を示した説明図である。

【図 37】主シールドの他の組合せの例を示した説明図である。

【図 38】主シールドの他の組合せの例を示した説明図である。

【符号の説明】

【0088】

1	シールド機	2	機械本体部
3	前胴体	6	主シールド
7	シールド本体	8	カッターヘッド
9	カッター刃	10	スライドジャッキ
11	駆動源	12	動力伝達機構
15	側部シールド	16	シールド本体
17	カッターヘッド	18	カッター刃
19	スライドジャッキ	20	駆動源
21	動力伝達機構	25	動力部
26	後胴体	27	シールドジャッキ
28	中折れジャッキ	29	セグメント
33	基台	34	反力手段

40

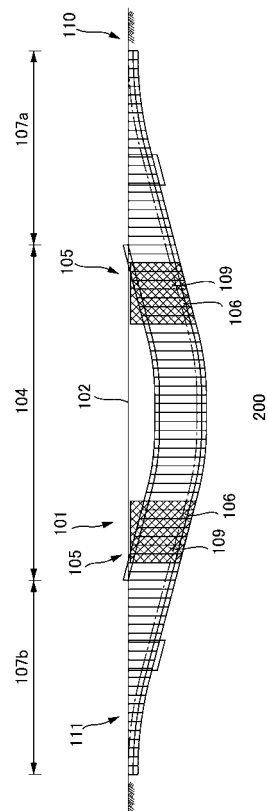
50

35 架台
 37、42 脚
 39 支柱
 41 発進受台
 45 アンカー
 47 レール
 101 トンネル
 104 トンネル区間
 106 地盤改良部
 107b 上りアプローチ区間
 109 地盤改良部
 111 地上到達部

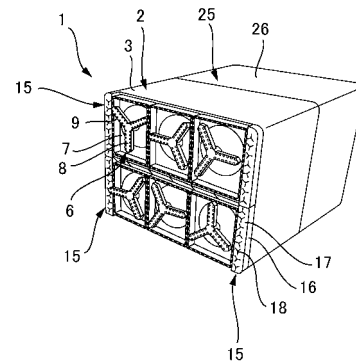
36 反力受台
 38、43 梁
 40 筋交
 44 杭
 46 枕木
 48 機関車
 102 道路の交差点
 105 (トンネル区間の) 両端部
 107a 下りアプローチ区間
 108 幅方向両側部
 110 地上発進部
 200 地中

10

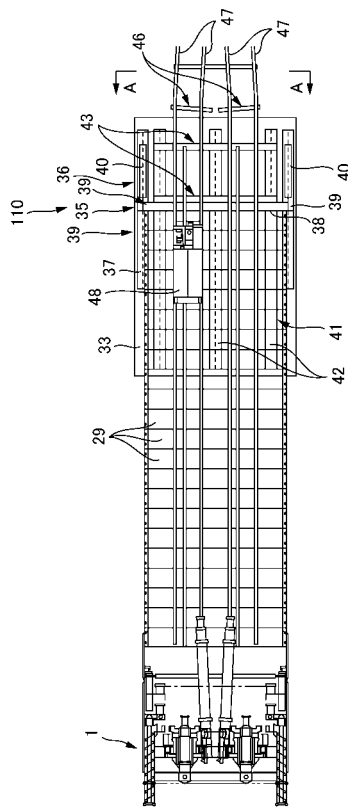
【図 1】



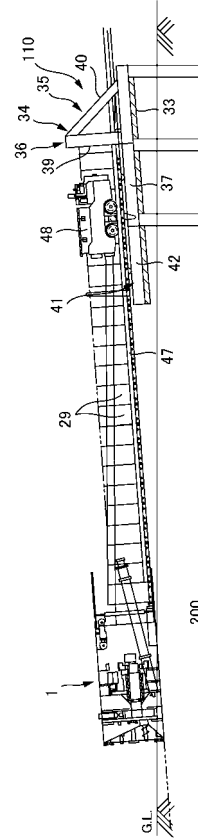
【図 2】



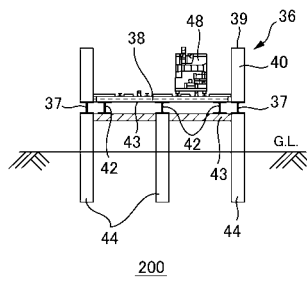
【図 3】



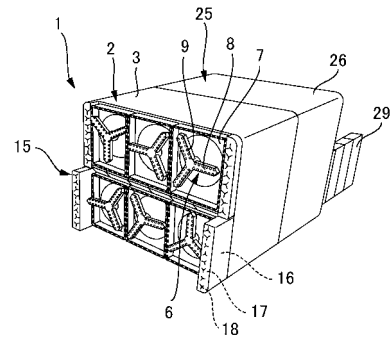
【図 4】



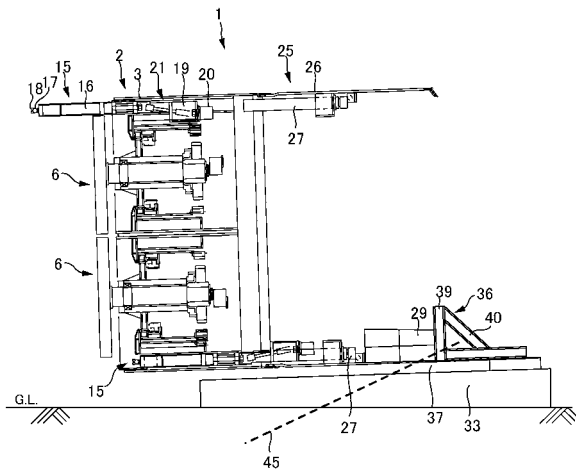
【図 5】



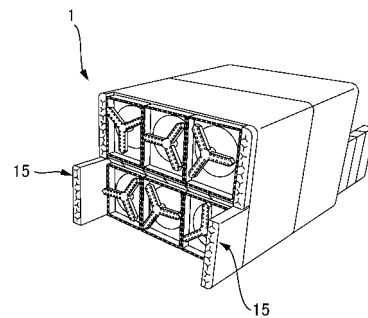
【図 7】



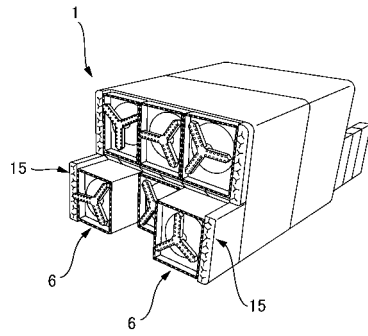
【図 6】



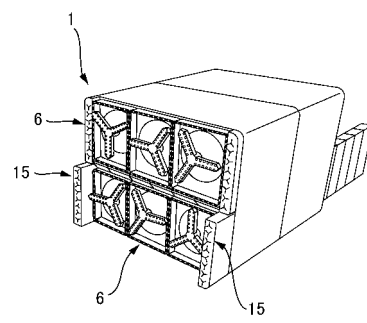
【図 8】



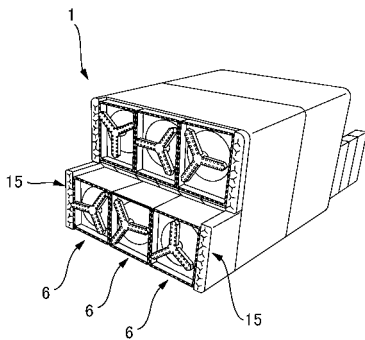
【図 9】



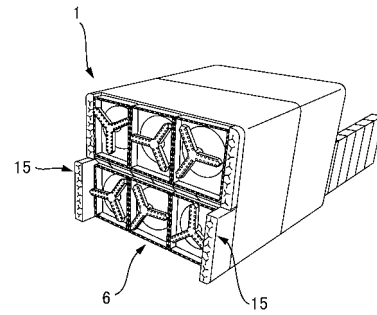
【図 11】



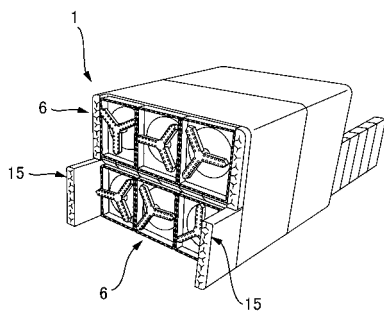
【図 10】



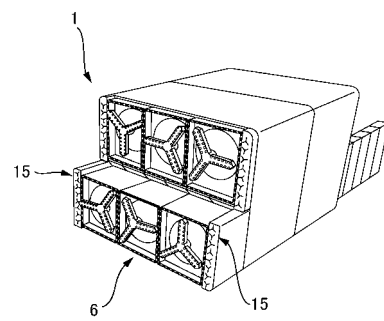
【図 12】



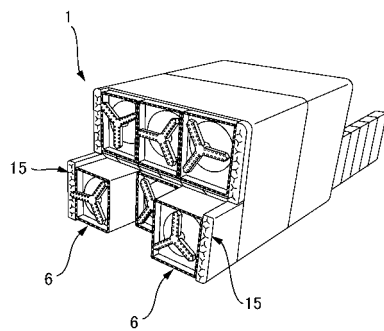
【図 13】



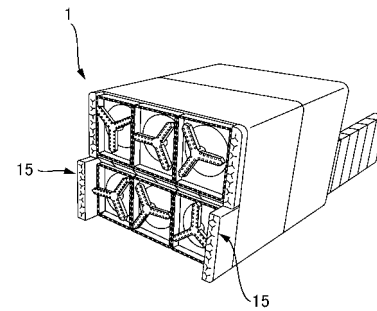
【図 15】



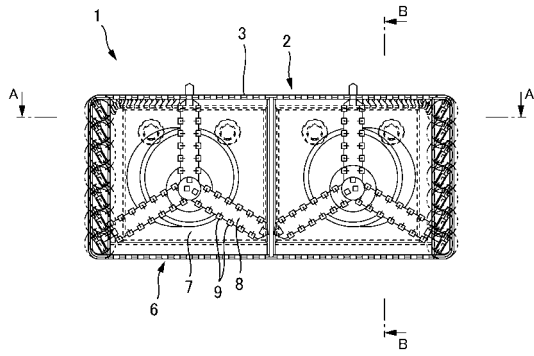
【図 14】



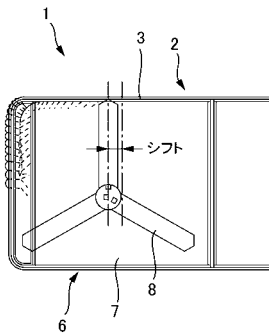
【図 16】



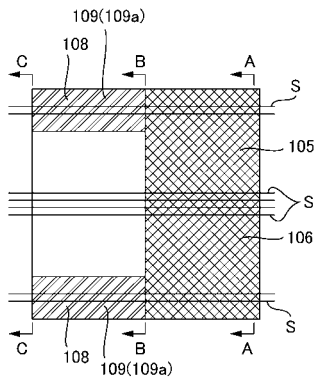
【図 17】



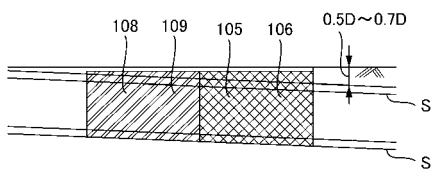
【図 18】



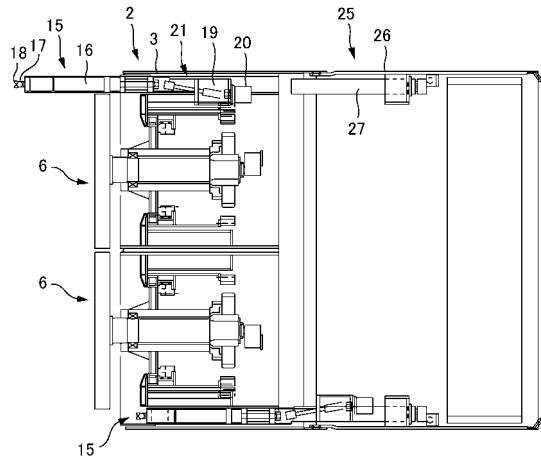
【図 21】



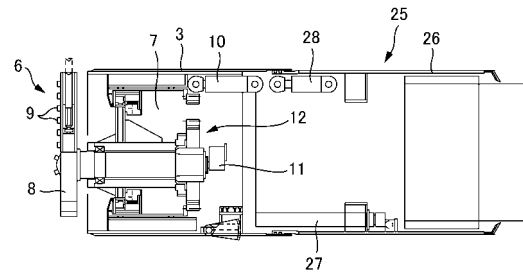
【図 22】



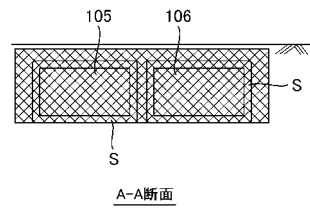
【図 19】



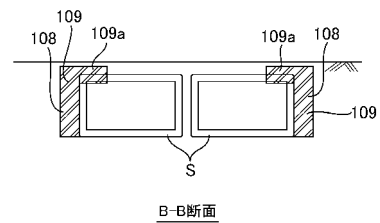
【図 20】



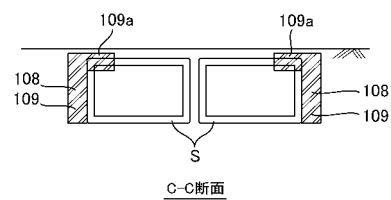
【図 23】



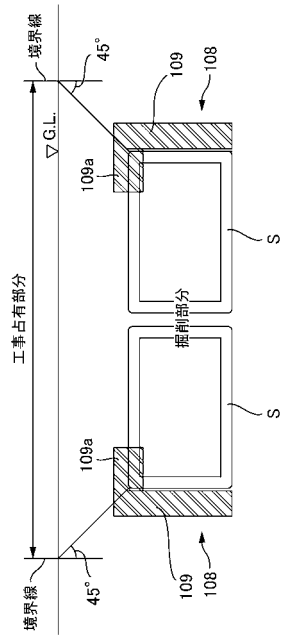
【図 24】



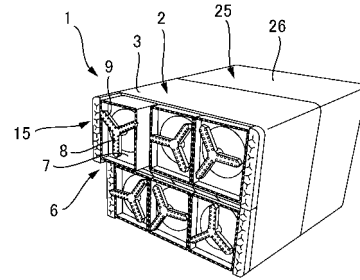
【図 25】



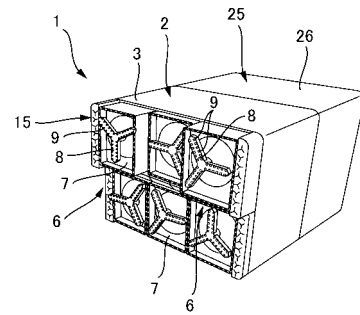
【図 26】



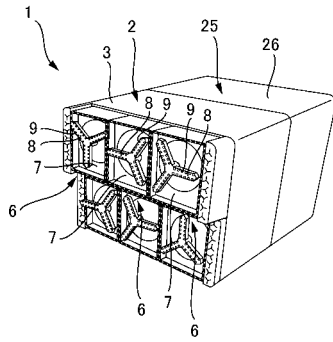
【図 27】



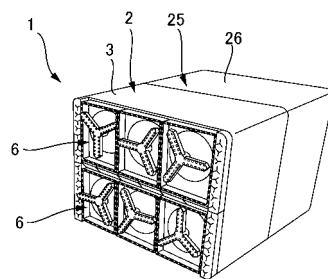
【図 28】



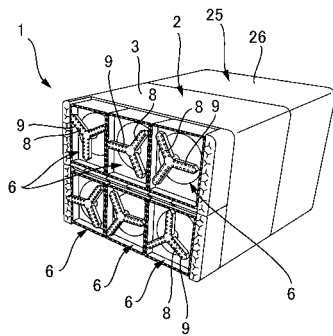
【図 29】



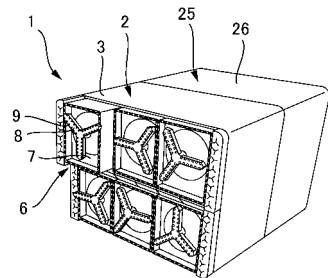
【図 31】



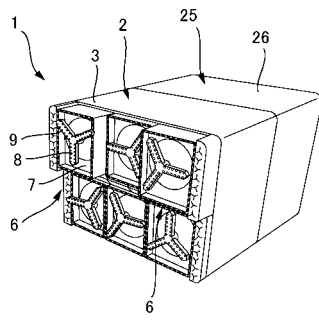
【図 30】



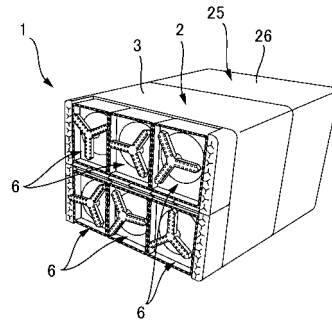
【図 32】



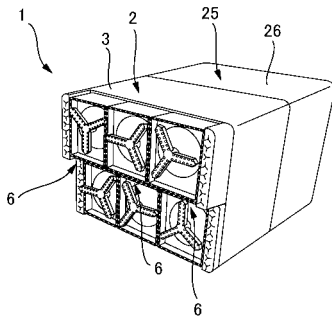
【図 3 3】



【図 3 5】



【図 3 4】



【図 3 6】

1	3	2
4	4	4

(a)

1	2	1
3	3	3

(b)

【図 3 7】

1	4	3	4	2
5	6	5	6	5

(a)

1	2	1	2	1
3	4	3	4	3

(b)

【図 3 8】

1	3	2
4	6	4
5	6	5

(a)

1	2	1
3	3	3
4	4	4

(b)

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願2004-197172(P2004-197172)

(32)優先日 平成16年7月2日(2004.7.2)

(33)優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

(72)発明者 阪本 公明

東京都港区港南2丁目15番2号 株式会社大林組東京本社内

(72)発明者 羽立 征治

東京都港区港南2丁目15番2号 株式会社大林組東京本社内

(72)発明者 吉田 公宏

東京都港区港南2丁目15番2号 株式会社大林組東京本社内

(72)発明者 井上 貞文

東京都港区港南2丁目15番2号 株式会社大林組東京本社内

(72)発明者 井澤 昌佳

東京都港区港南2丁目15番2号 株式会社大林組東京本社内

審査官 田畑 覚士

(56)参考文献 特開2004-108094(JP, A)

特開昭60-184196(JP, A)

特開平02-016291(JP, A)

特開平02-269295(JP, A)

特開平07-071049(JP, A)

特開平04-030094(JP, A)

特開2005-105695(JP, A)

特開2004-316115(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E21D 9/06