

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6239686号
(P6239686)

(45) 発行日 平成29年11月29日(2017.11.29)

(24) 登録日 平成29年11月10日(2017.11.10)

(51) Int.Cl.			F I		
E 2 1 D	7/02	(2006.01)	E 2 1 D	7/02	
E 2 1 F	13/00	(2006.01)	E 2 1 F	13/00	
E 2 1 D	11/40	(2006.01)	E 2 1 D	11/40	C
B 6 6 B	7/02	(2006.01)	B 6 6 B	7/02	C
B 6 6 B	9/08	(2006.01)	B 6 6 B	9/08	G

請求項の数 8 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2016-95403 (P2016-95403)	(73) 特許権者	515069392 本清鋼材株式会社 千葉県松戸市上本郷4564
(22) 出願日	平成28年5月11日(2016.5.11)	(73) 特許権者	592086880 丸栄コンクリート工業株式会社 岐阜県羽島市福寿町間島1518番地
(65) 公開番号	特開2017-203294 (P2017-203294A)	(73) 特許権者	515256729 ゲートアップ合同会社 東京都品川区南大井6丁目19番4-802
(43) 公開日	平成29年11月16日(2017.11.16)	(74) 代理人	110000062 特許業務法人第一国際特許事務所
審査請求日	平成28年7月11日(2016.7.11)	(72) 発明者	星野 明夫 千葉県松戸市上本郷4564 本清鋼材株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トンネルの立坑内部構造の構築部材、工用リフト及び資材搬送台車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シールドトンネルの立坑の内部構造を構築する構築部材であって、
平面視で井形状構造であるプレキャスト部材を当該構築部材の鉛直方向の一層とし、
前記プレキャスト部材は、同一水平面上で前記立坑の内壁面の近傍に矩形対角に設けた
4点の交差部と、隣り合う前記交差部を同一水平面内で直交して接続する水平材と、前記
交差部それぞれを鉛直方向に隣り合う対応する交差部それぞれと鉛直方向に接続するた
めに少なくとも自らの上端または下端のいずれかが前記交差部と嵌合する柱材と、前記交
差部と前記内壁面に設けた接続部それぞれとを個別に接続する接続材とから構成され、前記
井形状構造の長辺方向の前記水平材の方向を前記シールドトンネルの軸方向に概ね合致さ
せ、

当該構築部材は、前記プレキャスト部材を前記柱材により鉛直方向に隣り合う前記交
差部を連結して複数積層した重層構造である
 ことを特徴とする立坑内部構造の構築部材。

【請求項2】

請求項1に記載の立坑内部構造の構築部材であって、
 前記交差部として配備した交差部材は、前記柱材と一体化した状態で鉛直方向に隣り合
 う別の交差部材と嵌合により接続する構造である
 ことを特徴とする立坑内部構造の構築部材。

【請求項3】

請求項 1 に記載の立坑内部構造の構築部材であって、
前記交差部として配備した交差部材は、前記水平材と一体化した状態で、鉛直方向上下の前記柱材と嵌合により接続する構造を有し、前記 4 点の交差部への配備により少なくとも矩形状を構成することを特徴とする立坑内部構造の構築部材。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の立坑内部構造の構築部材であって、
前記接続材は、前記柱材の位置と前記内壁面との離隔を調整可能にすることを特徴とする立坑内部構造の構築部材。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の立坑内部構造の構築部材であって、
前記柱材は、自らの内部にコンクリート充填を可能にする中空構造であることを特徴とする立坑内部構造の構築部材。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の立坑内部構造の構築部材であって、
前記内壁面又は前記トンネルの直上に突出する框部から、前記交差部として配備した交差部材及び前記柱材と接続して当該交差部材及び当該柱材を支持する斜材を有することを特徴とする立坑内部構造の構築部材。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の立坑内部構造の構築部材に設置する工事用リフトであって、
直方体のケージと、釣り合い錘と、前記ケージと前記釣り合い錘の昇降を案内するガイドと、前記昇降を行う複数の巻き上げ機とを備え、
前記ケージは、当該ケージの短辺側でかつ前記トンネルの断面側の、少なくとも 1 方の側面に設けた開閉口を有し、前記ケージと前記釣り合い錘は、前記柱材にて支持され、
前記ガイドは、前記水平材の前記 4 点の交差部の内側に取り付けられ、
前記複数の巻き上げ機は、前記重層構造の地上部分に設置されることを特徴とする工事用リフト。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の工事用リフトにより運搬された資材を搬送する資材搬送台車であって、
I C タグリーダ及び無線機を搭載し、前記 I C タグリーダが前記資材に付帯させた I C タグ及び前記資材を搬送する範囲内の特定箇所や特定距離程に設けた I C タグから読み取った情報を前記無線機により管理用コンピュータに送信することを特徴とする資材搬送台車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、都市部等の大断面トンネルの、立坑内部構造の構築部材、工事用リフト及び資材搬送台車に関する。

【背景技術】

【0002】

道路や鉄道に使用される、大断面トンネルの、立坑・シールドの工事手順は、まず、矩形や円形の土留め壁及び立坑躯体を築造し、発進及び到達の立坑とする。続いて、この立坑工事の終了後、大型クレーンを使って、発進立坑の底部にて、所定の架台上に分割したシールド機を一体に組立てる。次に、シールド機の、動力・制御設備（以下、「後続設備」という）、掘削土搬出設備及び資機材搬送設備を地上ヤードに整備し、続いて、予め設けた発進立坑のエントランスよりシールド機を土中に貫入、発進させる。

【0003】

このような、シールド機の初期段階の掘進（以下、「初期掘進」という）後、後続設備

10

20

30

40

50

を、そのスペースがシールド機後方のトンネル坑内に確保できる段階で、ここに移動する。一方で、地上には、掘削土搬出設備、資機材搬送設備及び防音ハウスを再整備し、発進立坑には、覆工用セグメントの搬入に供するための工事用リフトなどを設置する。その上で、到達立坑へ本格的な掘進（以下、「本掘進」という）を開始する。

【0004】

到達後、シールド機及び後続設備を両立坑から解体搬出し、発進立坑の工事用リフトを撤去する。次いで、両立坑内部の空いたスペースに、立坑内部構築工事として、立坑内部に床版や柱を下方から上方へ順に型枠支保工を積み立てつつ構築し、コンクリート強度の発現後に型枠支保工を撤去する。そして、本設リフト及び換気設備などの本設設備を設置し、トンネル坑内設備の工事終了後、工事完了としていた。

10

【0005】

ここで、大断面のシールド機の組立ての場合、総重量は3000tfに及ぶ。これに付随する後続設備、工事用リフトなどの資機材搬送設備の規模も大きく、それらを整備するには通常1年程度の工期を要する。その後、初期掘進に半年程度、本掘進に数年を要し到達する。到達後にも工事完了までには、工事用リフトなどの資機材搬送設備を撤去の上、本設リフトや換気設備の設置を含む立坑内部構築工事、トンネル坑内設備工事などに数年を要する。このように、大断面の場合、工期の長期化が常であった。

【0006】

また、都市部の騒音対策上必須の道路などに設置する、立坑・シールド工事の作業帯に設ける防音ハウスは、この屋根に障害する大型クレーンが、シールド機組立後に不要になった後に、設置する。そして、昼夜間に及ぶ本掘進が終了しシールド機の到達以降に、防音ハウスが必要なくなるので解体し、工事終了後、作業帯を撤去し道路を解放する。

20

【0007】

したがって、工期の長期化は、作業帯占有による渋滞などによる都市機能の低下を深刻化させる。上述のような深刻な事態となるのは、シールド掘進工事（初期掘進及び本掘進）、立坑内部構築工事やトンネル坑内設備工事を同時並行で行える工期短縮の方法が見出されていないことに起因する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平7-71197号公報

【特許文献2】特開昭57-38283号公報

30

【0009】

特許文献1には、立坑セグメント搬送装置として、パレットに載せたセグメントを地上より立坑下方へ搬送するリフトが示されている。

【0010】

特許文献2には、一般的な工事用リフトとして、上端に巻き上げ機を配し、下方に釣り合い錘及びケージを配する構成が示されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0011】

ここで、特許文献1に記載の立坑セグメント搬送装置は、セグメントを地上でフォークリフトにてパレットに積み込めば、機械的に立坑底部へ搬送でき、その点では効率がよい。しかし、セグメント搬送に特化され、作業員はもとより他の配管材などを搬送できず、利便性が悪かった。一方、特許文献2などに示される一般的な工事用リフトを活用する場合は、セグメント以外に、他の配管材など多目的に活用できるため、利便性はよいが、積み込み、積み替えに関しては機械化されておらず、効率はさらに悪化する。いずれにしても、立坑・シールドの工事に対して、従来の工事用リフトの技術は十分ではない。

【0012】

そもそも、立坑内部構造においては、一般に床版や柱を下方から上方へ順に型枠支保工

50

を積み立てつつ構築するので、トンネル坑内への物流を途絶する。したがって、立坑内部構築工事後に設置する本設リフトは、シールド掘進工事やトンネル坑内設備工事には使えないため、別途、工事用リフトやこれを支持する仮設支柱が必要となり無駄であった。

何よりも物流途絶の問題から、立坑内部構築工事とシールド掘進工事やトンネル坑内設備工事とを同時並行で行える方法がなく、工期を大きく遅延させていたのが実状であった。

【0013】

以上に、従来技術の工事用リフトや立坑内部構造に関する問題点を詳述したが、以下にこれを整理する。

1) 従来の立坑セグメント搬送装置は、セグメント搬送に特化したもので、掘進に必要な他の配管材やレール材、さらに作業員などを搬送できず、利便性に欠けるものであった。

10

【0014】

2) 一般的な工事用リフトは、セグメントの積み込みや積み替えに関して機械化しておらず、効率を悪化させていた。

【0015】

3) 工事用リフトは、初期掘進としてシールド機が立坑底部から発進して、そのスペースが空いた後に設置され、シールド機の到達後、立坑内部構築工事を開始する前に撤去し、立坑のスペースを空けていた。そのため、設置・撤去が工期のクリティカルパスに入り、工期遅延の原因であった。

20

【0016】

4) 立坑内部構築工事においては、一般に、床版や柱を下方から上方へ順に型枠支保工を積み立てつつ構築するので、トンネル坑内への物流が途絶し、これとシールド掘進工事やトンネル坑内設備工事との並行作業ができず、工期遅延の原因であった。

【0017】

5) 工事用リフトはあくまで仮設であり、立坑内部構築工事の一部先行を前提とする本設のリフトの先行活用は、その構築に伴いシールド掘進工事の物流を途絶させることから、両者を兼ねることはできず不経済であった。

【0018】

6) 工事用リフトは、そのガイドの支持の利便から、多くは立坑内壁面に接して設置されることから、立坑内壁面とトンネル坑内中央側の軌条とのセグメントの受け渡しに距離が出るので、その受け渡しの分、別途機械設備が必要となり、物流の効率低下を招いた。

30

【0019】

7) 立坑内部構造は、鉛直に配する支保工や足場に、工期及び工費がかかる。そのため、プレキャスト化が求められるところ、プレキャスト化の場合には部材は大重量となり、クレーンは大型化するため、クレーンブームやクレーンが防音ハウスの屋根やその他資機材搬送設備や掘進設備の障害となり、採用を困難にしていた。

【0020】

8) 立坑内部構造は、プレキャスト化しつつ、シールド掘進工事と並行に構築をして、工期短縮を図ろうにも、立坑に設置される資機材搬送設備やシールド掘進設備に支障することのない構造や手順が提供されていないのが実状であった。

40

【0021】

9) 立坑内部構造は、シールド機組立や初期掘進段階であれば、立坑底部以外はスペースが空いているので、構築できれば工期は短縮するが、荷重を支持する柱材はシールド機と障害するので、実際には工法として成立しなかった。

【0022】

10) 立坑内部構築工事と、シールド掘進工事やトンネル坑内設備工事とを同時並行できる工事用リフトは、物流を途絶させない立坑内部構造や組立手順がないため成立せず、工期遅延が常態化していた。

【0023】

さらに、シールド掘進工事に供せられる資機材搬送設備や工事用リフトには、以下の問

50

題点がある。

1 1) 各資材の時系列の所在や状況を、コンピュータ通信を用いて、長いトンネル坑内隅々に至るまで記録及び確認できる物流管理のシステム及び設備がない。そのため、誤搬送の防止や欠品補充の効率性に欠ける。

【0024】

1 2) 地上ヤードから長いトンネル坑内隅々に至る、資機材の受け渡しを不要とするシームレスな物流設備がない。そのため、効率性に欠ける。

【0025】

1 3) コンクリート二次製品であるセグメントは重量が重く、それを効率的かつ安定して坑内へ運搬するに際し、工事用リフトは揺れが大きく、積み替えのタイムロスや損傷も多い。そのため、効率性、安定性に欠ける。

10

【課題を解決するための手段】

【0026】

上述の課題を解決するために、本発明に係るトンネルの立坑内部構造の構築部材は、トンネルの軸方向と自らの1方向が合致し、同一水平面上で立坑の内壁面近傍に矩形対角に設けた4点の交差部と、隣り合う交差部を直交して接続する水平材と、交差部それぞれを鉛直方向に隣り合う層の対応する交差部それぞれと鉛直に接続する柱材と、交差部と内壁面に設けた接続部それぞれとを個別に接続する接続材とから構成される、平面視で少なくとも井形状構造のプレキャスト部材から成る構築部材を一層とし、柱材による鉛直方向に隣り合う層との連結により当該構築部材を複数積層した重層構造であることを特徴とする。

20

また、前記接続材は、柱材の位置と立坑の内壁面との離隔を調整可能にする。さらに、立坑の内壁面又はトンネルの直上に突出する框部から、上面に位置する最下層の交差部として配備した交差部材及び柱材と接続して該交差部材及び該柱材を支持する斜材を有する。

【発明の効果】

【0027】

本発明によれば、工事用リフトは、ケージ昇降用のガイドが、井形状構造体の内部において水平材に保持され、この水平材を支持する柱材は、初期掘進の段階で、框上面より斜材によって支持しつつ、同ガイドをシールド機発進後、下方の立坑底部へ延伸する。本発明に係る工事用リフトにより、以下の作用効果を奏することができる。

30

【0028】

ア 本設リフトとして先行設置できるため、シールド機の到達後、立坑内部構築において撤去が不要となり引き続き活用ができることにより、仮設リフトを不用とし、工期と工費の縮減が図れる。

【0029】

イ 立坑内部構築工事として、前半には、柱材及び水平材を初期掘進時に併せて設置でき、後半には、本設の床や階段及び換気設備を、到達後において井形外部のシールド掘進工事のための動力線や配管類などを撤去すれば、トンネル坑内設備工事の物流に支障なく設置できるため、他工事の支障とならない。

【0030】

40

ウ シールド掘進工事に留まらず、立坑内部構築工事とトンネル坑内設備工事の物流も、常に途絶させず、工事全体を効率化する。

【0031】

エ ケージ昇降用のガイドを、立坑の内壁面に接することなく、井形内部にて水平材に取り付けるので、ここを昇降するケージ内の軌条が、トンネル坑内の中央付近の軌条に直接降下・接続できる。それにより、ケージ内のセグメント台車は、そのままトンネル坑内の軌条に入線することができるため、従来同ガイドが立坑内壁面に接する場合に必要となるセグメントの受け渡しの設備や作業を省くことができ、サイクルタイムが短縮する。

【0032】

オ 地上ヤードにおいて、トンネル坑内と同様に、トンネルの軸方向に軌条を配するので

50

、ケージ内部の台車はそのまま、短辺の開閉口から軸方向に双方の軌条に入線できる。これにより、地上から掘進に必要な他の配管材やレール材も、トンネル坑内にシームレスに入線できるため、物流効率の向上が図れる。

【0033】

カ ケージ昇降用のガイドを保持する仮設支柱や仮設ブラケットが不要となり、コストダウンが図れる。

【0034】

キ 工事用リフトは専用搬送装置でないことから、台車の積載がない場合には、タイヤ車両や作業員の搬送も可能となる。また、トンネル坑内において、床版下方をセグメント台車の搬送路とし、床版上方をP c a床版の搬送路とし、ケージを両2階層に停止させれば、両資材を効率よく搬送できる。

10

【0035】

ク セグメント台車を積載したケージは大重量であるところ、ケージ、釣り合い錘を受ける滑車及び巻き上げ機の重量を、堅牢な井形状構造体の水平材を通じて柱材で安定して支持できるため、揺れを抑制し昇降をスムーズにできる。

【0036】

ケ 工事用リフトの運転に際して、ケージレベルの水平性や昇降速度を計測管理しつつ、複数の巻き上げ機を同調制御するので、異常な振動や傾斜などを抑止しつつ、高速運転できる。

【0037】

次に、本発明に係る立坑内部構造は、プレキャスト部材を組み立てるものとし、交差部材で交差する、井形状の構築部材の重層構造であり、交差部材において、鉛直間は柱材で連結、水平間は水平材で連結、柱材の下方で框上面の斜材に支持し、交差部材と立坑内壁面は接続材にて離隔を調整しつつ接続・保持される。これにより、以下の作用効果を奏することができる。

20

【0038】

コ プレキャスト化により立坑底部より順に組み立てる型枠支保工は不用となり、構築時、トンネル坑内への物流は途絶しない。そのため、並行して施工するシールド掘進工事、トンネル坑内設備工事を遅延させない。

【0039】

サ 斜材を設置することにより、初期掘進の段階に、立坑底部で分割したシールド機を組立てていても、これにプレキャスト部材の組立は支障しない。そのため、シールド機組立用の大型クレーンにて引き続き効率よく、これらプレキャスト部材を組み立てることができ、新たな大型クレーンを必要とせず、工期及び工費の低減が図れる。

30

【0040】

シ 斜材の機能により、立坑内部構造のプレキャスト部材は、シールド機組立以降の初期掘進中の組立とできるので、1台の大型クレーンを兼用でき、クレーンブームの防音ハウスの屋根に障害する問題は、防音ハウスを初期掘進中に壁のみ先行設置して最小限の遮音を実現し、残る屋根は、本掘進の本格的な昼夜の騒音発生前に大型クレーンを撤去して設置すれば、これ以降完全遮音できる。これにより、周辺に騒音を波及させることなく、スムーズに全体の工期短縮が図れる。

40

【0041】

ス 斜材は、その部材特性により、立坑内壁面と框上面の交差付近より上方の柱材に斜め内側に、柱荷重に対して圧縮材として配置してもよい。また、斜材は、任意の層の水平材及び柱材の交差部からその上方の立坑内壁面の接続材の接続部に斜め外側に引っ張り材として配置してもよい。これにより、プレキャスト部材の構成を自在に選定できる。

【0042】

セ 昼間作業の機械調整が主となる初期掘進中に、斜材を利用した立坑内部構造のプレキャスト部材の大半を夜間作業にてその上方に構築する。その後、シールド機が土中に貫入発進すれば、立坑底部の空いたスペースに最下方の柱をリフトのガイドとともに延伸する

50

ので、本掘進時には必要なセグメントなどの物流経路を速やかにリフトにて確保でき、無駄なく全体の工期短縮が図れる。

【0043】

ソ 柱材は、中空のプレキャスト材の構造とし、また、シールド機発進以降に、最下方の柱材を立坑底部へ延伸し、内部に軸圧縮力に耐荷性の高いコンクリートを充填して、最終的に斜材を撤去し受け替える。これにより、仮設系では、軽量な中空のプレキャスト材を短期間で組立てられ、完成系では、さらに大重量の設備荷重に耐え得る構造にすることができる。

【0044】

タ 交差部材は、6方（水平前後左右及び鉛直上下）で各部材を分断できるから、各プレキャスト材は細分化し、クレーン能力上の揚重不能や、公道運搬上の運搬不能の場合の問題を解決する。また逆に、支障のない限りまで一体化できるから、架設や運搬の効率を最大化できる。

10

【0045】

チ 交差部材は、6方（水平前後左右及び鉛直上下）で各部材を自在に分断できるから、架設時に、柱材と立坑内壁面との離隔を微調整できる2方の接続材を予め一体化して架設すれば、この平面位置を精度よく効率的に固定できる。併せて設置する水平材には、シールド掘進工事のための動力線や配管類、ベルトコンベヤー、昇降階段などが即座に設置できる。よって、これらプレキャスト部材の組立は、初期掘進の工程に遅延を生じさせない。

20

【0046】

ツ 架設時に、予め地上ヤードで、大型クレーンによって、少なくとも交差部材、水平材を矩形に水平に一体化し、架設済の4本の柱材に嵌合する形で一体架設すれば、さらに初期掘進の工程を短縮できる。一方で、

【0047】

テ 補強材としてさらに、交差部の取り合いに火打ち材や、水平材取り合いに新たな柱材を入れれば全体の剛性を著しく向上できる。また予め、床や階段を水平材に取り付ければ、立坑内部構築工事を簡略化でき工期を短縮できる。

【0048】

ト 水平材は、トンネルの軸方向と一方向が合致するから、組み立て途上に、井形外部にシールド掘進工事のための動力線や配管類、ベルトコンベヤー、昇降階段などを即座に設置でき、井形内部にはリフトと材料搬入開口が設置でき、設備上不都合はない。よって、初期掘進及び本掘進を効率化すると共に、このことは矩形又は円形の立坑形状を選ばない。

30

【0049】

ナ 井形状の構築部材を全てメタルで構成すれば、その軽量ゆえに、重層の一括架設などにより、施工を高速化する。

【0050】

ニ 井形状の構築部材を構成するトンネル横断方向の水平材について、立坑底部の坑内物流を遮断する新たな柱材を補強材として配置できないため、仮設時には軽量の鋼材を配し、到達後の完成段階には、この鋼材を外包するよう配筋の上、安価な現場打のポストテンション方式のプレストレストコンクリート構造として構成する。これによれば、桁剛性を増大できるので、フルメタルに比べさらに材料費用を減じることができる。

40

【0051】

ヌ 井形状の構築部材を初期掘進時に先行して構築することから、シールド掘進工事で通常必要となる動力線や配管類、ベルトコンベヤー、昇降階段などのための仮設ステージや仮設ブラケットを代替でき、この分の工費を縮減できる。

【0052】

ネ 接続材は、立坑内壁面の接続部に予め内壁にアンカー固定する概箱断面の受け材に、接続材側から突出するアンカーをモルタル定着にて接合するので、柱材の位置と立坑の内

50

壁面との離隔を自在に調整可能にする。よって、立坑躯体の内壁面の施工精度が悪くても、立坑内部構造体を精度よく設置できる。

【0053】

ノ 接続材は、2方向にて、立坑内壁面に予め固定する受け材との仮ボルトにて、柱材の位置を調整するから、架設の効率がよい。

【0054】

ハ 接続部は、接続材と受け材を一体化するアンカーの径や本数、モルタル強度などにより、自在に剛性を変更でき、設計の自由度を拡大する。

【0055】

ヒ 接続部は、接続材と受け材を一体化するアンカーを定着するモルタル部を地震振動に対し局部破損するように構成することにより、耐震性を高めつつ、立坑躯体の損壊を防止でき、損壊復旧のコストを最小化できる。

10

【0056】

さらに、本発明に係る資材搬送については、軌条を、ケージ内部、地上ヤード及び坑内においてトンネル軸方向に敷設し、資材搬送台車にICタグリーダを搭載し、各資材にはその内容を、また、搬送箇所各位置や各距離程にはその位置を示すICタグを設置する。そして、資材搬送台車に搭載したICタグリーダによりこれらICタグを読み取り、時系列に遠隔集中管理することにより、以下の作用効果を奏することができる。

【0057】

フ トンネル隅々へ行き渡るシームレスな軌条上に存在する各資材に対して、時系列の所在や状況を遠隔集中管理できるので、誤搬送を防止し、欠品補充の効率が向上する。

20

【0058】

ヘ ICタグを、各作業員のヘルメットなどにも同様に具備すれば、労務、安全管理の精度を向上できる。

【0059】

ホ シールド掘進工事、立坑内部構築工事及びトンネル坑内設備工事に至る工事全体の物品管理や品質管理に対して、その効率と精度の向上が図れる。

【0060】

マ 立坑上部の地上ヤードに敷設される軌条は、堅牢な井形状構造体の水平材を通じて柱材で安定して支持できるため、別途立坑上部に橋梁は不用となり、構造上安定性が高い。

30

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】図1は、工事用リフトの構造の概観をトンネルの横断面（幅）方向から示す図である。

【図2】図2は、図1の機械室近傍の構造及びトンネル近傍の構造を拡大した図である。

【図3】図3は、工事用リフトの構造の概観をトンネルの縦断面（長手）方向から示す図である。

【図4】図4は、図3の機械室近傍の構造及びトンネル近傍の構造を拡大した図である。

【図5】図5は、工事用リフトの立坑内における鉛直方向の各位置での断面を示す図である。

40

【図6】図6は、立坑をトンネルの掘削位置まで掘り下げて基本形状を形成した時点を示す図である。

【図7】図7は、シールド機をトンネルの掘削位置まで搬入させた時点を示す図である。

【図8】図8は、立坑躯体に第1層目の井形状構造体を設けた時点を示す図である。

【図9】図9は、立坑躯体の框上面より上部に立坑内部構造体を構築した時点を示す図である。

【図10】図10は、立坑底部に残る立坑構造体の構築を開始した時点を示す図である。

【図11】図11は、立坑の内部構造体が完成し、工事用リフトが設置されてセグメント台車が立坑の底部まで降ろされた時点を示す図である。

【図12】図12は、ケージにより立坑の底部に降ろされたセグメント台車が資材搬送台

50

車に接続された様子を示す平面図である。

【図 1 3】図 1 3 は、斜材を、引っ張り材として作用する形態で配置する場合を示す図である。

【図 1 4】図 1 4 は、交差部材と柱材との嵌合の手順を示す図である。

【図 1 5】図 1 5 は、接続材を立坑内壁面と柱材との離隔を微調整しつつ設置する手順を示す図である。

【図 1 6】図 1 6 は、中空のプレキャスト柱材の構造を示す図である。

【図 1 7】図 1 7 は、中空のプレキャスト柱材の場合の嵌合の手順を示す図である。

【図 1 8】図 1 8 は、立坑の底部から井形状構造体を構築する工程（ステップ d～ステップ f）を示す図である。

10

【図 1 9】図 1 9 は、立坑の底部から井形状構造体を構築する工程（ステップ g～ステップ i）を示す図である。

【図 2 0】図 2 0 は、立坑・シールド工事の工程例を線表で示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0062】

本発明を実施するための形態として、以下図面を参照しながら、本発明に係る実施例を説明する。すなわち、立坑内部構造の好適な例、立坑内部構築工事とシールド掘進工事やトンネル坑内設備工事とを同時並行する例等について説明する。

【実施例 1】

【0063】

20

(1) 工事用リフト

図 1 は、立坑内部に設けた工事用リフトの構造の概観をトンネルの横断面（幅）方向から示す図である。図 2 は、図 1 の地上の機械室 4 近傍の構造（上図）およびケージ 1 を含むトンネル近傍の構造（下図）を拡大した図である。

【0064】

工事用リフトは、立坑内の地上からトンネルまでの間で、ケージ 1 及びその重量との釣り合いをとるための釣り合い錘 2 を昇降させる装置である。この昇降用の巻き上げ機 3 は、複数台から成り、立坑直上に設置した機械室 4 上部に材柱に支持させて設置される。運転に際しては、ケージレベルの水平性や昇降速度を計測管理しつつ、複数の巻き上げ機 3 を同調制御する。

30

【0065】

立坑は、図 2 に示すように、水平材 6 及びこの水平材 6 を支持する鉛直方向の柱材 5 とから構成される井形状構造体によって形成される。なお、この柱材 5 は、最終的にはトンネル位置まで形成されるところ、初期掘進時にシールド機が発進する前の段階では、框上面より斜材によって支持される構造である。この点については後述する。

【0066】

工事用リフトの昇降用ガイドは、上述の井形状構造体の内部において水平材に保持される。また、工事用リフトの設置位置としては、ケージ 1 の背面（開閉口対面）がトンネルの横断方向の一端面に位置するように設置する。

【0067】

40

図 3 は、立坑内部に設けた工事用リフトの構造の概観をトンネルの縦断面（長手）方向から示す図である。図 4 は、図 3 の地上の機械室 4 近傍の構造（上図）およびケージを含むトンネル近傍の構造（下図）を拡大した図である。

【0068】

地上側で資材搬送台車 9 により搬送されたセグメント台車 1 1 は、ユニット単位（図では、2 台で 1 ユニット）でケージ 1 に搬入され、ケージ 1 は巻き上げ機 3 によってトンネル位置まで降下される。セグメント台車 1 1 は、トンネル位置に到達すると、トンネル内を搬送させる別の資材搬送台車 9 に連結され、トンネル内を移動する。

【0069】

図 5 は、工事用リフトの立坑内における鉛直方向の各位置での断面を示す図（平面図）

50

で、例えば、図4に示す矢印断面の平面図である。図5(a)は、機械室4内で巻き上げ機3の設置位置での平面図、図5(b)は、立坑内の一断面の平面図、図5(c)は、トンネル位置にあるケージ1が何も載せていない時の平面図、図5(d)は、トンネル位置にあるケージ1がセグメント台車11を載せ資材搬送台車9に連結されている時の平面図である。

【0070】

図5(a)～(c)に示すように、ケージ1と釣り合い錘2を、ワイヤーにより滑車を介して4点で直接接続する。複数の巻き上げ機3は、機械室4の上部に点対称に設置され(図5(a))、複数の巻き上げ機3から滑車を介して、ケージ1の上面に点対称にワイヤーを接続して昇降動力の伝達を行う。滑車に関しては、ケージ1と釣り合い錘2の重量を受けることになるところ、柱材5上部の機械室4に配置されるので、それら重量は、柱材5で安定して支持される。また、図5(b)に示すように、ケージ1と釣り合い錘2の昇降時のガイドとなるガイド8及びガイドフレーム7が、立坑の井形状構造体の内部に設置保持される。

10

【実施例2】

【0071】

(2) 立坑内部構造

立坑の内部構造として、立坑の生成から内部構造体の初期形成、工事用リフトの設置を経て最終的な内部構造体を形成するまでを、6つのステップに分けて順に説明する。

図6～図11は、立坑の内部構造構築までの過程をステップ1～6として示す図である。

20

図6は、ステップ1として、土留め壁の設置後、トンネルの掘削位置まで掘り下げた上で、立坑躯体の基本形状を形成した時点を示す図である。

【0072】

本発明に係る立坑は、後述する斜材をその上方に設置できる框上面を、立坑躯体の途中部分の所定高さの位置に設けることを特徴とする。立坑として、まず土留壁が、次いで立坑躯体が形成され、その際に框上面が形成される。ここで框上面は、水平でも傾斜でもよい。前者は構築が容易な反面、応力集中による脆弱不安があり、後者はその逆の特徴がある。また、図6のA断面平面図に示すように、トンネルの掘進を始めるためのエントランス開口が形成され、シールド機の貫入時の止水性能を確保し、切削し掘進することができる。框部以下がその上部に比べ壁厚が増大することで、エントランス開口の断面欠損に対し、構造壁の耐力低下を補う効果がある。他方、地上ヤードには、工事騒音を遮音するための防音壁が、周囲を一定程度の高さで作業帯を囲う形で設置される。

30

【0073】

図7は、ステップ2として、シールド機を搬入させた時点を示す図である。シールド機組立用の大型クレーンを地上ヤードに設置し、地上ヤードまで持ち込んだ分割したシールド機をこの大型クレーンを使用して立坑の底部のトンネルの掘削位置まで順次荷卸しをする。立坑の底部には架台を設け、その上に分割したシールド機が、大型クレーンによって一体に組立てつつ載置される。シールド機は、図7のB断面平面図に示すように、エントランス側にカタフェースを対向させて載置される。また、地上ヤードにおいては、防音壁に屋根をかけた防音ハウスを設置する。ただし、大型クレーンの稼働範囲及び期間は、クレーンブームの障害のため、屋根の一部に欠損を設けざるを得ないため、屋根を欠損させる壁部のみにより必要最小限の遮音を行う。

40

【0074】

図8は、ステップ3として、立坑躯体に第1層目の井形状構造体を設けた時点を示す図である。この第1層目として、立坑躯体の框上面から、図8のD断面平面図に示す配置構造を形成するために、交差部材22と結合した斜材24及び接続材23を矩形対角に設置する。設置手順としては、図8の右側中段に示すように、交差部材22と結合した斜材24及び接続材23を、斜材24を框上面に固定させつつ、框上方の、立坑躯体の内壁面に予め設けた2箇所接続部21の受け材と接続材23を接合することで、立坑躯体の内壁

50

面に固定し、これを矩形対角に4か所設置する。この設置形態では、斜材24は、柱荷重に圧縮材として作用するものである。他に、図13に示すように、斜材24を、引っ張り材として作用する形態で配置してもよい。この場合には、斜材24は、框部上面に配置する交差部材22から框上方の立坑内壁面の接続部21に対して斜め外側に引っ張り材として接続する。組成的には、圧縮に耐荷力のあるコンクリート製が、図8に示す斜材24に適し、座屈しやすく引っ張りに耐荷力のある鋼製が、図13に示す斜材24に適する。尚、接続材23は、立坑内壁面と柱材との離隔を微調整しつつ設置する。

【0075】

図15は、この設置の手順を3つのステップで示す図である（最下図に、受け部を有する受け材が、立坑内壁面の接続部21に予め内壁面にアンカー固定され、接続材23と接
10
合する様子を拡大して示す）。まず、ステップaで、接続材23の接続部21側に突出するアンカー筋を、概箱断面の受け材に挿入し、2方向の接続材23をそれぞれ、交差部材22側は溶接接合し、受け材側は受け部にて仮受けしつつ仮ボルトにて仮固定する。次に、ステップbで、4本の柱材5の芯の平面位置が設計位置に合うように、各柱材5に直交する2方向の接続材23において仮ボルトを緩めつつ位置調整し、再固定しながら、水平材6と交差部材22同士を溶接などにより接合する。この場合、各接続材23は、受け部で仮受けしつつ仮ボルトで仮固定されているから、クレーンの吊りフックより玉かけがはずされても、もはや脱落することはない。最後に、ステップcで、接続材23のアンカー筋の挿入を受ける概箱断面の受け材内部に、無収縮モルタルを充填しアンカー筋を定着し
20
、柱材5の芯の平面位置を本固定する。この際、受け部取り合いの開口部には、モルタル漏出を防止する型枠を組みつける。

【0076】

以上のように、接続材23の再固定を4隅に繰り返し行いつつ、水平材6によって交差部材22同士を縦横に接合して、最終的に接続材を受け材に本固定し、第1層目の井形状構造体を構築する（図8の右側中段）。

【0077】

また、一層の井形状構造体の強度を上げるために、この井形状構造体の隅角にさらに火打ち材を組み入れても、4本の柱材の中間に新たな柱材を組み入れてもよい。以上のように、斜材24を用いて立坑躯体の途中部分から井形状構造体を構築することが可能となり、従来の下方から型枠支保工を順に組み立てる工法を不用とし、立坑の底部からトンネル
30
坑内への物流が途絶することを回避できる。この斜材24の効果は、プレキャスト部材を立坑底部から組み上げる構造への適応の場合でも同様である。これにより、物流においては、初期掘削及び本掘進を効率化し、立坑内部構築工事は他工事と並行でき、全体工期を短縮する。

【0078】

図9は、ステップ4として、立坑躯体の框上面より上部に立坑内部構造体を構築した時点を示す図である。

第1層目から順に柱材5で以て上方に井形状構造体を積み上げていく要領で、立坑躯体の框上面より上部に立坑内部構造体を構築する。図9の右側中段に示すように、低い層の交差部材22の上部に結合した柱材5に次の層の交差部材22を結合し、接続材23によ
40
って立坑躯体の内壁面に設けた接続部21に仮固定する。それを4隅に行った後に、水平材6によって交差部材22同士を縦横に接合し、接続部21にて立坑内壁との離隔を最終調整の上再固定する。その後、接続部21で接続材23側のアンカー筋を接続部側の受け材内に無収縮モルタル充填し定着することで本固定して、次の層の井形状構造体を構築する。このプロセスを地上部分まで繰り返すことになる。交差部材22は、水平前後左右及び鉛直上下の6方向で各部材を分断するものであって、架設時に、柱材5に連結した上で立坑内周面へ接続材23をその離隔を微調整しつつ接続して、この平面位置を精度よく効率的に固定・保持する。

【0079】

ここで、予め地上ヤードで、大型クレーンにて、少なくとも交差部材及び水平材、を井
50

形に地上ヤードにて水平に一体化し、架設済の4本の柱材に嵌合する形で一体架設すれば、さらに作業効率は向上する。さらに、接続材も併せて井形に地上ヤードにて水平に一体化する場合は、架設時、接続材側に一体のアンカー筋が、概箱断面の受け材に対し障害しないよう、接続材側から分離しておき、架設後組み立てれば雑作はない。これらの場合、交差部材22は、架設時に水平材6及び接続材23に連結した上で、立坑内周面に予めアンカー固定する受け材へ接続材23をその離隔を微調整しつつ仮固定して、その後分離しておいたアンカー筋を接続材23と受け材に亘るよう組み立て、ここに無収縮モルタルを充填し定着することで、この平面位置を精度よく効率的に本固定する。

【0080】

図14に、交差部材22と柱材5との嵌合の手順を示す。交差部材22の柱材接合部分の下端部に凸形状の突起部分を、また上端部に凹形状の孔部分を設け、柱材5の交差部材22との接合部分の下端部に凸形状の突起部分（図示せず）を、また上端部に凹形状の孔部分を設け、双方を鉛直方向に嵌合する。また、柱材に対し、交差部材を工場製作段階で一体に形成することによっても、架設時の部材重量は増加する反面、嵌合箇所は半減しつつ、同様の効果が得られる。またこれらの場合、嵌合の凹凸を逆にしてもよい。

10

また、図9のF断面平面図には、その後に設置する工事用リフトのガイドフレーム7及びガイド8を設けた井形状構造体を示す。

【0081】

図10は、ステップ5として、シールド機がエントランスから掘進を始め前進した後に、立坑底部に残る立坑構造体の構築を開始した時点を示す図である。

20

図10のG断面平面図に示すように、シールド機が前進し立坑の底部が空くと、この底部からも井形状構造体を構築していき、立坑躯体の框上面より上部に既設した井形状構造体に連結することになる。この部分については、底部から框部へ組み上げても、框部から吊り下げつつ底部へ組み下げてもよい。

【0082】

また、この箇所の柱材5を中空のプレキャスト材の構造とし、初期掘進以降に、その内部に軸圧縮力に耐荷性の高いコンクリートを充填して、最終的には、斜材を撤去し受け替えるようにしてもよい。これにより、完成系では、さらに大重量の設備荷重に耐え得る構造にすることができる。

【0083】

図16は、中空のプレキャスト柱材の構造を示す図である。上下両端の接合部は、嵌合させるために、放射状に嵌合材を両端の接続リングに固定する。接合の際の手順としては、嵌合の上、平面位置及び高さを設計上の位置に調整後、上下の接続リングを溶接し接合する。

30

先の図14では、交差部材22と柱材5との嵌合の手順を示したが、図17に、柱材5が中空プレキャスト材の場合の嵌合の手順を示す。嵌合材と接続リングを使った嵌合の手順は、上述の図16の場合と同様である。

【0084】

次に、立坑の底部から井形状構造体を構築する工程（ステップd～ステップi）を、図18及び図19により説明する。図18に、ステップd～ステップfを、図19に、ステップg～ステップiを、それぞれ示す。

40

【0085】

まず、図18に示すステップdで、立坑の底部の柱位置に、予め下床に定着する鉄筋と接続リングを固定しておく。続く図18に示すステップeで、中空のプレキャスト柱材5を、立坑の底部の接続リングに、嵌合させつつはめ込み高さを調整し仮溶接する。続いてステップfで、2方向の接続材23で柱材5の立坑内壁面との離隔を調整しつつ、柱材5の各接続リング同士及び水平材6と交差部材22同士を溶接固定する（この手順は、図15による説明と同様）。

【0086】

図19に示すステップgでは、上述のステップd～ステップfの手順で、框取り合いの

50

段まで、各部材を固定する。次に、ステップ h で、接続リングの外側の縦鉄筋をラップ接続しフープ筋を配筋の上、中空部及び接続リングの外表面部に型枠を組みつけて高流動コンクリートを打設する。最後に、ステップ i で、高流動コンクリートの硬化後、残る最終接合の柱材 5 を上下に接合する。ここで、最終接合の柱材 5 は、配筋の上コンクリート打設する RC 構造としてもよく、またメタル構造によってもよい。前者は、軸方向の耐力に優れる反面、工程が遅延する。後者は、その逆の効果がある。

【0087】

図 11 は、ステップ 6 として、立坑の内部構造体が完成し、工事用リフトが設置されてセグメント台車 11 が立坑の底部まで降ろされた時点を示す図である。

上述のように、立坑の底部から構築開始した井形状構造体が、立坑躯体の框上面より上部に既設した井形状構造体に連結されて、立坑全体の内部構造体が完成すると、続いてガイドを設置の上、工事用リフトの据え付け設置を行う。その後には、地上ヤードの大型クレーンを撤去し、防音ハウスの屋根の欠損部を補完して防音ハウスを完成させる。

【0088】

また、地下のトンネル側では初期掘進から本掘進に移行し、トンネル内に軌条も敷設され、セグメント台車等の搬入が始まることになる。その際には、図 11 の I 断面図に示すように、ケージ 1 内に長辺方向に設けた軌条とトンネル内の軸方向の軌条及び地上ヤードの同方向の軌条とが接続されるように構成する。これにより、セグメントは、受け渡しの必要なしにセグメント台車に積載したままで、ケージ 1 の短辺の開閉口を經由し、地上ヤードからトンネル内にシームレスに運搬できる。

【0089】

ここで、ケージ 1 は、セグメント台車等の専用搬送装置とする必要はないことから、台車の積載がない場合には、タイヤ車両や作業員の搬送も可能となる。

さらに、図 20 に、実施例 1 及び実施例 2 に基づく、立坑・シールド工事の工程例を、線表で示す。図に示すとおり、本発明による工程は、従来工程に対して、立坑内部構築工事において、主にプレキャスト化と先行設置により、到達後の同工事期間を著しく短縮できる。

【実施例 3】

【0090】

(3) 資材搬送台車

図 12 は、ケージ 1 により立坑の底部に降ろされたセグメント台車 11 が資材搬送台車に連結された様子を示す平面図である。

上述のように、ケージ 1 内底面に設けた軌条と立坑の底部及びトンネル坑内に敷設する軌条とが直に接続できるように、立坑の底部及びトンネル坑内に敷設する軌条の構成（レイアウト）を工夫する。例えば、図 12 に示すように、立坑の底部及びトンネル坑内の軌条を構成することにより、ケージ 1 に載置したセグメント台車 11 を直接に資材搬送台車 9 に連結させて輸送することができる。ここで、ケージ 1 内底面に設ける軌条に代替し、例えば、両側の内壁面もしくは天井面に概ビームの軌条を配し、ここにセグメント台車 11 がローラーを介しガイドを受けるような軌条構成にしても同様の効果が得られる（図示せず）。前者は、設備構成が簡易な反面、床面の軌条がタイヤ車両運搬の際の支障となり、後者は、その逆の特徴を有する。

【0091】

また、トンネル坑内における資材搬送管理システムを構築するために、資材搬送台車 9 に IC タグリーダ 10 および無線機（図示せず）を搭載し、セグメント台車の積荷である資材に IC タグ 12 を付帯させる。併せて、トンネル坑内の搬送場所の特定の位置や特定の距離程にその位置を示す IC タグを別途設置する（図示せず）。そして、IC タグリーダ 10 がこれら IC タグから読み取った情報を、無線機により坑内ネットワークを介して管理用コンピュータ（図示せず）に送信する。これにより、資材の識別と資材の所在情報等を時系列に記録して管理する。

【0092】

10

20

30

40

50

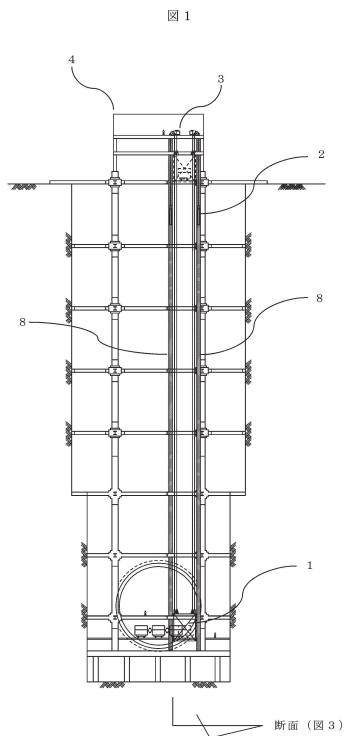
ICタグ12は、リーダー/ライターからのエネルギーにて非接触で情報の送受を行うパッシブ型を採用し（ただし、このタイプに限定されるものではないが、メンテナンス等の運用を考慮すると最も効率的）、ICタグ12には、資材識別や所在位置等を示すコードを保持させる。また、ICタグリーダー10がICタグ12から読み取ったデータ等は、データベースとして格納し、資材搬送管理システムにおいて使用する。

【符号の説明】

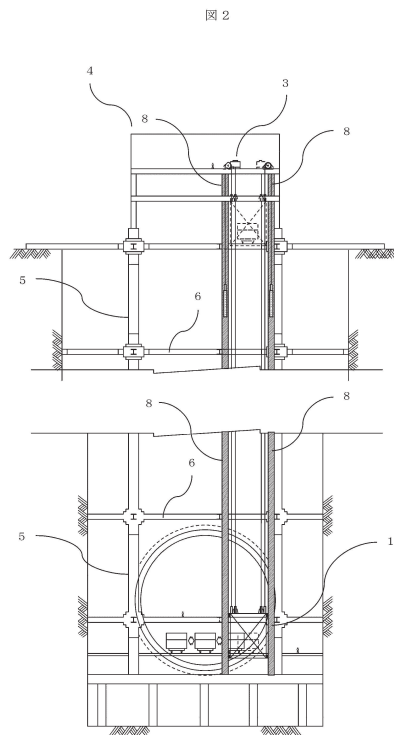
【0093】

- 1 ケージ、2 釣り合い錘、3 巻き上げ機、4 機械室、5 柱材、6 水平材、7 ガイドフレーム、8 ガイド、9 資材搬送台車、10 ICタグリーダー、11 セグメント台車、12 ICタグ、21 接続部、22 交差部材、23 接続材、24 斜材

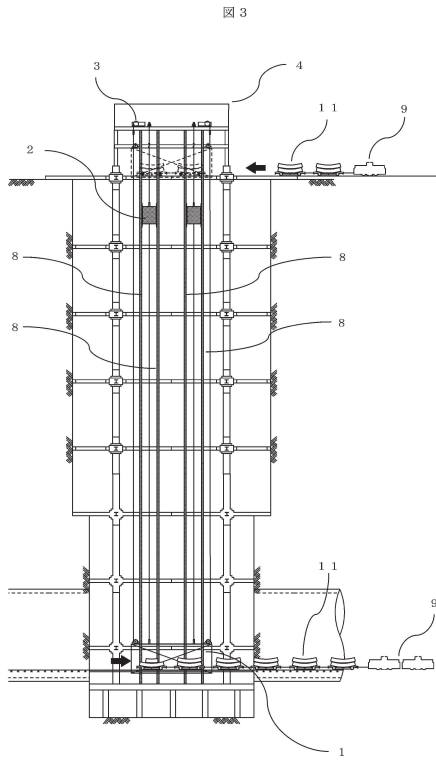
【図1】



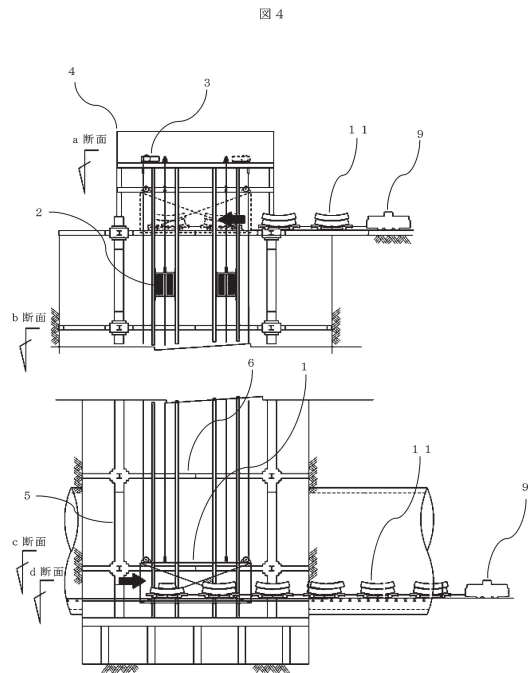
【図2】



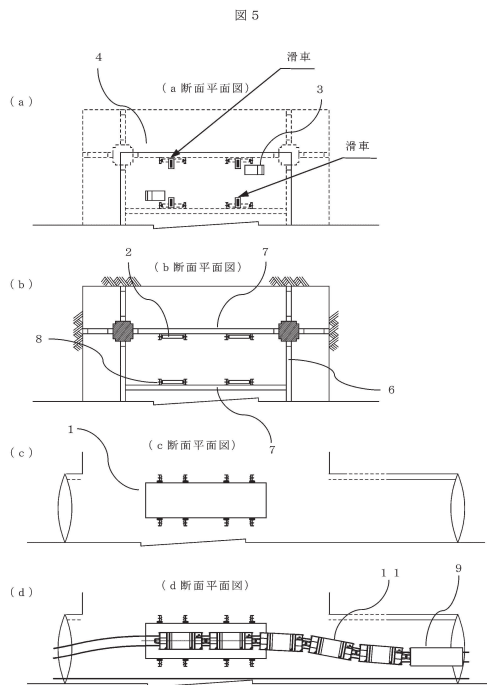
【図3】



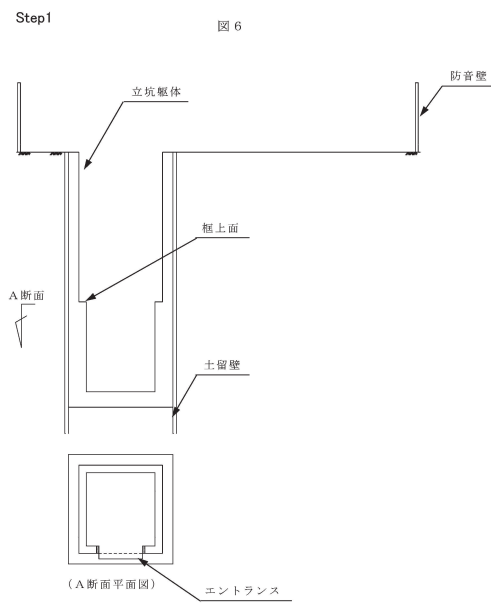
【図4】



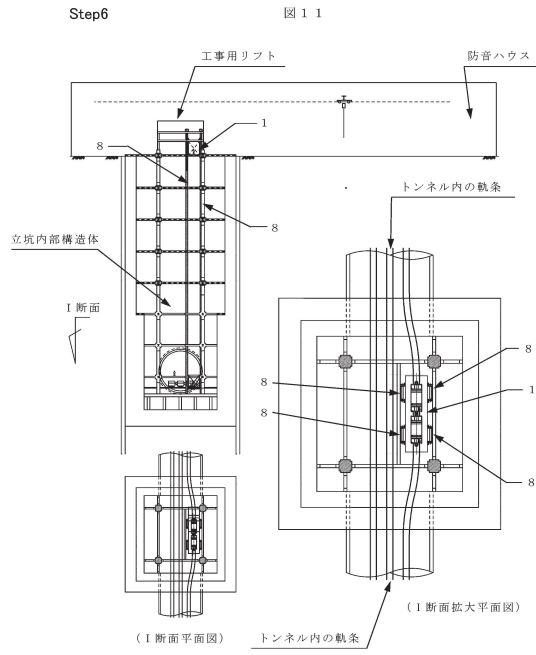
【図5】



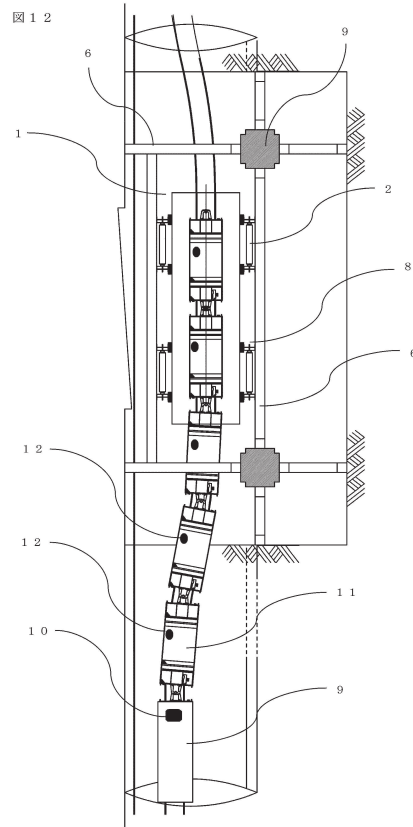
【図6】



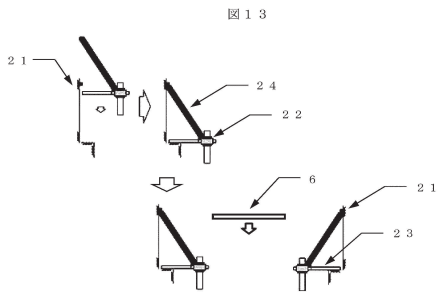
【図 1 1】



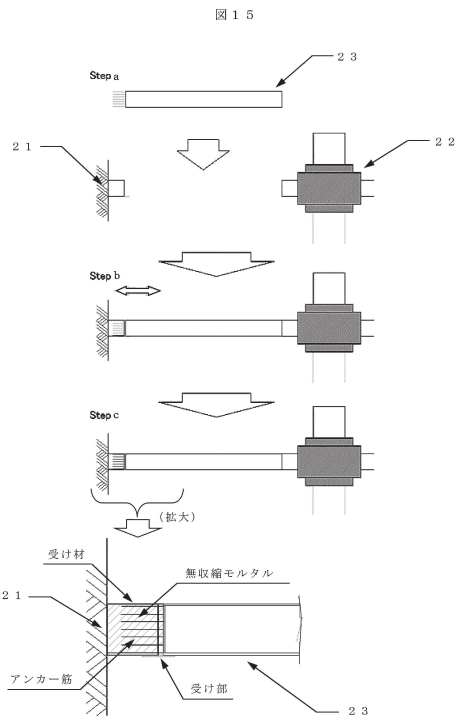
【図 1 2】



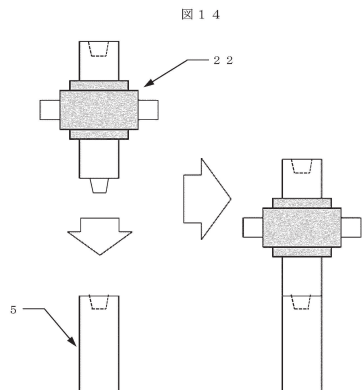
【図 1 3】



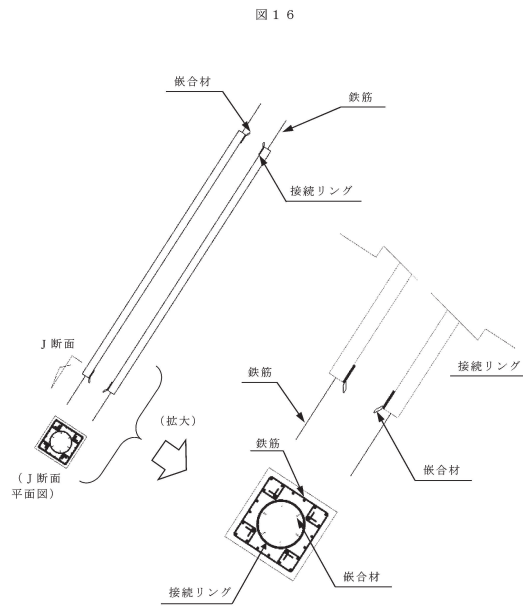
【図 1 5】



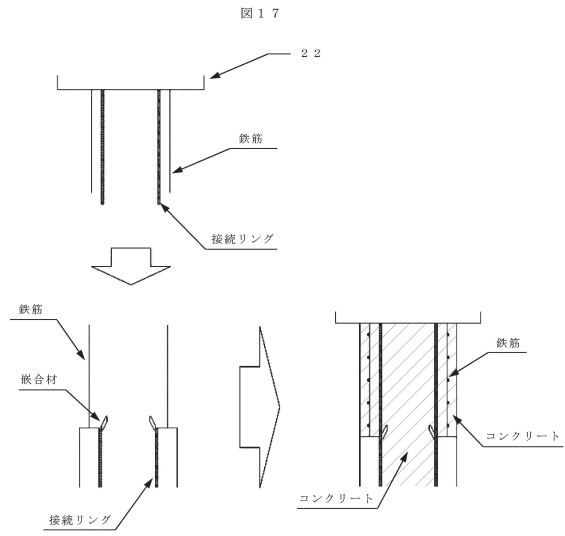
【図 1 4】



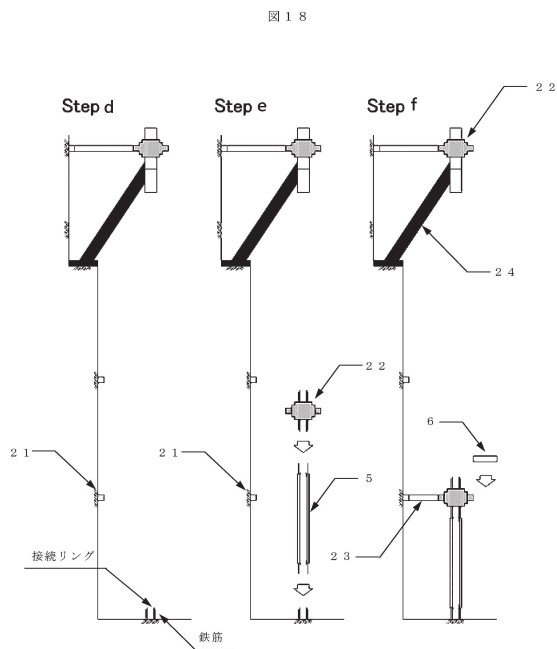
【図 16】



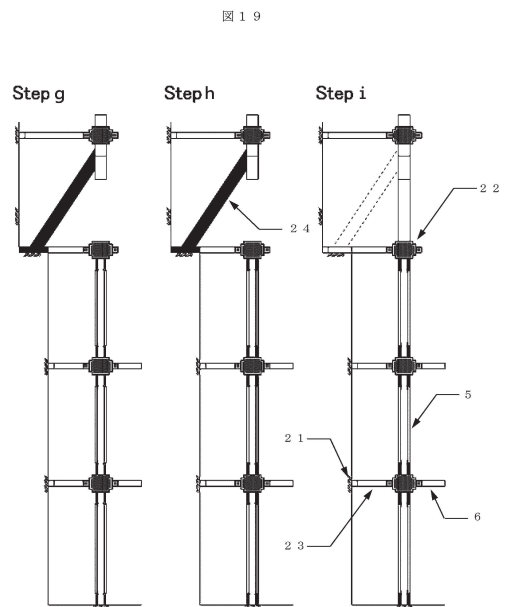
【図 17】



【図 18】

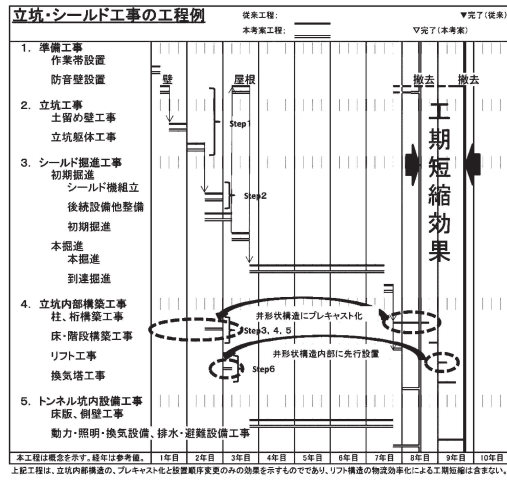


【図 19】



【図 20】

図 20



フロントページの続き

(72)発明者 棚橋 肇

岐阜県羽島市福寿町間島1518 丸栄コンクリート工業株式会社内

審査官 亀谷 英樹

(56)参考文献 特開平03-125800 (JP, A)
特開平06-317100 (JP, A)
特開2014-196597 (JP, A)
特開平10-037700 (JP, A)
特公昭45-028862 (JP, B1)
特開昭63-110396 (JP, A)
特開平07-071197 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E21D 7/00、7/02
E21D 11/40
E02D 29/045-29/077
E21F 13/00、13/04
B66B 7/02、9/08