

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6282144号
(P6282144)

(45) 発行日 平成30年2月21日 (2018.2.21)

(24) 登録日 平成30年2月2日 (2018.2.2)

(51) Int.Cl.

F 1

E 2 1 D 11/40 (2006.01)

E 2 1 D 11/40

A

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2014-45260 (P2014-45260)	(73) 特許権者	000195971
(22) 出願日	平成26年3月7日 (2014.3.7)		西松建設株式会社
(65) 公開番号	特開2015-169011 (P2015-169011A)		東京都港区虎ノ門一丁目23番1号
(43) 公開日	平成27年9月28日 (2015.9.28)	(74) 代理人	110000420
審査請求日	平成29年2月2日 (2017.2.2)		特許業務法人エム・アイ・ピー
		(72) 発明者	亀谷 英樹
			東京都港区虎ノ門一丁目20番10号 西松建設株式会社内
		(72) 発明者	舩岡 慶一
			東京都港区虎ノ門一丁目20番10号 西松建設株式会社内
		審査官	岡村 典子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 支保構造およびその構築方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

トンネル軸方向に対して斜めに構築される斜め坑門の背面側のトンネル坑内に構築される支保構造であって、

前記斜め坑門の背面に隣接し、通行を可能にする開口部が前記トンネル軸方向に対して斜めに形成されるように設置されるアーチ状の第1支保部材と、

各々の一端が前記第1支保部材に連結され、通行を可能にする各開口部が前記トンネル軸方向に向き、かつ一定間隔で形成されるように設置される長さが異なる複数のアーチ状の第2支保部材とを含み、

トンネル内壁面と前記第1支保部材並びに前記複数の第2支保部材との間、前記第1支保部材と各前記第2支保部材との間および前記複数の第2支保部材間にコンクリートが充填され、前記トンネル内壁面と密着される、支保構造。

【請求項 2】

前記第1支保部材は、前記トンネル軸方向に対する前記斜め坑門の傾斜角に応じて、所定の曲率を有する2以上のアーチ状の支保部材を上下に配置して形成した多重構造の支保部材とされる、請求項1に記載の支保構造。

【請求項 3】

前記第1支保部材の脚部に取り付けられ、支持面積を増加させて支持力を向上させる脚部補強部材を含む、請求項1または2に記載の支保構造。

【請求項 4】

10

20

隣り合う2つの前記第2支保部材を、前記一定間隔を維持しつつ連結する連結部材を含む、請求項1～3のいずれか1項に記載の支保構造。

【請求項5】

トンネル軸方向に対して斜めに構築される斜め坑門の背面側のトンネル坑内に支保構造を構築する方法であって、

通行を可能にする開口部が前記トンネル軸方向に対して斜めに形成されるようにアーチ状の第1支保部材を配置し、通行を可能にする各開口部が前記トンネル軸方向に向き、一定間隔で形成されるように長さが異なる複数のアーチ状の第2支保部材の各一端を、前記第1支保部材と連結する段階と、

トンネル内壁面と前記第1支保部材並びに前記複数の第2支保部材との間、前記第1支保部材と各前記第2支保部材との間および前記複数の第2支保部材間にコンクリートを充填する段階とを含む、支保構造の構築方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トンネル坑口部に構築される支保構造およびその坑口部に支保構造を構築する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

山岳トンネルの出入口となる坑口には、坑門と呼ばれる構造物が構築される。この坑門としては、走行者が感じる違和感を減じるため、トンネル軸方向に対して垂直に構築される通常坑門が一般的になっている。しかしながら、近年、切土量や抱き擁壁の省略化等を目的として、トンネル軸方向に対して斜めに構築される斜め坑門が採用されるようになってきている。

【0003】

トンネル工事においては、地山を掘削する際、岩盤が崩れないように支持する支保工を施工し、支保構造が構築される。ここで、トンネルは、坑口から掘削方向であるトンネル軸方向に向けて、坑口部と一般部とから構成される。一般部は、グランドアーチを形成する部分で、グランドアーチは、地山がそれ自体でトンネルを支える作用をすることにより形成されるものである。坑口部は、このグランドアーチの形成が困難な坑口付近の部分である。

【0004】

斜め坑門を構築する場合の坑口部における支保工の施工は、その工法として、左右の支保間隔を調整し、斜角に合うように支保工施工角度を調整する工法（斜め支保形式）が使用される（非特許文献1参照）。

【0005】

図1～図3を参照して、この工法について簡単に説明する。図1は、トンネルを上側から見た図である。トンネルは、その出入口である坑口から矢線Xに示す方向の切羽へ向けて延び、その坑口には、その矢線Xに示すトンネル軸方向に対して斜めに、斜め坑門10が構築される。この坑口に連続する坑口部には、アーチ状に形成された鋼製の支保部材である支保工11が、左右の支保間隔をそれぞれ調整し、斜角に合わせて設置される。なお、図1では、トンネルを上側から見ているので、各支保工11が、棒状に延びるように図示されている。

【0006】

1つの支保工11は、斜め坑門10の背面に隣接して設置され、その他の支保工11は、左右の側壁部12a、12bにおける支保間隔が異なる間隔で離間して設置される。図1では、向かって左側の側壁部12aにおける支保間隔が一定間隔bで、例えば500mm間隔とされ、向かって右側の側壁部12bにおける支保間隔も一定間隔で、例えば1000mm間隔とされている。このため、トンネル軸方向に対して垂直な線を基準とし、その基準の線に対する傾斜角、すなわち各支保工11の斜角θは、それぞれ異なっている。

【 0 0 0 7 】

支保工 1 1 は、例えば、図 2 に示すような断面が H 形の H 形鋼をアーチ状に滑らかに曲げることにより形成され、各支保工 1 1 は、図 1 に示すように、それぞれの斜角に合わせて斜めに設置される。そして、隣り合う支保工 1 1 は、内梁 1 3 と呼ばれる水平方向の荷重を支えるボルト等の連結部材により連結される。なお、図 2 では、支保工 1 1 が斜めに設置されるため、内梁 1 3 が特殊な形状のものとされている。

【 0 0 0 8 】

支保工 1 1 は、地山を掘削し、その掘削面に対して一次吹き付けによりコンクリート 1 4 を吹き付けた後に各位置に設置され、内梁 1 3 により連結される。その後、図 3 に示すように二次吹き付けによりコンクリート 1 5 が吹き付けられ、各支保工 1 1 間にコンクリート 1 5 が充填される。ちなみに、図 3 で同じ符号 1 4、1 5 の濃い色の部分は、既に施工された区間を示し、薄い色の部分は、新たに施工した区間を示している。この施工後、その内側面（向かって右側に形成される面）に防水シートが取り付けられ、覆工コンクリートが打設される。

10

【 先行技術文献 】

【 非特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 非特許文献 1 】 辻田彩乃、外 2 名、「山岳部トンネル坑口における斜坑門工の適用」、土木学会第 5 8 回年次学術講演会講演概要集、土木学会、平成 1 5 年 9 月、第 5 8 巻、第 6 号、p. 1 2 3 - 1 2 4

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

上記のような従来の工法では、支保間隔を左右の側壁部で変えて建て込むため、坑口部における鋼材の使用量が多くなり、支保工 1 基毎に形状や長さが異なるため、施工が複雑になるという問題があった。また、1 掘削進行長が短くなるため、掘削工程が長期になるという問題もあった。

【 0 0 1 1 】

左右どちらか一方の側壁部 1 2 a、1 2 b では、支保間隔が最小 5 0 0 m m 程度となり、十分なクリアランスがないことから、コンクリートの吹き付けが困難な箇所が発生し、コンクリートの充填性が低下するという問題があった。また、二次吹き付け後の表面が、図 3 に示すように、コンクリート 1 5 と、支保工 1 1 のフランジ面によって、凹凸面が発生し、防水シートが損傷する可能性があり、また、覆工コンクリートの背面拘束が大きくなってひび割れを誘発する可能性があるという問題もあった。

30

【 0 0 1 2 】

上記のような凹凸面が発生すると、ロックボルトをコンクリートの吹き付け面に対して垂直に打設することが困難になり、地山を安定させることができなくなるという問題もあった。また、図 2 に示した内梁 1 3 の形状加工や施工が複雑になり、その連結力が低下するという問題もあった。

【 0 0 1 3 】

このため、これらの問題点を改善することができる支保構造やその構築方法の提供が望まれていた。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 4 】

本発明は、上記課題に鑑み、トンネル軸方向に対して斜めに構築される斜め坑門の背面側のトンネル坑内に構築される支保構造であって、斜め坑門の背面に隣接し、通行を可能にする開口部がトンネル軸方向に対して斜めに形成されるように設置されるアーチ状の第 1 支保部材と、各々の一端が第 1 支保部材に連結され、通行を可能にする各開口部がトンネル軸方向に向き、かつ一定間隔で形成されるように設置される長さが異なる複数のアーチ状の第 2 支保部材とを含む、支保構造が提供される。

50

【 0 0 1 5 】

また、トンネル軸方向に対して斜めに構築される斜め坑門の背面側のトンネル坑内に支保構造を構築する方法であって、通行を可能にする開口部がトンネル軸方向に対して斜めに形成されるようにアーチ状の第1支保部材を配置し、通行を可能にする各開口部がトンネル軸方向に向き、一定間隔で形成されるように長さが異なる複数のアーチ状の第2支保部材の各一端を、第1支保部材と連結する段階と、トンネル内壁面と第1支保部材並びに複数の第2支保部材との間、第1支保部材と各第2支保部材との間および複数の第2支保部材間にコンクリートを充填するステップとを含む、支保構造の構築方法が提供される。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、施工が簡単で、掘削工程を短縮することができ、吹き付けコンクリートの充填性も向上させることができ、防水シートの損傷やひび割れの発生のリスクを低減することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 従来の支保構造を例示した図。

【 図 2 】 従来の支保構造を構築する際の隣り合う支保工を内梁により連結したところを例示した図。

【 図 3 】 従来の支保構造を構築する際の支保工を設置し、コンクリートを吹き付けたところを例示した図。

【 図 4 】 トンネル工事の流れを例示したフローチャート。

【 図 5 】 本発明の支保構造を例示した図。

【 図 6 】 図 5 の切断線 A - A で切断した断面を例示した図。

【 図 7 】 図 5 の切断線 B - B で切断した断面を例示した図。

【 図 8 】 支保工 2 1 と支保工 2 2 が連結していない、図 6 の切断線 C - C で切断した断面を例示した図。

【 図 9 】 支保工 2 1 と支保工 2 2 が連結した、図 6 の切断線 D - D で切断した断面を例示した図。

【 図 1 0 】 本発明の支保構造を構築する工事の流れを例示したフローチャート。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 8 】

本発明の支保構造は、斜め坑門を構築する際のトンネルの坑口部に構築される支保構造である。斜め坑門は、その壁面がトンネルの掘削方向であるトンネル軸方向に対して斜めに向き、トンネル軸方向に垂直な方向に対しても斜めに向いた坑門である。

【 0 0 1 9 】

ここで、トンネル工事のプロセスについて簡単に説明しておく。トンネル工事では、図 4 のフローチャートに示すように、ステップ 4 0 0 から開始し、ステップ 4 1 0 では、木の伐採や、電気設備や給水設備等の仮設備を準備する。仮設備には、そのほか、工事に必要となる排水処理設備、濁水処理設備、吹き付けコンクリートプラント設備等がある。これらの準備後、ステップ 4 2 0 において、坑口付け工を実施する。坑口付け工は、伐採した地山に近隣して、鋼製のアーチ状の支保部材である支保工を設置し、隣り合う支保工同士を内梁により連結して、地山の外部に支保構造を構築し、それを地山に隣接するまで延ばしていく工事で、坑門施工の一部である。

【 0 0 2 0 】

坑口付け工が終了したところで、ステップ 4 3 0 において、爆薬や、油圧ショベル、ロードヘッダ等の掘削機械を使用して地山の掘削を行う。この掘削は、一定の掘削進行長ずつ行う。このとき、発生するずり（破碎された岩石）を適宜トンネル坑外へ搬出する。ステップ 4 4 0 では、掘削したトンネルの天井やトンネルの側壁である坑壁が崩れないように支える支保工を建て込み、内梁で連結する。

【 0 0 2 1 】

ステップ４５０では、コンクリートの吹き付けを行い、支保工をトンネル内壁面と密着させ、支保工間をコンクリートで埋める。この吹き付けコンクリートは、掘削に伴って生じる地山の变形や外力による圧縮、せん断等に抵抗する機能を付与する。ステップ４６０では、トンネル内壁面から地山の内部に向けて穿孔し、鋼製の棒状部材であるロックボルトを挿入し、これら支保工や吹き付けコンクリートを地山と一体化させる。

【００２２】

ステップ４７０では、二次覆工を実施する。二次覆工では、吹き付けコンクリートと支保工により形成されたトンネル内側面に防水シートを取り付け、必要に応じて断熱材を施工した後、セントルと呼ばれるアーチ状の型枠を使用し、セントルとトンネル内側面との間に覆工コンクリートを打設する。二次覆工前に、トンネル底面部分を逆アーチ状に形成するインバート工を実施することができる。このステップ４３０からステップ４７０を繰り返して、トンネルを貫通させる。トンネルの貫通後、ステップ４８０では、コンクリートを打設し、仕上げを行う等の残りの坑門施工を実施し、ステップ４９０でこの工事を終了する。

【００２３】

本発明の支保構造は、最終的にはトンネル坑内に存在し、トンネル断面を維持するように地山を支持するための構造で、トンネル軸方向に対して斜めに構築される斜め坑門の背面側のトンネル坑内に構築されるものである。図５に例示するように、この支保構造は、斜め坑門２０の背面、すなわち地山側の面に隣接し、開口部がトンネル軸方向に対して斜めに形成されるように設置されるアーチ状の支保工２１と、各々の一端がその支保工２１に連結され、各開口部がトンネル軸方向に向き、かつ一定間隔で形成されるように設置される長さが異なる複数のアーチ状の支保工２２を含んで構成される。各開口部は、支保工２１および複数の支保工２２をそれぞれ設置した場合に形成される人や車両等が通行可能な空間部分である。

【００２４】

図５では、トンネル軸方向が矢線Ｙに示す方向とされ、トンネルの出入口である坑口に、そのトンネル軸方向に対して斜めに斜め坑門２０が構築されている。トンネル軸方向に対する斜め坑門２０の傾斜角は、文字通り、トンネル軸方向を０°とし、その方向に対する角度として表すこともできるが、トンネル軸方向に対して垂直な方向を０°とし、その方向に対する傾斜角度（斜角）として表すこともできる。斜角は、斜め坑門の仕様により任意であるが、例えば図５では、斜め坑門２０の斜角θは、約３０°とされている。

【００２５】

支保構造を構成する支保工２１は、この斜角θに合わせて斜めになるように配置される。複数の支保工２２は、開口部がトンネル軸方向に向き、一定間隔で形成されるように、その長さが短いものから順に一定間隔で配置され、それぞれの一端が支保工２１に連結される。図５では、「No. １」～「No. ６」と表示された６基の支保工２２がその長さが短い「No. ６」から「No. １」へ順に一定間隔で配置され、支保工２１に各一端が連結されている。

【００２６】

複数の支保工２２は、トンネル軸方向に向けて、一定間隔で配列するように設置されることから、通常坑門の場合と同様の配置となる。ちなみに、通常坑門は、トンネル軸方向に対して垂直に構築され、その壁面がトンネル軸方向に向いた坑門である。このため、通常坑門における支保工は、左右同じ支保間隔で、開口部がトンネル軸方向に向いて形成されるように、その通常坑門に対して平行に設置される。

【００２７】

支保構造は、さらに、トンネル軸方向に向けて一定間隔で設置される複数のアーチ状の支保工２３を含むことができる。図５では、複数の支保工２２および支保工２３の各々の支保間隔aが左右で同じ、例えば約１０００mm間隔とされている。

【００２８】

支保工２１、２２、２３は、一方向に延びる鋼製で断面形状がＨ形のＨ形鋼を、所定の

10

20

30

40

50

曲率を有するように滑らかに曲げたアーチ状のものが使用される。ここでは、H形鋼を使用しているが、十分な曲げ剛性を有し、掘削したトンネルの天井や坑壁を適切に支えることができれば、I形鋼、T形鋼、U形鋼、Z形鋼あるいは鋼管等であってもよい。H形鋼は、平行に配列する2本のフランジと、2本のフランジの中心をつなぐウェブから構成され、2本のフランジとウェブにより形成される空間が後述するフランジ部とされる。

【0029】

斜め坑門20の斜角 θ が、例えば約30°と大きい角度である場合、斜め坑門20に隣接して設置される1基目の支保工21を、異なる曲率を有する2以上のアーチ状の支保工を積み重ねて形成した多重構造の支保工を採用することができる。支保工間は、コンクリートを充填して連結することができ、これにより、多重構造の支保工を作製することができる。この多重構造の支保工を採用することにより、支保工全体の剛性と耐力を向上させることができる。

10

【0030】

多重構造にする斜角 θ は、構造設計や試験等を行い、その結果に応じて設定することができる。多重構造は、鉛直方向に2つの支保工を配置して形成した二重構造であってもよいし、3つ以上の支保工を積み重ねた三重以上の構造であってもよい。

【0031】

図5には図示しないが、支保工22の外周面に金具を介してキーストンプレートが、支保工22の外周面および複数の支保工22間の隙間を覆うように取り付けられる。これは、本発明の支保構造が最終的にはトンネル坑内に存在することになるが、少なくとも斜め坑門部(図5中、「No.1」～「No.6」で示された支保工22が設置される部分)において、その組立段階は、明かり下に置くことに起因する。すなわち、組立段階では、背面に地山がない状態で、最終的にトンネル内壁面の下地となる半円筒状のアーチシェルを、支保工22および吹き付けコンクリートを用いて構築するため、コンクリートの吹き付け面を提供する背面型枠としてのキーストンプレートが必要となる。

20

【0032】

図6は、図5に示す支保構造を、切断線A-Aで切断した断面図である。図6には、斜め坑門20に隣接して設置される支保工21のみが示されている。支保工21は、1つの支保工のみから構成されていてもよいが、図6に示すような、曲率が異なる2つのアーチ状の支保工21a、21bを上下に並べて配置し、二重構造としたものを採用することもできる。二重構造にした場合、2つの支保工の間である空間部およびフランジ部には、中詰コンクリート24を充填することができる。

30

【0033】

支保工21a、21bの両端は、支保工21a、21bを固定するため、根固めコンクリート25が打設される。なお、支保工21a、21bのみで安定して支持することができない場合、ウィングリブ26と呼ばれる支保工21の脚部に補強用ブラケットを設けることができる。脚部補強部材であるこのウィングリブ26を取り付けることにより、支持面積が増加し、支保工21による支持力および部材剛性を向上させることができる。

【0034】

ウィングリブ26は、例えば、H形鋼や鋼製の棒状部材等とコンクリートとを用い、本立てのように、略三角形に成形した所定厚さの第1板状部材と、板状部材の一辺に設けられ、略三角形の面に対して垂直な支持面を有する第2板状部材とを有するものとしてすることができる。この場合、支保工21aの脚部の外周部から根固めコンクリート25へ向けて第1板状部材が張り出し、第2板状部材の支持面が根固めコンクリート25上に隣接して、支持面積を増加させ、支持力および部材剛性を向上させることができる。

40

【0035】

第1板状部材は、その脚部の外周部に溶接する等して取り付けことができ、根固めコンクリート25へはボルト等を使用して第2板状部材を固定することができる。脚部補強部材は、支保工21の外周側に取り付けられるウィングリブ26に限られるものではなく、その内周側に取り付けられるインナーリブであってもよい。

50

【 0 0 3 6 】

図 7 は、図 5 に示す支保構造を、切断線 B - B で切断した断面図である。図 7 には、複数の支保工 2 2 の 1 つが示されている。支保工 2 2 は、所定の曲率を有するアーチ状の支保工とされ、一端に、図 6 に示した支保工 2 1 に連結するための継手板 3 0 が設けられている。継手板 3 0 は、斜め坑門 2 0 の斜角に合わせて斜めに向いた面を有し、例えば、固定手段としてのボルトを通す穴が設けられている。なお、継手板 3 0 は、ボルトおよびナットにより支保工 2 1 と連結してもよいが、そのほか、溶接等により連結してもよい。

【 0 0 3 7 】

支保工 2 2 の他端は、図 6 に示す支保工 2 1 と同様、根固めコンクリート 2 5 により埋め込まれて固定される。図 7 に示す支保工 2 2 は、図 5 に示した「No. 2」で示される支保工 2 2 を例示したものである。この支保工 2 2 は、支保工 2 1 に連結するために途中で切断され、継手板 3 0 が取り付けられているので、欠損支保工と呼ばれる。「No. 1」や「No. 3」等のその他の支保工 2 2 は、「No. 2」で示される支保工 2 2 と同じ曲率ではあるが、その長さが異なる欠損支保工である。

【 0 0 3 8 】

図 8 は、図 6 に示す支保工 2 1 を、切断線 C - C で切断した断面図である。上下に 2 つ並ぶ支保工 2 1 a、2 1 b の間の空間部および各支保工 2 1 a、2 1 b のフランジ部は、中詰コンクリート 2 4 が充填される。支保工 2 1 a と支保工 2 1 b との間には、中詰コンクリート 2 4 だけではなく、溶接金網 3 1 が設けられる。溶接金網 3 1 は、溶接により、一端が支保工 2 1 a に取り付けられ、他端が支保工 2 1 b に取り付けられている。なお、この溶接金網 3 1 は、中詰コンクリート 2 4 を補強するために用いられる補強用金網である。ここでは補強部材として溶接金網 3 1 を用いたが、コンクリートを補強することができれば、鉄筋等のその他の部材を用いることも可能である。図 8 には、この支保工 2 1 に隣接して上述したキーストンプレート 3 5 が吹き付けコンクリート 3 6 の背面型枠として取り付けられている。

【 0 0 3 9 】

図 9 は、図 6 に示す支保工 2 1 を、切断線 D - D で切断した断面図である。図 8 と同様、上下に 2 つ並ぶ支保工 2 1 a、2 1 b の間の空間部および各支保工 2 1 a、2 1 b のフランジ部は、中詰コンクリート 2 4 が充填され、それらの間をつなぐように溶接金網 3 1 が設けられている。図 9 には、図 7 に示すような支保工 2 2 が連結されているのが示されている。支保工 2 1 b には、溶接して溶接鉄板 3 2 が取り付けられており、図 7 に示す支保工 2 2 に設けられた継手板 3 0 と互いの面が面合わせされ、ボルト 3 3 およびナット 3 4 により連結されている。

【 0 0 4 0 】

支保工 2 2 は、支保工 2 1 と同じサイズの H 形鋼を使用することもできるが、支保工 2 1 との連結等を考慮し、斜め坑門 2 0 に隣接して設置される支保工 2 1 より小さいサイズとすることができる。図 9 では、支保工 2 1 が、その幅および高さが、例えば 250 mm、支保工 2 2 が、その幅および高さが、例えば 200 mm とされている。なお、支保工 2 3 は、支保工 2 2 と同じサイズとすることができる。ここでは、一例として、250 mm、200 mm というサイズを挙げたが、これらのサイズに限定されるものでない。

【 0 0 4 1 】

複数の支保工 2 2 が受ける土圧による荷重は、それら支保工 2 2 よりも相対的に頑丈に構築された支保工 2 1 へと伝えられる。また、図 9 でも、背面型枠として、支保工 2 2 のアーチ外周側に薄い板材であるキーストンプレート 3 5 が取り付けられている。キーストンプレート 3 5 は、支保工 2 2 のアーチ内周側から後で施工される、トンネル内壁面への吹き付けコンクリート 3 6 の背面型枠となり、背面に地山がない明かり下に露出した状態でも、支保工 2 2 と吹き付けコンクリート 3 6 とが一体化してアーチシェルを構築することができるようにする。なお、キーストンプレート 3 5 は、支保工 2 2 の外周面に取り付けた金具 3 7 を介して、支保工 2 2 の外周面を含めた全面を覆うように取り付けられる。

【 0 0 4 2 】

再び図5を参照して、隣り合う支保工22同士、隣り合う支保工22と支保工23、隣り合う支保工23同士は、例えば、2つの部材を連結する引張材として機能するタイロッドにより強固に緊結することができる。これは、例えばH形鋼から構成される支保工22、23の全てのウェブが同じ方向であるトンネル軸方向に向いて設置されるため、図2に示す従来の支保構造のようないびつな連結にはならないからである。また、クリアランスが充分にあるため、最後までしっかり締め付けることができるからである。この連結により、各支保工22、23がばらばらにならず、一定間隔、例えば $a = \text{約} 1000 \text{ mm}$ 間隔にその支保間隔を保つことができ、トンネルの天井や坑壁を安定して支持することができる。

【0043】

10

図10に示すフローチャートを参照し、支持構造の構築方法について説明する。この方法は、これに限られるものではないが、ステップ1000から開始し、ステップ1010では、斜め坑門20とそれに隣接する支保工21および支保工22を配置する空間およびその周辺と上部の地山を、支保工21、22が明かり下で組み立てできるに十分な範囲だけ開削し、すなわち、斜め坑門部を全て明かり下の状況とする。

【0044】

ステップ1020では、その明かり下で支保工21を据えて、長さが異なる複数のアーチ状の支保工22の各一端を、各開口部がトンネル軸方向に向き、一定間隔で形成されるように支保工21と連結する。連結は、図7に示す継手板30と、図9に示す溶接鉄板32とを面合わせし、ボルト33およびナット34を用いて行うことができる。このとき、タイロッドを用い、隣り合う支保工22間を強固に緊結することができる。また、支保工21に、図6に示すようなウィングリブ26を取り付けることができる。

20

【0045】

ステップ1030では、ステップ1020で組み立てた、支保工21と複数の支保工22とからなる構造の、トンネル内壁面と、支保工21並びに複数の支保工22との間、支保工21と各支保工22との間の空間部および複数の支保工22のフランジ部にコンクリートを吹き付け、図6、図8および図9に示す中詰コンクリート24を充填する等して、斜め坑門部におけるアーチシェルを、明かり下で完成させる。なお、中詰コンクリート24の充填は、ステップ1020の組み立て前あるいは組み立て中に実施しておいてもよい。

30

【0046】

ステップ1040では、支保工21および支保工22の脚部を、図6に示す根固めコンクリート25を打設することにより固定する。このとき、ウィングリブ26も、ボルト等を用い、根固めコンクリート25により固定する。

【0047】

ステップ1050では、通常坑門における1掘削進行長と同じ掘削進行長ずつ地山の掘削および支保工23の建て込みを行い、これを繰り返すことによりトンネル軸方向へ支保構造を延ばしていく。このようにして、トンネルが貫通し、貫通した先まで支保工23の建て込みが完了したところで、ステップ1060へ進み、この施工を終了する。貫通先でも斜め坑門20を構築する場合は、ステップ1010～ステップ1040と同様に貫通先の斜め坑門20を先に構築しておき、ステップ1050でこれと貫通させる。なお、明かり下に露出した状態の斜め坑門部におけるアーチシェルは、トンネル完成までに適宜埋め戻し土を用いて覆土され、坑口部の最終形態が完成する。

40

【0048】

この支保構造は、従来の図1に示した支保構造に比較して支保工22、23の支保間隔を広くとることができ、通常坑門の場合と同様の1掘削進行長を確保することができる。これにより、施工が簡単になり、その工期を短くすることができる。また、支保間隔が広がることにより、吹き付けコンクリートの充填性を向上させることができる。

【0049】

複数の支保工22を斜めに設置しないので、コンクリートを吹き付けた際の吹き付け面

50

に凹凸がなくなり、その後に取り付ける防水シートの破損や覆工コンクリートの背面拘束によるひび割れの発生のリスクを低減させることができる。このため、従来の図 1 に示す支保構造に比較して、品質的に優れた支保構造であると評価することができる。

【 0 0 5 0 】

また、ロックボルトやタイロッド等の連結部材を、通常坑門の場合と同様に施工することができるため、従来の図 1 に示す支保構造に比較して、支保構造の施工性や品質を向上させることができる。

【 0 0 5 1 】

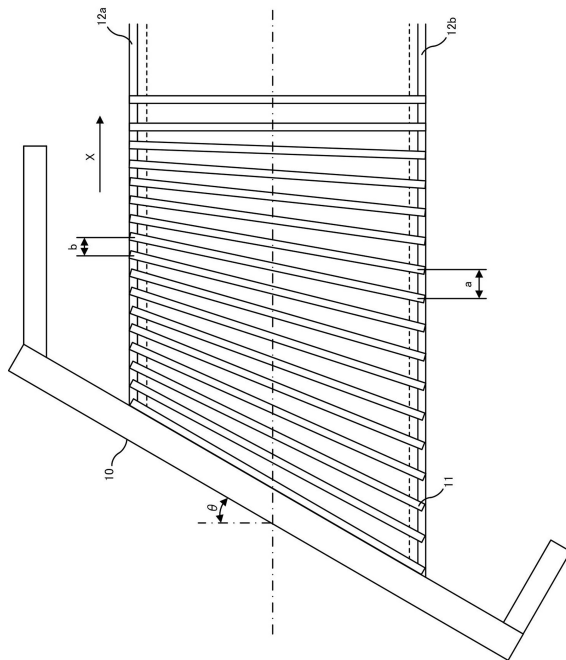
これまで本発明の支保構造およびその構築方法について図面に示した実施形態を参照しながら詳細に説明してきたが、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、他の実施形態や、追加、変更、削除など、当業者が想到することができる範囲内で変更することができ、いずれの態様においても本発明の作用・効果を奏する限り、本発明の範囲に含まれるものである。

【符号の説明】

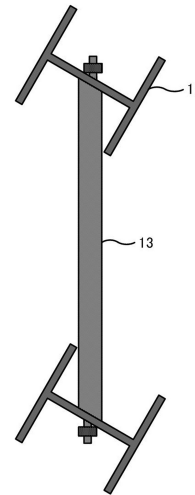
【 0 0 5 2 】

1 0 ... 斜め坑門、1 1 ... 支保工、1 2 a、1 2 b ... 側壁部、1 3 ... 内梁、1 4、1 5 ... コンクリート、2 0 ... 斜め坑門、2 1、2 1 a、2 1 b、2 2、2 3 ... 支保工、2 4 ... 中詰コンクリート、2 5 ... 根固めコンクリート、2 6 ... ウィングリップ、3 0 ... 継手板、3 1 ... 溶接金網、3 2 ... 溶接鉄板、3 3 ... ボルト、3 4 ... ナット、3 5 ... キーストンプレート、3 6 ... 吹き付けコンクリート、3 7 ... 金具

【図 1】



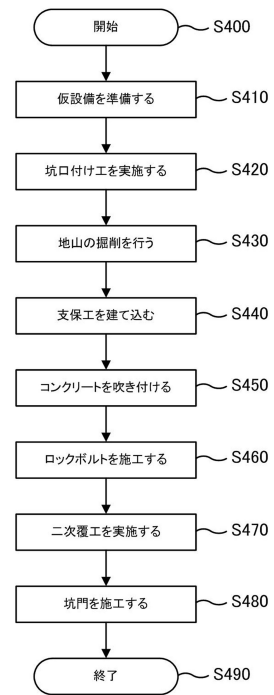
【図 2】



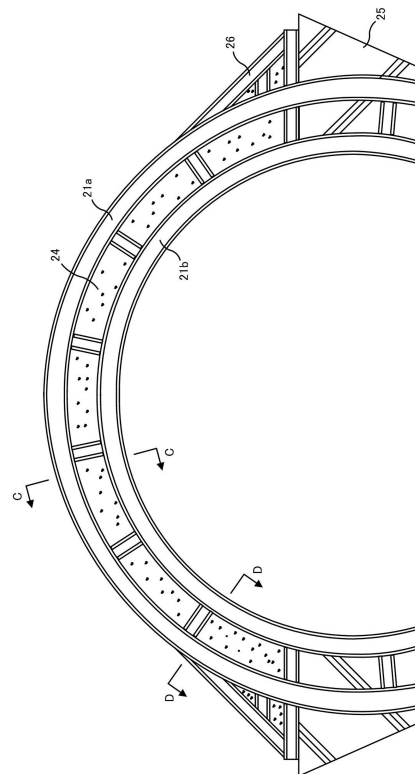
10

20

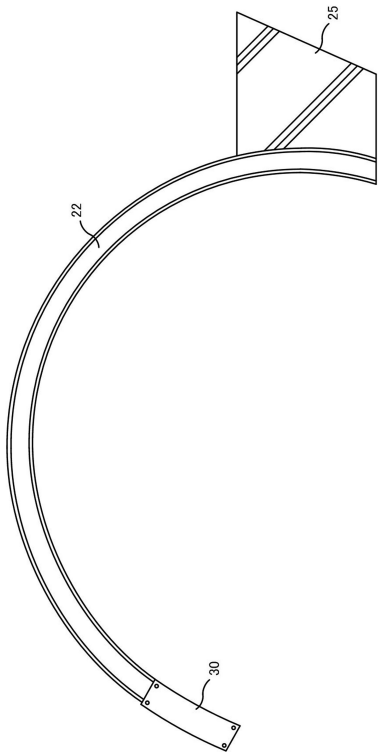
【 図 4 】



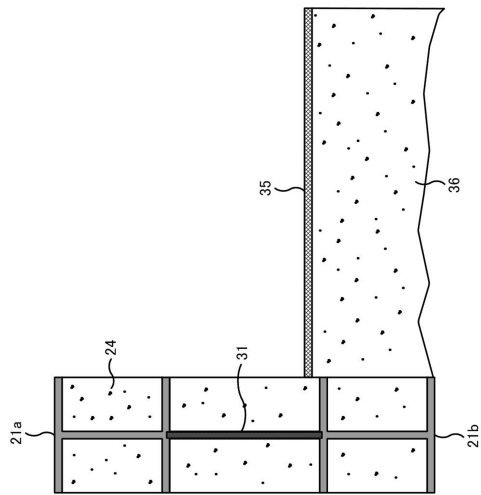
【 図 6 】



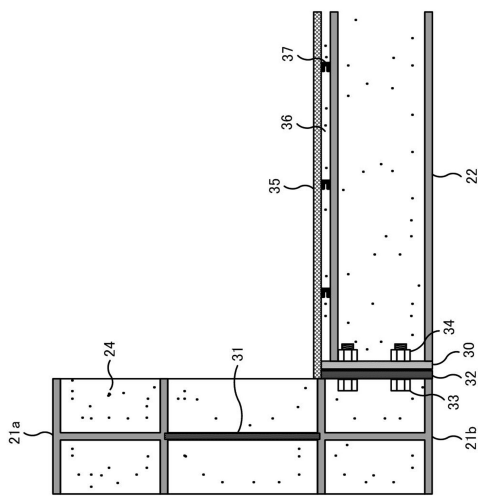
【図 7】



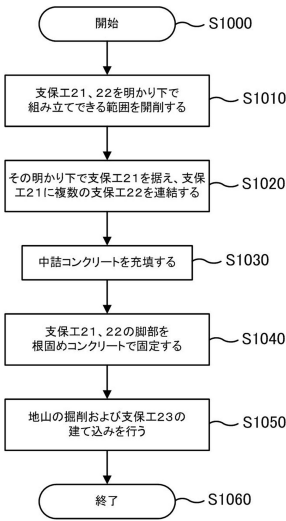
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 1 2 6 9 1 7 (J P , A)
特開昭 5 4 - 0 1 8 1 2 8 (J P , A)
特開平 1 1 - 3 0 3 5 9 2 (J P , A)
米国特許第 0 7 2 1 7 0 6 4 (U S , B 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

E 2 1 D 1 1 / 0 0 - 1 9 / 0 6
E 2 1 D 2 3 / 0 0 - 2 3 / 2 6
E 2 1 D 9 / 0 2 , 9 / 1 4
E 0 4 B 1 / 3 2