

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-87514
(P2013-87514A)

(43) 公開日 平成25年5月13日(2013.5.13)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
E 2 1 D 11/10 (2006.01) E 2 1 D 11/10 B 2 D 0 5 5

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2011-229837 (P2011-229837)	(71) 出願人	000001373 鹿島建設株式会社 東京都港区元赤坂一丁目3番1号
(22) 出願日	平成23年10月19日(2011.10.19)	(71) 出願人	000158725 岐阜工業株式会社 岐阜県本巣市十四条144番地
		(74) 代理人	100078330 弁理士 笹島 富二雄
		(74) 代理人	100129425 弁理士 小川 護晃
		(74) 代理人	100154106 弁理士 荒木 邦夫
		(72) 発明者	西岡 和則 東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内

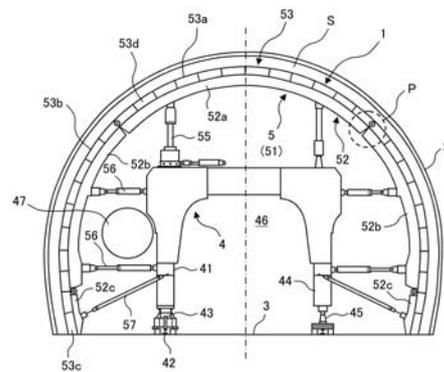
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動式型枠装置、及び、覆工コンクリートの構築方法

(57) 【要約】

【課題】 覆工コンクリートの高品質化と施工効率化とを実現する。

【解決手段】 移動式型枠装置 1 は、トンネルの底面 3 上をトンネル軸方向に走行可能な門型の移動台車 4 と、台車 4 をその上方より覆うように配置されて展開・縮径可能なアーチ状の型枠 5 とを備える。型枠 5 は、ジャッキ 55 ~ 57 を介して台車 4 に連結されるウォール 52 と、これに着脱可能に取り付けられるパネルフォーム 53 とからなる 2 層構造を有する。パネルフォーム 53 は、上記展開時に、トンネル内周面との間にコンクリート打設用の空間 S を形成する。パネルフォーム 53 は、ウォール 52 に装着されている場合には、ウォール 52 を介して台車 4 により支持されて、空間 S 内のコンクリートを支持する。また、パネルフォーム 53 は、ウォール 52 より離脱されている場合には、コンクリートが打設された位置に存置されて、この位置のコンクリートを保護する。



【選択図】 図 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

トンネル内周面へのコンクリートの打設に用いられる移動式型枠装置であって、
トンネルの底面上をトンネル軸方向に走行可能な門型の移動台車と、
この移動台車をその上方より覆うように配置されて、トンネル内周面に対向する外周面
を有し、かつ、展開・縮径可能なアーチ状の型枠と、
を含んで構成され、

前記型枠は、そのトンネル径方向内側に配置されて前記移動台車に連結されるアーチ状
のウォールと、トンネル径方向外側に配置されて前記ウォールに着脱可能に取り付けられ
るアーチ状のパネルフォームと、からなる 2 層構造を有し、

10

前記パネルフォームは、前記展開時に、トンネル内周面との間にコンクリート打設用の
空間を形成し、前記ウォールに装着されている場合には、前記ウォールを介して前記移動
台車により支持されて、前記空間内に打設されたコンクリートを支持し、前記ウォールよ
り離脱されている場合には、コンクリートが打設された位置に存置されて、この位置の
コンクリートを保護することを特徴とする移動式型枠装置。

【請求項 2】

前記パネルフォームは、トンネル周方向に連結される複数のパネルフォーム部材により
構成され、これらパネルフォーム部材が、前記ウォールに着脱可能に取り付けられること
を特徴とする請求項 1 に記載の移動式型枠装置。

【請求項 3】

20

前記パネルフォームが前記ウォールに装着された状態で前記型枠が縮径されている場合
に、この縮径されている移動式型枠装置が、前記保護している他のパネルフォーム内を通
過することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の移動式型枠装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の移動式型枠装置を用いてトンネル内周面にコンクリートを打設して覆
工コンクリートを構築する方法であって、

前記ウォールに第 1 のパネルフォームを装着させた状態で前記型枠を展開させて、前記
空間内にコンクリートを打設し、

所定期間経過後に、前記第 1 のパネルフォームの展開状態を維持しつつ、前記ウォール
を前記第 1 のパネルフォームより離脱させて縮径させ、前記第 1 のパネルフォームをコン
クリート打設位置に存置させることにより、コンクリートの養生を行い、

30

前記第 1 のパネルフォームの展開位置から、それよりトンネル覆工進行方向後方にて養
生を完了した第 2 のパネルフォームの展開位置まで、移動式型枠装置を後進させ、

この後進させた移動式型枠装置の前記ウォールを展開させて、前記ウォールに前記第 2
のパネルフォームを装着させ、

前記ウォールに前記第 2 のパネルフォームを装着させた状態で前記型枠を縮径させ、

この縮径させた移動式型枠装置をトンネル覆工進行方向に前進させて、前記第 1 のパネ
ルフォーム内を通過させて、前記第 1 のパネルフォームよりトンネル覆工進行方向前方の
コンクリート打設位置まで移動させることを特徴とする覆工コンクリートの構築方法。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は、トンネル内周面へのコンクリートの打設に用いられる移動式型枠装置、及び
、この装置を用いてトンネル内周面に覆工コンクリートを構築する方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

例えばシールドトンネルの施工では、シールド掘進機により地山を掘削しつつその後方
で円弧状のセグメントを組立てて円筒状の一次覆工体を構築する。そして、シールド掘削
機による掘削が完全に完了した後に、一次覆工体の内周面に沿うように円筒状の型枠を設
置して、この型枠と一次覆工体との間の空間にコンクリートを打設することにより、二次

50

覆工体である覆工コンクリートが構築される。

【 0 0 0 3 】

この覆工コンクリートの構築に用いられる円筒状の型枠としては、例えば、特許文献 1 に記載のテレスコピック型円形スチールフォームを挙げることができる。

この種の円形スチールフォームは、その頂部を構成するアッパーフォームと、両側となるサイドフォームと、底部となるインバートフォームとを備えている。また、円形スチールフォーム内のインバートフォーム上にはレールが敷設されており、このレール上を門型の移動台車が走行する。この移動台車には、アッパーフォーム及びサイドフォームからなるアーチ状フォームが縮径された状態で搭載可能である。また、移動台車は、脱型移動時に、縮径状態のアーチ状フォームを搭載して、円形スチールフォーム内をトンネル軸方向に走行することが可能である。更に、移動台車の上側中央部の内面には I 鋼が設けられており、この I 鋼に電動吊上装置が懸垂されている。この電動吊上装置は、インバートフォームを折り畳んだ状態で吊り上げることが可能である。また、電動吊上装置は、脱型移動時に、インバートフォームを折り畳んだ状態で、移動台車内を I 鋼を介してトンネル軸方向に走行することができる。

10

【 0 0 0 4 】

一方、山岳トンネルの施工では、例えば NATM 工法を用いて施工を行う場合に、まず、発破掘削等により形成されたトンネルの内周面に、一次覆工として吹付コンクリートを吹き付け、その上に必要に応じて防水用のシートを設置し、更に、二次覆工として、トンネル内周面に対向する外周面を有するアーチ状の型枠を用いて、覆工コンクリートを構築する。

20

【 0 0 0 5 】

この覆工コンクリートの構築に用いられる型枠としては、例えば、特許文献 2 に記載のテレスコピック形型枠（テレフォーム）を挙げることができる。

この種のテレスコピック形型枠はアーチ状の断面形状を有しており、そのアーチ状断面が展開・縮径され得る。また、トンネルの底面上にはレールが敷設されており、このレール上を門型の移動台車が走行する。この移動台車には、アーチ状の型枠が縮径された状態で搭載可能である。また、移動台車は、脱型移動時に、縮径状態のアーチ状の型枠を搭載して、展開状態の他のアーチ状の型枠内をトンネル軸方向に走行することが可能である。

30

【 0 0 0 6 】

また、特許文献 2 には、覆工コンクリートの構築前に、予め、トンネル底部の両側部に支持コンクリートを構築することが記載されている。この支持コンクリートは、アンカーにより地盤に定着されている。そして、覆工コンクリートの構築時には、アーチ状の型枠の両端部がそれぞれ支持コンクリートにボルトで固定される。これにより、アーチ状の型枠は、その両端部で、それぞれ、ボルト、支持コンクリート及びアンカーを介して、地盤に強固に支持されて、覆工コンクリートの構築時（特にコンクリート打設時）に作用するコンクリートの圧力を支持する。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

40

【 特許文献 1 】 特開昭 5 8 - 1 1 3 4 9 9 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 8 - 3 0 8 8 5 5 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

特許文献 1 に記載の円形スチールフォームは閉ループ構造（環状構造）であり、安定的な構造であるため、コンクリートの打設圧力等を良好に支持することができる。

しかしながら、この円形スチールフォームでは、脱型移動時に、電動吊上装置が、インバートフォームを折り畳んだ状態で吊り上げて門型の移動台車内を移動する。このため、門型の移動台車内における作業車両等の通行が非常に制限されていた。

50

【 0 0 0 9 】

また、特許文献 2 に記載のアーチ状の型枠は、下部開放の開ループ構造である。それゆえ、アーチ状の型枠でコンクリートの打設圧力等を支持するためには、覆工コンクリートの構築前に、予め、トンネル底部の両側部に支持コンクリートを構築する必要がある。このため、覆工コンクリートの構築時に支持コンクリートの構築工程を組み込むことになるので、作業工数が増加する。また、覆工コンクリートの構築後には支持コンクリート等を撤去する必要があるが得、作業工数が増加し得ると共に、産業廃棄物の処分も必要となり得る。

【 0 0 1 0 】

また、アーチ状の型枠でアーチ形状によりコンクリート打設時の圧力に耐え得る必要があるので、テレフォームが大型化することが避けられなかった。

更に、高品質な覆工コンクリートを構築するためには、打設されたコンクリートを型枠で十分に養生することにより、コンクリートの硬化に必要な温度・湿度の条件を保持することが重要であり、また、外部からの影響を受けないようにすることが重要である。

【 0 0 1 1 】

本発明は、このような実状に鑑み、覆工コンクリート構築時の施工効率化と、覆工コンクリートの高品質化とを実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

そのため本発明に係る移動式型枠装置は、トンネル内周面へのコンクリートの打設に用いられる型枠装置であり、トンネルの底面上をトンネル軸方向に走行可能な門型の移動台車と、この移動台車をその上方より覆うように配置されて、トンネル内周面に対向する外周面を有し、かつ、展開・縮径可能なアーチ状の型枠と、を含んで構成される。型枠は、そのトンネル径方向内側に配置されて移動台車に連結されるアーチ状のウォールと、トンネル径方向外側に配置されてウォールに着脱可能に取り付けられるアーチ状のパネルフォームと、からなる 2 層構造を有する。パネルフォームは、上記展開時に、トンネル内周面との間にコンクリート打設用の空間を形成し、ウォールに装着されている場合には、ウォールを介して移動台車により支持されて、上記空間内に打設されたコンクリートを支持し、ウォールより離脱されている場合には、コンクリートが打設された位置に存置されて、この位置のコンクリートを保護する。

【 0 0 1 3 】

また、本発明に係る覆工コンクリートの構築方法は、上記移動式型枠装置を用いてトンネル内周面にコンクリートを打設して覆工コンクリートを構築する場合に、まず、ウォールに第 1 のパネルフォームを装着させた状態で型枠を展開させて、上記空間内にコンクリートを打設する。この後、所定期間経過後に、第 1 のパネルフォームの展開状態を維持しつつ、ウォールを第 1 のパネルフォームより離脱させて縮径させ、第 1 のパネルフォームをコンクリート打設位置に存置させることにより、コンクリートの養生を行う。次に、第 1 のパネルフォームの展開位置から、それよりトンネル覆工進行方向後方にて養生を完了した第 2 のパネルフォームの展開位置まで、移動式型枠装置を後進させる。次に、この後進させた移動式型枠装置のウォールを展開させて、ウォールに第 2 のパネルフォームを装着させる。次に、ウォールに第 2 のパネルフォームを装着させた状態で型枠を縮径させる。そして、この縮径させた移動式型枠装置をトンネル覆工進行方向に前進させて、第 1 のパネルフォーム内を通過させて、第 1 のパネルフォームよりトンネル覆工進行方向前方のコンクリート打設位置まで移動させる。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、パネルフォームは、ウォールに装着されている場合には、ウォールを介して移動台車により支持されて、上記空間内に打設されたコンクリートを支持する。これにより、例えば、コンクリートの打設圧力や、打設直後で強度（圧縮強度）が不十分なコンクリートの自重が、パネルフォーム、ウォール、及び、移動台車によって支持される

10

20

30

40

50

ので、特許文献 2 に記載のような支持コンクリートを構築してボルト等で固定することなく型枠を支持することができる。すなわち、型枠を支持するための支持コンクリートを予め構築することや、型枠と支持コンクリートとをボルトを介して固定すること等の必要がないので、覆工コンクリート構築時の施工効率化を実現することができる。

【 0 0 1 5 】

また本発明によれば、パネルフォームは、ウォールより離脱されている場合には、コンクリートが打設された位置に存置されて、この位置のコンクリートを保護する。これにより、例えば、打設から所定期間経過して自立可能な強度に達したコンクリートが、存置されたパネルフォームによって保護されるので、パネルフォームから離脱されたウォールを含む移動式型枠装置は、次のコンクリート打設作業の準備に入ることができ、従って、覆工コンクリート構築時の施工効率化を実現することができる。また、自立可能な強度に達したコンクリートについては、存置されたパネルフォームによって養生が十分に継続されるので、覆工コンクリートの高品質化を実現することができる。

10

【 0 0 1 6 】

ここで、本発明におけるコンクリートの保護・養生とは、打設されたコンクリートの表面の外部への露出を抑制することを意味する。

一般に、コンクリートが自立可能な強度となった場合でも、強度が十分でないため、脱型時にひずみやコンクリートの表面の剥落が発生する場合がある。

【 0 0 1 7 】

この対策としてコンクリートを保護・養生することにより、コンクリート表面から蒸発する水分を低減することができ、また、コンクリートの表面と内部との温度差を低減することができるので、乾燥収縮によるひび割れやコンクリート表面の剥落の発生等を抑制することができ、ひいては、覆工コンクリートの高品質化を実現することができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態における移動式型枠装置の概略構成を示す図

【 図 2 】 図 1 の部分 P の部分拡大図

【 図 3 】 図 2 の A - A 断面及び B - B 断面の部分断面図

【 図 4 】 覆工コンクリートの構築方法を示す図

【 図 5 】 移動式型枠装置の作動状態を示す図

30

【 図 6 】 移動式型枠装置の作動状態を示す図

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 9 】

以下に本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態における移動式型枠装置の概略構成を示す。尚、図 1 の左右半部は、それぞれ、移動式型枠装置のトンネル軸方向における異なる位置での横断面を示す。

【 0 0 2 0 】

移動式型枠装置 1 は、吹付コンクリート 2 により一次覆工された山岳トンネルの坑内に配置されている。

40

移動式型枠装置 1 は、トンネルの底面 3 上をトンネル軸方向に走行可能な門型の移動台車（ガントリー）4 と、このガントリー 4 をその上方より覆うように配置されるアーチ状の型枠 5 と、を含んで構成される。

【 0 0 2 1 】

ガントリー 4 は、トンネル軸方向に所定の長さを有しており、その前後端（トンネル軸方向端）の脚部 4 1 の下端には、トンネル底面 3 上に敷設されたレール 4 2 上を移動する自走装置 4 3 が設けられている。ここで、レール 4 2 はトンネル軸方向に所定の長さで延在している。尚、本実施形態では、ガントリー 4 は、自走装置 4 3 により走行するが、走行形態はこれに限らず、例えば、ガントリー 4 は、電動ウインチ等の牽引装置によって牽引されて走行するように構成されてもよい。

50

【 0 0 2 2 】

また、ガントリー 4 のトンネル軸方向の中間に位置する複数の脚部 4 4 にはそれぞれ下端に補助ジャッキ 4 5 が設けられている。補助ジャッキ 4 5 は、ガントリー 4 の停止時にガントリー 4 の移動を制限するものである。

【 0 0 2 3 】

ガントリー 4 の断面門型形状の内方には、トンネル軸方向に作業車両（例えばずり出しトラック）が容易に通過できるように、内部空間 4 6 が形成されている。

ガントリー 4 には、送風用の風管 4 7 と、トンネル掘削ずり搬出用の連続ベルコン装置（図示せず）と、作業足場（図示せず）とが設けられている。尚、本実施形態では連続ベルコン装置が設置されているが、連続ベルコン装置が設置されない場合もある。作業足場は、コンクリートの打設作業時や後述するパネルフォームの着脱作業時等に使用される。

10

【 0 0 2 4 】

また、ガントリー 4 には、覆工用のコンクリートを圧送するための配管（図示せず）が設けられており、これら配管の先端部は、それぞれ、型枠 5 に設けられた打設孔（図示せず）に案内されている。

【 0 0 2 5 】

型枠 5（後述するパネルフォーム 5 3）は、吹付コンクリート 2 の内周面（トンネル内周面）との間にコンクリート打設用の空間 5 を形成する。

型枠 5 は、トンネル軸方向に所定幅（例えば 1 . 5 m 幅）を有するアーチ状の型枠部材 5 1 をトンネル軸方向に複数（例えば 7 個）互いに連結して 1 スパン（例えば 1 0 . 5 m）として構成されている。尚、型枠部材 5 1 の幅はこれに限らない。また、型枠 5 の 1 スパン当たりの型枠部材 5 1 の個数はこれに限らない。

20

【 0 0 2 6 】

型枠部材 5 1 は、そのトンネル径方向内側に配置されてガントリー 4 に連結されるアーチ状のウォール 5 2 と、トンネル径方向外側に配置されてウォール 5 2 に着脱可能に取り付けられるアーチ状のパネルフォーム 5 3 と、からなる 2 層構造を有する。

【 0 0 2 7 】

ウォール 5 2 は、その形状が、パネルフォーム 5 3 を介して、トンネルの覆工の形状に追従するように形成されている。

ウォール 5 2 は、頂部に位置する天端ウォール 5 2 a と、天端ウォール 5 2 a の両端にヒンジ機構を介して枢支された側ウォール 5 2 b と、側ウォール 5 2 b の下端にヒンジ機構を介して枢支された下端ウォール 5 2 c と、を備える。換言すれば、ウォール 5 2 は、トンネル周方向に直列に 5 つの小フォーム（1 つの天端ウォール 5 2 a と、2 つの側ウォール 5 2 b と、2 つの下端ウォール 5 2 c と）に分割されて、隣接する小ウォール同士がヒンジ機構を介して互いに連結されている。尚、本実施形態では、ウォール 5 2 は、トンネル周方向に直列に 5 つの小ウォールに分割されているが、分割の個数はこれに限らず、ウォール 5 2 は、トンネル周方向に直列に 5 つ以上の小ウォールに分割されることが好ましい。

30

【 0 0 2 8 】

天端ウォール 5 2 a、側ウォール 5 2 b、及び下端ウォール 5 2 c は、それぞれ、H 形断面を有し、トンネル周方向に延びて所定の長さを有する円弧状の鋼材 5 2 d（図 3 参照）からなる枠体である。

40

【 0 0 2 9 】

天端ウォール 5 2 a は、ガントリー 4 の頂部上にトンネル軸方向に複数設けられたジャッキ 5 5 によって昇降可能に支持されている。従って、天端ウォール 5 2 a は、ジャッキ 5 5 を介して、ガントリー 4 に連結されている。

【 0 0 3 0 】

側ウォール 5 2 b 及び下端ウォール 5 2 c は、それぞれ、ガントリー 4 の脚部 4 1、4 4 に設けられたジャッキ 5 6、5 7 に連結されており、これらジャッキの伸縮によって、トンネル内外方向に移動させられる。従って、側ウォール 5 2 b 及び下端ウォール 5 2 c

50

は、ジャッキ 5 6 , 5 7 を介して、ガントリー 4 に連結されている。

【 0 0 3 1 】

従って、ウォール 5 2 は、ジャッキ 5 5 ~ 5 7 の伸縮によって、展開・縮径することができる。

尚、ジャッキ 5 7 は、ガントリー 4 の脚部 4 1 , 4 4 及び下端ウォール 5 2 c に着脱可能に取付けられている。これにより、ウォール 5 2 の縮径度合いが大きい場合には、ジャッキ 5 7 を取り外して下端ウォール 5 2 c を図示しないチェーンブロック等で吊り上げることで、下端ウォール 5 2 c に取付けられた下端パネルフォーム 5 3 c のトンネル底面 3 への接触を抑制することができる。

【 0 0 3 2 】

パネルフォーム 5 3 は、頂部に位置する天端パネルフォーム 5 3 a と、天端パネルフォーム 5 3 a の両端にヒンジ機構を介して枢支された側パネルフォーム 5 3 b と、側パネルフォーム 5 3 b の下端にヒンジ機構を介して枢支された下端パネルフォーム 5 3 c と、を備える。換言すれば、パネルフォーム 5 3 は、トンネル周方向に直列に 5 つの小フォーム（ 1 つの天端パネルフォーム 5 3 a と、 2 つの側パネルフォーム 5 3 b と、 2 つの下端パネルフォーム 5 3 c と）に分割されて、隣接する小フォーム同士がヒンジ機構を介して互いに連結されている。尚、本実施形態では、パネルフォーム 5 3 は、トンネル周方向に直列に 5 つの小フォームに分割されているが、分割の個数はこれに限らず、パネルフォーム 5 3 は、トンネル周方向に直列に 5 つ以上の小フォームに分割されることが好ましい。

【 0 0 3 3 】

天端パネルフォーム 5 3 a、側パネルフォーム 5 3 b、及び下端パネルフォーム 5 3 c は、それぞれ、複数のパネルフォーム部材 5 3 d をトンネル周方向にアーチ状に連結して構成されている。

【 0 0 3 4 】

パネルフォーム部材 5 3 d は、対応するウォール 5 2 の形状に合わせたアーチ状を有し、かつ、トンネル内周面に対向する側で閉口する箱型の鋼製フォームであり、その内部には、トンネル軸方向に延びる強度補強用のリブ 5 3 e（図 2 参照）が設けられている。

【 0 0 3 5 】

天端パネルフォーム 5 3 a は、本実施形態では、 1 2 個のパネルフォーム部材 5 3 d がトンネル周方向にアーチ状に連結されている。隣接するパネルフォーム部材 5 3 d 同士は、例えば、ボルト締結により互いに固定される。ここで、天端パネルフォーム 5 3 a は、 1 2 個のパネルフォーム部材 5 3 d で構成されており、隣接するパネルフォーム部材 5 3 d 同士は添接板（図示せず）による摩擦接合で接合されることで、隣接するパネルフォーム部材 5 3 d 同士の位置関係の調整を行い、トンネル内周面に対向する天端パネルフォーム 5 3 a の外周面の曲率の調整を行うことができる。従って、パネルフォーム 5 3 は一定の強度を持って形状を維持することができる。換言すれば、パネルフォーム 5 3 は一定の形状保持力を有する。

【 0 0 3 6 】

天端パネルフォーム 5 3 a と同様に、本実施形態では、側パネルフォーム 5 3 b が 8 個のパネルフォーム部材 5 3 d により構成され、また、下端パネルフォーム 5 3 c が 2 個のパネルフォーム部材 5 3 d により構成されている。従って、隣接するパネルフォーム部材 5 3 d 同士の位置関係の調整を行うことで、トンネル内周面に対向する側パネルフォーム 5 3 b の外周面の曲率の調整と、下端パネルフォーム 5 3 c の外周面の曲率の調整とを行うことができる。

【 0 0 3 7 】

天端パネルフォーム 5 3 a、側パネルフォーム 5 3 b、下端パネルフォーム 5 3 c は、それぞれ、図示しない止めピン等の金具を用いて、天端ウォール 5 2 a、側ウォール 5 2 b、下端ウォール 5 3 c に着脱可能に取付けられる。

【 0 0 3 8 】

天端ウォール 5 2 a は 1 2 個のパネルフォーム部材 5 3 d を、側ウォール 5 2 b は 8 個

10

20

30

40

50

のパネルフォーム部材 5 3 d を、下端ウォール 5 2 c は 2 個のパネルフォーム部材 5 3 d を、それぞれ装着して支持できる構造となっている。

【 0 0 3 9 】

尚、各ウォール 5 2 a , 5 2 b , 5 2 c に装着されるパネルフォーム部材 5 3 d の個数は、上記の個数に限らない。

ここで、天端パネルフォーム 5 3 a、側パネルフォーム 5 3 b、天端ウォール 5 2 a、及び、側ウォール 5 2 b の接続関係について、図 2 及び図 3 を用いて説明する。

【 0 0 4 0 】

図 2 は、図 1 の部分 P を示しており、図 2 (A) は、パネルフォーム 5 3 がウォール 5 2 に装着されている状態を示す一方、図 2 (B) は、パネルフォーム 5 3 がウォール 5 2 から離脱された状態 (分離された状態) を示す。図 3 (A) は、図 2 の A - A 断面の部分断面を示しており、天端パネルフォーム 5 3 a と側パネルフォーム 5 3 b とを連結するヒンジ機構 6 1 と、天端ウォール 5 2 a と側ウォール 5 2 b とを連結するヒンジ機構 6 2 とを示している。また、図 3 (B) は、図 2 の B - B 断面の部分断面を示しており、天端パネルフォーム 5 3 a と天端ウォール 5 2 a とを連結するヒンジ機構 6 3 を示している。

【 0 0 4 1 】

天端パネルフォーム 5 3 a と側パネルフォーム 5 3 b とを連結するヒンジ機構 6 1 は、鋼材 5 2 d のトンネル軸方向中央部よりトンネル軸方向にずれた所定位置に設置されている。ヒンジ機構 6 1 は、天端パネルフォーム 5 3 a の下端部からトンネル径方向内方に向けて張り出した一对のプレート 6 1 a と、その間に介装されるように側パネルフォーム 5 3 b の上端部からトンネル径方向内方に向けて張り出したプレート 6 1 b と、これらプレート 6 1 a , 6 1 b のオーバーラップ領域に予め形成された貫通孔 6 1 c に装着されるパネルフォームヒンジピン 6 1 d とにより構成されている。

【 0 0 4 2 】

天端ウォール 5 2 a と側ウォール 5 2 b とを連結するヒンジ機構 6 2 は、鋼材 5 2 d のトンネル軸方向中央部の上部に設置されており、天端ウォール 5 2 a の下端部からトンネル径方向外方に向けて張り出した一对のプレート 6 2 a と、その間に介装されるように側パネルフォーム 5 3 b の上端部からトンネル径方向外方に向けて張り出したプレート 6 2 b と、これらプレート 6 2 a , 6 2 b のオーバーラップ領域に予め形成された貫通孔 6 2 c に装着されるウォールヒンジピン 6 2 d とにより構成されている。

【 0 0 4 3 】

ここで、ヒンジ機構 6 1 , 6 2 は、パネルフォーム 5 3 がウォール 5 2 に装着されている状態にて、パネルフォームヒンジピン 6 1 d の長手方向の延長線 C に、ウォールヒンジピン 6 2 d の長手方向が一致するように、それぞれ配置されている。これにより、パネルフォーム 5 3 がウォール 5 2 に装着されている状態では、型枠部材 5 1 (型枠 5) がヒンジ機構 6 1 , 6 2 を介して良好に屈曲することができる。

【 0 0 4 4 】

天端パネルフォーム 5 3 a と天端ウォール 5 2 a とを連結するヒンジ機構 6 3 は、鋼材 5 2 d のトンネル軸方向中央部の上部に設置されており、上述の一对のプレート 6 2 a と、その間に介装されるように天端パネルフォーム 5 3 a のリブ 5 3 e からトンネル径方向内方に向けて張り出したプレート 6 3 b と、これらプレート 6 2 a , 6 3 b のオーバーラップ領域に予め形成された貫通孔 6 3 c に装着されるパネルフォーム固定ピン 6 3 d とにより構成されている。

【 0 0 4 5 】

ここで、パネルフォーム 5 3 がウォール 5 2 に装着されている状態で、ヒンジ機構 6 3 の貫通孔 6 3 c が、ヒンジ機構 6 2 の貫通孔 6 2 c に対してトンネル周方向及びトンネル径方向に離間するように形成されている。また、一对のプレート 6 2 a 間にて、プレート 6 3 b とプレート 6 2 b とが接触することはない。それゆえ、ヒンジ機構 6 3 における天端パネルフォーム 5 3 a と天端ウォール 5 2 a との連結が、ヒンジ機構 6 2 におけるウォール 5 2 の屈曲動作に影響を及ぼすことはない。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

このように、パネルフォーム 5 3 がウォール 5 2 に装着されて一体化されている場合には、パネルフォーム 5 3 は、ジャッキ 5 5 ~ 5 7 の伸縮によって、ウォール 5 2 を介して、展開・縮径することができる。

【 0 0 4 7 】

また、ヒンジ機構 6 3 においてパネルフォーム固定ピン 6 3 d を取り外して、天端ウォール 5 2 a をジャッキ 5 5 によって下降させると、図 2 (B) に示すように、ヒンジ機構 6 3 のプレート 6 2 a , 6 3 b が互いに分離される。

【 0 0 4 8 】

図 1 に戻って、パネルフォーム 5 3 がウォール 5 2 に装着されている状態で展開されると、パネルフォーム 5 3 は、吹付コンクリート 2 の内周面 (トンネル内周面) との間にコンクリート打設用の空間 S を形成する。

【 0 0 4 9 】

この空間 S 内にコンクリートが打設されると、このコンクリートは、パネルフォーム 5 3、ウォール 5 2、及び、ガントリー 4 によって支持される。換言すれば、パネルフォーム 5 3 は、ウォール 5 2 を介してガントリー 4 に支持されて、空間 S 内のコンクリートを支持する。

【 0 0 5 0 】

コンクリートの打設から所定期間が経過した後に、パネルフォーム 5 3 の展開状態を維持しつつ、パネルフォーム 5 3 をウォール 5 2 より離脱させる場合には、パネルフォーム 5 3 は、コンクリートが打設された位置 (コンクリート打設位置) に存置され、空間 S 内に打設されたコンクリートを保護する。ここで、上述の所定期間とは、打設されたコンクリートがその自重や施工に加わる荷重に耐えられる強度 (圧縮強度) に達するまでの期間であり (換言すれば、打設されたコンクリートが自立可能な強度に達するまでの期間であり)、トンネルの大きさ、形状、覆工厚さ、環境温度・湿度等の施工条件、コンクリートの成分等を考慮して予め設定される。

【 0 0 5 1 】

コンクリートの型枠としては、一般に、鋼製のパネルフォームや木製のコンパネ等が多く使用される。これらの型枠を用いてコンクリートを打設した場合、一定期間を経過すると、硬化したコンクリートと型枠の間には型枠を付着しようとする付着力が発生する。この付着力により、これら型枠はコンクリートに付着する。また、上述のように、本実施形態のパネルフォーム 5 3 は、一定の形状保持力を有する。従って、打設されたコンクリートが自立可能な強度となった後に支保手段 (本実施形態ではウォール 5 2) を離脱させても、パネルフォーム 5 3 はコンクリート打設位置に存置可能である。

【 0 0 5 2 】

次に、移動式型枠装置 1 を用いる覆工コンクリートの構築方法について、図 4 ~ 図 6 を用いて説明する。

図 4 は、覆工コンクリートの構築方法を模式的に示している。図 5 及び図 6 は、覆工コンクリートの構築時における移動式型枠装置の作動状態を示している。ここで、トンネル覆工進行方向とは、トンネル軸方向に一致するものである。

【 0 0 5 3 】

図 4 において、長方形のマス目 1 つ分は、トンネル内周面における型枠 5 の 1 スパン分 (すなわち、型枠部材 5 1 の 7 個分) の領域に対応している。一点鎖線で示された長方形のマス目は、覆工コンクリートの構築が完了した領域である。実線で示された長方形のマス目は、1 スパン分 (1 連分) のパネルフォームが存在している領域である。2 重実線で示された長方形のマス目は、1 スパン分 (1 連分) のパネルフォーム及びウォールを含む移動式型枠装置が存在している領域である。破線で示された長方形のマス目は、覆工コンクリートの構築が未だ開始されていない領域である。比較的粗いドットで示された領域は、コンクリートの養生が完了した領域である。比較的密なドットで示された領域は、コンクリートの養生を行っている領域である。斜線で示された領域は、コンクリートの打設を

10

20

30

40

50

行っている領域か、又は、コンクリートの打設を行って所定期間を経過していない領域である。

【 0 0 5 4 】

図 4 (A) に示す各スパンをトンネル覆工進行方向に順に説明すると、スパン 1 , 2 ではそれぞれ、コンクリートの養生が完了し、脱型も完了して、覆工コンクリートの構築が完了している。スパン 3 では、コンクリートを打設した位置に存置されている 1 連分のパネルフォーム (第 2 のパネルフォーム) 1 0 2 によって、コンクリートの養生が行われている。スパン 4 には、1 連分のパネルフォーム (第 1 のパネルフォーム) 1 0 1 を含む展開状態の移動式型枠装置 1 が配置されている。そして、パネルフォーム 1 0 1 は、吹付コンクリート 2 の内周面 (トンネル内周面) との間にコンクリート打設用の空間 S を形成し、この空間 S 内にコンクリートが打設されている (図 5 (ア) 参照)。スパン 5 ~ 8 は、覆工コンクリートの構築が未だ開始されていない。

10

【 0 0 5 5 】

スパン 4 におけるコンクリートの打設が完了した後、上述の所定期間が経過すると、図 4 (B) に示すように、スパン 4 では、パネルフォーム 1 0 1 の展開状態を維持しつつ、ウォール 5 2 をパネルフォーム 1 0 1 より離脱させて縮径させ、パネルフォーム 1 0 1 をコンクリート打設位置に存置させることにより、この位置のコンクリートの養生を行う (図 5 (イ) 参照)。そして、縮径状態のウォール 5 2 を含む移動式型枠装置 1 を、スパン 4 (パネルフォーム 1 0 1 の展開位置) から、それよりトンネル覆工進行方向後方にて養生を完了したパネルフォーム 1 0 2 の展開位置 (スパン 3) まで後進させる。この後、ウォール 5 2 を展開させてパネルフォーム 1 0 2 をウォール 5 2 に装着させ、この装着状態でウォール 5 2 及びパネルフォーム 1 0 2 を縮径させる (図 6 (ウ) 参照)。このようにして、スパン 3 にて脱型が行われる。

20

【 0 0 5 6 】

この脱型後に、縮径状態のパネルフォーム 1 0 2 を含む移動式型枠装置 1 を、トンネル覆工進行方向に前進させて、スパン 4 のパネルフォーム 1 0 1 内を通過させて (図 6 (エ) 参照)、図 4 (C) に示すように、パネルフォーム 1 0 1 (スパン 4) よりトンネル覆工進行方向前方のコンクリート打設位置 (スパン 5) まで移動させる。

【 0 0 5 7 】

そして、図 4 (D) に示すように、スパン 5 にて、上述の図 4 (A) と同様に、パネルフォーム 1 0 2 が、吹付コンクリート 2 の内周面 (トンネル内周面) との間にコンクリート打設用の空間 S を形成し、この空間 S 内にコンクリートが打設される。

30

以上の工程を繰り返すことにより、覆工コンクリートの構築を、トンネル覆工進行方向に進行させることができる。

【 0 0 5 8 】

本実施形態によれば、移動式型枠装置 1 は、トンネル底面 3 上をトンネル軸方向に走行可能な門型の移動台車 (ガントリー) 4 と、ガントリー 4 をその上方より覆うように配置されて、トンネル内周面に対向する外周面を有し、かつ、展開・縮径可能なアーチ状の型枠 5 と、を含んで構成される。型枠 5 は、そのトンネル径方向内側に配置されてガントリー 4 に連結されるアーチ状のウォール 5 2 と、トンネル径方向外側に配置されてウォール 5 2 に着脱可能に取り付けられるアーチ状のパネルフォーム 5 3 と、からなる 2 層構造を有する。パネルフォーム 5 3 は、上記展開時に、トンネル内周面との間にコンクリート打設用の空間 S を形成し、ウォール 5 2 に装着されている場合には、ウォール 5 2 を介してガントリー 4 により支持されて、空間 S 内に打設されたコンクリートを支持する。これにより、例えば、コンクリートの打設圧力や、打設直後で強度 (圧縮強度) が不十分なコンクリートの自重が、パネルフォーム 5 3、ウォール 5 2、及び、ガントリー 4 によって支持されるので、特許文献 2 に記載のような支持コンクリートを構築してボルト等で固定することなく型枠 5 を支持することができる。すなわち、型枠 5 を支持するための支持コンクリートを予め構築することや、型枠 5 と支持コンクリートとをボルトを介して固定すること等の必要がないので、覆工コンクリート構築時の施工効率化を実現することができる

40

50

。

【 0 0 5 9 】

また本実施形態によれば、パネルフォーム 5 3 は、ウォール 5 2 より離脱されている場合には、コンクリートが打設された位置に存置されて、この位置のコンクリートを保護する。これにより、例えば、打設から所定期間経過して自立可能な強度に達したコンクリートが、存置されたパネルフォーム 5 3 によって保護されるので、パネルフォーム 5 3 から離脱されたウォール 5 2 を含む移動式型枠装置 1 は、次のコンクリート打設作業の準備に入ることができ、従って、覆工コンクリート構築時の施工効率化を実現することができる。また、自立可能な強度に達したコンクリートについては、存置されたパネルフォーム 5 3 によって養生が十分に継続されるので、覆工コンクリートの高品質化を実現することができる。

10

【 0 0 6 0 】

また本実施形態によれば、パネルフォーム 5 3 は、トンネル周方向に連結される複数のパネルフォーム部材 5 3 d により構成され、これらパネルフォーム部材 5 3 d が、ウォール 5 2 に着脱可能に取り付けられる。これにより、隣接するパネルフォーム部材 5 3 d 同士の位置関係の調整を行うことで、トンネル内周面に対向するパネルフォーム 5 3 の外周面の曲率の調整を行うことができるので、パネルフォーム 5 3 の形状をフレキシブルに調整することができる。

【 0 0 6 1 】

また本実施形態によれば、型枠 5 はウォール 5 2 とパネルフォーム 1 0 2 とからなる 2 層構造を有し、パネルフォーム 1 0 2 がウォール 5 2 に装着された状態で型枠 5 が縮径されている場合に、この縮径されている移動式型枠装置 1 が、自立している他のパネルフォーム 1 0 1 内を通過する。この 2 層構造により、特許文献 2 に記載のようなテレスコピック形型枠に比べて、コンクリート保護用に存置される型枠（フォーム）のトンネル径方向の厚さが低減されるので、コンクリート保護用に存置される型枠の内部空間が広くなり、この結果、覆工コンクリート構築時の作業自由度を向上させることができる。

20

【 0 0 6 2 】

また本実施形態によれば、パネルフォーム 5 3 はトンネル周方向に直列に少なくとも 5 つの小フォーム（1 つの天端パネルフォーム 5 3 a と、2 つの側パネルフォーム 5 3 b と、2 つの下端パネルフォーム 5 3 c と）に分割されて、隣接する小フォーム同士がヒンジ機構（例えば、ヒンジ機構 6 1）を介して互いに連結される。これにより、パネルフォーム 5 3 は多関節型となるので、大断面トンネルにおける覆工コンクリートの構築時でもパネルフォーム 5 3 の展開・縮径を良好に行うことができる。

30

【 0 0 6 3 】

また本実施形態によれば、ウォール 5 2 はトンネル周方向に直列に少なくとも 5 つの小ウォール（1 つの天端ウォール 5 2 a と、2 つの側ウォール 5 2 b と、2 つの下端ウォール 5 2 c と）に分割されて、隣接する小ウォール同士がヒンジ機構（例えば、ヒンジ機構 6 2）を介して互いに連結される。これにより、ウォール 5 2 は多関節型となるので、大断面トンネルにおける覆工コンクリートの構築時でもウォール 5 2 の展開・縮径を良好に行うことができる。

40

【 0 0 6 4 】

また本実施形態によれば、パネルフォーム 5 3 がウォール 5 2 に装着されている状態にて、小フォーム同士を連結するヒンジ機構を構成するパネルフォームヒンジピン（例えば、パネルフォームヒンジピン 6 1 d）の長手方向の延長線に、小ウォール同士を連結するヒンジ機構を構成するウォールヒンジピン（例えば、ウォールヒンジピン 6 2 d）の長手方向が一致する。これにより、パネルフォーム 5 3 がウォール 5 2 に装着されている状態では、例えば、パネルフォームヒンジピン 6 1 d とウォールヒンジピン 6 2 d とが一直線に並ぶので、この直線を屈曲中心として、型枠 5 を良好に屈曲させることができる。

【 0 0 6 5 】

尚、本実施形態では、覆工コンクリートの構築方法として、2 連分のパネルフォーム 1

50

01, 102を交互にトンネル覆工進行方向に進行させる例を用いて説明したが、パネルフォームの連数はこれに限らず、例えば、3連分のパネルフォームを交互にトンネル覆工進行方向に進行させてもよい。この場合には、3連分のパネルフォームのうち、1連分のパネルフォームをコンクリート打設用とし、残りの2連分のパネルフォームをコンクリートの養生用とすることで、養生期間を本実施形態より長くすることができるので、覆工コンクリートの更なる高品質化を実現することができる。更に、覆工コンクリートの品質を確保するためにコンクリートが自立可能な強度となる期間を経過した後も一定期間型枠を存置することが必要な場合等は、複数のパネルフォームを移動台車により移動使用することで工期短縮を図ることができる。

【0066】

また、本実施形態では、山岳トンネルにおける覆工コンクリートの構築方法を説明したが、トンネルの形態はこれに限らず、例えばシールドトンネルにおいても、セグメントによる一次覆工体の構築の後に、移動式型枠装置1を用いて、覆工コンクリートの構築を行うことが可能である。

【符号の説明】

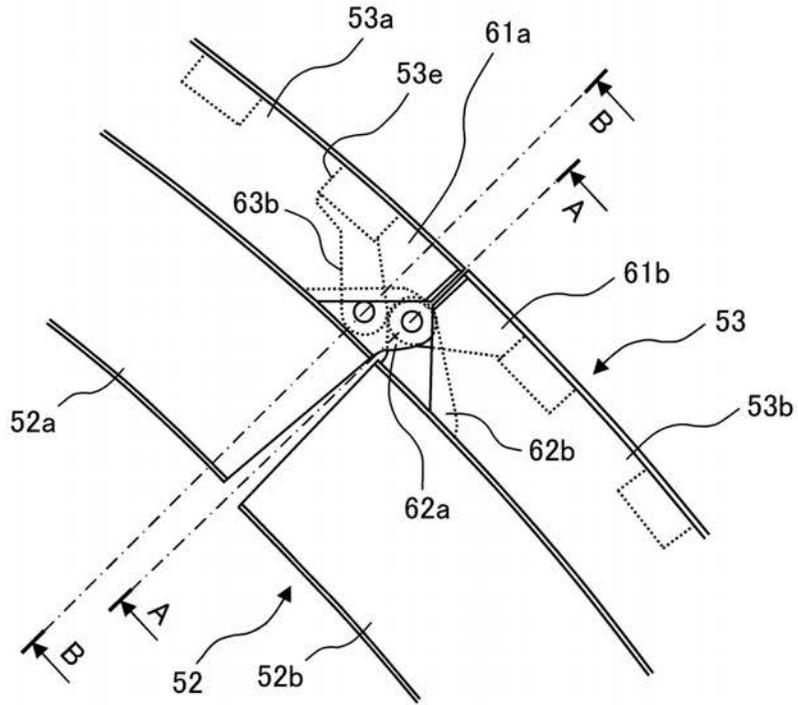
【0067】

- | | | |
|----------|--------------|----|
| 1 | 移動式型枠装置 | |
| 2 | 吹付コンクリート | |
| 3 | トンネル底面 | |
| 4 | ガントリー（移動台車） | 20 |
| 5 | 型枠 | |
| 41 | 脚部 | |
| 42 | レール | |
| 43 | 自走装置 | |
| 44 | 脚部 | |
| 45 | 補助ジャッキ | |
| 46 | 内部空間 | |
| 47 | 風管 | |
| 51 | 型枠部材 | |
| 52 | ウォール | 30 |
| 52a | 天端ウォール | |
| 52b | 側ウォール | |
| 52c | 下端ウォール | |
| 52d | 鋼材 | |
| 53 | パネルフォーム | |
| 53a | 天端パネルフォーム | |
| 53b | 側パネルフォーム | |
| 53c | 下端パネルフォーム | |
| 53d | パネルフォーム部材 | |
| 53e | リブ | 40 |
| 55~57 | ジャッキ | |
| 61 | ヒンジ機構 | |
| 61a, 61b | プレート | |
| 61c | 貫通孔 | |
| 61d | パネルフォームヒンジピン | |
| 62 | ヒンジ機構 | |
| 62a, 62b | プレート | |
| 62c | 貫通孔 | |
| 62d | ウォールヒンジピン | |
| 63 | ヒンジ機構 | 50 |

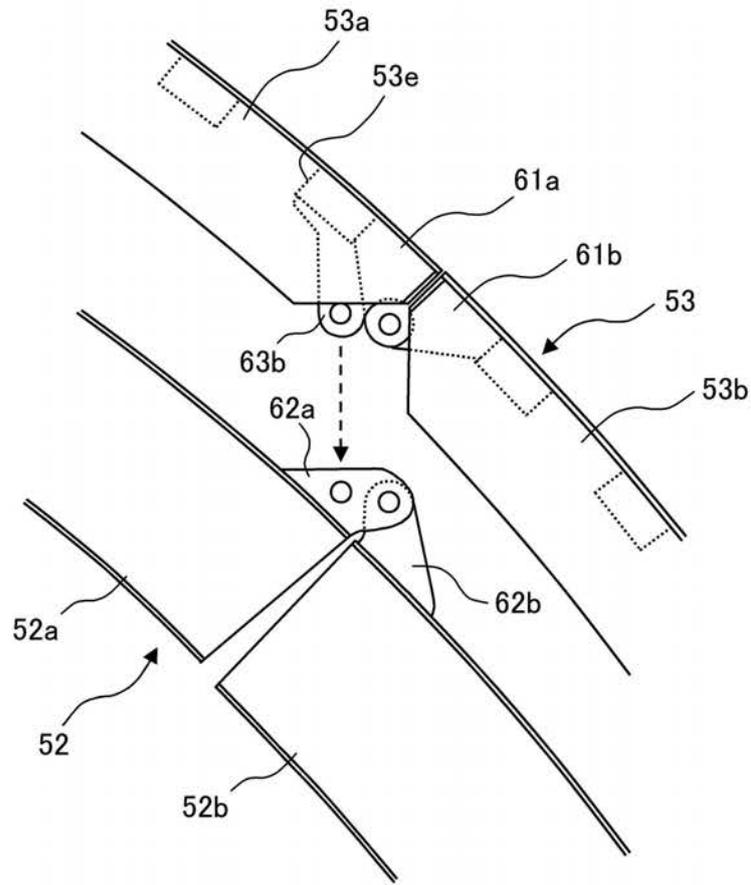
- 6 3 b プレート
- 6 3 c 貫通孔
- 6 3 d パネルフォーム固定ピン
- 1 0 1 パネルフォーム（第 1 のパネルフォーム）
- 1 0 2 パネルフォーム（第 2 のパネルフォーム）
- S 空間

【 図 2 】

(A)

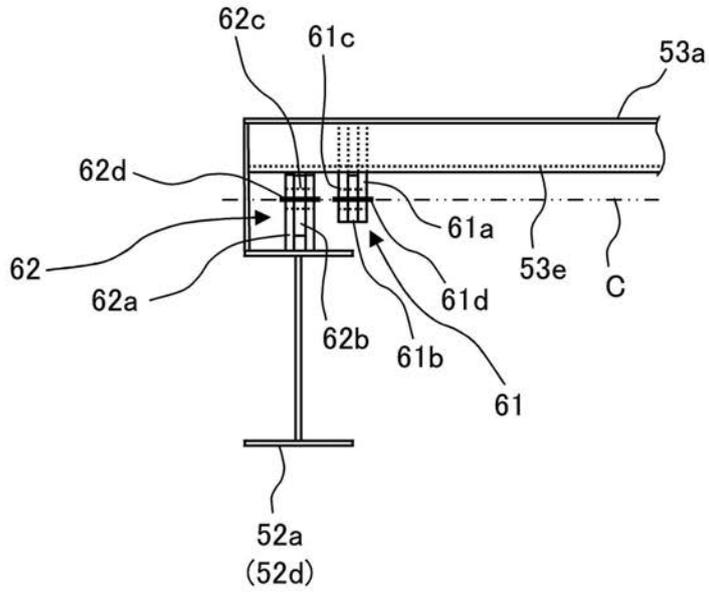


(B)

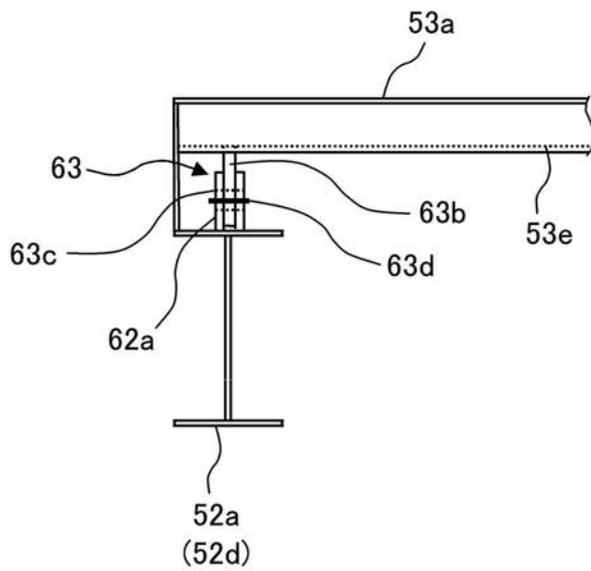


【 図 3 】

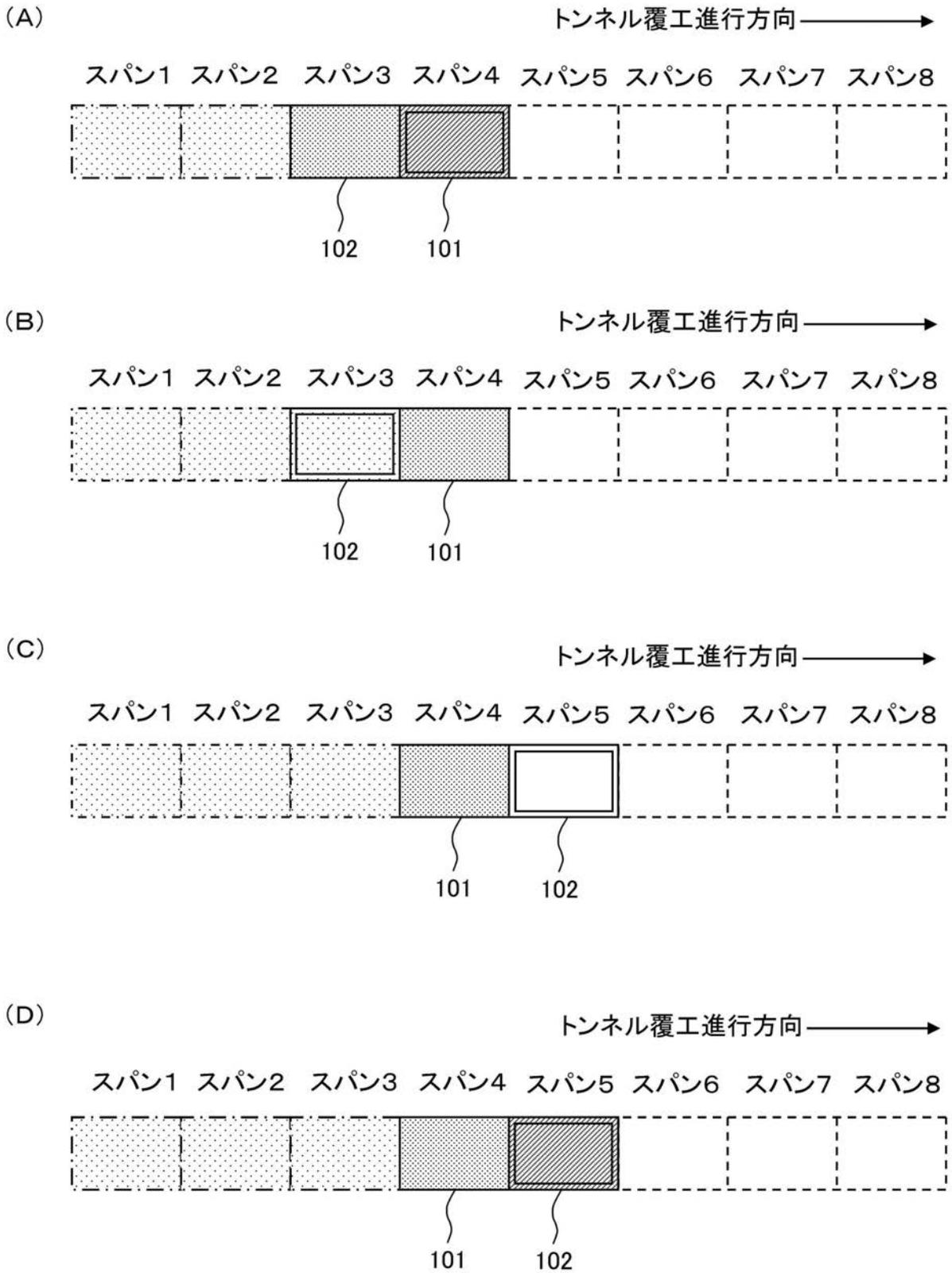
(A)



(B)

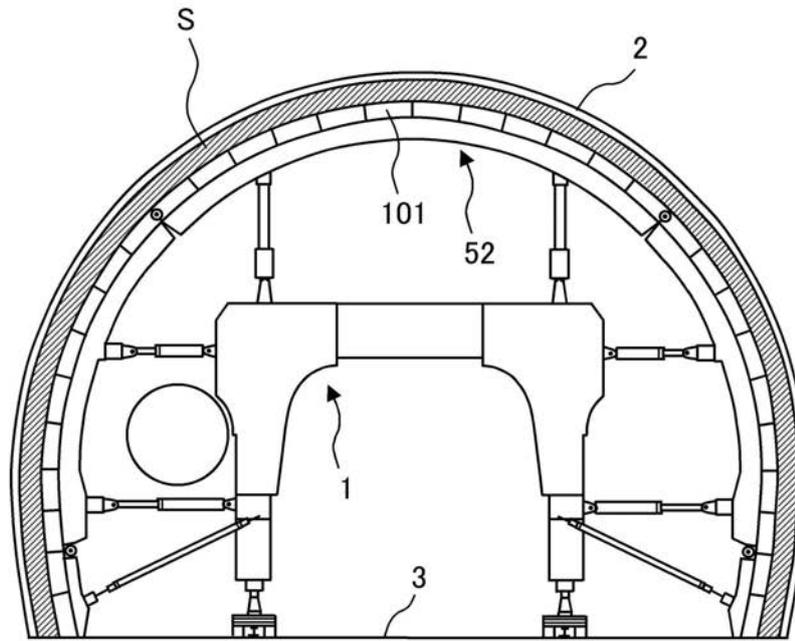


【図4】

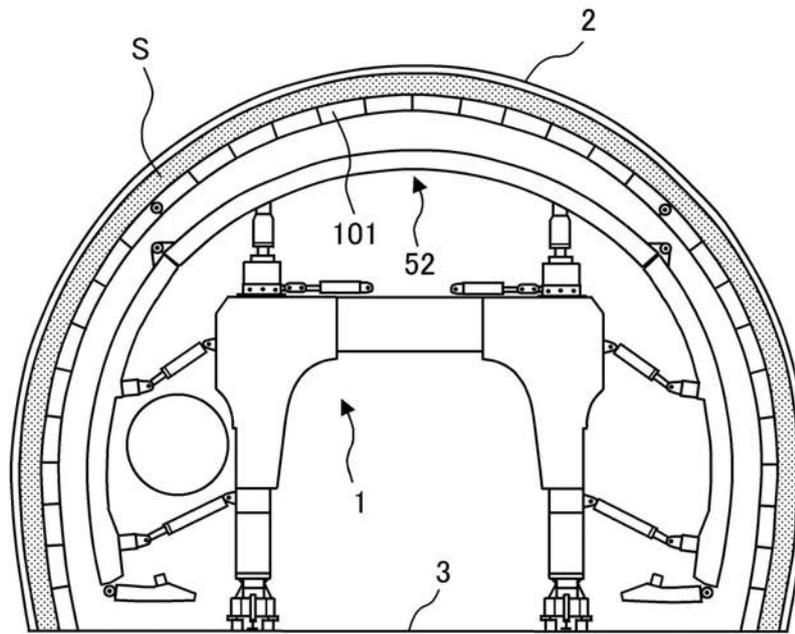


【図5】

(ア)

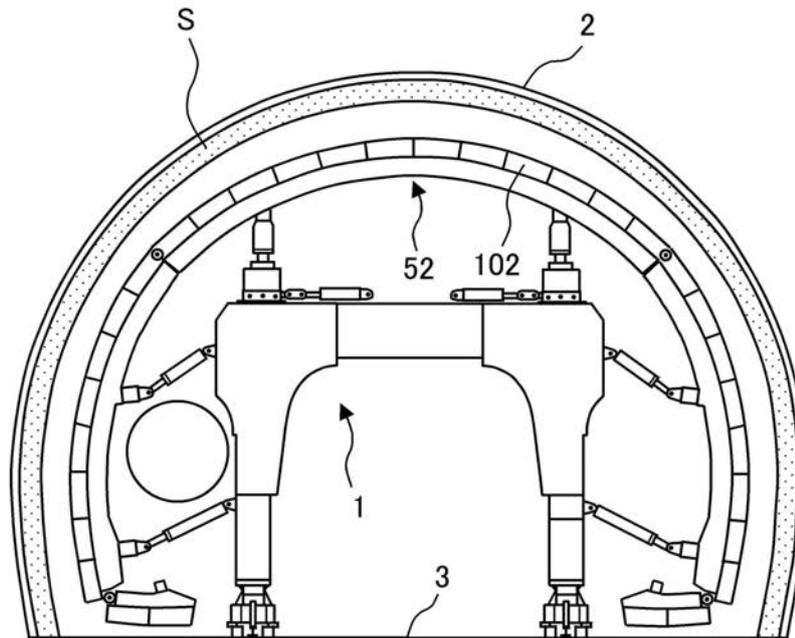


(イ)

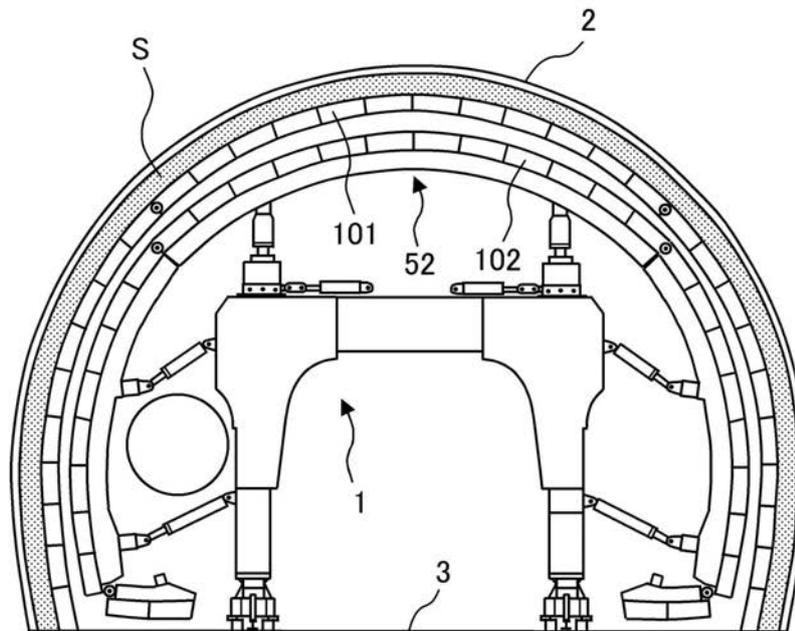


【図 6】

(ウ)



(エ)



フロントページの続き

- (72)発明者 福家 佳則
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内
- (72)発明者 近藤 啓二
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内
- (72)発明者 重永 晃洋
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内
- (72)発明者 坂井 吾郎
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内
- (72)発明者 大久保 常秀
岐阜県本巣市十四条144番地 岐阜工業株式会社内
- Fターム(参考) 2D055 BB02 CA03 DA07 DA08