

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6783132号  
(P6783132)

(45) 発行日 令和2年11月11日(2020.11.11)

(24) 登録日 令和2年10月23日(2020.10.23)

(51) Int. Cl. F I  
 E 2 1 D 9/087 (2006.01) E 2 1 D 9/087 Z  
 E 2 1 D 11/10 (2006.01) E 2 1 D 11/10 D

請求項の数 2 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-240671 (P2016-240671)	(73) 特許権者	000001317 株式会社熊谷組
(22) 出願日	平成28年12月12日(2016.12.12)		福井県福井市大手三丁目2番1号
(65) 公開番号	特開2018-96086 (P2018-96086A)	(73) 特許権者	516308364 J I Mテクノロジー株式会社
(43) 公開日	平成30年6月21日(2018.6.21)		神奈川県川崎市川崎区日進町1番地14
審査請求日	令和1年10月24日(2019.10.24)	(74) 代理人	100141243 弁理士 宮園 靖夫
		(72) 発明者	西村 清亮 東京都新宿区津久戸町2番1号 株式会社 熊谷組 東京本社内
		(72) 発明者	岡田 喬 東京都新宿区津久戸町2番1号 株式会社 熊谷組 東京本社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トンネル掘進機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

N A T M工法によりトンネルを施工するトンネル掘進機であって、  
筒状の胴体部と、胴体部の前方に位置されて当該胴体部の中心軸を回転中心として回転可能なように胴体部に取付けられてトンネル空洞部を形成するためのカッターヘッドと、カッターヘッドの後側と胴体部の前側とで囲まれたチャンパーと、胴体部の後側に設けられたジャッキとを備え、ジャッキの駆動により推進しながらカッターヘッドを回転駆動させることによってカッターヘッドで地山を掘削して掘進するトンネル掘進機において、

チャンパーの直後の位置に、掘削直後の素掘り状態のトンネル空洞部の内面にコンクリートを吹き付けるための吹付装置を備え、

吹付装置は、胴体部の前側に設けられて掘削直後の素掘り状態のトンネル空洞部の内面の周方向に沿ってコンクリートを吹き付ける仮吹付ノズルと、仮吹付ノズルよりも胴体部の後方に設けられて仮吹付ノズルからコンクリートを吹付けられて形成されたコンクリート層の上にトンネル空洞部の周方向に沿ってコンクリートを吹き付ける一次吹付ノズルとを備えたことを特徴とするトンネル掘進機。

【請求項2】

吹付装置は、胴体部の外周側に形成された凹部と掘削直後の素掘り状態のトンネル空洞部の内面とで囲まれた密閉空間内に設けられたことを特徴とする請求項1に記載のトンネル掘進機。

【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、N A T M工法によってトンネルを掘削するトンネル掘削機に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

N A T M工法によってトンネルを掘削するトンネル掘削機において、素掘り状態のトンネル空洞部の内面にコンクリートを吹き付ける吹付装置を備えた構成のトンネル掘削機が知られている（特許文献1，2参照）。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

10

## 【0003】

【特許文献1】特許第4776497号公報

【特許文献2】特許第4884304号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、特許文献1に開示されたトンネル掘削機では、チャンバー内でコンクリートを吹き付けているため、チャンバー内で吹付けられたコンクリートが掘削ズリや泥水と混ざってしまい、吹付けられたコンクリート層の品質が問題となる。

また、特許文献2に開示されたトンネル掘削機では、チャンバーの後方に延長するように設けられたスキンプレートの後端の後ろでコンクリートを吹き付けているため、掘削時において、掘削直後のトンネル空洞部の周囲の地山が緩みやすく、緩んだ地山によってスキンプレートが拘束されやすくなり、トンネル掘削機が掘進できなくなりやすい構造上の問題がある。

20

本発明は、N A T M工法によってトンネルを掘削するトンネル掘削機において、地山に拘束されにくい構造を備えたトンネル掘進機を提供するものである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明に係るトンネル掘進機は、N A T M工法によりトンネルを施工するトンネル掘進機であって、筒状の胴体部と、胴体部の前方に位置されて当該胴体部の中心軸を回転中心として回転可能なように胴体部に取付けられてトンネル空洞部を形成するためのカッターヘッドと、カッターヘッドの後側と胴体部の前側とで囲まれたチャンバーと、胴体部の後側に設けられたジャッキとを備え、ジャッキの駆動により推進しながらカッターヘッドを回転駆動させることによってカッターヘッドで地山を掘削して掘進するトンネル掘進機において、チャンバーの直後の位置に、掘削直後の素掘り状態のトンネル空洞部の内面にコンクリートを吹き付けるための吹付装置を備え、吹付装置は、胴体部の前側に設けられて掘削直後の素掘り状態のトンネル空洞部の内面の周方向に沿ってコンクリートを吹き付ける仮吹付ノズルと、仮吹付ノズルよりも胴体部の後方に設けられて仮吹付ノズルからコンクリートを吹付けられて形成されたコンクリート層の上にトンネル空洞部の周方向に沿ってコンクリートを吹き付ける一次吹付ノズルとを備えたので、地山に拘束されにくい構造を備えたトンネル掘進機を提供でき、かつ、掘削直後のトンネル空洞部の内面に早期にコンクリートを吹付けて地盤の緩みを防止できるとともに、連続して覆工を形成できるようになるので、覆工を早期に構築できる。

30

40

また、吹付装置は、胴体部の外周側に形成された凹部と掘削直後の素掘り状態のトンネル空洞部の内面とで囲まれた密閉空間内に設けられたので、吹付け対象であるトンネル空洞部の内面にだけ開放した凹部の空間内で吹付けを行うため、当該凹部の空間以外の人が行き交う領域に吹付の際のリバウンド（粉塵）が発生しないようにできる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0006】

【図1】トンネル掘進機の構成を示す断面図。

50

【図 2】トンネル掘進機の胴体部を前側から見た図。

【図 3】胴体部における前側部及び中間部の内部構造を示す斜視図。

【図 4】胴体部における前側部、中間部及びカッターヘッドを示す斜視図。

【図 5】トンネル掘進機をカッターヘッドの前側から見た図。

【図 6】反力支持装置の構成を示す図。

【図 7】カッターヘッドの前側に重機が移動した状態を示す斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0007】

図 1 乃至図 7 を参照し、実施形態に係るトンネル掘進機 1 の構成を説明する。

尚、以下の説明において、前（先頭）、後、上、下、左、右は、トンネル掘進機 1 の掘進方向を基準とした方向である。

【0008】

図 1 に示すように、トンネル掘進機 1 は、基部となる筒状の胴体部 2 と、胴体部 2 の前方に設けられたカッターヘッド 3 と、カッターヘッド 3 と胴体部 2 との間に位置されるチャンパー 4 と、胴体部 2 の後側に設けられたジャッキ 5 とを備え、ジャッキ 5 の駆動により推進しながらカッターヘッド 3 を回転駆動させることによってカッターヘッド 3 で地山を掘削して掘進する構成である。

カッターヘッド 3 は、胴体部 2 の前方に位置されて当該胴体部 2 の中心軸 2 X を回転中心として回転可能なように胴体部 2 に取付けられて断面円形の円筒状のトンネル空洞部を形成するための面状掘削手段である。

チャンパー 4 は、カッターヘッド 3 の後側と胴体部 2 の前側とで囲まれてカッターヘッド 3 で切削されたズリ（掘削土砂）が取込まれる取込空間であり、当該チャンパー 4 内に取り込まれたズリは、搬送装置としてのズリ搬送コンベヤ 4 5 により胴体部 2 の後方に搬送される。

【0009】

胴体部 2 は、上述したカッターヘッド 3、ジャッキ 5、ズリ搬送コンベヤ 4 5、図外の長尺先受け装置等の他に、チャンパー 4 の直後における胴体部 2 の外周側に形成された凹部 6 と、吹付装置 7 と、カッターヘッド 3 の左右の側部側の地山を掘削する側部掘削手段としてのブームカッター 8 とが設けられている。

吹付装置 7 は、凹部 6 内に設けられた吹付ノズル 7 1、7 2 と、当該吹付ノズル 7 1、7 2 に加圧された吹付用の支保材としてのコンクリートを供給する図外のコンクリート供給手段とを備え、当該凹部 6 と掘削直後の素掘り状態のトンネル空洞部の内面とで囲まれた密閉空間内において当該掘削直後の素掘り状態のトンネル空洞部の内面にコンクリートを吹き付ける装置である。

【0010】

トンネル掘進機 1 は、地山を掘削して断面馬蹄形状の素掘り状態のトンネル空洞部を形成し、当該トンネル空洞部の内面の下部側にインバート 1 2 を形成するとともに、当該トンネル空洞部の内面の上部側、及び、当該トンネル空洞部の内面の左右の側部側に覆工を形成して当該覆工の内面に反力支持装置 1 3 を組み立てて、このインバート 1 2 及び反力支持装置 1 3 を推進反力の反力受として利用して掘進する装置である（図 1 参照）。

【0011】

つまり、トンネル掘進機 1 は、NATM 工法によって断面馬蹄形のトンネルを掘削する TBM タイプのトンネル掘削機、即ち、掘削対象の地山の地質が比較的安定した岩盤層等である場合に使用される構成であり、図 1 に示すように、掘削した直後のトンネル空洞部の内面の上部側、及び、左右の側部側に吹付装置 7 によりコンクリートを吹付けて覆工 1 5 を形成することにより、掘削した直後のトンネル空洞部の内面の上部側、及び、左右の側部側の地山の早期安定を図った後、トンネル掘進機 1 の後方に形成された当該トンネル空洞部の内面の下部側にインバート 1 2 を形成するとともに、覆工 1 5 の内面に反力支持装置 1 3 を組み立てて、ジャッキ 5 のピストン 5 a を当該インバート 1 2 の前端面及び反力支持装置 1 3 の前端面に押し付けることにより、当該インバート 1 2 及び反力支持装置

10

20

30

40

50

13を推進反力の反力受として利用して掘進するように構成されている。

【0012】

即ち、トンネル掘進機1は、凹部6から吹付装置7で掘削直後の素掘り状態のトンネル空洞部の内面にコンクリートを吹き付けながら掘進する。

【0013】

胴体部2は、前側部2Aと、中間部2Bと、後側部2Cとを備える。

【0014】

胴体部2を前側から見た図2に示すように、前側部2Aは、前面板21と、前面板21の周縁より後方に延長する周壁22と、隔壁23と、後面板24とを備え、周壁22の左右側にそれぞれブームカッター設置部2Dが設けられ、上部に上部吹付装置設置部2Eが設けられる。

10

【0015】

前面板21は、胴体部2の中心軸(カッターヘッド3の回転中心軸)2Xを中心26Xとする円形面の円の中央部に円形の中央開口26aが形成された円環面部26と、円環面部26より上方に延長するように設けられて円環面部26の中心26Xを通過する垂直線Vを基準として左右にそれぞれ45°の範囲の扇面部27と、円環面部26より下方に延長するように設けられて円環面部26の中心26Xを通過する垂直線Vを中心線とした四角面の中央部に下部開口28aが形成された下面部28とを備えた形状である。

円環面部26の円の直径は、カッターヘッド3の直径よりも小さい直径である。

また、下部開口28aは、チャンバー4に取り込まれたズリを胴体部2の後方に排出するための排出口又はパワーショベル等の重機の出入口として機能する。尚、下部開口28aには、通常時においては、チャンバー4に取り込まれたズリを胴体部2の後方に搬送するための上述したズリ搬送コンベヤ45が設置されている。

20

周壁22は、円環面部26の外周縁及び下面部28の左右の側縁より後方に延長する板により形成される。

隔壁23は、扇面部27の左右の端縁より後方に延長し、周壁22より円環面部26の中心26Xを中心として放射面状に延長する板により形成された左右の境界壁23a、23aと、下部隔壁23bと、上部隔壁23cとを備える。

下部隔壁23bは、胴体部2の中心軸2Xを中心とする下湾曲面板により形成される。即ち、下部隔壁23bは、円環面部26の中心26Xを通過する垂直線Vと交差する下端位置を基準として左右の周方向に例えばそれぞれ70°(中心26Xを基準とした中心角度)離れた140°の範囲内で延在し、かつ、後端が後面板24まで延長して前端が前面板21よりも前方に位置される下湾曲面板により形成される。

30

上部隔壁23cは、胴体部2の中心軸2Xを中心とする上湾曲面板により形成される。即ち、上部隔壁23cは、円環面部26の中心26Xを通過する垂直線Vと交差する上端位置を基準として左右の周方向に例えばそれぞれ110°(中心26Xを基準とした中心角度)離れた220°の範囲内で延在し、かつ、後端が後面板24まで延長して前端が前面板21よりも前方に位置される上湾曲面板により形成される。

上部隔壁23cを形成する上湾曲面板の曲率半径は、下部隔壁23bを形成する下湾曲面板の曲率半径よりも小さく形成される。

40

当該上部隔壁23cの左右の下端縁と当該下部隔壁23bの左右の上端縁とが連結されて断面馬蹄形の筒体が構成され、断面円形掘削手段としてのカッターヘッド3及び左右の側部掘削手段としてのブームカッター8によって掘削される掘削直後のトンネル空洞部が断面馬蹄形に形成されることになる。

尚、上部隔壁23cは、扇面部27の上端縁と左右の境界壁23a、23aの上端縁とで囲まれた部分が開口6aに形成された板により形成される。

後面板24は、境界壁23aの後端縁と上部隔壁23cの後端縁と下部隔壁23bの後端縁と周壁22の後端縁とを繋ぐ板により形成される。

【0016】

そして、左右のブームカッター設置部2Dは、境界壁23aと上部隔壁23cと下部隔

50

壁 2 3 b と周壁 2 2 とで囲まれた前方開口の領域により構成される。

【 0 0 1 7 】

上部吹付装置設置部 2 E は、左右の境界壁 2 3 a , 2 3 a と、扇面部 2 7 と、周壁 2 2 とで囲まれた上部開口の凹部 6 x により構成される。

【 0 0 1 8 】

そして、図 4 に示すように、上部隔壁 2 3 c 及び下部隔壁 2 3 b で囲まれた断面馬蹄形の領域の前部にカッターヘッド 3 が配置され、当該カッターヘッド 3 と上部隔壁 2 3 c と下部隔壁 2 3 b と前面板 2 1 と周壁 2 2 と左右の境界壁 2 3 a , 2 3 a と後面板 2 4 とで囲まれた領域により、チャンバー 4 が形成される。

【 0 0 1 9 】

中間部 2 B は、左右のブームカッター設置部 2 D の後方に設けられた側部吹付装置設置部 2 F , 2 F を備える。

側部吹付装置設置部 2 F は、前側部 2 A の後面板 2 4 と、前側部 2 A の周壁 2 2 より後方に延長するように設けられた周壁 2 2 B と、前側部 2 A の下部隔壁 2 3 b より後方に延長するように設けられた下部隔壁 2 3 B と、後面板 2 4 と対向するように設けられた円環状の後板 2 4 B とで囲まれて、トンネル空洞部の上部及び左右の側部と面する部分が開口 6 b となった凹部 6 y により構成される。

【 0 0 2 0 】

従って、上部吹付装置設置部 2 E を形成する凹部 6 x 及び側部吹付装置設置部 2 F を形成する凹部 6 y により、チャンバー 4 の直後における胴体部 2 の外周側に形成された凹部 6 が構成され、かつ、トンネル空洞部と面する上部吹付装置設置部 2 E の開口 6 a 及びトンネル空洞部と面する側部吹付装置設置部 2 F の開口 6 b により、チャンバー 4 の直後における胴体部 2 の外周側に形成された凹部 6 の開口 6 A が構成される。

そして、当該凹部 6 に設けられた吹付装置 7 の吹付ノズル 7 1 , 7 2 から開口 6 A を介して掘削直後のトンネル空洞部の内面にコンクリートが吹き付けられる。

【 0 0 2 1 】

後側部 2 C は、カッターヘッド 3 の直径よりも若干小さい円環状の後板 2 4 B と、後板 2 4 B の円環状の後面において周方向に沿って所定間隔を隔てて複数設けられたジャッキ 5 と、中間部 2 B の下部隔壁 2 3 B より後方に延長するように設けられた下部隔壁 2 3 C とを備える。

【 0 0 2 2 】

即ち、トンネル掘進機 1 は、図 1 に示すように、前側部 2 A、中間部 2 B、後側部 2 C のそれぞれが下部隔壁 2 3 b , 2 3 B , 2 3 C を備えており、当該下部隔壁 2 3 b , 2 3 B , 2 3 C によりトンネル掘進機 1 の下部隔壁 2 3 X が構成される。

そして、図 1 に示すように、下部隔壁 2 3 X の後方にインバート 1 2 を形成する例えばコンクリートブロック 1 2 a が設置される。

【 0 0 2 3 】

トンネル掘進機 1 は、断面馬蹄形状のトンネル空洞部を形成するために、切削手段として、断面円形掘削手段としてのカッターヘッド 3 と、左右の側部掘削手段としてのブームカッター 8 とを備える。

そして、カッターヘッド 3 は、筒状の胴体部 2 の前側（トンネル掘進機 1 の掘進方向の先頭側）に、掘削するトンネル空洞部の断面馬蹄形の中心となる胴体部 2 の中心軸 2 X を回転中心として回転可能に支持される。

また、ブームカッター 8 は、胴体部 2 の前側の左右のブームカッター設置部 2 D に設けられて、カッターヘッド 3 で掘削される断面円形空洞部の左右の外周よりも外側に位置する地山部分を掘削する。

ブームカッター 8 は、例えば、伸縮及び揺動可能に構成されたアーム 8 a の先端に、図外の掘削ビットを搭載したドリル 8 b を備えた構成である。

ブームカッター 8 は、図 5 に示すように、各ブームカッター設置部 2 D において、それぞれ 3 つ程度設けられる。例えば、下部隔壁 2 3 b と上部隔壁 2 3 c との境界部分近傍に

10

20

30

40

50

位置する地山部分を掘削するブームカッター 8 と、カッターヘッド 3 の左右下側の外周と下部隔壁 2 3 b との間に位置する地山部分を掘削するブームカッター 8 と、カッターヘッド 3 の左右側の外周と上部隔壁 2 3 b との間に位置する地山部分を掘削するブームカッター 8 とを備える。

尚、図 4 に示すように、ブームカッター設置部 2 D において、前面板 2 1 の下面部 2 8 の左右の側縁より後方に延長する周壁 2 2 の近傍には、ブームカッター 8 で掘削されて後側に溜まったズリを後側から前方に搬送する搬送スクリー 8 8 が設けられる。

【 0 0 2 4 】

図 4 に示すように、胴体部 2 の中心軸 2 X を回転中心として回転するカッターヘッド 3 は、円形状の回転中心部 3 2 と、回転中心部 3 2 と同心円状に形成された回転中心部 3 2 よりも大径の円環状連結板 3 3 と、回転中心部 3 2 と同心円状に形成された円環状連結板 3 3 よりも大径の円環状外周板 3 4 と、回転中心部 3 2 から放射状に円環状外周板 3 4 まで延長するように設けられた複数のスポーク 3 5 と、互いに隣り合うスポーク 3 5 とスポーク 3 5 との間において円環状連結板 3 3 から放射状に円環状外周板 3 4 まで延長するように設けられた複数の外側スポーク 3 6 と、各スポーク 3 5 , 3 6 の前面に設けられたカッタービット 3 0 ( 図 1 参照 ) とを備える。尚、図 4 , 5 , 7 においては、カッタービット 3 0 の図示を省略している。

【 0 0 2 5 】

カッターヘッド 3 は、カッターヘッド支持機構を介して胴体部 2 の前方に位置されるように設けられている。

カッターヘッド支持機構は、図 1 に示すように、内周面に太陽歯車 3 7 が形成された円筒体 3 8 と、円筒体 3 8 の一端開口に形成された円環板 3 9 と、円環板 3 9 の前面から前方に突出するように設けられた複数の支持アーム 4 0 とを備え、複数の支持アーム 4 0 の先端とカッターヘッド 3 の円環状外周板 3 4 とが連結されている。

各支持アーム 4 0 にはそれぞれ掻揚げ板 4 1 が取り付けられている。各掻揚げ板 4 1 は、胴体部 2 の中心軸 2 X を中心として放射状に延長するように設けられており、カッターヘッド 3 が胴体部 2 の中心軸 2 X を回転中心として回転することにより掘削されてチャンパー 4 内に取り込まれたズリを掻き揚げて細かく砕く。

【 0 0 2 6 】

カッターヘッド 3 は、カッターヘッド駆動機構により回転駆動する。

カッターヘッド駆動機構は、図 1 に示すように、太陽歯車 3 7 の周方向に沿って所定間隔を隔てて配置されて太陽歯車 3 7 に噛み合うように設けられた複数の原動歯車 4 2 と、原動歯車 4 2 の駆動源としてモータ 4 3 とを備えて構成される。

【 0 0 2 7 】

従って、複数の原動歯車 4 2 のモータ 4 3 を駆動して太陽歯車 3 7 が形成された円筒体 3 8 を胴体部 2 の中心軸 2 X を回転中心として回転させると、胴体部 2 の中心軸 2 X を回転中心としてカッターヘッド 3 が回転し、切羽を掘削する。掘削されたズリは、互いに隣り合うスポーク 3 5 とスポーク 3 6 との間、又は、互いに隣り合うスポーク 3 5 とスポーク 3 6 との間を経由してチャンパー 4 内に取り込まれる。即ち、互いに隣り合うスポーク 3 5 とスポーク 3 6 との間、又は、互いに隣り合うスポーク 3 5 とスポーク 3 6 との間の間隔がチャンパー 4 内へのズリ取込口となっている。

【 0 0 2 8 】

尚、円環状外周板 3 4 よりも外周側に位置される複数の外側スポーク 3 6 、又は、複数のスポーク 3 5 の外側部分のうちの 1 つ以上、例えば、図 4 に示すような外側スポーク 3 6 A は、円環状連結板 3 3 及び円環状外周板 3 4 に対して着脱可能に設けられており、その他のスポーク 3 5 , 3 6 は、円環状連結板 3 3 及び円環状外周板 3 4 と一体、又は、円環状連結板 3 3 及び円環状外周板 3 4 に対して固定状態に取付けられている。

【 0 0 2 9 】

吹付装置 7 は、胴体部 2 の上部側、及び、胴体部 2 の左右の側部側の周囲において、胴体部の中心軸を通過する垂直線 V を基準として左右の周方向に例えばそれぞれ 1 1 0 ° 離

10

20

30

40

50

れた220°の範囲内を移動可能に設けられて、掘削された断面馬蹄形のトンネル空洞部の内面における上端位置から左右の周方向にそれぞれ110°離れた220°の範囲内にコンクリートを吹付ける装置である。

#### 【0030】

吹付装置7としては、図3に示すように、上部吹付装置7Aと、左右の側部吹付装置7B、7Bとを備える。

上部吹付装置7Aは、図2に示すように、胴体部2の前側の周囲において、胴体部2の中心軸2Xを通過する垂直線Vを基準として左右の周方向に例えばそれぞれ45°離れた90°の範囲内を左右に移動可能に設けられて、カッターヘッド3で掘削された直後の素掘り状態のトンネル空洞部の内面における上端位置から左右に45°離れた90°の範囲内(以下、上半90°の範囲内という)にコンクリートを吹付ける吹付装置である。

10

側部吹付装置7Bは、上部吹付装置7Aよりも後方に配置され、胴体部2の中心軸2Xを通過する垂直線Vを基準として左右の周方向に例えばそれぞれ中心角45°離れた位置からさらに周方向に65°離れた位置までの左右の側部の範囲内(以下、側部65°の範囲内という)を移動可能に設けられて、ブームカッター8で掘削された断面馬蹄形のトンネル空洞部における左右の内面にコンクリートを吹付ける吹付装置である。

#### 【0031】

吹付装置7は、胴体部2の外周側に形成された凹部6と掘削直後の素掘り状態のトンネル空洞部の内面とで囲まれた密閉空間内に設けられた吹付ノズル71、72(図1参照)と、ノズルガイド機構と、図外の材料圧送装置と、図外の混合機とを備え、吹付ノズル71、72と混合機とが図外のホースで互いに繋がれ、混合機と材料圧送装置とが図外のホースで互いに繋がれた構成である。

20

ノズルガイド機構は、周壁22、22Bの曲率に対応した孤状に延長するように設けられたガイド部材と、吹付ノズル71、72をガイド部材に移動可能に取付ける連結手段とを備える。

ガイド部材は、例えばガイドレール73であり、連結手段は例えばガイドレール73上を滑走可能に設けられた図外の車輪であり、例えば、車輪を駆動するモータを制御することで、吹付ノズル71、72をガイドレール73上で左右方向に移動させるように構成されている。尚、ガイドレール73は、支柱74により、周壁22の外周面に固定されている。

30

#### 【0032】

上部吹付装置7A及び側部吹付装置7Bは、それぞれ、胴体部2の前側に設けられて掘削直後の素掘り状態のトンネル空洞部の内面の周方向に沿ってコンクリートを吹き付ける前側吹付ノズルと、前側吹付ノズルよりも胴体部2の後方に設けられて前側吹付ノズルからコンクリートを吹付けられて形成されたコンクリート層の上にトンネル空洞部の周方向に沿ってコンクリートを吹き付ける後側吹付ノズルとを備えている。

上部吹付装置7Aの前側に配置された前側吹付ノズルとしての仮吹付ノズル71は、掘削直後のトンネル空洞部の上半90°の範囲内に例えば厚さ50mmの吹付けコンクリート層を形成するための吹付ノズルである。

上部吹付装置7Aの後側に配置された後側吹付ノズルとしての一次吹付ノズル72は、掘削直後のトンネル空洞部の上半90°の範囲内に例えば厚さ200mmの吹付けコンクリート層を形成するための吹付ノズルである。

40

また、側部吹付装置7Bの前側に配置された前側吹付ノズルとしての仮吹付ノズル71は、掘削直後のトンネル空洞部の側部65°の範囲内に例えば厚さ50mmの吹付けコンクリート層を形成するための吹付ノズルである。

側部吹付装置7Bの後側に配置された後側吹付ノズルとしての一次吹付ノズル72は、掘削直後のトンネル空洞部の側部65°の範囲内に例えば厚さ200mmの吹付けコンクリート層を形成するための吹付ノズルである。

#### 【0033】

即ち、上部吹付装置7Aは、チャンバー4の直後における胴体部2の外周の上部側に形

50

成された上部吹付装置設置部 2 E に設けられ、側部吹付装置 7 B , 7 B は、チャンバー 4 の直後における胴体部 2 の左右の外周側に形成された側部吹付装置設置部 2 F に設けられる。

つまり、チャンバー 4 は、胴体部 2 の外周の上部に形成された上部吹付装置設置部 2 E の前方に位置される領域と、胴体部 2 の外周における上部吹付装置設置部 2 E の左右側に位置されるブームカッター設置部 2 D の領域とを含む。

換言すると、トンネル掘進機 1 は、胴体部 2 の外周の上部においてチャンバー 4 の直後に位置される上部吹付装置設置部 2 E に設けられて、カッターヘッド 3 で掘削された掘削直後の素掘り状態のトンネル空洞部の上部側の内面にコンクリートを吹き付けるための上部吹付装置 7 A と、ブームカッター設置部 2 D に設けられて、カッターヘッド 3 で掘削されないカッターヘッド 3 の左右の横側に位置する地山部分を掘削するブームカッター 8 と、チャンバー 4 の一部を形成するブームカッター設置部 2 D の直後に位置される側部吹付装置設置部 2 F に設けられて、ブームカッター 8 で掘削された直後の断面馬蹄形のトンネル空洞部の左右側の内面にコンクリートを吹き付けるための側部吹付装置 7 B , 7 B とを備えている。

#### 【 0 0 3 4 】

従って、カッターヘッド 3 で掘削された掘削直後のトンネル空洞部の上部側にチャンバー 4 の直後の位置において上部吹付装置 7 A によりコンクリートが吹付けられて当該掘削直後のトンネル空洞部の上部側の地山の緩みを防止できるとともに、ブームカッター 8 で掘削された掘削直後の断面馬蹄形のトンネル空洞部の左右側にチャンバー 4 の直後の位置において側部吹付装置 7 B , 7 B によりコンクリートが吹付けられて当該掘削直後の断面馬蹄形のトンネル空洞部の左右側の地山の緩みを防止できるようになり、地山に拘束されにくい構造を備えて、N A T M 工法により断面馬蹄形のトンネルを施工できるトンネル掘進機 1 となる。

#### 【 0 0 3 5 】

反力支持装置 1 3 は、トンネル掘進機 1 により掘削されたトンネル空洞部の内面における上部隔壁 2 3 c の周方向範囲に対応した上半 90 ° の範囲及び左右の側部 65 ° の範囲内の内面に形成された覆工 1 5 の内面に設置される例えば孤状の複数の鋼製フレーム 1 3 a と、前後の鋼製フレーム 1 3 a , 1 3 a を連結する連結部材 1 3 b とにより構築され、これら複数の鋼製フレーム 1 3 a の外面と覆工 1 5 の内面との摩擦力によってジャッキ 5 のピストン 5 a の押圧力を受けてトンネル掘進機 1 を推進させる際の反力を得るようにした構成である。

鋼製フレーム 1 3 a は、例えば、図 6 に示すように、複数のフレーム部材 1 3 d , 1 3 d 同士がヒンジ等の可動連結部を介して連結されて構成され、複数のフレーム部材 1 3 d の外周面が覆工 1 5 の内面に押し当てられるようにフレーム部材 1 3 d を拡径して覆工 1 5 の内面に設置される。

#### 【 0 0 3 6 】

尚、反力支持装置 1 3 は、両方の下端をインバート 1 2 に設けられた図外の係合部に係合させて、インバート 1 2 との摩擦力によってジャッキ 5 のピストン 5 a の押圧力を受けるセグメントのような支持体を用いてトンネル掘進機 1 を推進させる際の反力を得るようにした構成、上述した覆工 1 5 の内面との摩擦力及び上述したインバート 1 2 との摩擦力によってジャッキ 5 のピストン 5 a の押圧力を受ける上述した鋼製フレーム 1 3 a のような支持体を用いてトンネル掘進機 1 を推進させる際の反力を得るようにした構成としてもよい。

#### 【 0 0 3 7 】

実施形態 1 のトンネル掘進機 1 を用いたトンネル施工方法について説明する。

地山を最初に掘削する際には、ジャッキ 5 の反力を得るための図外の反力支持装置を設置し、カッターヘッド 3 を駆動しながらジャッキ 5 のピストン 5 a を伸ばして図外の反力支持装置でトンネル掘進機 1 の推進反力を得ることにより、トンネル掘進機 1 が地山を掘削して推進する。

10

20

30

40

50

尚、トンネル掘進機 1 を掘進させる前に、図外の長尺先受け装置を駆動して、切羽から長尺の鋼管を地山に打ち込み、鋼管周辺の地山に薬液を注入することにより、前方地山を改良・補強し、切羽の安定を図る。

【 0 0 3 8 】

そして、所定の距離（例えばジャッキ 5 の 1 ストローク分）だけ掘進すると同時に、掘削直後の素掘り状態のトンネル空洞部の内面における上半 90° の範囲に上部吹付装置 7 A の仮吹付ノズル 7 1 を駆動して、例えば厚さ 50 mm の仮吹付コンクリート層 8 0 を形成する。所定の距離だけ掘進した後、掘進を中止し、今回形成した仮吹付コンクリート層 8 0 の表面に H 形鋼等の支保工 1 4 を設置する。尚、支保工 1 4 は、凹部 6 の底を形成する周壁 2 2 , 2 2 B に形成された図外の搬入用窓を介して凹部 6 内に搬入される。そして、支保工設置後にトンネル掘進機 1 を所定の距離だけ掘進すると同時に、掘削直後のトンネル空洞部の上半 90° の範囲に上部吹付装置 7 A の仮吹付ノズル 7 1 を駆動して、例えば厚さ 50 mm の仮吹付コンクリート層 8 0 を形成するとともに、前回の掘進時に形成した仮吹付コンクリート層 8 0 の上に上部吹付装置 7 A の一次吹付ノズル 7 2 を駆動して、例えば厚さ 200 mm の一次吹付コンクリート層 8 1 を形成し、前回設置した支保工 1 4 を一次吹付コンクリートで固定することで覆工 1 5 を形成する。そして所定の距離だけ掘進した後、掘進を中止し、今回形成した仮吹付コンクリート層 8 0 の表面に支保工 1 4 を設置する。

【 0 0 3 9 】

支保工設置後にさらにトンネル掘進機 1 を所定の距離だけ掘進すると同時に、掘削直後のトンネル空洞部の上半 90° の範囲に仮吹付コンクリート層 8 0 を形成するとともに、前回の掘進時に形成した仮吹付コンクリート層 8 0 の上に一次吹付コンクリート層 8 1 を形成して覆工 1 5 を形成し、さらに、最初に掘削されたトンネル空洞部の左右の側部 65° の範囲に側部吹付装置 7 B の仮吹付ノズル 7 1 を駆動して、仮吹付コンクリート層 8 0 を形成する。掘進を中止し、今回形成した左右の側部の仮吹付コンクリート層 8 0 の表面に支保工 1 4 を設置する。さらに、4 回目の所定の距離だけの掘進作業と同時に、掘削直後のトンネル空洞部の上半 90° の範囲に仮吹付コンクリート層 8 0 を形成し、前回の掘進時に形成した仮吹付コンクリート層 8 0 の上に一次吹付コンクリート層 8 1 を形成して覆工 1 5 を形成するとともに、前々回（2 回目）の掘進作業時に形成された左右の側部 65° の範囲にそれぞれ仮吹付コンクリート層 8 0 を形成し、かつ、前回の掘進作業時に左右の側部の 65° の範囲にそれぞれ形成された仮吹付コンクリート層 8 0 の上に、側部吹付装置 7 B の一次吹付ノズル 7 2 を駆動して、一次吹付コンクリート層 8 1 を形成して覆工 1 5 を形成する。

以後、上述した掘進作業時の吹付け作業を繰り返していくことにより、掘削直後のトンネル空洞部の内面に仮吹付コンクリート層 8 0 が形成され、当該仮吹付コンクリート層 8 0 によって、掘削直後の断面馬蹄形のトンネル空洞部の周囲の地山の緩みを防止できるようになり、トンネル掘進機 1 が地山に拘束されにくくなる。

【 0 0 4 0 】

尚、トンネル掘進機 1 によって掘削されたトンネル空洞部内にトンネル掘進機 1 が入り込んだ後、トンネル掘進機 1 の後方における断面馬蹄形のトンネル空洞部の下側にはコンクリートブロック 1 2 a が設置されてインバート 1 2 が構築され、トンネル掘進機 1 の後方における断面馬蹄形のトンネル空洞部の上側に形成された覆工 1 5 の内面には反力支持装置 1 3 が構築される。即ち、覆工 1 5 の内面に鋼製フレーム 1 3 a をトンネル掘進機 1 の推進方向に沿ったトンネル空洞部 3 1 内の前後に複数個設置するとともに、前後の鋼製フレーム 1 3 a , 1 3 a を連結部材 1 3 b で連結して反力支持装置 1 3 を構築する（図 1 参照）。この反力支持装置 1 3 の外面と覆工 1 5 の内面との摩擦力及びインバート 1 2 によりトンネル掘進機 1 を推進させる際の反力を得ることによって、トンネル掘進機 1 を推進させることができる。つまり、カッターヘッド 3 を駆動しながら推進ジャッキ 5 のピストン 5 a を伸ばして反力支持装置 1 3 の前端面及びインバート 1 2 の前端面に押し当てることで、トンネル掘進機 1 がトンネル空洞部の前方を掘削しながら推進する（図 1 参照）

。 当該トンネル掘進機 1 では、反力支持装置 1 3 を用いて推進反力を得るようにしているので、グリッパのようにトンネル空洞部の内面に集中荷重が加わらず、一次吹付コンクリート層 8 1 が損傷しない工法を実現できる。また、反力支持装置 1 3 により、覆工 1 5 の内面を押圧する内圧効果が発生し、トンネル空洞部の周囲の地山の緩みを抑制できる。

【 0 0 4 1 】

尚、トンネル掘進機 1 を推進させた後に、反力支持装置 1 3 の後方に位置されていた鋼製フレーム 1 3 a を反力支持装置 1 3 の前端に移動して連結することで、次にトンネル掘進機 1 を推進させる際の反力支持装置 1 3 を構築する。即ち、トンネル掘進機 1 を推進させる毎に、後方の鋼製フレーム 1 3 a を前側に盛り替えて次にトンネル掘進機 1 を推進させる際の反力支持装置 1 3 を構築する。

10

【 0 0 4 2 】

また、例えば、前方地山が硬岩の連続する地山であることが判明し、当該トンネル掘進機 1 による掘進作業ができなくなった場合、互いに隣り合うスポーク 3 5 とスポーク 3 6 との間、又は、互いに隣り合うスポーク 3 5 とスポーク 3 6 との間を介して図外の削岩機で前方地山に発破孔を形成し、当該発破孔に発破を設置する発破掘削を行う。発破掘削を行った後に、トンネル掘進機 1 のカッターヘッド 3 の着脱可能なスポーク 3 6 A を取り外し、図 7 に示すように、このスポーク 3 6 A を取り外した開口部分 3 6 B が胴体部 2 の前側の下部開口 2 8 a の前方に位置するように、カッターヘッド 3 の回転停止位置を設定し、搬送コンベヤ 4 5 を取り外した後、この下部開口 2 8 a 及びスポーク 3 6 A を取り外した開口部分 3 6 B を介してカッターヘッド 3 の下部前方位置にパワーショベルのような重機 4 6 を移動して発破掘削のズリをチャンバー 4 内に送る。

20

【 0 0 4 3 】

また、万が一、トンネル掘進機 1 が地山に拘束されて掘進できなくなった場合、前方地山の発破掘削を行った後、カッターヘッド 3 の前方側からトンネル掘進機 1 の拘束状態を解除する作業を行うことができるようになる。

例えば、地山に拘束されている上部隔壁 2 3 c 及び塞板 9 の外側に位置する地山部分に前側から削岩機を用いたボーリングによるコア抜き作業を行って、上部隔壁 2 3 c 及び塞板 9 の外側に位置する地山を崩すことにより、トンネル掘進機 1 を地山による拘束から解放できるようになる。

30

【 0 0 4 4 】

即ち、トンネル掘進機 1 での掘削が行えなくなった場合に、前方地山の発破掘削を行った後、カッターヘッド 3 の下部前方位置に重機 4 6 を移動して発破掘削のズリをチャンバー 4 内に搬送することができるようになったり、万が一、トンネル掘進機 1 が地山に拘束されて掘進できなくなった場合、前方地山の発破掘削を行った後、カッターヘッド 3 の下部前方位置に重機 4 6 を移動して発破掘削のズリをチャンバー 4 内に搬送することにより、カッターヘッド 3 の前方に作業スペースを形成でき、上述したようなカッターヘッド 3 の前方側からトンネル掘進機 1 の拘束状態を解除する作業を行うことができるようになる。

。 尚、下部開口 2 8 a の大きさを大きくした場合、取り外すスポークの数を多くすればよい。

40

【 0 0 4 5 】

実施形態 1 のトンネル掘進機 1 によれば、掘削直後の素掘り状態のトンネル空洞部の内面にコンクリートを吹き付けるために、吹付装置 7 をチャンバー 4 の直後に設けたので、掘削直後の地山の緩みを防止でき、地山に拘束されにくい構造を備えたトンネル掘進機 1 を提供できる。

また、吹付け対象であるトンネル空洞部の内面にだけ開放した凹部 6 の空間内で吹付けを行うので、当該凹部 6 の空間以外の人が行き交う領域に吹付の際のリバウンド（粉塵）が発生しない。

【 0 0 4 6 】

50

実施形態 1 のトンネル掘進機 1 によれば、断面馬蹄形に掘削するために、断面円形掘削用のカッターヘッド 3 と複数のブームカッター 8 とを備えるので、断面馬蹄形のトンネル空洞部を施工でき、断面形状として無駄の少ない馬蹄形断面のトンネルを施工できる。

【 0 0 4 7 】

実施形態 1 のトンネル掘進機 1 によれば、上部吹付装置 7 A 及び側部吹付装置 7 B が、それぞれ前後に配置された吹付ノズル、即ち、仮吹付ノズル 7 1 と一次吹付ノズル 7 2 とを備えているので、仮吹付ノズル 7 1 から掘削直後のトンネル空洞部の内面に吹付けられるコンクリートにより形成される仮吹付コンクリート層 8 0 によって、地盤の緩みを防止できるとともに、一次吹付ノズル 7 2 から仮吹付コンクリート層 8 0 の上に吹付けられるコンクリートにより一次吹付コンクリート層 8 1 を形成して覆工 1 5 を形成できる。即ち、掘削直後のトンネル空洞部の内面に早期にコンクリートを吹付けて地盤の緩みを防止できるとともに、連続して覆工 1 5 を形成できるようになるので、覆工 1 5 を早期に構築できる。

10

【 0 0 4 8 】

尚、上記では断面馬蹄形のトンネル空洞部を掘削するトンネル掘進機 1 を示したが、断面円形のトンネル空洞部を掘削するトンネル掘進機としてもよい。

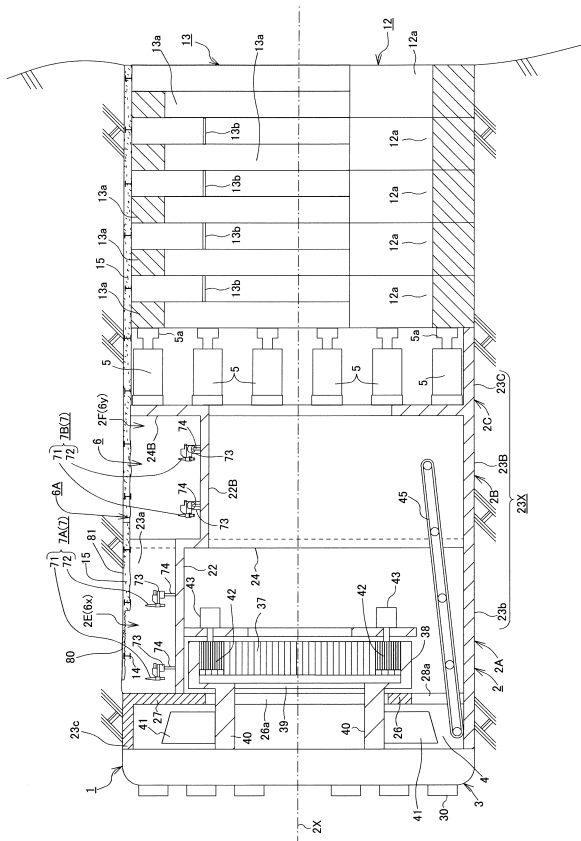
【 符号の説明 】

【 0 0 4 9 】

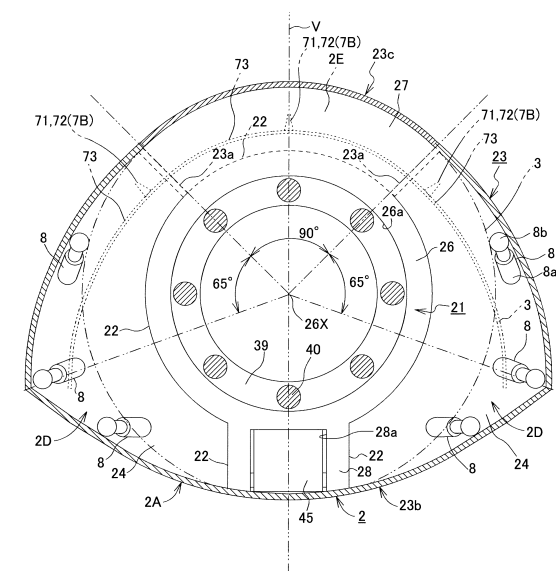
- 1 トンネル掘進機、 2 胴体部、 3 カッターヘッド、 4 チャンバー、
- 5 ジャッキ、 6 凹部、 6 A 凹部の開口、 7 吹付装置、 7 1 仮吹付ノズル、
- 7 2 一次吹付ノズル。

20

【 図 1 】



【 図 2 】





## フロントページの続き

- (72)発明者 繁 修二  
東京都新宿区津久戸町2番1号 株式会社熊谷組 東京本社内
- (72)発明者 梶山 雅生  
福岡県福岡市中央区渡辺通4丁目10番10号 株式会社熊谷組 九州支店内
- (72)発明者 河越 勝  
東京都新宿区津久戸町2番1号 株式会社熊谷組 東京本社内
- (72)発明者 杉山 雅彦  
神奈川県川崎市川崎区日進町1番地14 JIMテクノロジー株式会社内
- (72)発明者 保苅 実  
神奈川県川崎市川崎区日進町1番地14 JIMテクノロジー株式会社内
- (72)発明者 小松 典彦  
神奈川県川崎市川崎区日進町1番地14 JIMテクノロジー株式会社内

審査官 富士 春奈

- (56)参考文献 特許第4776497(JP, B2)  
特開2004-124697(JP, A)  
特開昭62-273400(JP, A)  
特許第4884304(JP, B2)  
特開平10-176485(JP, A)  
特開平10-176486(JP, A)  
特開2008-106452(JP, A)  
米国特許出願公開第2002/0031403(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
E21D1/00-19/06  
23/00-23/26