

明 細 書

発明の名称：トンネル掘削機

技術分野

[0001] 本発明は、トンネル掘削機に関する。

背景技術

[0002] トンネル掘削機では、カッターヘッドが環状のカッタードラムを介して掘削機本体に回転可能に支持されている。例えば、特許文献１には、カッタードラムの内部に作業員が侵入できるように構成されたトンネル掘削機が開示されている。

[0003] 具体的に、特許文献１に開示されたトンネル掘削機では、掘削機本体が、カッタードラムの内壁部と対向する内側周壁と、カッタードラムの外壁部と対向する外側周壁を含み、掘削機本体の内側周壁とカッタードラムの内壁部のそれぞれに開口が設けられている。このため、作業員は、それらの開口を通じて掘削機本体の内側周壁の内側からカッタードラムの内部に侵入することができる。

[0004] さらに、特許文献１に開示されたトンネル掘削機では、通常時は、カッタードラムの内壁部に設けられた開口が扉によって閉塞される。扉は、ボルトによってカッタードラムの内壁部に固定される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２０１８－１４１２７８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、扉をボルトによってカッタードラムの内壁部に固定する構造では、ボルトを取り外したときに、ボルトがカッタードラムの内壁部と掘削機本体の内側周壁との間に落下するおそれがある。この場合、落下したボルトがカッタードラム用の旋回ベアリングに悪影響を及ぼす可能性がある。

[0007] なお、カッタードラムの内部に侵入するための開口はカッタードラムの外壁部に設けられることもあるが、この場合でも上記と同様に、扉の固定用のボルトがカッタードラムの外壁部と掘削機本体の外側周壁との間に落下するおそれがある。

[0008] そこで、本発明は、カッタードラムに設けられた開口を閉塞する扉を固定するためのボルトの落下を防止することができるトンネル掘削機を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 前記課題を解決するために、本発明のトンネル掘削機は、カッターヘッドと共に回転する環状のカッタードラムであって、内壁部および外壁部を含み、前記内壁部と前記外壁部のどちらかに前記カッタードラムの内部に侵入するための開口が設けられたカッタードラムと、前記開口を閉塞した状態で閉塞用ボルトにより前記内壁部または前記外壁部に固定される扉と、を備え、前記閉塞用ボルトは、ヘッドおよびシャフトを含み、前記シャフトの先端には、前記扉に設けられたネジ穴と螺合するネジ山が形成されており、前記シャフトには、前記ネジ山よりも前記ヘッド側に、前記ネジ山の外径よりも小さな直径の小径部が設けられており、前記内壁部または前記外壁部には、前記閉塞用ボルトのシャフトの小径部に挿通される、前記ネジ山と螺合可能なネジ穴が設けられている、ことを特徴とする。

[0010] 上記の構成によれば、閉塞用ボルトのネジ山と扉のネジ穴との螺合状態を解除すれば、カッタードラムの内壁部または外壁部に設けられた開口を開放することができる。このとき、カッタードラムの内壁部または外壁部には、閉塞用ボルトの小径部に挿通される、閉塞用ボルトのネジ山と螺合可能なネジ穴が設けられているので、そのネジ穴が閉塞用ボルトの抜け止めとして機能する。従って、閉塞用ボルトの落下を防止することができる。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、カッタードラムに設けられた開口を閉塞する扉を固定するための閉塞用ボルトの落下を防止することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の一実施形態に係るトンネル掘削機の断面図である。

[図2]図1に示すトンネル掘削機の正面図である。

[図3]図1のIII-III線に沿った断面図である。

[図4]図3のIV-IV線に沿った断面図である。

[図5]図3の要部拡大図である。

[図6]カッタードラムの一部を内側から見た図である。

[図7]図6のVII-VII線に沿った断面図である。

[図8]図6のVIII-VIII線に沿った断面図である。

[図9]図6のIX-IX線に沿った断面図である。

[図10]図6のX-X線に沿った断面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 図1および図2に、本発明の一実施形態に係るトンネル掘削機1を示す。
例えば、トンネル掘削機1は内部でセグメントを組み立てるシールド掘進機である。ただし、本発明は、シールド掘進機以外のトンネル掘削機にも適用可能である。

[0014] 具体的に、トンネル掘削機1は、地山を掘削するカッターヘッド3と、カッターヘッド3をカッタードラム5を介して回転可能に支持する掘削機本体2を含む。つまり、カッタードラム5は、カッターヘッド3と共に回転する。

[0015] 本実施形態では、トンネル掘削機1の断面形状が円形状である。ただし、トンネル掘削機1の断面形状は、矩形形状などのその他の形状であってもよい。以下では、説明の便宜上、トンネル掘削機1の進行方向を前方、その反対方向を後方という。

[0016] 掘削機本体2は、筒状の胴体21と、胴体21の前側開口を閉塞する隔壁22を含む。隔壁22はカッターヘッド3と対向しており、隔壁22とカッターヘッド3との間にはカッターチャンバー10が形成されている。

[0017] カッターヘッド3は、放射状に並ぶ複数（図例では12本）のカッタース

ポーク 3 1 を含む。つまり、各カッタースポーク 3 1 は、カッターヘッド 3 の径方向（すなわち、回転中心を通る線上）に延びている。隣り合うカッタースポーク 3 1 同士は、補強材 3 2 によって連結されている。

[0018] 各カッタースポーク 3 1 は、矩形の断面形状を有している。各カッタースポーク 3 1 の前面および側面にはそれぞれカッタービット 3 a, 3 b が取り付けられている。

[0019] ただし、カッタースポーク 3 1 には、カッタービット 3 a, 3 b の代わりに、ローラーカッターが取り付けられてもよい。あるいは、カッタースポーク 3 1 には、カッタービットとローラーカッターの双方が取り付けられてもよい。また、カッターヘッド 3 は、必ずしもカッタースポーク 3 1 を含む必要はなく、円盤状であってもよい。

[0020] カッタードラム 5 は環状であり、カッターヘッド 3 の後方に配置されている。カッターヘッド 3 とカッタードラム 5 との間には、カッタースポーク 3 1 と同数の連結柱 3 3 が配置されており、各カッタースポーク 3 1 が対応する連結柱 3 3 によりカッタードラム 5 と連結されている。

[0021] カッタードラム 5 は、隔壁 2 2 をリング状の外側隔壁 2 2 a と円盤状の内側隔壁 2 2 b とに分断するように設けられている。外側隔壁 2 2 a の内周縁からはカッタードラム 5 の外周面（後述する外壁部 5 4）と対向する外側周壁 2 3 が延びており、それらの間が複数の土砂シール（図示せず）でシールされる。同様に、内側隔壁 2 2 b の外周縁からはカッタードラム 5 の内周面（後述する内壁部 5 3）と対向する内側周壁 2 4 が延びており、それらの間が複数の土砂シール（図示せず）でシールされる。

[0022] また、カッターヘッド 3 の中央部は、内側隔壁 2 2 b の中央部とロータリジョイント 3 4 によって接続されている。ロータリジョイント 3 4 は中空であり、内部に配管などが配索可能である。

[0023] カッタースポーク 3 1、連結柱 3 3 およびカッタードラム 5 は、全て中空であり、それらの内部で作業員が作業できるように構成されている。本実施形態では、内側周壁 2 4 の内側から、カッタードラム 5 の内部および連結柱

３３の内部を通じてカッタースポーク３１の内部へ作業員が侵入可能である。

[0024] より詳しくは、図３に示すように、内側周壁２４には、カッタードラム５の回転中心から左右両側に、縦方向に長い開口２５が設けられている。図５に示すように、各開口２５は、内側周壁２４の内側の空間の一部と共に囲い２６で覆われており、囲い２６には、扉２７が設けられている。

[0025] 図３に戻って、カッタードラム５内には、カッタースポーク３１と同数の作業空間５０が形成されている。作業空間５０は、前後方向から見たときにカッタースポーク３１とカッタードラム５とが交差する位置に形成されている。

[0026] カッタードラム５内では、各作業空間５０がカッタードラム５の周方向において一對の仕切板５６により区画されている。一對の仕切板５６は、互いに平行である。ある作業空間５０がカッタードラム５の回転中心の真横に位置するとき、その作業空間５０に面する下側の仕切板５６が作業床として機能する。

[0027] より詳しくは、図４に示すように、カッタードラム５は、前壁部５１、後壁部５２、内壁部５３および外壁部５４を含む。各仕切板５６は、前壁部５１、後壁部５２、内壁部５３および外壁部５４に接合されている。

[0028] また、カッタードラム５内には、作業空間５０同士の間位置するように複数の補強板５５が設けられている。各補強板５５も、前壁部５１、後壁部５２、内壁部５３および外壁部５４に接合されている。

[0029] 内壁部５３には、作業空間５０と対応する位置に、当該作業空間５０に侵入するための複数の開口５ａが設けられている。前後方向における開口５ａの位置は、当該開口５ａが内側周壁２４に設けられた開口２５と合致するように、内壁部５３の後方寄りである。

[0030] また、前壁部５１には、作業空間５０と対応する位置に、複数の開口５ｂが設けられている。各開口５ｂは、対応する作業空間５０と連結柱３３の内部とを連通させるものである。

- [0031] 次に、図6～図8を参照して、各開口5 aを閉塞する扉7およびその周辺構造物について説明する。なお、図3～図5では、図面の簡略化のためにそれらを省略している。
- [0032] 本実施形態では、扉7が開口5 aに嵌まり込んだ状態で開口5 aを閉塞する。ただし、扉7の構成は、これに限られるものではなく、適宜変更可能である。
- [0033] より詳しくは、内壁部5 3は、カッタードラム5の周方向（図6では上下方向）で開口5 aを挟んで互いに離間する一対の横フレーム4 1，4 2と、カッタードラム5の軸方向（図6では左右方向）で開口5 aを挟んで互いに離間する一対の縦フレーム4 3，4 4を含む。
- [0034] 扉7は、開口5 aとほぼ同じ大きさの主板7 1と、主板7 1を取り囲む一対の横フレーム7 3，7 4および一対の縦フレーム7 5，7 6を含む。横フレーム7 3，7 4は、内壁部5 3の横フレーム4 1，4 2に裏側（カッタードラム5の径方向外側）からそれぞれ当接し、縦フレーム7 5，7 6は、内壁部5 3の縦フレーム4 3，4 4に裏側（カッタードラム5の径方向外側）からそれぞれ当接する。
- [0035] さらに、扉7は、主板7 1と重なり合う、開口5 a内に嵌まり込むジャケット7 2を含む。ジャケット7 2の中央には円形穴7 2 aが設けられており、この円形穴7 2 aを通じて主板7 1の中央部が露出している。
- [0036] 扉7は、複数の閉塞用ボルト6により、開口5 aを閉塞した状態で内壁部5 3に固定される。本実施形態では、図9に示すように、横フレーム4 1，4 2のそれぞれに、閉塞用ボルト6を挿入するための2つの貫通穴4 5が設けられている。ただし、貫通穴4 5は、縦フレーム4 3，4 4に設けられてもよい。
- [0037] 閉塞用ボルト6は、第1ヘッド6 1と第1シャフト6 2を含む。第1ヘッド6 1には、閉塞用ボルト6を回転させるための六角穴が設けられている。
- [0038] 扉7の横フレーム7 3，7 4のそれぞれには、貫通穴4 5と対応する位置に、ネジ穴7 8が設けられている。閉塞用ボルト6の第1シャフト6 2の先

端には、そのネジ穴 7 8 と螺合する第 1 ネジ山 6 3 が形成されている。また、第 1 シャフト 6 2 には、第 1 ネジ山 6 3 よりも第 1 ヘッド 6 1 側に、第 1 ネジ山 6 3 の外径よりも小さな直径の第 1 小径部 6 4 が設けられている。

[0039] 各貫通穴 4 5 は、閉塞用ボルト 6 の第 1 ヘッド 6 1 よりも直径の大きな大径部 4 6 と、第 1 ヘッド 6 1 よりも直径の小さな小径部 4 7 を含む。小径部 4 7 の大径部 4 6 に隣接する部分は、第 1 ネジ山 6 3 と螺合可能なネジ穴 4 8 となっている。ネジ穴 4 8 は、第 1 シャフト 6 2 の第 1 小径部 6 4 に挿通されている。

[0040] つまり、閉塞用ボルト 6 を貫通穴 4 5 に挿入する際には、第 1 ネジ山 6 3 をネジ穴 4 8 と螺合させた状態で、第 1 ネジ山 6 3 がネジ穴 4 8 を通過するまで閉塞用ボルト 6 を回転させる。これにより、ネジ穴 4 8 が第 1 シャフト 6 2 の第 1 小径部 6 4 に挿通された状態が形成される。

[0041] 図 6 ～図 8 に戻って、作業空間 5 0 内には、カッタードラム 5 の軸方向にスライド可能なスライド盤 9 が配置されている。扉 7 は、このスライド盤 9 に取り付けられている。

[0042] スライド盤 9 は、扉 7 の主板 7 1 と平行な主板 9 1 と、主板 9 1 の中央に設けられた円柱状のブロック 9 2 を含む。カッタードラム 5 の周方向における主板 9 1 の両端部のそれぞれには、2 つのローラ 9 3 が設けられている。

[0043] 一方、作業空間 5 0 の両側に位置する双方の仕切板 5 6 には、カッタードラム 5 の軸方向に延びるレール 1 1 が支持台 1 2 を介して取り付けられている。ローラ 9 3 は、それらのレール 1 1 と係合し、レール 1 1 に沿って転動する。

[0044] 扉 7 の主板 7 1 には、当該主板 7 1 と直交する 4 つのロッド 9 5 が設けられている。なお、ロッド 9 5 の数は適宜変更可能である。各ロッド 9 5 は、当該ロッド 9 5 の軸方向にスライド可能にスライド盤 9 の主板 9 1 に保持されている。すなわち、扉 7 は、ロッド 9 5 によりガイドされながら、スライド盤 9 に近づく方向（カッタードラム 5 の径方向外向き）およびスライド盤 9 から遠ざかる方向（カッタードラム 5 の径方向内向き）に移動可能である。

。

[0045] 扉7は、開口5aを開放した状態では、開放用ボルト8によりスライド盤9に固定される。扉7の主板71の中央には、開放用ボルト8を保持するためのリング77が設けられている。

[0046] より詳しくは、図10に示すように、開放用ボルト8は、第2ヘッド81と第2シャフト82を含む。本実施形態では、第2ヘッド81が六角形の輪郭を有するが、第2ヘッド81は円形の輪郭を有し、第2ヘッド81に六角穴が設けられてもよい。

[0047] 上述したスライド盤9のブロック92には、扉7のリング77の中心穴と対応する位置に、ネジ穴94が設けられている。開放用ボルト8の第2シャフト82の先端には、そのネジ穴94と螺合する第2ネジ山83が形成されている。また、第2シャフト82には、第2ネジ山83よりも第2ヘッド81側に、第2ネジ山83の外径よりも小さな直径の第2小径部84が設けられている。さらに、第2シャフト82には、第2ヘッド81と第2小径部84との間に、第2ネジ山83と同一の外径の第3ネジ山85が形成されている。

[0048] 一方、扉7のリング77のスライド盤9側の部分は、第2ネジ山83と螺合可能なネジ穴79となっている。ネジ穴79は、第3ネジ山85と螺合している。

[0049] 開口5aを開放する際には、まず、閉塞用ボルト6を回転させて第1ネジ山63と扉7のネジ穴78との螺合状態を解除させる。ついで、開放用ボルト8を回転させて第3ネジ山85と扉7のネジ穴79との螺合状態を解除させ、ネジ穴79が第2シャフト82の第2小径部84に挿通された状態を形成する。その後、扉7を作業空間50内に押し込み、開放用ボルト8を回転させて第2ネジ山83をスライド盤9のネジ穴94に螺合させながら、扉のリング77をスライド盤9のブロック92に当接させる。

[0050] 以上説明したように、本実施形態のトンネル掘削機1では、閉塞用ボルト6の第1ネジ山63と扉7のネジ穴78との螺合状態を解除すれば、カット

ードラム5の内壁部53に設けられた開口5aを開放することができる。このとき、カッタードラム5の内壁部53には、閉塞用ボルト6の第1小径部64に挿通される、閉塞用ボルト6の第1ネジ山63と螺合可能なネジ穴48が設けられているので、そのネジ穴48（正確には、ネジ穴48のネジ山）が閉塞用ボルト6の抜け止めとして機能する。従って、閉塞用ボルト6の落下を防止することができる。

[0051] さらに、本実施形態では、扉7における開放用ボルト8に貫通される部分にもネジ穴79が設けられているので、そのネジ穴79（正確には、ネジ穴79のネジ山）が開放用ボルト8の抜け止めとして機能する。従って、閉塞用ボルト6だけでなく、開放用ボルト8の落下も防止することができる。

[0052] （変形例）

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

[0053] 例えば、前記実施形態とは逆に、外側周壁23の外側から、カッタードラム5の内部および連結柱33の内部を通じてカッタースポーク31の内部へ作業員が侵入可能であってもよい。この場合、カッタードラム5の内部に侵入するための開口5aがカッタードラム5の外壁部54に設けられ、ネジ穴48が外壁部54に設けられる。すなわち、扉7は、閉塞用ボルト6により、開口5aを閉塞した状態で外壁部54に固定される。

[0054] また、開放用ボルト8の第2シャフト82には第3ネジ山85が形成されず、第2小径部84が第2ネジ山83から第2ヘッド81まで延びてもよい。この場合、その第2小径部84がネジ穴79に挿通される。ただし、前記実施形態のように第2シャフト82に第3ネジ山85が形成されていれば、扉7が開口5aを閉塞した状態では、開放用ボルト8の第3ネジ山85と扉7に設けられたネジ穴79との螺合によって、開放用ボルト8を扉7に固定することができる。

[0055] さらに、ロッド95が省略され、開口5aを開放する際には、作業員が扉7を持ち上げてスライド盤9に当接させてもよい。ただし、前記実施形態の

ようにロッド 9 5 が扉 7 に設けられていれば、扉 7 をロッド 9 5 の軸方向に移動させるだけで、開口 5 a を閉塞したり開放したりすることができる。

[0056] あるいは、スライド盤 9 が省略され、扉 7 がヒンジにより揺動可能にカッタードラム 5 に支持されてもよい。

[0057] (まとめ)

本発明のトンネル掘削機は、カッターヘッドと共に回転する環状のカッタードラムであって、内壁部および外壁部を含み、前記内壁部と前記外壁部のどちらかに前記カッタードラムの内部に侵入するための開口が設けられたカッタードラムと、前記開口を閉塞した状態で閉塞用ボルトにより前記内壁部または前記外壁部に固定される扉と、を備え、前記閉塞用ボルトは、ヘッドおよびシャフトを含み、前記シャフトの先端には、前記扉に設けられたネジ穴と螺合するネジ山が形成されており、前記シャフトには、前記ネジ山よりも前記ヘッド側に、前記ネジ山の外径よりも小さな直径の小径部が設けられており、前記内壁部または前記外壁部には、前記閉塞用ボルトのシャフトの小径部に挿通される、前記ネジ山と螺合可能なネジ穴が設けられている、ことを特徴とする。

[0058] 上記の構成によれば、閉塞用ボルトのネジ山と扉のネジ穴との螺合状態を解除すれば、カッタードラムの内壁部または外壁部に設けられた開口を開放することができる。このとき、カッタードラムの内壁部または外壁部には、閉塞用ボルトの小径部に挿通される、閉塞用ボルトのネジ山と螺合可能なネジ穴が設けられているので、そのネジ穴が閉塞用ボルトの抜け止めとして機能する。従って、閉塞用ボルトの落下を防止することができる。

[0059] 前記閉塞用ボルトのヘッド、シャフト、ネジ山および小径部は、それぞれ第 1 ヘッド、第 1 シャフト、第 1 ネジ山および第 1 小径部であり、上記のトンネル掘削機は、前記カッタードラムの内部に配置された、前記カッタードラムの軸方向にスライド可能なスライド盤をさらに備え、前記扉は、前記開口を開放した状態では開放用ボルトにより前記スライド盤に固定され、前記開放用ボルトは、第 2 ヘッドと第 2 シャフトを含み、前記第 2 シャフトの先

端には、前記スライド盤に設けられたネジ穴と螺合する第2ネジ山が形成されており、前記第2シャフトには、前記第2ネジ山よりも前記第2ヘッド側に、前記第2ネジ山の外径よりも小さな直径の第2小径部が設けられており、前記扉には、前記第2ネジ山と螺合可能なネジ穴が設けられてもよい。この構成によれば、扉に設けられたネジ穴が開放用ボルトの抜け止めとして機能する。従って、閉塞用ボルトだけでなく、開放用ボルトの落下も防止することができる。

[0060] 前記扉には、前記スライド盤を貫通するロッドが設けられており、前記ロッドは、当該ロッドの軸方向にスライド可能に前記スライド盤に保持されてもよい。この構成によれば、扉をロッドの軸方向に移動させるだけで、開口を閉塞したり開放したりすることができる。

[0061] 前記開放用ボルトの第2シャフトには、前記第2ヘッドと前記第2小径部との間に、前記扉に設けられたネジ穴と螺合する第3ネジ山が形成されてもよい。この構成によれば、扉が開口を閉塞した状態では、開放用ボルトの第3ネジ山と扉に設けられたネジ穴との螺合によって、開放用ボルトを扉に固定することができる。

符号の説明

- [0062]
- | | |
|-----|---------|
| 1 | トンネル掘削機 |
| 3 | カッターヘッド |
| 5 | カッタードラム |
| 5 a | 開口 |
| 4 8 | ネジ穴 |
| 5 3 | 内壁部 |
| 5 4 | 外壁部 |
| 6 | 閉塞用ボルト |
| 6 1 | 第1ヘッド |
| 6 2 | 第1シャフト |
| 6 3 | 第1ネジ山 |

- 6 4 第 1 小径部
- 7 扉
- 7 8, 7 9 ネジ穴
- 8 開放用ボルト
- 8 1 第 2 ヘッド
- 8 2 第 2 シャフト
- 8 3 第 2 ネジ山
- 8 4 第 2 小径部
- 8 5 第 3 ネジ山
- 9 スライド盤
- 9 4 ネジ穴
- 9 5 ロッド