

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7006507号

(P7006507)

(45)発行日 令和4年1月24日(2022.1.24)

(24)登録日 令和4年1月11日(2022.1.11)

(51)国際特許分類

F I

E 2 1 D 11/08 (2006.01)

E 2 1 D 11/08

E 2 1 D 11/04 (2006.01)

E 2 1 D 11/04

A

F 1 6 B 5/10 (2006.01)

F 1 6 B 5/10

D

F 1 6 B 5/07 (2006.01)

F 1 6 B 5/10

H

F 1 6 B 5/07

K

請求項の数 7 (全20頁)

(21)出願番号 特願2018-100509(P2018-100509)

(22)出願日 平成30年5月25日(2018.5.25)

(65)公開番号 特開2019-203352(P2019-203352
A)

(43)公開日 令和1年11月28日(2019.11.28)

審査請求日 令和3年1月12日(2021.1.12)

(73)特許権者 000006655

日本製鉄株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目6番1号

(74)代理人 100120868

弁理士 安彦 元

(72)発明者 中島 正整

東京都千代田区丸の内二丁目6番1号

新日鐵住金株式会社内

(72)発明者 石田 宗弘

東京都千代田区丸の内二丁目6番1号

新日鐵住金株式会社内

審査官 石川 信也

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 セグメント

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

トンネルの周方向及び軸方向に対して相互に連結することで前記トンネルを構築するためのセグメントであって、

前記セグメントは、

トンネル周方向の一对の端面と、トンネル軸方向の一对の側面と、トンネル法線方向の一对の面とで構成される6面を備える本体部と、

前記端面、並びに前記トンネル軸方向の切羽側及び坑口側の前記側面の少なくとも何れかに配置されたセグメント継手と

を備え、

前記セグメント継手は、一方を他方に挿入することで前記トンネル周方向に隣接する他のセグメントの端面と前記端面とを当接させ、前記本体部と前記他のセグメントの本体部とを連結するための雄側連結部及び雌側連結部の少なくとも何れかを有し、

前記トンネル軸方向の切羽側及び坑口側の少なくとも何れかの前記側面に、前記セグメント継手を挿入する向きに対して反対の向きに前記雄側連結部が前記雌側連結部から抜け出すことを抑止するための雄側抑止部及び雌側抑止部の少なくとも一方を備える抜け出し防止装置が設けられること

を特徴とするセグメント。

【請求項2】

前記6面のうち、少なくとも一对の前記端面、及び一对の前記側面に、鋼材が配置される

こと

を特徴とする請求項 1 記載のセグメント。

【請求項 3】

前記抜け出し防止装置は、前記側面に配置される前記鋼材又は鋼製の前記セグメント継手に固定されること

を特徴とする請求項 2 記載のセグメント。

【請求項 4】

前記抜け出し防止装置は、前記側面のうち、少なくとも前記トンネル軸方向の切羽側の前記側面に設けられること

を特徴とする請求項 1～3 の何れか 1 項記載のセグメント。

10

【請求項 5】

前記セグメント継手は、前記トンネル軸方向の切羽側及び坑口側の前記側面に配置されること

を特徴とする請求項 1～4 の何れか 1 項記載のセグメント。

【請求項 6】

前記抜け出し防止装置は、前記抜け出し防止装置の係合状態を報知する報知部に近接して設けられること

を特徴とする請求項 1～5 の何れか 1 項記載のセグメント。

【請求項 7】

前記抜け出し防止装置は、少なくともキーセグメントに設けられること

20

を特徴とする請求項 1～6 の何れか 1 項記載のセグメント。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トンネルの周方向及び軸方向に対して相互に連結することでトンネルを構築するためのセグメントに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、セグメントを連結してトンネルを構築するとき、例えば特許文献 1 のようなセグメントの継手構造が提案されている。

30

【0003】

特許文献 1 では、雄継手部材を凹部に挿入し、両セグメントを互いにセグメント軸方向に相対移動させることにより、雌雄両継手部材が連結され、周方向で隣り合う両セグメントを接合するようにしたセグメントの継手部構造について開示されている。特許文献 1 に開示されたセグメントの継手部構造は、雄継手部材の先端より一体に突出した棒状の抜け出し防止用雄継手体と、雌継手部材の挿入方向奥部に配置され、抜け出し防止用雄継手体がセグメント軸方向に向けて挿入される抜け出し防止用雌継手体とからなる抜け出し防止用継手を備え、抜け出し防止用雌継手体に抜け出し防止用雄継手体が抜け出し不能に保持される構成を備える。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2015-140540 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、セグメントをトンネルの周方向に連結するとき、トンネルに作用する土水圧等により、各セグメントにはトンネル軸方向の分力（抜け出し力）が作用し、セグメントの抜け出しに伴うトンネルの崩壊等が懸念される。このため、工事における安全性の向上が課題として挙げられる。

50

【0006】

この点、特許文献1の開示技術では、セグメントの抜け出し対策を目的とした抜け出し防止用継手等が設けられる。しかし、特許文献1に開示された抜け出し防止用継手等は、トンネルの周方向の端面に配置される。このため、セグメントの回転等を引き起こす抜け出し力が作用した場合、端面に配置された抜け出し防止用継手等では回転等を抑制することができず、セグメントの抜け出しを防止できないおそれがある。特に、トンネルの軸方向に傾斜したテーパ状の端面を有するキーセグメントは、他のセグメントに比べて抜け出し力が発生し易い傾向がある。このため、特許文献1の開示技術においても、工事の安全性の向上が課題として挙げられる。

【0007】

そこで、本発明は、上述した問題点に鑑みて案出されたものであって、その目的とするところは、工事の安全性の向上を実現することができるセグメントを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1発明に係るセグメントは、トンネルの周方向及び軸方向に対して相互に連結することで前記トンネルを構築するためのセグメントであって、前記セグメントは、トンネル周方向の一对の端面と、トンネル軸方向の一对の側面と、トンネル法線方向の一对の面とで構成される6面を備える本体部と、前記端面、並びに前記トンネル軸方向の切羽側及び坑口側の前記側面の少なくとも何れかに配置されたセグメント継手とを備え、前記セグメント継手は、一方を他方に挿入することで前記トンネル周方向に隣接する他のセグメントの端面と前記端面とを当接させ、前記本体部と前記他のセグメントの本体部とを連結するための雄側連結部及び雌側連結部の少なくとも何れかを有し、前記トンネル軸方向の切羽側及び坑口側の少なくとも何れかの前記側面に、前記セグメント継手を挿入する向きに対して反対の向きに前記雄側連結部が前記雌側連結部から抜け出すことを抑止するための雄側抑止部及び雌側抑止部の少なくとも一方を備える抜け出し防止装置が設けられることを特徴とする。

【0009】

第2発明に係るセグメントは、第1発明において、前記6面のうち、少なくとも一对の前記端面、及び一对の前記側面に、鋼材が配置されることを特徴とする。

【0010】

第3発明に係るセグメントは、第2発明において、前記抜け出し防止装置は、前記側面に配置される前記鋼材又は鋼製の前記セグメント継手に固定されることを特徴とする。

【0011】

第4発明に係るセグメントは、第1発明～第3発明の何れかにおいて、前記抜け出し防止装置は、前記側面のうち、少なくとも前記トンネル軸方向の切羽側の前記側面に配置されることを特徴とする。

【0012】

第5発明に係るセグメントは、第1発明～第4発明の何れかにおいて、前記セグメント継手は、前記トンネル軸方向の切羽側及び坑口側の前記側面に配置されることを特徴とする。

【0013】

第6発明に係るセグメントは、第1発明～第5発明の何れかにおいて、前記抜け出し防止装置は、前記抜け出し防止装置の係合状態を報知する報知部に近接して配置されることを特徴とする。

【0014】

第7発明に係るセグメントは、第1発明～第6発明の何れかにおいて、前記抜け出し防止装置は、少なくともキーセグメントに配置されることを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

第1発明～第7発明によれば、抜け出し防止装置は、本体部の側面に設けられ、セグメント継手を挿入する向きに対して反対の向きに雄側連結部が雌側連結部から抜け出すことを

10

20

30

40

50

抑止するための雄側抑止部及び雌側抑止部の少なくとも一方を備える。このため、抜け出し力によってセグメントの回転等が発生した場合においても、抜け出し防止装置が端面に設けられた場合に比べて回転に抵抗する偶力間の距離を長くとることが可能となり、セグメントの回転等を強固に抑制することができる。これは、セグメントの組立にはセグメントの継手に微小な隙間を設ける必要があるため、セグメントが抜け出そうとする際には、片側が目開きすることになり、セグメントが回転する形で抜け出すことになる。その隙間が最も大きくなる側面に抜け出し防止装置を設けることによって、競りによる抜け出し抑止効果が大きく現れる。これにより、セグメントの抜け出しを確実に防止することが可能となり、工事の安全性の向上を実現することができる。

【0016】

また、第1発明～第7発明によれば、抜け出し防止装置は、本体部の側面に設けられる。本体部の端面に抜け出し防止装置を設ける場合では、連結作業の間、一对のセグメントの端面同士の距離が小さく損傷するおそれがある。それに対して、抜け出し防止装置を側面に設けることにより、一对のセグメントを連結するとき、連結する端面から抜け出し防止装置を離しておくことができるので、連結先のセグメントに接触して損傷を受ける可能性を極めて低くすることができる。これにより、一对のセグメントが連結した後、抜け出し防止装置を確実に作動させることが可能となり、工事の安全性を向上させることが可能となる。

【0017】

特に、第2発明によれば、本体部の備える6面のうち、少なくとも一对の端面及び一对の側面に、鋼材が配置される。このため、本体部に作用する抜け出し防止装置の反力に対し、鋼材の拘束効果によるコンクリートの補強効果が得られ、より強固にセグメントの抜け出しを防止することができる。これにより、工事の安全性をさらに向上させることが可能となる。また、一对のセグメントを連結するとき、本体部が連結先の抜け出し防止装置に接触して損傷を受けることを防ぐことができる。これにより、セグメントの耐久性を向上させることが可能となる。

【0018】

特に、第3発明によれば、抜け出し防止装置は、側面に配置される鋼材又は鋼製のセグメント継手に固定される。このため、抜け出し防止装置の反力が鋼材に作用し、より強固にセグメントの抜け出しを防止することができる。これにより、工事の安全性をさらに向上させることが可能となる。

【0019】

特に、第4発明によれば、抜け出し防止装置は、少なくとも軸方向における切羽側の側面に設けられる。このため、一对のセグメントを連結するとき、切羽側のセグメントリングの側面は未だ組み立てていない隣のセグメントリングが無い場合、抜け出し防止装置の係合状態を作業者等が容易に目視確認できる。また、一对のセグメントを連結するとき、切羽側の抜け出し防止装置は連結先のセグメントの端面に近接することがないため、抜け出し防止装置が連結先のセグメントに接触して損傷を受ける可能性をさらに低下することができる。これにより、一对のセグメントが連結した後、抜け出し防止装置を確実に作動させることが可能となる。これにより、工事の安全性をさらに向上させることが可能となる。

【0020】

特に、第5発明によれば、セグメント継手は、切羽側及び坑口側の側面に配置される。このため、一对のセグメントを連結するとき、セグメント継手の嵌合状態を作業者等が容易に目視確認できる。これにより、工事の安全性をさらに向上させることが可能となる。また、一对のセグメントを連結するとき、セグメント継手が連結先のセグメントに接触して損傷を受ける可能性を極めて低くすることができる。これにより、セグメント継手の耐久性を向上させることが可能となる。

【0021】

特に、第6発明によれば、抜け出し防止装置は、報知部に近接して設けられる。このため、一对のセグメントを連結するとき、セグメントから離れた場所に待機する作業者等が、

10

20

30

40

50

抜け出し防止装置の係合状態を容易に確認できる。これにより、工事の安全性をさらに向上させることが可能となる。

【0022】

特に、第7発明によれば、抜け出し防止装置は、少なくともキーセグメントに設けられる。キーセグメントでは、トンネルに土水圧が作用することで発生するトンネル周方向軸力が、キーセグメントの軸方向に傾斜した端面において、キーセグメントの抜け出し方向となるトンネル軸方向の分力を生み出すことになり、特に大きな抜け出し力が発生しやすい。一方、抜け出し防止装置が軸方向に傾斜したテーパ状の端面に設けられた場合に比べて、抜け出し防止装置の反力が直角かつ単純に本体部へ作用する。これらにより、より大きな抜け出し力に対してより強固にセグメントの抜け出しを防止することが可能となり、工事の安全性を大きく向上させることが可能となる。また、キーセグメントの挿入時には、キーセグメントの両端面が連結先のセグメントに極めて近接するため、抜け出し防止装置が端面に設けられた場合に比べて、抜け出し防止装置が連結先のセグメントに接触して損傷を受ける可能性を飛躍的に低くすることが可能となり、工事の安全性を大きく向上させることが可能となる。また、例えば抜け出し防止装置をキーセグメントのみに設けることで、工事の安全性を向上させたうえで、材料費の削減が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明を適用したセグメントを複数組み合わせる構築されるトンネルの一例を示す斜視図である。

【図2】本発明を適用したセグメントの一例を示す斜視図である。

【図3】本発明を適用したセグメントに配置される鋼材の一例を示す斜視図である。

【図4】本発明を適用したセグメントに配置される鋼材の他の一例を示す斜視図である。

【図5】本発明を適用したセグメントの一例を示す上面図である。

【図6】(a)及び(b)は、図2の6A枠における抜け出し防止装置の係合前後を示す断面図である。

【図7】(a)は、抜け出し防止装置の第1変形例を示す斜視図であり、(b)及び(c)は、(a)の7B枠における抜け出し防止装置の係合前後を示す断面図である。

【図8】セグメント継手と近接して設けられた抜け出し防止装置の第1変形例を示す斜視図である。

【図9】(a)は、セグメント継手と一体に形成された抜け出し防止装置の第1変形例を示す斜視図であり、(b)及び(c)は、(a)の9B枠における抜け出し防止装置の係合前後を示す断面図である。

【図10】(a)は、係合前における抜け出し防止装置の第2変形例を示す側面図であり、(b)は(a)における10B-10Bの断面図であり、(c)は、係合後における抜け出し防止装置の第2変形例を示す側面図であり、(d)は(c)における10D-10Dの断面図である。

【図11】(a)は、抜け出し防止装置の第3変形例が設けられる前の状態を示す側面図であり、(b)は(a)における11B-11Bの断面図であり、(c)は、係合後における抜け出し防止装置の第3変形例を示す側面図であり、(d)は(c)における11D-11Dの断面図である。

【図12】抜け出し防止装置の第4変形例を示す斜視図である。

【図13】(a)及び(b)は、抜け出し防止装置の第4変形例の係合前後を示す断面図である。

【図14】切羽側のみに抜け出し防止装置が設けられる一例を示す上面図である。

【図15】セグメントが抜け出す際に坑口側端部を回転中心とした回転を伴うことを示す斜視図である。

【図16】セグメントが抜け出す際の回転により抜け出し防止装置の雄側抑止部と雌側抑止部との競りが発生し、抜け出し防止力が生じることを示す図である。

【図17】セグメント幅と、抜け出し防止装置の雄側抑止部と雌側抑止部との競りによる

10

20

30

40

50

抜け出し防止力との関係を示す図である。

【図 1 8】キーセグメント端面の傾斜角と抜け出し力の関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 2 4】

(セグメント 1)

以下、本発明を適用したセグメント 1 を実施するための形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0 0 2 5】

本発明を適用したセグメント 1 は、図 1 に示すように、トンネルの軸方向 X (トンネル軸方向) 及び周方向 W (トンネル周方向) に沿って複数組み合わせられ、主にシールドトンネル 7 を地中 9 に構築するためのものである。

【0 0 2 6】

シールドトンネル 7 は、複数のセグメント 1 をリング状に相互に連結させて形成されたセグメントリング 7 1 を、軸方向 X に沿って複数連結させることで構築される。このため、シールドトンネル 7 には、軸方向 X に沿って連結された複数のセグメントリング 7 1 によって、トンネルの地山側 A と内空側 I とが形成される。これにより、シールドトンネル 7 は、トンネルの地山側 A からの土圧や水圧に対して、複数のセグメントリング 7 1 を抵抗させるものとすることができ、トンネルの内空側 I に内側空間 S を確保することが可能となる。

【0 0 2 7】

セグメントリング 7 1 は、例えば軸方向 X に沿ってテーパ状のキーセグメント 1 k を含む複数のセグメント 1 を用いて形成される。キーセグメント 1 k は、連結された複数のセグメント 1 をリング状に完結するために用いられ、一对のセグメント 1 の間に連結することで、セグメントリング 7 1 が形成される。

【0 0 2 8】

セグメントリング 7 1 は、シールドマシン 7 0 を用いて地中 9 を軸方向 X に沿って掘削し、シールドマシン 7 0 の後方 (坑口側 D) において複数のセグメント 1 を周方向 W に沿って連結することで形成される。従って、シールドマシン 7 0 に最も近いセグメントリング 7 1 の切羽側 C の端面 2 1 は、作業者によって目視できる状態となっている。上述したシールドマシン 7 0 を用いた掘削と、セグメントリング 7 1 の形成とを繰り返すことで、シールドトンネル 7 が構築される。

【0 0 2 9】

本発明を適用したセグメント 1 は、図 2 に示すように、本体部 2 と、セグメント継手 3 と、抜け出し防止装置 4 とを備える。

【0 0 3 0】

本体部 2 は、周方向 W に延在し、周方向 W と交わり軸方向 X に延在する一对の端面 2 1 と、軸方向 X と交わり周方向 W に延在する一对の側面 2 2 と、法線方向 Y (トンネル法線方向) と交わり軸方向 X 及び周方向 W と平行な面を有する一对の面 2 0 とで構成される 6 面を備える。本体部 2 は、例えば軸方向 X の幅が 2 0 0 mm ~ 2, 5 0 0 mm 程度であり、トンネルの法線方向 Y の厚さが 1 5 0 mm ~ 7 0 0 mm 程度である。

【0 0 3 1】

セグメント継手 3 は、端面 2 1 に配置されるほか、例えば側面 2 2 に配置されてもよい。即ち、セグメント継手 3 は、例えば端面 2 1、並びに切羽側 C 及び坑口側 D の側面 2 2 の少なくとも何れかに配置される。セグメント継手 3 は、一对のセグメント 1 a、1 b を周方向 W に沿って連結するために用いられる。セグメント継手 3 は、雄側連結部 3 1 及び雌側連結部 3 2 の少なくとも何れかを有する。なお、一对のセグメント 1 a、1 b がボルトとナットで連結される場合は、ボルトが雄側連結部 3 1、ナットが雌側連結部 3 2 となる。

【0 0 3 2】

雄側連結部 3 1 及び雌側連結部 3 2 は、周方向 W に沿って本体部 2 を連結する。雄側連結部 3 1 及び雌側連結部 3 2 は、一方を他方に挿入することで、周方向 W に隣接する一方の

10

20

30

40

50

セグメント 1 a の端面 2 1 と、他方のセグメント 1 b の端面 2 1 とを当接させ、一方のセグメント 1 a の本体部 2 と、他方のセグメント 1 b の本体部 2 とを連結するためのものである。例えば、一方のセグメント 1 a に設けられた雌側連結部 3 2 に、他方のセグメント 1 b に設けられた雄側連結部 3 1 を軸方向 X に挿入し嵌合させることで（図 2 の一点鎖線矢印）、一对のセグメント 1 a、1 b を連結させることができる。

【0033】

例えば、セグメント 1 の一方の端面 2 1 に雄側連結部 3 1 が設けられ、他方の端面 2 1 に雌側連結部 3 2 が設けられるほか、両方の端面 2 1 に雄側連結部 3 1 のみ、又は雌側連結部 3 2 のみが設けられてもよい。なお、雄側連結部 3 1 及び雌側連結部 3 2 の設けられる数は任意である。

【0034】

雄側連結部 3 1 は、雌側連結部 3 2 と嵌合する一端を有する。雄側連結部 3 1 は、例えば一端が本体部 2 から突出し、他端が本体部 2 に埋設される。一端は、例えば他端よりも厚く、軸方向 X に延びる柱状又は円柱状である。

【0035】

雌側連結部 3 2 は、雄側連結部 3 1 の一端と嵌合する形状を有する。雌側連結部 3 2 は、例えば本体部 2 に埋設され、本体部 2 に形成され雄側連結部 3 1 の一端が挿入できる溝部 2 3 に接続する。この場合、雄側連結部 3 1 は、溝部 2 3 を介して雌側連結部 3 2 と嵌合される。なお、溝部 2 3 は、図 2 に示すように、軸方向 X に沿って延在するほか、例えば法線方向 Y に沿って延在してもよい。雌側連結部 3 2 は、例えば軸方向 X に延在する筒状であり、軸方向 X に延在するスリットを有する。

【0036】

抜け出し防止装置 4 は、側面 2 2 に設けられる。抜け出し防止装置 4 は、連結された一对のセグメント 1 a、1 b のセグメント継手 3 の抜け出しを防止するために用いられる。抜け出し防止装置 4 は、雄側抑止部 4 1 及び雌側抑止部 4 2 の少なくとも何れかを有する。

【0037】

なお、図 1 4 に示すように、抜け出し防止装置 4 は、例えば少なくとも軸方向 X における切羽側 C の側面 2 2 に設けられる。抜け出し防止装置 4 が切羽側 C の側面 2 2 にのみ設けられる場合、セグメント 1 が抜け出そうとする際において、図 1 5 に示すように、セグメント 1 の継手に設ける組立用の微小な隙間に伴うセグメント 1 の回転が、セグメント 1 の本体の坑口側 D 端部を回転中心として発生する。これは、坑口側 D には組立済みのセグメント 1 が既に配置されており、切羽側 C 端部を回転中心として坑口側 D 端部が開く方向の回転は、これらのセグメント 1 により拘束されるためである。

【0038】

このとき、図 1 6 に示すように、抜け出し防止装置 4 の雄側抑止部 4 1 と雌側抑止部 4 2 とが競ることで抜け出しをより強固に抑止するが、競りによる抜け出し防止力 F は競りによる反力 P の余弦成分となる ($F = P \times \cos \phi$)。この回転角 ϕ は、図 1 6 (a) に示すように、 $\phi = \tan^{-1} (a/B)$ (a は、雄側抑止部 4 1 と雌側抑止部 4 2 とが競るまでの隙間を示し、 B は、セグメント 1 の幅を示す) で算出される。即ち回転角 ϕ は、セグメント幅 B に反比例するものである。このことから、図 1 6 (b) に示すように、セグメント幅 B が小さいほど回転角 ϕ は大きくなるため、競りによる抜け出し防止力 F_1 は小さくなる。これに対し、図 1 6 (c) に示すように、セグメント幅 B が大きいほど回転角 ϕ は小さくなることから、競りによる抜け出し防止力 F_2 は大きくなる。

【0039】

図 1 7 は、セグメント幅 B を横軸に示し、縦軸に一般的なセグメント幅 B の上限である 2,500 mm のときの競りによる抜け出し防止力 F を 100% としたときの各セグメント幅 B における競りによる抜け出し防止力 F の比率を示したものである。図 1 7 に示すように、セグメント幅 B が 250 mm 未満になると競りによる抜け出し防止力 F が大きく減少するため、競りによる抜け出し防止効果を発揮し、工事の安全性をより確実に確保するためには、セグメント幅 B は 250 mm 以上 2,500 mm 以下とすることで本発明の効果

10

20

30

40

50

が大きく発揮される。

【0040】

雄側抑止部41及び雌側抑止部42は、切羽側C及び坑口側Dの少なくとも何れかの側面22に、セグメント継手3を挿入する向きに対して反対の向きに、雄側連結部31が雌側連結部32から抜け出すことを防止するためのものである。ここで、「挿入する向き」とは、軸方向X又は法線方向Yにおいて、一方のセグメント1aに他方のセグメント1bを連結するときにおける挿入直前の位置から挿入直後までの向きを示す。例えば図2の場合、他方のセグメント1bが一点鎖線矢印の示す向きに挿入されるため、「挿入する向き」は、軸方向Xにおける切羽側Cから坑口側Dを示す。このとき、「挿入する向きに対して反対の向き」は、軸方向Xにおける坑口側Dから切羽側Cを示す。このため、雄側抑止部41及び雌側抑止部42は、本体部2における坑口側Dから切羽側Cの向きにおける抜け出しを抑止する。なお、例えば「挿入する向き」は、法線方向Yにおける内空側Iから地山側Aを示してもよい。このとき、「挿入する向きに対して反対の向き」は、法線方向Yにおける地山側Aから内空側Iを示す。この場合、雄側抑止部41及び雌側抑止部42は、本体部2における地山側Aから内空側Iの向きにおける抜け出しを抑止する。

10

【0041】

例えば、一方のセグメント1aに設けられた雌側抑止部42に、他方のセグメント1bに設けられた雄側抑止部41に係合させることで、セグメント1bの本体部2の挿入向きに対して反対の向きにおける抜け出しを抑止することができる。特に、抜け出し防止装置4を側面22に配置することで、セグメント1の回転等を強固に抑制することができる。

20

【0042】

例えば、セグメント1の一方の側面22において、周方向Wの一端部に雄側抑止部41が設けられ、他端部に雌側抑止部42が設けられるほか、両端部に雄側抑止部41のみ、又は雌側抑止部42のみが設けられてもよい。雄側抑止部41及び雌側抑止部42の設けられる数は任意である。

【0043】

雄側抑止部41は、雌側抑止部42と係合する端部41aを有する。雄側抑止部41は、例えば端部41aが本体部2から突出し、他端が本体部2に埋設される。雄側抑止部41は、例えばL字状又はT字状に形成されてもよい。なお、図2に示すように、端部41aが周方向Wに沿って突出する場合、他端が側面22に埋設されるため、雄側抑止部41は側面22に設けられる。また、雄側抑止部41の他端が側面22に埋設されず、側面22と同一平面上に設けられて周方向Wに突出する場合においても、雄側抑止部41は側面22に設けられる。

30

【0044】

雌側抑止部42は、雄側抑止部41と係合する支持部42aを有する。雌側抑止部42は、例えば側面22に形成された溝状であり、溝内に支持部42aが設けられる。雌側抑止部42は、例えば図2のように、周方向Wに沿って側面22から端面21まで延在する溝状でもよい。

【0045】

本発明を適用したセグメント1には、例えば図3に示すように、少なくとも一対の端面21及び一対の側面22に鋼材5が配置されてもよい。

40

【0046】

鋼材5は、本体部2に設けられた雄側連結部31及び雌側連結部32の周辺を切り欠いた状態で設けられるほか、例えば雄側連結部31及び雌側連結部32の少なくとも何れかが、溶接接合等により鋼材5に固定されてもよい。

【0047】

鋼材5は、本体部2に設けられた雄側抑止部41及び雌側抑止部42の周辺を切り欠いた状態で設けられるほか、例えば雄側抑止部41及び雌側抑止部42の少なくとも何れかが、溶接接合等により鋼材5に固定されてもよい。

【0048】

50

鋼材 5 は、例えば図 4 に示すように、フランジ 5 f を有してもよい。フランジ 5 f は、例えば側面 2 2 に配置される鋼材 5 における法線方向 Y の両端部に形成され、軸方向 X に延在する。

【0049】

本発明を適用したセグメント 1 は、例えば側面 2 2 に配置されたリング継手 8 を備える。リング継手 8 は、一対のセグメント 1 を軸方向 X に沿って連結するために用いられる。

【0050】

リング継手 8 は、雄側継手 8 1 と、雌側継手 8 2 とを有する。雄側継手 8 1 及び雌側継手 8 2 は、互いに嵌合する形状を有する。例えば、坑口側 D のセグメント 1 (セグメントリング 7 1) の側面 2 2 に設けられた雌側継手 8 2 に、切羽側 C のセグメント 1 の側面 2 2 に設けられた雄側継手 8 1 を嵌合させることで、軸方向 X に沿った一対のセグメント 1 を連結させることができる。

【0051】

雄側継手 8 1 は、一端が本体部 2 から突出し、他端が本体部 2 に埋設されるほか、例えば他端が溶接接合等により鋼材 5 に固定されてもよい。雌側継手 8 2 は、本体部 2 に埋設されるほか、例えば溶接接合等により鋼材 5 に固定されてもよい。

【0052】

本発明を適用したセグメント 1 として、上述したセグメント 1 a、1 b (A ピース) のほか、例えば図 5 に示すように、キーセグメント 1 k、及びキーセグメント 1 k と連結されるセグメント 1 c、1 d (B ピース、C ピース) が用いられてもよい。

【0053】

セグメント 1 a、1 b の両端面 2 1 は、軸方向 X に沿って略平行に形成される。これに対し、キーセグメント 1 k は、軸方向 X に沿ってテーパ状に形成され、キーセグメント 1 k の両端面 2 1 が、軸方向 X に沿って傾斜を有する。また、セグメント 1 c、1 d において、セグメント 1 a、1 b と連結される一方の端面 2 1 は、軸方向 X に沿って略平行に形成され、キーセグメント 1 k と連結される他方の端面 2 1 は、軸方向 X に沿って傾斜を有する。

【0054】

抜け出し防止装置 4 は、例えば少なくともキーセグメント 1 k に配置される。キーセグメント 1 k の両端面 2 1 は、軸方向 X に沿って傾斜している。すなわち、キーセグメント 1 k は、セグメント 1 c、1 d と連結したあとに、トンネルに土水圧が作用することで発生するトンネル周方向軸力が、キーセグメント 1 k の軸方向 X に沿って傾斜した端面 2 1 において、キーセグメント 1 k の抜け出し方向となる軸方向 X の分力を生み出すことになり、特に大きな抜け出し力が作用することで滑動し、抜け出す可能性が高い。このため、キーセグメント 1 k の側面 2 2 に抜け出し防止装置 4 を配置することで、キーセグメント 1 k の本体部 2 の挿入向きに対して反対の向きにおける抜け出しを抑止することができる。

【0055】

図 1 8 は、キーセグメント 1 k に作用するトンネル周方向軸力で無次元化した抜け出し力 P と、キーセグメント 1 k の端面 2 1 の傾斜角度 θ との関係を表したものである。なお、この関係は、くさびの計算式を用いて導かれ、抜け出し力 P は、トンネル周方向軸力 N 、傾斜角度 θ 及び端面 2 1 の摩擦係数 μ により求められる。シールド工事中標準セグメント (平成 13 年 7 月 社団法人日本下水道協会) によれば、一般的な鋼材と鋼材間の摩擦係数は 0.3、コンクリートとコンクリート間の摩擦係数は 0.5 とされており、摩擦係数が十分に大きい場合は、傾斜角度 θ が小さい領域では抜け出し力 P よりも摩擦力 F が大きい。そのため、抜け出しは発生しない。しかし、通常、キーセグメント 1 k の組立時においては、端面 2 1 には潤滑剤が塗布され、摩擦係数 μ が通常の $1/10$ 程度になることも報告されている。その場合、図 1 8 に示すように、キーセグメント 1 k の傾斜角度 θ が 2 度以上の範囲では抜け出し力 P が発生し得る。そのため、特に傾斜角度 θ が 2 度以上に設定されるキーセグメント 1 k に対して抜け出し防止装置 4 を配置することで、工事の安全性を確実に確保することができる。なお、図 5 では、キーセグメント 1 k の側面 2 2 に雄側抑止

10

20

30

40

50

部 4 1 が設けられているが、雌側抑止部 4 2 が設けられてもよい。

【 0 0 5 6 】

< 抜け出し防止装置 4 の一例 >

抜け出し防止装置 4 は、例えば図 6 (a) の矢印に示すように、溝状の雌側抑止部 4 2 内に雄側抑止部 4 1 を移動させることにより、一対のセグメント 1 a、1 b の抜け出しを防止する。なお、図 6 (a) では、セグメント 1 b を軸方向 X に沿って移動させる例を示すが、例えばセグメント 1 b を法線方向 Y に沿って移動させるようにしてもよい。

【 0 0 5 7 】

雄側抑止部 4 1 の端部 4 1 a は、例えば法線方向 Y の両側に拡幅された部分を有する。端部 4 1 a として、例えば雄側抑止部 4 1 と一体に形成された鋼材等が用いられる。

【 0 0 5 8 】

雌側抑止部 4 2 の支持部 4 2 a は、例えば溝状の雌側抑止部 4 2 における法線方向 Y の側面に少なくとも 1 つ (図 6 では 2 つ) 設けられる。支持部 4 2 a として、例えばバネ等の弾性体に固定された鋼材等が用いられる。

【 0 0 5 9 】

例えば図 6 (a) の矢印方向 (挿入向き) にセグメント 1 b を移動させた場合、図 6 (b) に示すように、端部 4 1 a は支持部 4 2 a と係合する。これにより、セグメント 1 b の各本体部 2 の挿入向きに対して反対の向きにおける抜け出しを抑止することができる。

【 0 0 6 0 】

例えば端部 4 1 a における法線方向 Y の高さにおいて、先端側の高さ h 1 は、基端側 (側面 2 2 側) の高さ h 2 よりも小さい。また、雌側抑止部 4 2 における法線方向 Y の両側面に設けられた一対の支持部 4 2 a の間の距離において、側面 2 2 側の高さ h 3 は、底面側の高さ h 4 よりも大きい。この場合、例えば高さ h 1 が高さ h 3 よりも小さく形成されることで、雄側抑止部 4 1 を雌側抑止部 4 2 に挿入し易くなり、セグメント 1 b の移動を円滑に行うことができる。また、例えば高さ h 2 が高さ h 4 よりも大きく形成されることで、雄側抑止部 4 1 を雌側抑止部 4 2 と係合させ易くなり、セグメント 1 b の本体部 2 の挿入向きに対して反対の向きにおける抜け出しを容易に抑止することができる。

【 0 0 6 1 】

端部 4 1 a は、例えば周方向 W から見て、基端側から先端側に沿って端部の高さが減少するテーパ状に形成される。また、支持部 4 2 a は、例えば周方向 W から見て、底面側から側面 2 2 側に沿って支持部 4 2 a の間隔が拡大するテーパ状に形成される。これにより、セグメント 1 b の移動をより円滑に行うことができるとともに、セグメント 1 b の本体部 2 の挿入向きに対して反対の向きにおける抜け出しを容易に抑止することができる。

【 0 0 6 2 】

< 抜け出し防止装置 4 の第 1 変形例 >

次に、抜け出し防止装置 4 の第 1 変形例について説明する。上述した抜け出し防止装置 4 と、第 1 変形例との違いは、雄側抑止部 4 1 と雌側抑止部 4 2 との係合する位置が異なる点である。なお、上述した内容と同様の構成については、説明を省略する。

【 0 0 6 3 】

雄側抑止部 4 1 は、例えば図 7 に示すように、端部 4 1 a の代わりに端面 4 1 b を、雌側抑止部 4 2 と係合 (接着及び粘着を含む) させてもよい。この場合、雌側抑止部 4 2 は、例えば底面に設けられた支持部 4 2 b により、端面 4 1 b を係合させる。支持部 4 2 b として、例えば接着性若しくは粘着性を有する粘弾性体、又は、マジックテープ (登録商標) 等の面状に着脱可能な面ファスナーが用いられる。

【 0 0 6 4 】

例えば図 7 (b) の矢印方向 (挿入向き) にセグメント 1 b を移動させた場合、図 7 (c) に示すように、端面 4 1 b は支持部 4 2 b と係合する。これにより、セグメント 1 b の本体部 2 の挿入向きに対して反対の向きにおける抜け出しを抑止することができる。

【 0 0 6 5 】

なお、例えば支持部 4 2 b として一対の脱着部を有する面ファスナーが用いられる場合、

10

20

30

40

50

例えば支持部 4 2 b の一方の脱着部を予め端面 4 1 b と係合させた状態で、溝状の雌側抑止部 4 2 内に雄側抑止部 4 1 を移動させてもよい。この場合においても、雌側抑止部 4 2 の底面に他方の脱着部を設けることで、一对の脱着部が当接して固定され、セグメント 1 b の本体部 2 の挿入向きに対して反対の向きにおける抜け出しを抑止することができる。

【0066】

抜け出し防止装置 4 は、例えば図 8 に示すように、法線方向 Y に沿ってセグメント継手 3 と近接して配置されてもよい。すなわち、セグメント継手 3 は、側面 2 2 に配置される。この場合、一对のセグメント 1 a、1 b を連結するとき、セグメント継手 3 の嵌合状態を作業等が容易に目視確認できる。また、一对のセグメント 1 a、1 b を連結するとき、セグメント継手 3 の雄側連結部 3 1 が、連結先のセグメント 1 a に接触して損傷を受ける可能性を極めて低くすることができる。

10

【0067】

抜け出し防止装置 4 は、例えば図 9 に示すように、セグメント継手 3 と一体に形成されてもよい。雄側抑止部 4 1 の端面 4 1 b は、雄側連結部 3 1 における軸方向 X の坑口側 D の面に設けられる。雌側抑止部 4 2 の支持部 4 2 b は、溝状に形成された雌側連結部 3 2 の底面に設けられる。

【0068】

例えば図 9 (b) の矢印方向 (挿入向き) にセグメント 1 b を移動させた場合、図 9 (c) に示すように、雄側連結部 3 1 は雌側連結部 3 2 と嵌合するとともに、端面 4 1 b は支持部 4 2 b と係合する。これにより、セグメント 1 b の本体部 2 の挿入向きに対して反対の向きにおける抜け出しを抑止することができる。また、セグメント継手 3 と抜け出し防止装置 4 とが別体に形成される場合に比べて、雄側連結部 3 1 と雌側連結部 3 2 との嵌合、及び、雄側抑止部 4 1 と雌側抑止部 4 2 との係合を容易に実施することができる。これにより、一对のセグメント 1 a、1 b の連結に費やす時間を削減することが可能となる。

20

【0069】

<抜け出し防止装置 4 の第 2 変形例>

次に、抜け出し防止装置 4 の第 2 変形例について説明する。上述した抜け出し防止装置 4 と、第 2 変形例との違いは、雌側抑止部 4 2 を有しない点である。このとき、抜け出し防止装置 4 は、側面 2 2 に配置される鋼材 5 又は鋼製のセグメント継手 3 に固定される。なお、上述した内容と同様の構成については、説明を省略する。

30

【0070】

抜け出し防止装置 4 は、例えば図 10 に示すように、雄側抑止部 4 1 のみを有してもよい。雄側抑止部 4 1 は、セグメント 1 a の側面 2 2 に配置される鋼材 5 上に設けられる。雄側抑止部 4 1 は、例えば鋼材 5 に固定されたねじ付きスタッド等の軸部材に取り付けられた抑止部材 4 1 c を有する。抑止部材 4 1 c として、例えば鋼板等が用いられる。抑止部材 4 1 c は、例えば軸部材に螺合され、軸方向 X を軸として回転させることができる。

【0071】

抑止部材 4 1 c は、例えば図 10 (a) の矢印に示す方向に回転し、突出部 3 2 a と一体に設けられた接合部 3 2 b からなる雌側連結部 3 2 の突出部 3 2 a が抑止部材 4 1 c と鋼材 5 との間に挟まれる。これにより、雄側抑止部 4 1 は、雌側連結部 3 2 と係合する。

40

【0072】

接合部 3 2 b は、雄側抑止部 4 1 が設けられたセグメント 1 a と連結されるセグメント 1 b 側に設けられ、セグメント 1 b の側面 2 2 に配置される鋼材 5 に固定される。雌側連結部 3 2 は、周方向 W に沿って接合部 3 2 b から突出部 3 2 a まで延在する。

【0073】

雄側連結部 3 1 は、雄側抑止部 4 1 が設けられたセグメント 1 a 側に設けられ、セグメント 1 a の側面 2 2 に配置される鋼材 5 に固定され、軸方向 X に突出する。例えば図 10 (b) の軸方向 X における上方から下方の向き (挿入向き) にセグメント 1 b を移動させた場合、雄側連結部 3 1 は、雌側連結部 3 2 の突出部 3 2 a 側の軸方向 X に形成された孔 3 2 h と嵌合する。これにより、一对のセグメント 1 a、1 b が連結される。

50

【0074】

この場合においても、雄側抑止部41は、雌側連結部32と係合することで、セグメント1bの本体部2の挿入向きに対して反対の向きにおける抜け出しを抑止することができる。また、雌側抑止部42を形成する必要が無いため、セグメント1の製造工程数を減少させることが可能となる。

【0075】

＜抜け出し防止装置4の第3変形例＞

次に、抜け出し防止装置4の第3変形例について説明する。上述した抜け出し防止装置4の第2変形例と、第3変形例との違いは、雄側抑止部41が一对のセグメント1a、1bを連結したあとに設けられる点である。なお、上述した内容と同様の構成については、説明を省略する。

10

【0076】

抜け出し防止装置4は、例えば図11に示すように、一对のセグメント1a、1bを連結したあとに配置され、雄側抑止部41のみを有してもよい。雄側抑止部41は、突出部材41dを有し、突出部材41dとして鋼材等が用いられる。突出部材41dは、例えば図11(d)に示すように、平板の主面と直角方向(図11(d)では軸方向X)に突出する挿通部41e及び当接部41fを有する。挿通部41eは、例えば一对の当接部41fの間に設けられる円柱状部材で、挿通部41e及び当接部41fは平板部材である。

【0077】

例えば図11(b)の軸方向Xにおける上方から下方の向き(挿入向き)にセグメント1bを移動させた場合、雄側連結部31と、雌側連結部32に形成された孔32hとが嵌合する。これにより、一对のセグメント1a、1bが連結される。この状態で、図11(c)、図11(d)に示すように、挿通部41eが、雄側連結部31の軸方向Xに形成された孔31hに挿通される。このとき、雌側連結部32の突出部32aは、当接部41fと鋼材5との間に挟まれる。これにより、雄側抑止部41は、雌側連結部32と係合する。

20

【0078】

この場合においても、雄側抑止部41は、雌側連結部32と係合することで、セグメント1bの本体部2の挿入向きに対して反対の向きにおける抜け出しを抑止することができる。また、雌側抑止部42を形成する必要が無いため、セグメント1の製造工程数を減少させることが可能となる。

30

【0079】

＜抜け出し防止装置4の第4変形例＞

次に、抜け出し防止装置4の第4変形例について説明する。上述した抜け出し防止装置4と、第4変形例との違いは、抜け出し防止装置4が報知部6に近接して設けられる点である。なお、上述した内容と同様の構成については、説明を省略する。

【0080】

抜け出し防止装置4は、例えば図12に示すように、抜け出し防止装置4の係合状態を判定し、作業等者に報知する報知部6に近接して設けられる。報知部6は、例えば雌側抑止部42内に設けられる。

【0081】

報知部6は、例えばセンサ部と、制御部と、出力部とを有する。センサ部は、抜け出し防止装置4の係合状態を信号化する。センサ部として、例えば図13に示す接触式センサのほか、電磁波を利用した非接触式センサ等が用いられる。制御部は、センサ部からの信号に基づいて抜け出し防止装置4の係合状態を判定する。出力部は、判定結果を作業等者に報知する。出力部は、例えば無線通信等を介して判定結果を送信し、作業等者の通信端末に判定結果を報知するほか、例えば電氣的に接続されたLED等を点灯させ、作業等者に報知してもよい。

40

【0082】

報知部6は、例えば図13(a)に示すように、雌側抑止部42の支持部42aと接して設けられてもよい。例えば図13(a)の矢印方向(挿入向き)にセグメント1bを移動

50

させた場合、図 13 (b) に示すように、報知部 6 は、雄側抑止部 4 1 と雌側抑止部 4 2 とに挟まれる。これにより、報知部 6 は、雄側抑止部 4 1 と雌側抑止部 4 2 とが係合したと判定し、作業者等に報知する。

【0083】

本発明を適用したセグメント 1 によれば、抜け出し防止装置 4 は、本体部 2 の側面 2 2 に設けられ、セグメント継手 3 を挿入する向きに対して反対の向きに雄側連結部 3 1 が雌側連結部 3 2 から抜け出すことを抑止するための雄側抑止部 4 1 及び雌側抑止部 4 2 の少なくとも一方を備える。このため、抜け出し力によってセグメント 1 の回転等が発生した場合においても、抜け出し防止装置 4 が端面 2 1 に設けられた場合に比べて回転に抵抗する偶力間の距離を長くすることが可能となり、セグメント 1 の回転等を強固に抑制することができる。これは、セグメント 1 の組立にはセグメント 1 の継手に微小な隙間を設ける必要があるため、セグメント 1 が抜け出そうとする際には、片側が目開きすることになり、セグメント 1 が回転する形で抜け出すことになる。その隙間が最も大きくなる側面 2 2 に抜け出し防止装置 4 を設けることによって、競りによる抜け出し抑止効果が大きく現れる。これにより、セグメント 1 の抜け出しを確実に防止することが可能となり、工事の安全性の向上を実現することができる。

10

【0084】

また、本発明を適用したセグメント 1 によれば、抜け出し防止装置 4 は、本体部 2 の側面 2 2 に設けられる。本体部 2 の端面 2 1 に抜け出し防止装置 4 を設ける場合では、連結作業の間、一对のセグメント 1 の端面 2 1 同士の距離が小さく損傷するおそれがある。それに対して、抜け出し防止装置 4 を側面 2 2 に設けることにより、一对のセグメント 1 を連結するとき、連結する端面 2 1 から抜け出し防止装置 4 を離しておくことができるので、連結先のセグメント 1 に接触して損傷を受ける可能性を極めて低くすることができる。これにより、一对のセグメント 1 が連結した後、抜け出し防止装置 4 を確実に作動させることが可能となり、工事の安全性を向上させることが可能となる。

20

【0085】

また、本発明を適用したセグメント 1 によれば、本体部 2 の備える 6 面のうち、少なくとも一对の端面 2 1 及び一对の側面 2 2 に、鋼材 5 が配置される。このため、本体部 2 に作用する抜け出し防止装置 4 の反力に対し、鋼材 5 の拘束効果によるコンクリートの補強効果が得られ、より強固にセグメント 1 の抜け出しを防止することができる。これにより、工事の安全性をさらに向上させることが可能となる。また、一对のセグメント 1 を連結するとき、本体部 2 が連結先の抜け出し防止装置 4 に接触して損傷を受けることを防ぐことができる。これにより、セグメント 1 の耐久性を向上させることが可能となる。

30

【0086】

また、本発明を適用したセグメント 1 によれば、抜け出し防止装置 4 は、側面 2 2 に配置される鋼材 5 又は鋼製のセグメント継手 3 に固定される。このため、抜け出し防止装置 4 の反力が鋼材 5 に作用し、より強固にセグメント 1 の抜け出しを防止することができる。これにより、工事の安全性をさらに向上させることが可能となる。

【0087】

また、本発明を適用したセグメント 1 によれば、抜け出し防止装置 4 は、少なくとも軸方向 X における切羽側 C の側面 2 2 に設けられる。このため、一对のセグメント 1 を連結するとき、切羽側 C のセグメントリング 7 1 の側面 2 2 は未だ組み立てていない隣のセグメントリング 7 1 が無いため、抜け出し防止装置 4 の係合状態を作業者等が容易に目視確認できる。また、一对のセグメント 1 を連結するとき、切羽側 C の抜け出し防止装置 4 は連結先のセグメント 1 の端面 2 1 に近接することがないため、抜け出し防止装置 4 が連結先のセグメント 1 に接触して損傷を受ける可能性をさらに低下することができ、一对のセグメント 1 が連結した後、抜け出し防止装置 4 を確実に作動させることが可能となる。これにより、工事の安全性をさらに向上させることが可能となる。

40

【0088】

また、本発明を適用したセグメント 1 によれば、セグメント継手 3 は、切羽側 C 及び坑口

50

側Dの側面22に配置される。このため、一対のセグメント1を連結するとき、セグメント継手3の嵌合状態を作業者等が容易に目視確認できる。これにより、工事の安全性をさらに向上させることが可能となる。また、一対のセグメント1を連結するとき、セグメント継手3が連結先のセグメント1に接触して損傷を受ける可能性を極めて低くすることができる。これにより、セグメント継手3の耐久性を向上させることが可能となる。

【0089】

また、本発明を適用したセグメント1によれば、特に第4変形例における抜け出し防止装置4は、報知部6に近接して設けられる。このため、一対のセグメント1を連結するとき、セグメント1から離れた場所に待機する作業者等が、抜け出し防止装置4の係合状態を容易に確認できる。これにより、工事の安全性をさらに向上させることが可能となる。

【0090】

また、本発明を適用したセグメント1によれば、抜け出し防止装置4は、少なくともキーセグメント1kに設けられる。キーセグメント1kでは、トンネルに土水圧が作用することで発生するトンネル周方向軸力が、キーセグメント1kの軸方向Xに傾斜した端面21において、キーセグメント1kの抜け出し方向となるトンネル軸方向分力を生み出すことになり、特に大きな抜け出し力が発生しやすい。一方、抜け出し防止装置4が軸方向Xに傾斜したテーパ状の端面21に設けられた場合に比べて、抜け出し防止装置4の反力が直角かつ単純に本体部2へ作用する。これらにより、より大きな抜け出し力に対してより強固にセグメント1の抜け出しを防止することが可能となり、工事の安全性を大きく向上させることが可能となる。また、キーセグメント1kの挿入時には、キーセグメント1kの両端面21が連結先のセグメント1に極めて近接するため、抜け出し防止装置4が端面21に設けられた場合に比べて、抜け出し防止装置4が連結先のセグメント1に接触して損傷を受ける可能性を飛躍的に低くすることが可能となり、工事の安全性を大きく向上させることが可能となる。また、例えば抜け出し防止装置4をキーセグメント1kのみに設けることで、工事の安全性を向上させただけで、材料費の削減が可能となる。

【0091】

以上、本発明の実施形態の例について詳細に説明したが、上述した実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならない。

【符号の説明】

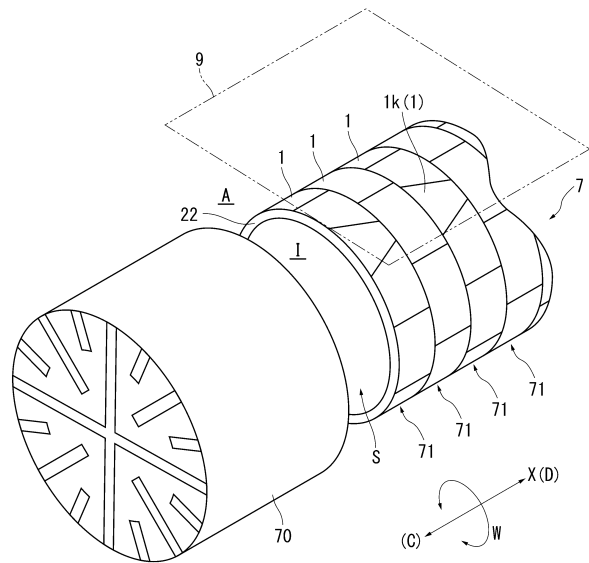
【0092】

- 1 : セグメント
- 1 a : セグメント
- 1 b : セグメント
- 1 c : セグメント
- 1 d : セグメント
- 1 k : キーセグメント
- 2 : 本体部
- 2 0 : 面
- 2 1 : 端面
- 2 2 : 側面
- 2 3 : 溝部
- 3 : セグメント継手
- 3 1 : 雄側連結部
- 3 1 h : 孔
- 3 2 : 雌側連結部
- 3 2 a : 突出部
- 3 2 b : 接合部
- 3 2 h : 孔
- 4 : 抜け出し防止装置

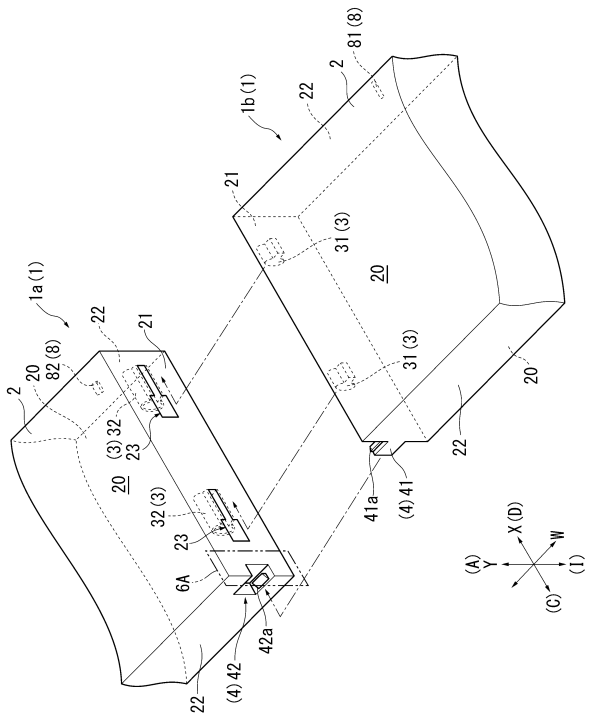
- 4 1 : 雄側抑止部
- 4 1 a : 端部
- 4 1 b : 端面
- 4 1 c : 抑止部材
- 4 1 d : 突出部材
- 4 1 e : 挿通部
- 4 1 f : 当接部
- 4 2 : 雌側抑止部
- 4 2 a : 支持部
- 4 2 b : 支持部
- 5 : 鋼材
- 5 f : フランジ
- 6 : 報知部
- 7 : シールドトンネル
- 7 0 : シールドマシン
- 7 1 : セグメントリング
- 8 : リング継手
- 8 1 : 雄側継手
- 8 2 : 雌側継手
- 9 : 地中
- A : 地山側
- I : 内空側
- C : 切羽側
- D : 坑口側
- S : 内側空間
- W : 周方向
- X : 軸方向
- Y : 法線方向

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

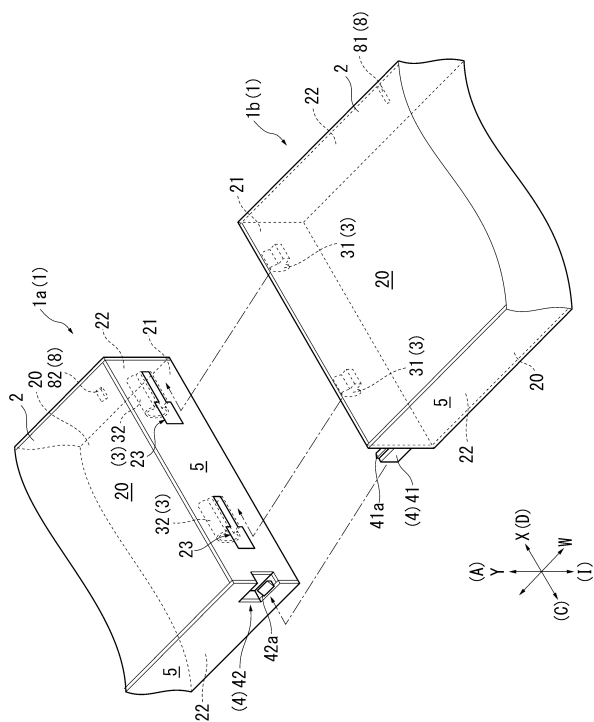
20

30

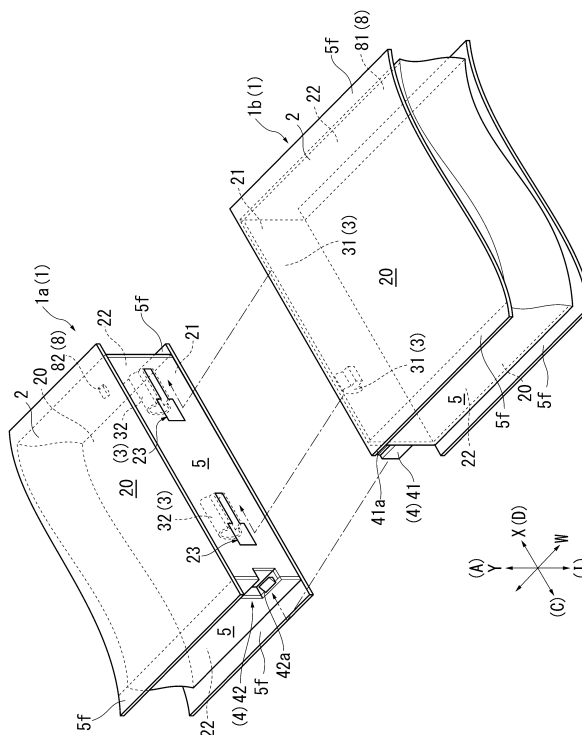
40

50

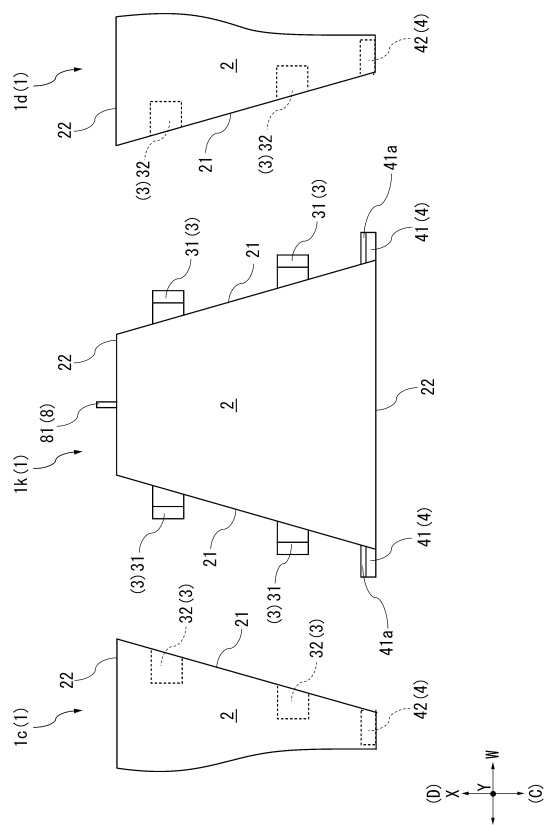
【図 3】



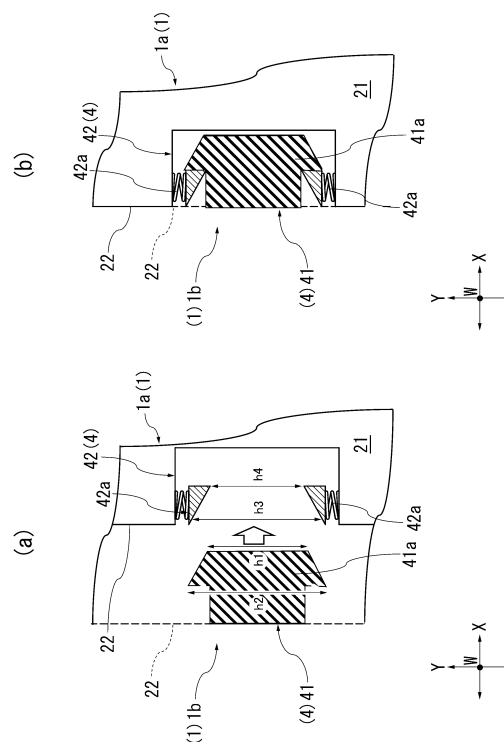
【図 4】



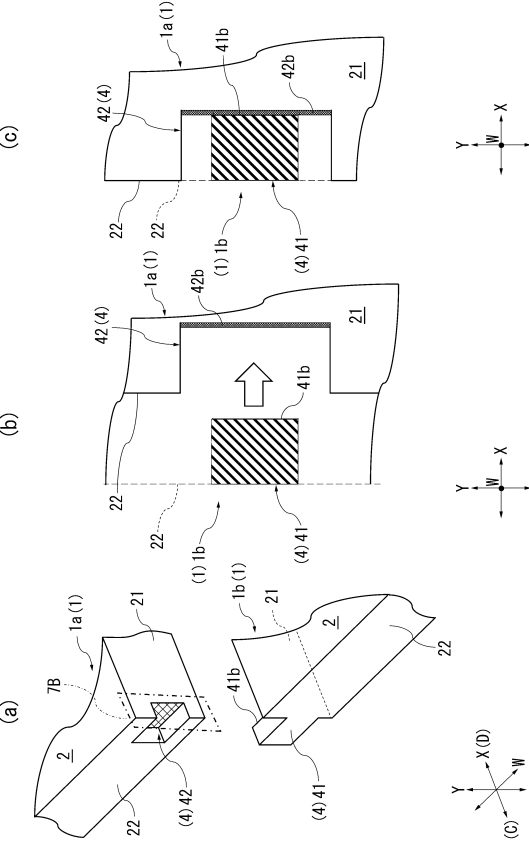
【図 5】



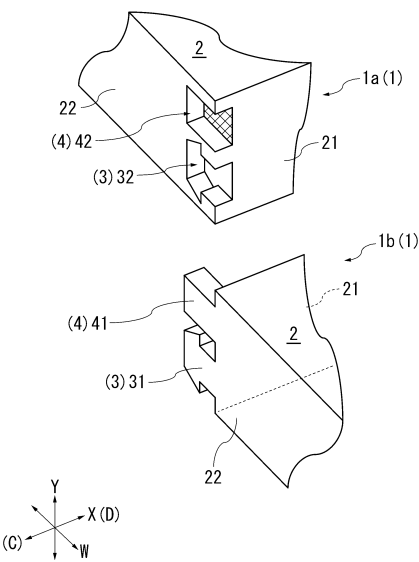
【圖 6】



【図 7】



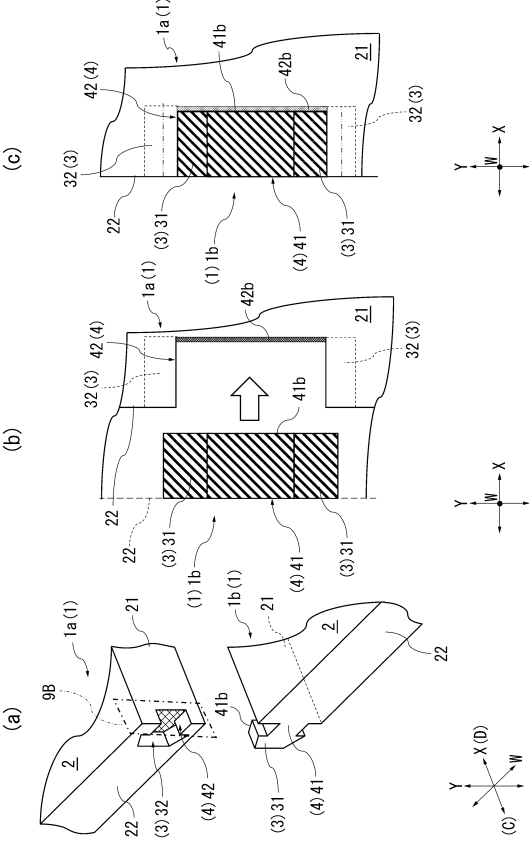
【図 8】



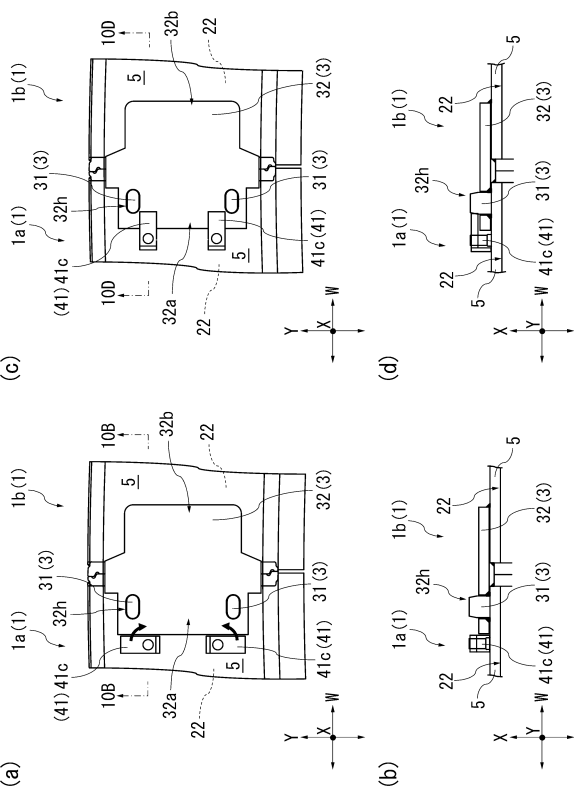
10

20

【図 9】



【図 10】

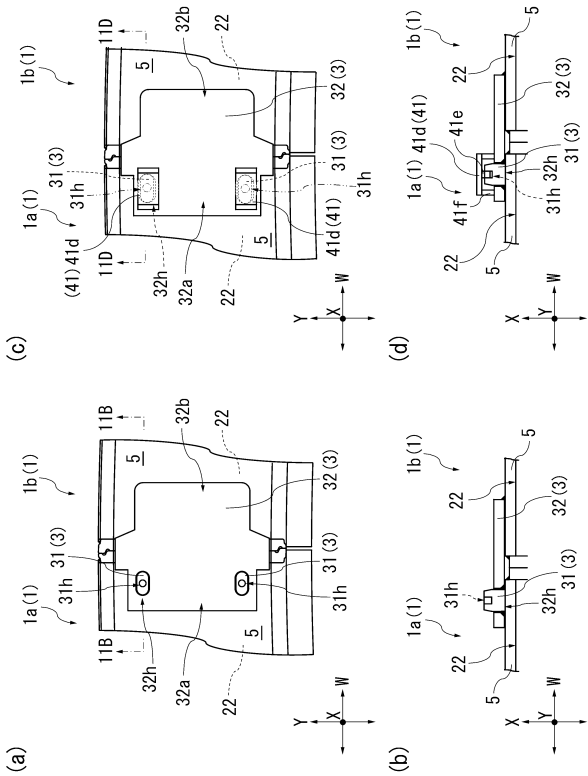


30

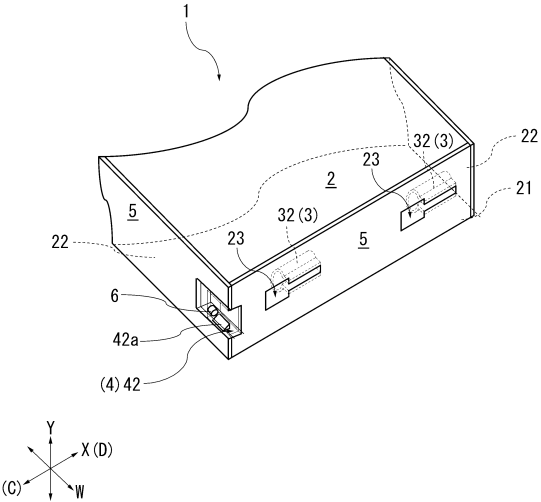
40

50

【図 1 1】



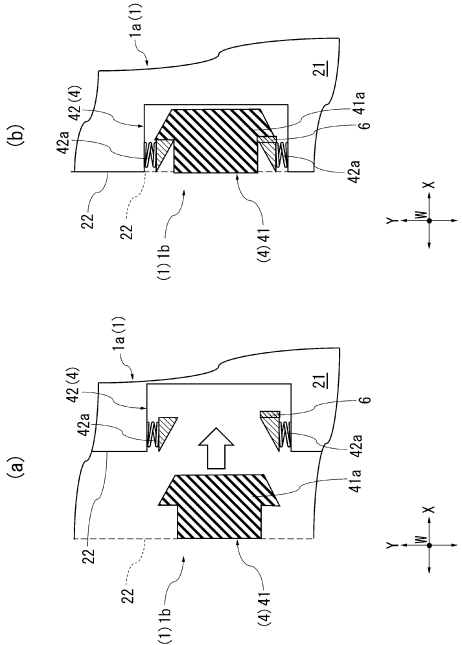
【図 1 2】



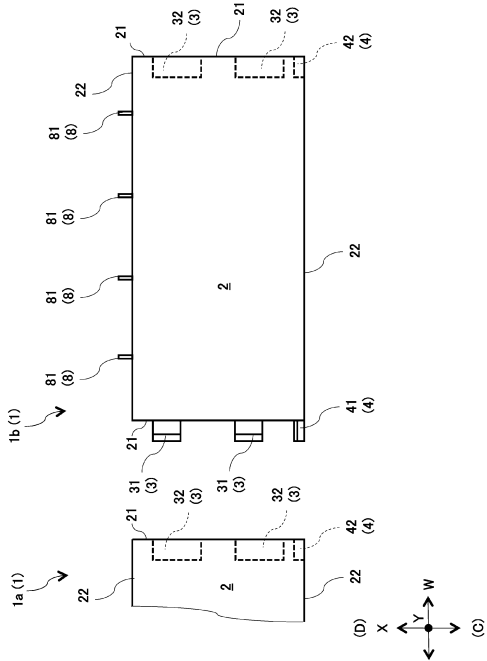
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

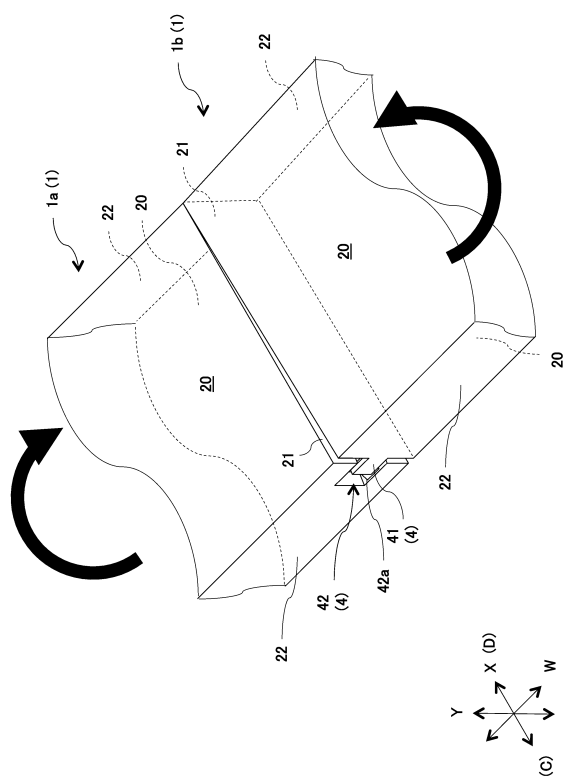


30

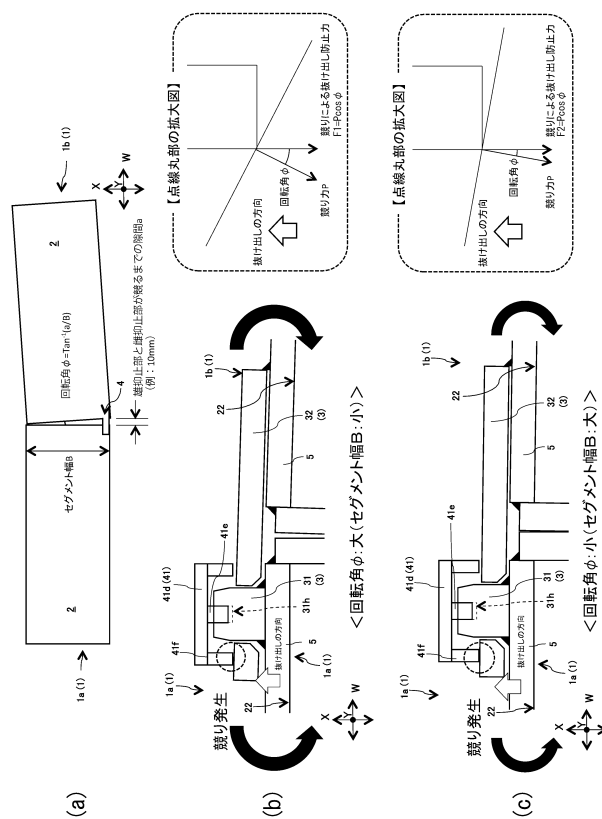
40

50

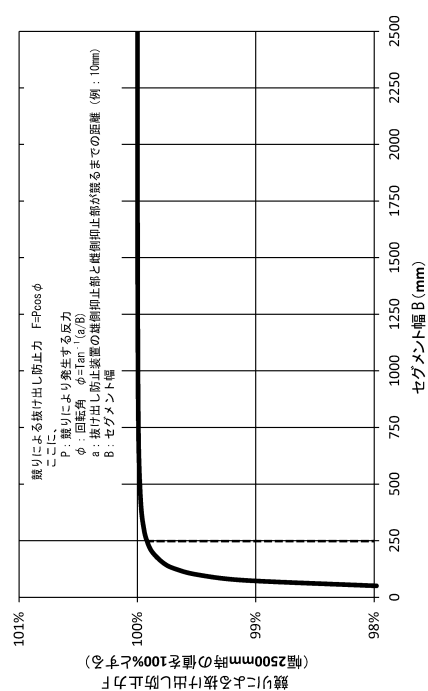
【図 15】



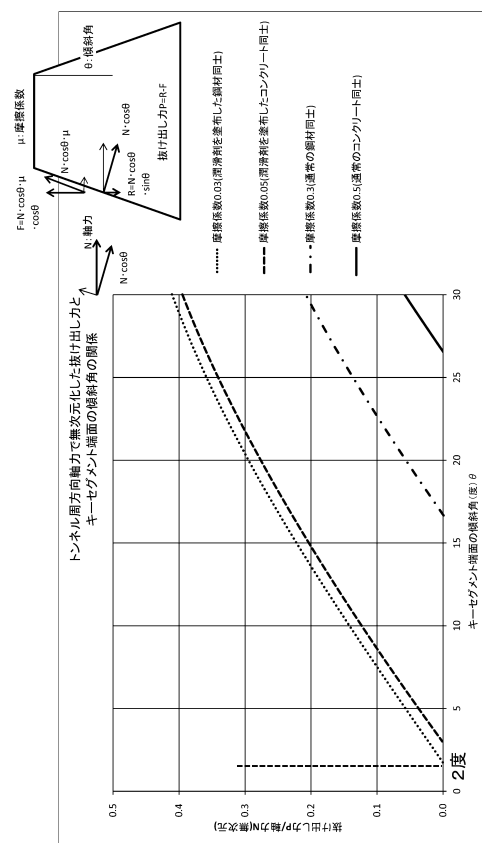
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2015-196999 (JP, A)
特開 2015-140540 (JP, A)
特開平 11-229785 (JP, A)
特開平 11-315698 (JP, A)
特表 2002-502001 (JP, A)
米国特許第 06379077 (US, B1)
米国特許第 04497590 (US, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
E 21 D 11/08
E 21 D 11/04
F 16 B 5/00- 5/12