(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5582497号
(P5582497)

(45)発行日　平成26年9月3日(2014.9.3)　(24)登録日　平成26年7月25日(2014.7.25)

(51)Int.Cl.　F I
E02D 17/20 (2006.01)　E02D 17/20 106
E02D 5/34 (2006.01)　E02D 17/20 104C
E02D 5/34 Z

請求項の数 8　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2010-44106(P2010-44106)
(22)出願日　平成22年3月1日(2010.3.1)
(65)公開番号　特開2011-179220(P2011-179220A)
(43)公開日　平成23年9月15日(2011.9.15)
審査請求日　平成25年2月22日(2013.2.22)

(73)特許権者　505398963
西日本高速道路株式会社
大阪府大阪市北区堂島一丁目６番２０号
(73)特許権者　000222668
東洋建設株式会社
大阪府大阪市中央区高麗橋４丁目１番１号
(73)特許権者　000230788
日本基礎技術株式会社
大阪府大阪市北区松ヶ枝町６番２２号
(73)特許権者　000129758
株式会社ケー・エフ・シー
大阪府大阪市北区西天満３丁目２番１７号
(74)代理人　100068618
弁理士　弯　経夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】斜面安定工法及び地すべり鋼管抑止杭

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
切土法面の途中の小段に対して斜面安定工として鉛直に施工されている既設鋼管抑止杭の内部に、マイクロパイルを前記既設鋼管抑止杭頭部から突出するようにして打設することにより、既設鋼管抑止杭とマイクロパイルとが一体化した、強化鋼管抑止杭を構成し、
前記強化鋼管抑止杭に隣接して、前記切土法面の途中の小段に斜杭状のマイクロパイルを打設し、前記強化鋼管抑止杭頭部から突出する前記マイクロパイルの杭頭と、前記斜杭状のマイクロパイルの杭頭とを、基礎梁により剛結し、地すべり力に対するトラス構造を構成することを特徴とする斜面安定工法。
【請求項２】
前記既設鋼管抑止杭の内部に、前記既設鋼管抑止杭よりも長く深層へと突出するように、前記マイクロパイルを打設することを特徴とする請求項１記載の斜面安定工法。
【請求項３】
前記斜杭状のマイクロパイルの杭頭を、隣接する強化鋼管抑止杭の杭頭を結ぶ線上に配置することを特徴とする請求項１又は２記載の斜面安定工法。
【請求項４】
前記斜杭状のマイクロパイルの打設に先行して、地盤中に高圧噴射攪拌工法により改良柱を造成し、該改良柱内に前記マイクロパイルを打設することを特徴とする請求項１から３のいずれか１項記載の斜面安定工法。
【請求項５】

切土法面の途中の小段に対して斜面安定工として鉛直に施工されている既設鋼管抑止杭の内部に、前記既設鋼管抑止杭頭部から突出するようにしてマイクロパイルが打設され、既設鋼管抑止杭とマイクロパイルとが一体化され、

前記既設鋼管抑止杭頭部から突出する前記マイクロパイルの杭頭と、前記既設鋼管抑止杭に隣接して、前記切土法面の途中の小段に斜杭状に打設されたマイクロパイルの杭頭とが、基礎梁により剛結され、地すべり力に対するトラス構造が構成されてなることを特徴とする地すべり鋼管抑止杭。

【請求項６】

前記既設鋼管抑止杭の内部に、前記既設鋼管抑止杭よりも長く深層へと突出するように、前記マイクロパイルが打設されていることを特徴とする請求項５記載の地すべり鋼管抑止杭。

【請求項７】

前記斜杭状のマイクロパイルの杭頭が、隣接する既設鋼管抑止杭の杭頭を結ぶ線上に配置されてなることを特徴とする請求５又は６記載の地すべり鋼管抑止杭。

【請求項８】

前記斜杭状のマイクロパイルが、その打設に先行して地盤中に高圧噴射攪拌工法により造成された改良柱内に、打設されてなることを特徴とする請求項５から７のいずれか１項記載の地すべり鋼管抑止杭。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、斜面安定工法及び地すべり鋼管抑止杭に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

従来から、計画道路を整備するために、山地の斜面を大規模に掘削、造成するケースが多く見受けられる。この掘削作業は、山地を上部側から下部側へ向けて段階的に掘削する手法が採られ、その過程で、図６に示されるように山地１００の切土法面１０２には、斜面１０４と小段１０６とが交互に形成されることとなる。このように人工的に造成された比較的規模の大きい切土法面１０２には、適宜、崩壊防止対策が施されており、例えば、ケーシングを用いて地盤に削孔した後、ケーシング内にアンカー１０８を挿入して、前記ケーシングを引抜き、しかる後に孔内に硬化材グラウトを注入してアンカー１０８を地盤に定着させるグランドアンカー工法が用いられている。

【０００３】

又、鋼管を打設してこれを抑止杭１２０とする抑止杭工法も、広く採用されている。抑止杭１２０は、直径４００ｍｍ～６００ｍｍ程度の鋼管の内部にモルタルを充填して構成されるものであり、所定の安全率を確保することができるように、抑止杭１２０の抑止力（断面性能：鋼管径×肉厚、鋼管長さ、打設間隔等）が設定され、切土法面１０２のすべり面１２２よりも深い位置まで到達するように打設される。そして、抑止杭１２０の打設工法の１つとして、マイクロパイル工法が従来から採用されている。マイクロパイルについては追って詳述するが、直径３００ｍｍ以下の場所打ち杭や埋込み杭の総称であり、セメント系グラウト材を加圧注入して、付着性能の改善された鋼管と合成させるものである（例えば、特許文献１）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特許第３７６９６３７号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、地すべり抑止対策の検討段階で推定した地すべり深さや、地盤条件、湧

水条件等は、時間の経過とともに大きく変動を生じる場合がある。特に、近年の集中豪雨（時間強度の大きい雨）が多発する状況において、地盤の風化劣化や降雨による地中の間隔水圧の急激な上昇が生じ、想定したよりも大規模な地すべりが発生することも懸念される。例えば、当初想定したすべり面１２２よりも更に深い位置にすべり面１２３が生じた場合には、既設の抑止杭１２０による地すべり抑止対策は万全ではなく、これを強化する手法が必要となる。又、想定よりも広範囲で地すべりが発生した場合には、抑止杭１２０の抑止力不足から、抑止杭１２０の頭部（杭頭）が大きく変位して、抑止杭１２０を打設した小段１０６よりも下方の斜面１０４（１０４Ｌ）を崩壊させ、結果として所定の抑止効果を確保できなくなってしまう。又、抑止杭１２０を打設した小段１０６よりも下方の地盤が風化劣化した場合にも、抑止杭１２０の頭部付近の地盤変形が増大し、同様の問題を生じることとなる。

【０００６】

従って、既存の切土法面１０２に対する地すべり抑止対策を強化することが必要となるが、切土法面１０２に既設の抑止杭１２０と同等かそれ以上の抑止杭を施工することが可能な、大型の施工機械を乗り入れることは困難であり、施工時と異なる手法によって既存の斜面の更なる安定化を行う技術が望まれていたところである。

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、既存の斜面に対する地すべり抑止対策の強化を行うことにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

（発明の態様）

以下の発明の態様は、本発明の構成を例示するものであり、本発明の多様な構成の理解を容易にするために、項別けして説明するものである。各項は、本発明の技術的範囲を限定するものではなく、発明を実施するための最良の形態を参酌しつつ、各項の構成要素の一部を置換し、削除し、又は、更に他の構成要素を付加したものについても、本願発明の技術的範囲に含まれ得るものである。

【０００８】

（１）切土法面の途中の小段に対して斜面安定工として鉛直に施工されている既設鋼管抑止杭の内部に、マイクロパイルを前記既設鋼管抑止杭頭部から突出するようにして打設することにより、既設鋼管抑止杭とマイクロパイルとが一体化した、強化鋼管抑止杭を構成する斜面安定工法。

本項に記載の斜面安定工法は、比較的小型の機械で、狭隘個所や傾斜地にも施工可能なマイクロパイルを、既設鋼管抑止杭の内部に打設することにより、既設鋼管抑止杭とマイクロパイルとが一体化し、強化鋼管抑止杭を構成するものである。又、既設鋼管抑止杭の内部にマイクロパイルを構成する鋼管が配置された多重管構造となり、耐力が大幅に向上することとなる。

【０００９】

（２）上記（１）項において、前記強化鋼管抑止杭に隣接して、前記切土法面の途中の小段に斜杭状のマイクロパイルを打設し、前記強化鋼管抑止杭頭部から突出する前記マイクロパイルの杭頭と、前記斜杭状のマイクロパイルの杭頭とを、基礎梁により剛結し、地すべり力に対するトラス構造を構成する斜面安定工法（請求項１）。

本項に記載の斜面安定工法は、切土法面の途中の小段に斜杭状のマイクロパイルを打設して、強化鋼管抑止杭頭部から突出する前記マイクロパイルの杭頭と、斜杭状のマイクロパイルの杭頭とを、基礎梁により剛結することで、地すべり力（ほぼ水平な力）に対するトラス構造を構成するものである。この際、斜杭状のマイクロパイルについても、すべり面よりも更に深層に到達するように打設する。かかるトラス構造において、強化鋼管抑止杭には、主として曲げと押し込み力（杭軸抵抗）が作用し、斜杭状のマイクロパイルには、主として曲げと引抜き力（杭抵抗力）が作用し、地すべり力（水平力）に対して、曲げ抵抗、せん断抵抗及び新たに付加された杭軸抵抗を発揮させ、当初（既設鋼管抑止杭）よりも大きな抑止効果を確保するものである。従って、地盤条件の劣化、降雨等の影響によ

り、当初の想定以上の規模の地すべりが発生する懸念が生じるような場合にも、地すべり抑止対策を強化することとなる。

【００１０】

（３）上記（２）項において、前記既設鋼管抑止杭の内部に、前記既設鋼管抑止杭よりも長く深層へと突出するように、前記マイクロパイルを打設する斜面安定工法（請求項２）。

本項に記載の斜面安定工法は、地盤の風化・劣化等により、すべり面が深くなった場合でも、そのすべり面よりも更に深層に到達するように、既設鋼管抑止杭よりも長くマイクロパイルを打設することで、必要な抑止効果を発揮するものとなる。又、既設鋼管抑止杭の支持層（不動層）への根入れ不足（支持力不足）対策としても、既設鋼管抑止杭よりも長く深層へと突出するマイクロパイルが、比較的大きな周面摩擦力を確保することにより、必要な支持力を確保するものとなる。

（４）上記（２）、（３）項において、前記強化鋼管抑止杭に隣接して、前記小段の直上部分の斜面に対して斜杭状にマイクロパイルを二本以上打設し、前記強化鋼管抑止杭頭部から突出する前記マイクロパイルの杭頭と、前記斜杭状のマイクロパイル頭部とを、基礎梁により剛結する斜面安定工法。

本項に記載の斜面安定工法は、マイクロパイルの上記機能をより大きく発揮させるものである。

【００１１】

（５）上記（２）から（４）項において、前記斜杭状のマイクロパイルの杭頭を、隣接する強化鋼管抑止杭の杭頭を結ぶ線上に配置する斜面安定工法（請求項３）。

本項に記載の斜面安定工法は、斜杭状のマイクロパイルの杭頭を、隣接する強化鋼管抑止杭の杭頭を結ぶ線上に配置することで、既存の切土法面の施工スペース・傾斜地形等の制約を受けることなく、マイクロパイルを打設するものである。又、地中の既設構造物等との干渉を回避する上でも、強化鋼管抑止杭の杭頭を結ぶ線上に配置することが望ましい。更に、強化鋼管抑止杭と斜杭状のマイクロパイルとの荷重分担の相違に起因して、杭頭部の基礎梁に生ずるねじりモーメントの影響を、上記配置によって軽減すると共に、杭頭部を剛結する基礎梁の構造の単純化、軽量化を図るものでもある。

【００１２】

（６）上記（５）項において、前記斜杭状のマイクロパイルと前記強化鋼管抑止杭との設置間隔を、前記斜杭状のマイクロパイルの外径の２．５倍～８倍確保する斜面安定工法。

本項に記載の斜面安定工法は、斜杭状のマイクロパイルと前記強化鋼管抑止杭との設置間隔を、斜杭状のマイクロパイルの外径の２．５倍～８倍確保することで、マイクロパイルの上記機能をより大きく発揮させるものである。なお、斜杭状のマイクロパイルと前記強化鋼管抑止杭との設置間隔を、斜杭状のマイクロパイルの外径の２．５倍よりも近接させて施工した場合には、既設鋼管抑止杭と追加施工したマイクロパイルが干渉して、設計外力に対する諸検討の段階で、各々独立した杭としての設計検討が出来なくなるといった不具合が生じる。一方、上記設置間隔を斜杭状のマイクロパイルの外径の８倍よりも大きく施工した場合には、既設鋼管抑止杭と追加施工のマイクロパイルの間隔が２．５ｍ以上となり、土砂の中抜け（杭の間から土砂が押し出され、所定の抑止効果を発揮できなくなる）の恐れがある。

【００１３】

（７）上記（２）から（６）前記斜杭状のマイクロパイルの打設に先行して、地盤中に高圧噴射攪拌工法により改良柱を造成し、該改良柱内に前記マイクロパイルを打設する斜面安定工法（請求項４）。

本項に記載の斜面安定工法は、追って詳述するように、小型の機械で対応でき、斜杭状マイクロパイルも施工可能な高圧噴射攪拌工法により、予め大きな改良柱（６００ｍｍ～１０００ｍｍ）を造成した上で、斜杭状マイクロパイルを施工することで、より大きな抑止力を確保するものである。そして、盛土砂面や自然斜面等の土砂地山において、降雨等

による劣化が生じ、地盤半力の確保が困難な場合であっても、必要な抑止力を確保するものである。

【００１４】

（８）切土法面の途中の小段に対して斜面安定工として鉛直に施工されている既設鋼管抑止杭の内部に、前記既設鋼管抑止杭頭部から突出するようにしてマイクロパイルが打設され、既設鋼管抑止杭とマイクロパイルとが一体化されてなる地すべり鋼管抑止杭。

本項に記載の地すべり鋼管抑止杭は、比較的小型の機械で、狭隘個所や傾斜地にも施工可能なマイクロパイルを、既設鋼管抑止杭の内部に打設することにより、既設鋼管抑止杭とマイクロパイルとを一体化したものである。又、既設鋼管抑止杭の内部にマイクロパイルを構成する鋼管が配置された多重管構造となり、耐力が大幅に向上することとなる。

【００１５】

（９）上記（８）項において、前記既設鋼管抑止杭頭部から突出する前記マイクロパイルの杭頭と、前記既設鋼管抑止杭に隣接して、前記切土法面の途中の小段に斜杭状に打設されたマイクロパイルの杭頭とが、基礎梁により剛結され、地すべり力に対するトラス構造が構成されてなる地すべり鋼管抑止杭（請求項５）。

本項に記載の斜面の地すべり鋼管抑止杭は、切土法面の途中の小段に斜杭状にマイクロパイルを打設して、強化鋼管抑止杭頭部から突出する前記マイクロパイルの杭頭と、斜杭状のマイクロパイルの杭頭とを、基礎梁により剛結することで、地すべり力（ほぼ水平な力）に対するトラス構造を構成するものである。この際、斜杭状のマイクロパイルについても、すべり面よりも更に深層に到達するように打設する。かかるトラス構造において、強化鋼管抑止杭には、主として曲げと押し込み力（杭軸抵抗）が作用し、斜杭状のマイクロパイルには、主として曲げと引抜き力（杭抵抗力）が作用し、地すべり力（水平力）に対して、曲げ抵抗、せん断抵抗及び新たに付加された杭軸抵抗を発揮させ、当初（既設鋼管抑止杭）よりも大きな抑止効果を確保するものである。従って、地盤条件の劣化、降雨等の影響により、当初の想定以上の規模の地すべりが発生する懸念が生じるような場合にも、地すべり抑止対策を強化することとなる。

【００１６】

（１０）上記（９）項において、前記既設鋼管抑止杭の内部に、前記既設鋼管抑止杭よりも長く深層へと突出するように、前記マイクロパイルが打設されている地すべり鋼管抑止杭（請求項６）。

本項に記載の斜面の地すべり鋼管抑止杭は、地盤の風化・劣化等により、すべり面が深くなった場合でも、そのすべり面よりも更に深層に到達するように、既設鋼管抑止杭よりも長くマイクロパイルを打設することで、必要な抑止効果を発揮するものとなる。又、既設鋼管抑止杭の支持層（不動層）への根入れ不足（支持力不足）対策としても、既設鋼管抑止杭よりも長く深層へと突出するマイクロパイルが、比較的大きな周面摩擦力を確保することにより、必要な支持力を確保するものとなる。

（１１）上記（９）、（１０）項において、前記斜杭状のマイクロパイルの杭頭が、隣接する既設鋼管抑止杭の杭頭を結ぶ線上に配置されてなる地すべり鋼管抑止杭（請求項７）。

本項に記載の斜面の地すべり鋼管抑止杭は、斜杭状のマイクロパイルの杭頭を、隣接する強化鋼管抑止杭の杭頭を結ぶ線上に配置することで、既存の切土法面の施工スペース・傾斜地形等の制約を受けることなく、マイクロパイルを打設するものである。又、地中の既設構造物等との干渉を回避する上でも、強化鋼管抑止杭の杭頭を結ぶ線上に配置することが望ましい。更に、強化鋼管抑止杭と斜杭状のマイクロパイルとの荷重分担の相違に起因して、杭頭部の基礎梁に生ずるねじりモーメントの影響を、上記配置によって軽減すると共に、杭頭部を剛結する基礎梁の構造の単純化、軽量化を図るものでもある。

【００１７】

（１２）上記（９）から（１１）項において、前記斜杭状のマイクロパイルが、その打設に先行して地盤中に高圧噴射攪拌工法により造成された改良柱内に、打設されてなる地すべり鋼管抑止杭（請求項８）。

本項に記載の斜面の地すべり鋼管抑止杭は、小型の機械で対応でき、斜杭状マイクロパイルも施工可能な高圧噴射攪拌工法により、予め大きな改良柱（６００ｍｍ～１０００ｍｍ）を造成した上で、斜杭状マイクロパイルを施工することで、より大きな抑止力を確保するものである。そして、盛土砂面や自然斜面等の土砂地山において、降雨等による劣化が生じ、地盤半力の確保が困難な場合であっても、必要な抑止力を確保するものである。

【発明の効果】

【００１８】

本発明はこのように構成したので、既存の斜面に対する地すべり抑止対策の強化を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００１９】

【図１】本発明の実施の形態に係る、地すべり鋼管抑止杭及びそれを用いた斜面安定工法の第１工程に関する説明図である。

【図２】図１に続く第２工程に関する説明図である。

【図３】本発明の実施の形態に係る、マイクロパイル打設における削孔工程とグラウト注入工程とを示す断面図である。

【図４】本発明の実施の形態に係る、斜杭状のマイクロパイルの打設工程を順を追って示す断面図である。

【図５】本発明の実施の形態に係る、改良柱造成工程とマイクロパイル打設工程とを順を追って示す断面図である。

【図６】従来の崩壊防止対策工が施された、山地の切土法面の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００２０】

以下、本発明を実施するための最良の形態を、添付図面に基づいて説明する。なお、従来技術と同一部分、若しくは相当する部分については、同一の符号を付して詳しい説明を省略する。

本発明の実施の形態に係る、斜面安定工法は次の通りである。まず、第１工程として、図１に示されるように、切土法面１０２の途中の小段１０６に対して斜面安定工として鉛直に施工されている既設鋼管抑止杭１２０の内部に、マイクロパイル１１を既設鋼管抑止杭１２０の頭部から突出するようにして打設することにより、既設鋼管抑止杭１２０とマイクロパイル１１とが一体化した、強化鋼管抑止杭２００を構成する。又、強化鋼管抑止杭２００の挿通孔２１０ａ及び後述する斜杭状のマイクロパイルの挿通孔２１０ｂが形成されたプレキャスト杭頭結合部材を製作する。そして、このプレキャスト杭頭結合部材の挿通孔２１０ａを強化鋼管抑止杭２００の杭頭に一致させ、基礎梁２１０として設置する。そして、強化鋼管抑止杭２００の頭部から突出するマイクロパイル１１の杭頭と、基礎梁２１０とを剛結する。強化鋼管抑止杭２００の頭部から突出するマイクロパイル１１の杭頭と、基礎梁２１０との剛結は、貫通孔２１０ａにコンクリートを打設することにより行うことができる。

【００２１】

続いて、第２工程として、図２に示されるように、挿通孔２１０ｂの傾斜角度θに合わせて、斜杭状にマイクロパイル１２を打設し、強化鋼管抑止杭２００の頭部から突出するマイクロパイル１１の杭頭と、斜杭状のマイクロパイル１２の杭頭とを、基礎梁２００により剛結する。マイクロパイル１２の杭頭と、基礎梁２１０との固定は、挿通孔２１０ｂにコンクリートを打設することにより行うことができる。なお、挿通孔２１０ｂ及び斜杭状のマイクロパイル１２の傾斜角度θは、小段１０６の直上部分の斜面１０４Ｈの傾斜角度を考慮して、１５°～４５°程度の間に設定される。

なお、図示の例では、既設鋼管抑止杭１２０は直径５００ｍｍであり、この内部に打設されるマイクロパイル１１、及び、斜杭状のマイクロパイル１２は、直径２１６．３ｍｍ及び直径１６５．２ｍｍの二重鋼管マイクロパイルが用いられる。又、強化鋼管抑止杭２００（既設鋼管抑止杭１２０）の杭頭は一列に設置され、隣接する強化鋼管抑止杭２００

の設置間隔Ａは３０００ｍｍである。又、隣接する強化鋼管抑止杭２００の杭頭を結ぶ線上に、強化鋼管抑止杭２００の両側に斜杭状のマイクロパイル１２が配置され、強化鋼管抑止杭２００と斜杭状のマイクロパイル１２との設置間隔及び隣接する斜杭状のマイクロパイルの設置間隔Ｂは、１０００ｍｍとなっている。

【００２２】

ここで、図３、図４を参照しながら、マイクロパイル１１、１２を打設するための施工手順を具体的に説明する。先ず、図３（ａ）及び図４（ａ）に示すように、管壁に複数の逆止弁２０を有する鋼管２１を用意し、この鋼管２１内に、偏心拡径ビット２２とダウンザホールハンマー２３とを連設してなる削孔ツール２４を先端に有する削孔ロッド２５を挿入する。そして、これら鋼管２１と削孔ロッド２５とを、図示を略す施工機械（削孔機械）に一体的に支持させ、鋼管２１をケーシングとして用いて削孔ロッド２５を回転させながら、小段１０６に対して傾斜角度θとなるように、又は小段１０６の既設鋼管抑止杭１２０の中心部をそれと平行に削孔を行い、鋼管（ケーシング）２１を、地盤又は既設鋼管抑止杭１２０の鋼管１２０ａの内部に充填されたモルタル１２０ｂに貫入させる。ダウンザホールハンマー２３は空気圧によりハンマー部を作動させて偏心拡径ビット２２に衝撃荷重を加える機能を有するもので、このダウンザホールハンマー２３と偏心拡径ビット２２との併用により地盤又は既設鋼管抑止杭１２０の鋼管１２０ａの内部に充填されたモルタル１２０ｂには、鋼管２１よりも大径の孔２６が高能率に削孔されるようになる。この時、削孔により生じた掘削ずりは、偏心拡径ビット２２に貫設された流通孔（図示略）からケーシング２１と削孔ロッド２５との間の環状通路２７を経て外部へ排出される。なお、鋼管２１としては、一例として外径200～300㎜程度のものが用いられる。上記削孔は、鋼管２１を継足しながら予定深度まで行い、削孔終了後、上記削孔ロッド２５を削孔ツール２４と一緒に鋼管２１から引抜き、鋼管２１のみを孔２６内に残す。

【００２３】

次に、図３（ｂ）及び図４（ｂ）に示すように、鋼管２１内に注入機３０を挿入する。この注入機３０は、シングルパッカーと呼称されるもので、空気圧により膨出する１つの膨出体３１と吐出ノズル３２とを備えており、膨出体３１には地上の圧縮空気源から延ばしたエアホース３３が、吐出ノズル３２には地上のグラウト供給源から延ばしたグラウト管３４がそれぞれ接続されている。注入機３０は、最初、鋼管２１の最深位置まで挿入し、その位置でエアホース３３を通じて膨出体３１に圧縮空気を送ってこれを膨出させ、鋼管２１に対してその位置を固定する。続いて、グラウト管３４を通じて吐出ノズル３２にグラウトセメントミルク、セメントモルタル等の硬化材グラウトを圧送する。すると、この硬化材グラウトは、吐出ノズル３２から吐出して鋼管２１の先端開口から前方の地盤内に加圧注入され、その一部は鋼管２１の先端部の外側にも回り、さらに鋼管２１内の、膨出体３１より前方域にフィルアップする。そして、鋼管２１内へのフィルアップにより内圧が高まると、逆止弁２０が開いて硬化材グラウトが鋼管２１の周辺へ放射状に噴出し、鋼管２１の周りの地盤内に加圧注入される。吐出ノズル３２からの硬化材グラウトの吐出圧力は、一例として、１～２MPa（10～20kgf/㎠）程度とかなりの高圧に設定されており、これにより、硬化材グラウトは地盤中に浸透し、特に、地盤が玉石混じり礫や崖錘性堆積層あるいは崩壊し易い岩盤などからなっている場合は、これらの中に十分に浸透する。又、既設鋼管抑止杭１２０の鋼管１２０ａの内部に充填されたモルタル１２０ｂにも十分に密着する。

【００２４】

このようにして、鋼管２１の前方領域及び周辺領域には、土砂を含む厚肉のグラウト層３５が形成され、このグラウト層３５は、注入機３０を、逆止弁２０の配列ピッチに相当するピッチで引上げながら、前記硬化材グラウトの吐出を繰返すことで、図４（ｃ）に示すように次第に上方へ拡大する。そして、このグラウト層３５が小段１０６又は斜面１０４の近傍まで拡大したら、注入機３０からの硬化材グラウトの吐出を停止し、これと同時に膨出体３１に接続するエアホース３３を大気側に切換えて、膨出体３１を縮径させ、鋼管２１から注入機３０を引抜く。グラウト層３５は、所定時間経過することで硬化して、

図４（ｄ）に示すように定着層３６に変質し、鋼管２１と定着層３６とが一体となったマイクロパイル１１、１２（図２）が打設される。なお、注入機３０としては、上記したシングルパッカーに代えて、一対の膨出体を備えたダブルパッカーを用いてもよいことはもちろんである。ただし、この場合は、鋼管２１の内部が空洞となるので、鋼管２１内に鉄筋、Ｈ形鋼、小口径鋼管等の補強用心材を装入するのが望ましい。又、鋼管２１の貫入深さを既設鋼管抑止杭１２０の長さよりも深くすることで、既設鋼管抑止杭１２０よりも長くマイクロパイル１１を打設することも可能である。

【００２５】

又、図５はマイクロパイル１１、１２の打設に先行して、地盤中に高圧噴射攪拌工法により改良柱４０を造成し、この改良柱４０内に斜杭状のマイクロパイル１２を打設する応用例について示している。

高圧噴射攪拌工法により改良柱４０を造成するには、予め図４（ａ）に示したように、鋼管（ここでは逆止弁２０付きでなくてもよい）２１及び削孔ロッド２５を用いて削孔を行った後、この削孔により形成された孔２６内に、図５（ａ）に示すように、先端に噴射ノズル４１を有する注入ロッド（単管又は二重管）４２を挿入する。そして、この注入ロッド４２を回転及び斜めに下降させ、その先端の噴射ノズル４１が所定深さに達したら、注入ロッド４２内に超高圧（30～40ＭＰａ 程度）の水を供給し（圧縮空気を併用する場合もある）、その噴射ノズル４１から水平方向へ超高圧水を噴射させる。この超高圧水の噴射により地盤が広範囲に切削攪拌（プレカッティング）され、地盤内には大径の切削攪拌層４３が形成され、この切削攪拌層４３は、注入ロッド４２の回転及び下降に応じて下方へ拡大する。なお、この時発生する余剰スライムは注入ロッド４２の周りの空隙を通して地上へ排出される。

【００２６】

そして、斜杭状のマイクロパイル１２の打設深度よりもわずか深い位置までのプレカッティングを終えたら、超高圧水をグラウト（セメントミルク：水セメント比Ｗ/Ｃ ＝60～70程度）に切替え、噴射ノズル４１から超高圧（40ＭＰａ 程度）のグラウトを水平方向へ噴射させながら（圧縮空気を併用する場合もある）、図５（ｂ）に示すように注入ロッド４２を回転及び上昇させる。このグラウトの高圧噴射により、切削攪拌層４３内の土砂はグラウトと攪拌混合されてグラウト混合層４４に変質し、このグラウト混合層４４は注入ロッド４２の回転及び上昇に応じて上方へ拡大する。この時、余剰スライムは地上へ誘導排出されるが、この段階では水の噴射が停止されているので、その誘導排出の程度はわずかであり、グラウトの無駄な消費が抑えられる。このようにしてグラウト混合層４４の形成が計画改良域の上限に達したら、注入ロッド４２に対するグラウトの供給を停止し、注入ロッド４２を地盤から引抜き、そのまま養生させる。この養生によりグラウト混合層４４が硬化し、地盤内には、図５（ｃ）に示すように前記した大径の改良柱４０が造成される。

【００２７】

次に、図５（ｃ）に示すように、上記のように造成された改良柱４０に、例えばアースオーガー４５を用いて前記斜穴４６を掘削する。この斜穴４６の掘削は、改良柱４０の底面近傍まで行い、掘削終了後、アースオーガー４５を改良柱４０から引抜く。その後、図５（ｄ）に示すように、この斜穴４６内に、上記した逆止弁２０を備えた鋼管２１を挿入し、さらにこの鋼管２１内に注入機３０（図３、図４）を挿入して、図４（ｃ）に示したように逆止弁２０を通して鋼管２１の周りに硬化材グラウトを加圧注入し、これにより鋼管２１と定着層３６とが一体となった斜杭状のマイクロパイル１２が打設される。なお、上記鋼管２１としては、図５（ｄ）に示したように軸方向に多数の節４７を有する節付き鋼管を用いるようにしてもよく、これによりマイクロパイル１１、１２の支持力はより一層向上する。

【００２８】

上記構成をなす、本発明の実施の形態によれば、次のような作用効果を得ることが可能である。

すなわち、本発明の実施の形態に係る斜面安定工法は、比較的小型の機械で、狭隘個所や傾斜地にも施工可能なマイクロパイル１１を、既設鋼管抑止杭１２０の内部に、既設鋼管抑止杭１２０の頭部から突出するようにして打設することにより、既設鋼管抑止杭１２０とマイクロパイル１１とが一体化し、強化鋼管抑止杭２００を構成することが可能となる。この、強化鋼管抑止杭２００は、地盤の風化・劣化等により、すべり面が深くなった場合でも、そのすべり面よりも更に深層に到達するように、既設鋼管抑止杭１２０よりも長くマイクロパイル１１を打設することで、必要な抑止効果を発揮するものとなる。又、既設鋼管抑止杭１２０の鋼管１２０ａの内部にマイクロパイル１１を構成する鋼管２１が配置された多重管構造となり、耐力が大幅に向上することとなる。又、既設鋼管抑止杭１２０の支持層（不動層）への根入れ不足（支持力不足）対策としても、既設鋼管抑止杭１２０よりも長く深層へと突出するマイクロパイル１１が、比較的大きな周面摩擦力を確保することにより、必要な支持力を確保するものとなる。

【００２９】

又、本発明の実施の形態に係る斜面安定工法は、斜杭状にマイクロパイル１２を打設して、強化鋼管抑止杭２００の頭部から突出するマイクロパイル１１の杭頭と、斜杭状のマイクロパイル１２の杭頭とを、基礎梁２１０により剛結することで、地すべり力（ほぼ水平な力）に対するトラス構造を構成するものである。この際、斜杭状のマイクロパイル１２についても、すべり面よりも更に深層に到達するように打設する。かかるトラス構造において、強化鋼管抑止杭２００には、主として曲げと押し込み力（杭軸抵抗）が作用し、斜杭状のマイクロパイル１２には、主として曲げと引抜き力（杭抵抗力）が作用し、地すべり力（水平力）に対して、曲げ抵抗、せん断抵抗及び新たに付加された杭軸抵抗を発揮させ、当初（既設鋼管抑止杭）よりも大きな抑止効果を確保するものである。従って、地盤条件の劣化、降雨等の影響により、当初の想定以上の規模の地すべりが発生する懸念が生じるような場合にも、地すべり抑止対策を強化することが可能となる。

【００３０】

しかも、図２に示されるように、小段１０６の直上部分の斜面１０４Ｈに対して、強化鋼管抑止杭２００一本あたり斜杭状のマイクロパイル１２を二本打設し、強化鋼管抑止杭２００の頭部から突出するマイクロパイル１１の杭頭と、斜杭状のマイクロパイル１２の杭頭とを、基礎梁２１０により剛結することで、斜杭状のマイクロパイル１２の上記機能をより大きく発揮させるものである。

【００３１】

又、斜杭状のマイクロパイル１２の杭頭を、隣接する強化鋼管抑止杭２００の杭頭を結ぶ線上に配置することで、既存の切土法面１０２の施工スペース・傾斜地形等の制約を受けることなく、マイクロパイル１２を打設することができる。又、地中の既設構造物等との干渉を回避する上でも、強化鋼管抑止杭２００の杭頭を結ぶ線上に斜杭状のマイクロパイル１２の杭頭を配置することが望ましい。更に、強化鋼管抑止杭２００と斜杭状のマイクロパイル１２との荷重分担の相違に起因して、杭頭部の基礎梁に生ずるねじりモーメントの影響を、上記配置によって軽減すると共に、杭頭部を剛結する基礎梁２１０の構造の単純化、軽量化を図ることにもなる。

なお、斜杭状のマイクロパイル１２と強化鋼管抑止杭２００との設置間隔を、斜杭状のマイクロパイル２２の外径の２．５倍～８倍だけ確保することで、マイクロパイル１２の上記機能をより大きく発揮させることができる。

【００３２】

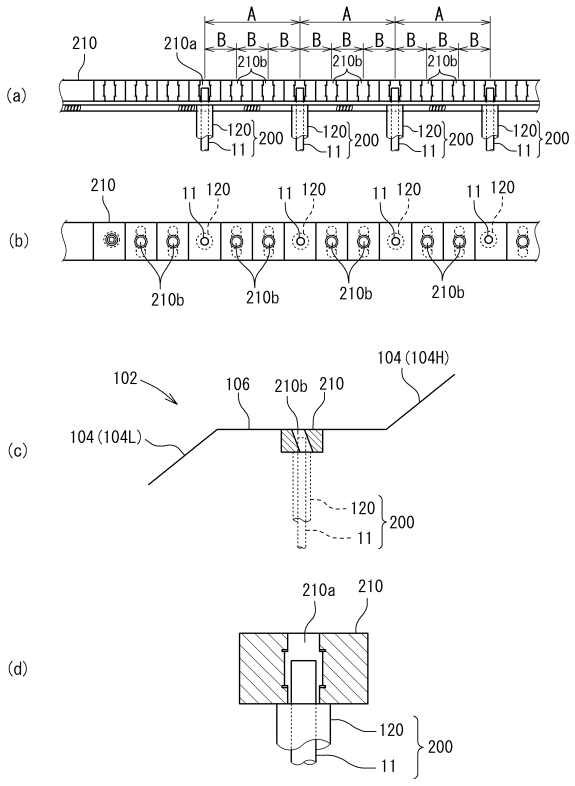
更に、本発明の実施の形態では、必要に応じて高圧噴射攪拌工法により予め大きな改良柱４０を造成した上で、斜杭状マイクロパイル１２を施工することで、より大きな抑止力を確保するものである。そして、盛土砂面や自然斜面等の土砂地山において、降雨等による劣化が生じ、地盤半力の確保が困難な場合であっても、必要な抑止力を確保することが可能となる。

【符号の説明】

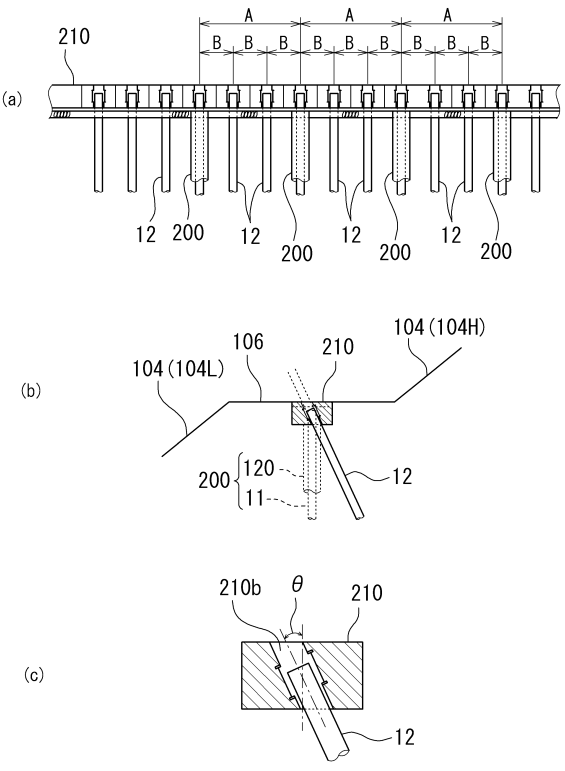
【００３３】

１１：マイクロパイル、１２：斜杭状のマイクロパイル、２１：鋼管、４０：改良柱、１００：山地、１０２：切土法面、１０４：斜面、１０６：小段、１２０：既設鋼管抑止杭、１２０ａ：鋼管、１２０ｂ：モルタル、　１２２、１２３：すべり面、２００：強化鋼管抑止杭、２１０：基礎梁

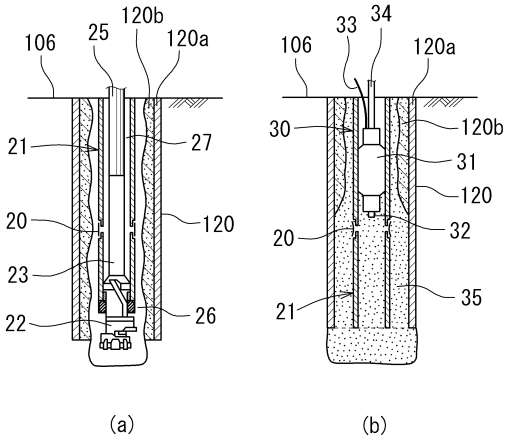
【図１】



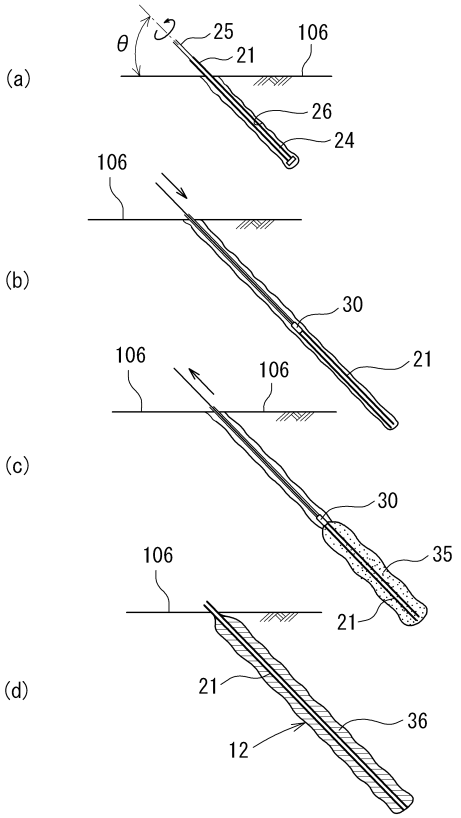
【図２】



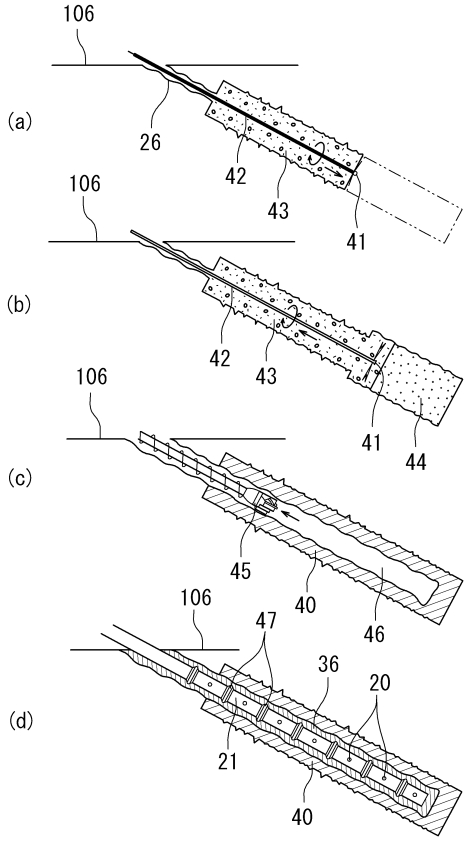
【図３】


106
25
120b
120a
21
27
20
120
23
22
26
(a)
106
33
34
120a
30
120b
31
120
20
32
21
35
(b)

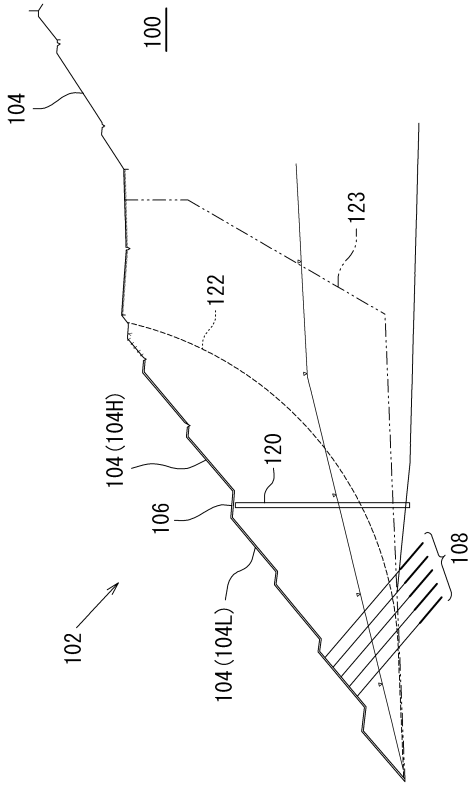
【図４】


θ
25
106
21
26
24
(a)
106
30
21
(b)
106
106
30
35
21
(c)
106
21
36
12
(d)

【図５】


106
(a)
26
42
43
41
106
(b)
42
43
41
44
106
(c)
45
40
46
106
47
36
20
(d)
21
40

【図６】


100
104
123
122
104 (104H)
120
106
108
102
104 (104L)

フロントページの続き

(74)代理人 100104145
弁理士 宮崎 嘉夫
(74)代理人 100109690
弁理士 小野塚 薫
(74)代理人 100135035
弁理士 田上 明夫
(74)代理人 100131266
弁理士 ▲高▼ 昌宏
(72)発明者 松田 哲夫
大阪府大阪市北区堂島一丁目６番２０号 西日本高速道路株式会社内
(72)発明者 殿垣内 正人
大阪府大阪市北区堂島一丁目６番２０号 西日本高速道路株式会社内
(72)発明者 濱波 敦
大阪府大阪市北区松ヶ枝町６番２２号 日本基礎技術株式会社内
(72)発明者 岡 憲二郎
大阪府大阪市北区松ヶ枝町６番２２号 日本基礎技術株式会社内
(72)発明者 羽馬 徹
大阪府大阪市北区西天満３丁目２番１７号 株式会社ケー・エフ・シー内

審査官 富山 博喜

(56)参考文献 特開２００２－２７５９０７（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－０６８４４６（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２９４６５３（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－２９０９０６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－０３１５６８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｅ０２Ｄ １７／２０
Ｅ０２Ｄ ５／３４