

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 4 部門第 1 区分
 【発行日】平成 19 年 4 月 12 日 (2007.4.12)

【公開番号】特開 2005-273441 (P2005-273441A)
 【公開日】平成 17 年 10 月 6 日 (2005.10.6)
 【年通号数】公開・登録公報 2005-039
 【出願番号】特願 2004-143692 (P2004-143692)
 【国際特許分類】

E 0 2 D 3/12 (2006.01)

E 0 2 D 27/34 (2006.01)

E 0 2 D 31/08 (2006.01)

E 2 1 B 7/04 (2006.01)

【F I】

E 0 2 D 3/12 1 0 1

E 0 2 D 27/34 Z

E 0 2 D 31/08

E 2 1 B 7/04 Z

【手続補正書】
 【提出日】平成 19 年 2 月 23 日 (2007.2.23)
 【手続補正 1】
 【補正対象書類名】特許請求の範囲
 【補正対象項目名】全文
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【特許請求の範囲】
 【請求項 1】

曲がり可能な外管と、

この外管の先端に対して同軸的に且つ削孔回転方向にのみ回転自由に取り付けられ、軸心に沿う貫通孔を有するリングビットと、

前記外管内およびリングビットの貫通孔を通り、リングビットよりも前方に延在する、前記外管よりは曲がり難いが曲がり可能な内管と、

前記内管に設けられた前記リングビットとの係合部と、

前記内管の先端に対して取り付けられ、内管に対して削孔時と同方向に回転することにより取り外し可能とされ、軸心方向に対して傾斜した受圧面を有するテーパビットと、

前記内管を回転及び推進させる回転推進装置とを備えてなる装置を用い、

既設構造物直下に存在する液状化のおそれがある対象地盤に対し、地盤改良材の浸透注入により液状化対策を施す方法であって；

前記テーパビットの前方に向けてかつ前記軸心方向に対して曲線推進方向側に傾斜した方向に向けて削孔水を噴射しつつ、前記回転推進装置により前記内管に回転力および推進力を与えて直線的に推進させる、あるいは前記内管に推進力のみを与えて曲線的に推進させるとともに、内管とリングビットとの係合により内管の回転力および推進力あるいは推進力のみをリングビットに与えて、リングビットおよび外管を内管により連行推進させ、

それによって、前記外管を既設構造物周囲の地表面から地中に進行させ前記対象地盤に達するように挿入したならば、前記外管を残して内管を回収し、その後、軸方向に間隔をおいて複数の外部パッカーを外面部に有し、かつ隣接する外部パッカー間に注入口を有する注入外管を前記外管内に挿入した後、この注入外管を残して前記外管を挿入孔から引き抜き、その後、前記注入外管を利用して前記対象地盤に地盤改良剤を浸透注入することを

特徴とする、既設構造物直下の地盤の液状化対策工法。

【請求項 2】

前記挿入孔に残した注入外管における隣接する外部パッカーを膨出させて挿入孔内壁面に密着させるとともに、この注入外管内に、軸方向に間隔をおいて複数の内部パッカーを外面部に有し、かつ隣接する内部パッカー間に吐出口を有する注入内管を挿入し、隣接する両内部パッカーを膨出させて注入外管内面に密着させた状態とした後、隣接外部パッカーと挿入孔内壁面と注入外管外面とで囲まれる領域を空間とした状態で、注入内管内、注入内管の吐出口、注入外管内、注入外管の注入口、および前記空間をこの順に介して、対象地盤に地盤改良剤を浸透注入する、請求項 1 記載の既設構造物直下の地盤の液状化対策工法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】既設構造物直下の地盤の液状化対策工法

【技術分野】

【0001】

本発明は、砂地盤等の液状化のおそれがある地盤（単に対象地盤ともいう）の上に、空港の滑走路、工場の大型タンク等、各種の建築物や土木構造物が既設されている場合において、その対象地盤に対し、地盤改良材の浸透注入により液状化対策を施す技術に関する。

【背景技術】

【0002】

砂地盤等の液状化のおそれがある対象地盤上に、空港の滑走路、工場の大型タンク等、各種の建築物や土木構造物が既設されている場合、地盤の液状化による地盤沈下が懸念される。

【0003】

したがって、従来から前記対象地盤に液状化対策を施す技術が提案されており、例えば、既設構造物周囲の地表面から前記対象地盤に達するように削孔を行い、これにより形成される孔を利用して地盤改良剤を注入する等の液状化防止対策を施す方法が提案されている（例えば特許文献 1 参照）。

【0004】

この場合、既設構造物周囲の地表面から前記対象地盤に達するように削孔を行うためには、少なくとも地表面から改良対象深度までは曲線状の削孔を行う必要があり、また改良範囲が水平方向に広い場合には、曲線状の削孔と合わせて直線状に削孔を行う必要がある。

【0005】

このような削孔を可能にするものとして、次のような方向制御削孔方法が知られている。すなわち、この方向制御削孔方法においては、曲がり可能な削孔軸の先端に、軸心方向に対して傾斜した平坦な受圧面を有するテーパビットを取り付け、曲線的に削孔する場合には削孔軸に推進力のみを与えることで、その先端のテーパビットの受圧面にかかる力により推進方向を変化させながら削孔軸を地中に曲線推進させる。他方、直線的に削孔する場合には、削孔軸に回転力と推進力の両方を与え、受圧面にかかる力の方向を回転軸心周りの変化により打ち消すことで、直線的な削孔を可能にしている。

【0006】

本出願人は、かかる方向制御削孔について鋭意研究しており、削孔に際してテーパビットの受圧面から削孔軸の軸心方向に沿って削孔水を噴射し、地盤の弛緩を行うことによって、より円滑な削孔が可能となることを確認している。

【 0 0 0 7 】

しかし、従来方法は、受圧面における軸心部位に噴射口を設けていたため、直線削孔時にはビット前方の地盤を有効に弛緩させうるが、曲線削孔時にはビットの曲線推進方向に削孔水を噴射することができず、十分な弛緩が行えないため、円滑かつ急角度な曲線推進が困難であった。

【 0 0 0 8 】

そして、この問題点に起因し、削孔開始位置が既設構造物から遠くならざるを得ず、より広範囲な施工スペースを必要とするという問題点が発生していた。

【特許文献 1】特開平 8 - 1 2 0 6 6 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明の主たる課題は、曲線削孔において削孔水による地盤弛緩を十分に行うことができ、円滑かつ急角度な曲線推進を行うことができるようにし、もって施工スペースの狭小化を図る、あるいは狭小な施工スペースであっても対応可能とすることにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記課題を解決した本発明は次記のとおりである。

< 請求項 1 記載の発明 >

曲がり可能な外管と、

この外管の先端に対して同軸的に且つ削孔回転方向にのみ回転自由に取り付けられ、軸心に沿う貫通孔を有するリングビットと、

前記外管内およびリングビットの貫通孔を通り、リングビットよりも前方に延在する、前記外管よりは曲がり難いが曲がり可能な内管と、

前記内管に設けられた前記リングビットとの係合部と、

前記内管の先端に対して取り付けられ、内管に対して削孔時と同方向に回転することにより取り外し可能とされ、軸心方向に対して傾斜した受圧面を有するテーパビットと、

前記内管を回転及び推進させる回転推進装置とを備えてなる装置を用い、

既設構造物直下に存在する液状化のおそれがある対象地盤に対し、地盤改良材の浸透注入により液状化対策を施す方法であって；

前記テーパビットの前方に向けてかつ前記軸心方向に対して曲線推進方向側に傾斜した方向に向けて削孔水を噴射しつつ、前記回転推進装置により前記内管に回転力および推進力を与えて直線的に推進させる、あるいは前記内管に推進力のみを与えて曲線的に推進させるとともに、内管とリングビットとの係合により内管の回転力および推進力あるいは推進力のみをリングビットに与えて、リングビットおよび外管を内管により連行推進させ、

それによって、前記外管を既設構造物周囲の地表面から地中に進行させ前記対象地盤に達するように挿入したならば、前記外管を残して内管を回収し、その後、軸方向に間隔をおいて複数の外部パッカーを外面部に有し、かつ隣接する外部パッカー間に注入口を有する注入外管を前記外管内に挿入した後、この注入外管を残して前記外管を挿入孔から引き抜き、その後、前記注入外管を利用して前記対象地盤に地盤改良剤を浸透注入することを特徴とする、既設構造物直下の地盤の液状化対策工法。

【 0 0 1 1 】

(作用効果)

図 1 に本発明における削孔方法の特徴を示す。同図に符号 w で示すように、本発明においては、テーパビット 6 の前方地盤に向けて、かつ削孔軸 5 の軸心方向 D 1 に対して曲線推進方向側に傾斜した方向 D 2 に向けて削孔水 w 1 を噴射しながら、削孔軸 5 を軸心方向 D 1 に沿って地中に推進させる。したがって、同図 (a) に示すように削孔軸 5 を回転させずに推進させて、テーパビット 6 の受圧面 6 0 にかかる力により推進方向を変化させながら削孔軸 5 を地中に曲線推進させたときでも、テーパビット 6 の推進先に向けて

削孔水を噴射し、当該推進先の地盤を確実に弛緩させることができる。さらに、かかる削孔水の噴射形態を採ると、軸心方向D1に対して曲線推進方向側の地盤を集中的に弛緩させることができる。そのため、テーパビット6はより緩い地盤側に逃げ易くなる結果、より円滑かつ確実に方向を変化させることができる。

【0012】

これに対して、受圧面60における軸心部位から削孔水を噴射させる従来の形態では、符号w2で示すようにビットの曲線推進方向に削孔水を噴射することができず、円滑な曲線推進が不可能である。

【0013】

一方、削孔軸5を回転させつつ推進させたときには、同図(b)に示すように、受圧面60にかかる力の方向が回転軸心D1周りの変化により打ち消され、直線的な推進が可能となるとともに、削孔水の噴射方向は推進方向(軸心方向D1)に対して傾斜しているものの、削孔軸5及びテーパビット6の回転に伴って削孔水噴射方向も符号w3で示すように回転するため、結果的には、テーパビット6の前方の広い範囲に対して削孔水を噴射することができ、円滑な直線推進が可能となる。

【0014】

なお、本発明において「テーパビット6の前方地盤に向けて、かつ削孔軸5の軸心方向D1に対して曲線推進方向側に傾斜した方向D2に向けて削孔水を噴射」とは、図2に示すように、軸心方向D1をx軸とし、x軸と受圧面60の先端位置とを含む平面をx-y平面とし、x-y平面内におけるx軸に対する傾斜角度を $\theta 1$ とし、y軸に対するx軸周りの傾斜角度を $\theta 2$ としたとき、 $0^{\circ} < \theta 1 < 90^{\circ}$ かつ $-90^{\circ} < \theta 2 < 90^{\circ}$ の両条件を満たす方向及びこれと平行な方向に向けて削孔水を噴射することを意味する。

【0015】

かくして、本発明によれば、従来よりも円滑、確実に、急角度での曲線推進を行うことができるようになるため、対象地盤を改良する際に、既設構造物から削孔開始位置までの距離を短縮でき、施工スペースを狭小化できる、あるいは狭小な施工スペースでも対応できるようになる。

【0016】

また、本発明では、軸方向に間隔をおいて複数の外部パッカーを外面部に有し、かつ隣接する外部パッカー間に注入口を有する注入外管を管体内に挿入した後、この注入外管を残して管体を挿入孔から引き抜き、その後、注入外管を利用して対象地盤に地盤改良剤を浸透注入する。かかる注入外管を用いることにより、対象地盤に対して、限定的に地盤改良材を浸透注入することができ、効率良く液状化対策を施すことができる。

【0017】

<請求項2記載の発明>

前記挿入孔に残した注入外管における隣接する外部パッカーを膨出させて挿入孔内壁面に密着させるとともに、この注入外管内に、軸方向に間隔をおいて複数の内部パッカーを外面部に有し、かつ隣接する内部パッカー間に吐出口を有する注入内管を挿入し、隣接する両内部パッカーを膨出させて注入外管内面に密着させた状態とした後、隣接外部パッカーと挿入孔内壁面と注入外管外面とで囲まれる領域を空間とした状態で、注入内管内、注入内管の吐出口、注入外管内、注入外管の注入口、および前記空間をこの順に介して、対象地盤に地盤改良剤を浸透注入する、請求項1記載の既設構造物直下の地盤の液状化対策工法。

【0018】

(作用効果)

かかる地盤改良工法を採用すると、隣接パッカーと挿入孔壁面と注入外管外面とで囲まれる領域は充填材が存在しない空間であるから、注入口を通して注入された地盤改良剤は、隣接パッカー間において、比較的広い空間に満たされた状態で、地盤内に注入される。したがって、その空間に面する挿入孔壁の全体から対象地盤内に浸透するので、仮に高い注入速度であっても割裂を生じることなく浸透することが可能である。その結果、一つの

注入ゾーンから大量の薬液を注入することが可能となり、地盤内に浸透した薬液は遠くまで浸透注入されるようになる。

【発明の効果】

【0019】

以上のとおり本発明によれば、曲線削孔において削孔水による地盤弛緩を十分に行うことができ、円滑かつ急角度な曲線推進を行うことができるようになり、もって施工スペースを狭小化できるようになる、あるいは狭小な施工スペースでも対応できるようになる等の利点をもたらされる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照しつつ詳説する。

<管建込み装置>

図3は、管建込み装置例1の施工状態を示しており、この管建込み装置1は、地中に建て込まれる曲がり可能な外管（本発明の管体に相当）2と、この外管2の先端に対して同軸的に取り付けられたリングビット3と、外管2内およびリングビット3の貫通孔を通り、リングビット3よりも前方に延在する、外管2よりは曲がり難いが曲がり可能な内管5（本発明の削孔軸に相当）と、内管5の先端に対して取り付けられたテーパビット6と、内管5および外管2を支持するとともに内管5を回転及び推進させる回転推進装置7とを備えている。

【0021】

（回転推進装置の構成）

回転推進装置7は、例えば図示するように、ベースマシン7Bにより傾動自在に支持されたリーダ7Lと、このリーダ7Lに対して、油圧により長手方向に昇降自在なように取り付けられた油圧モータ等の回転駆動源7Mとから主に構成することができる。内管5は推進時には回転駆動源7Mの回転軸に同軸的に連結され、外管2はその内管5の外側を取り囲むように通されるが、回転駆動源7Mには連結されず単にリーダ7Lに沿って支持されるだけである。

【0022】

（外管の構成）

外管2は、例えば挿入深さに応じて単位外管20を複数直列接続して形成する。この単位外管20としては、図4に示すように、長手方向略全体を占める樹脂管部21がポリエチレン等の樹脂から形成され、この樹脂管部の一端部に雌ネジ部22aを有する継手装置22が取り付けられ、他端部に雄ネジ部23aを有する継手装置23が取り付けられたものを用いることができる。ただし本実施形態では、先頭の外管2については、図5に示すように先端部にリングビットホルダ26を取り付けたものを用いる。これらの継手装置22, 23は例えば鋼等の高剛性材料で形成される。樹脂管部の具体例としては、例えば三菱樹脂社製のヒシパイプH P P E（高性能ポリエチレン）を好適に用いることができる。

【0023】

これら継手装置と樹脂管部との取付構造としては、例えば図4に示すように、継手装置22, 23の管取付側端部に、雄ネジ部24aを外周面に有しかつ樹脂管部21内径と同等もしくは若干小さい外径を有する内管部24および内管部24の雄ネジ部24aとは締め付け方向が反対の雌ネジ部25aを内周面に有しかつ樹脂管部21外径と同等もしくは若干大きい内径の外管部25からなる二重構造部DBを設け、樹脂管部21の端部21Sを内管部24外周面の雄ネジ部24aと外管部25内周面の雌ネジ部25aとの隙間に挟むことにより、樹脂管部21に継手装置22, 23を取り付けるのが好ましい。この場合において、樹脂管部の端部21S内面に、継手装置22, 23の内管部外周面の雄ネジ部24aと螺合する雌ネジ部を形成しておいたり、樹脂管部の端部21S外面に、継手装置の外管部内周面の雌ネジ部25aと螺合する雄ネジ部を形成しておくのが望ましいが、形成していなくとも樹脂管部21の材料が継手装置22, 23の雄・雌ネジ部24a, 25aよりもある程度軟らかい場合には、これらネジ部24a, 25aのネジ山が挟持固定に

際して樹脂管部 2 1 に食い込むため、問題なく固定できる。

【 0 0 2 4 】

また特に継手装置 2 2 , 2 3 は、図示のように内管部 2 4 の先端が外管部 2 5 の先端よりも突出するように形成するのが望ましい。かかる構成とすると、樹脂管部 2 1 が曲がったとしても、その端部 2 1 S 挟持部 は全く曲がらないため、継手装置 2 2 , 2 3 の内管部 2 4 および外管部 2 5 間による挟持固定が外れ難い。

【 0 0 2 5 】

かかる単位外管 2 0 は、例えば継手装置の外管部 2 5 を若干大きめにかつ別体として形成しておき、内管部 2 4 の外周に樹脂管部 2 1 を接続した後、樹脂管部の外側に予め又はその後に配置した外管部 2 5 をスライドし、外管部 2 5 と内管部 2 4 との隙間に樹脂管部の端部 2 1 S を位置させた後、外管部 2 5 を周囲から圧縮して外管部 2 5 と内管部 2 4 との隙間に樹脂管部の端部 2 1 S を挟んで固定し、外管部 2 5 の内周面の雌ネジ部 2 5 a のネジ山を樹脂管外面に食い込む又は螺合させ、さらに外管部 2 5 を継手装置 2 3 の本体に溶接 W 等により固定することによって製造できる。

【 0 0 2 6 】

そして本例では、外管 2 の先端、すなわち最先端の単位外管 2 0 の先端には、図 5 にも示すようにリングビットホルダ 2 6 を介してリングビット 3 が同軸的にかつ削孔回転方向にのみ回転自由に取り付けられる。リングビットホルダ 2 6 は図 6 に分解状態を示すように全体的に管状をなしており、基端部に前述の単位外管端部の継手装置と同様の挟持固定用二重構造部 D B を有し、先端に同外径のリング状ホルダクラッチ 2 7 が同軸的に溶接 W 等により固定され、このホルダクラッチ 2 7 の基端側に部分的に内径が拡張された内径拡張部 2 6 D を有するものである。一方リングビット 3 は、図 5 のほか図 1 0 ~ 1 2 にも示すように基端側の小径管軸部 3 0 と先端大径部 3 1 とからなり、小径管軸部 3 0 の先端部にはホルダクラッチ 2 7 と係合するリング状のビットクラッチ 3 2 が溶接等により固設され、小径管軸部 3 0 の基端部には外径拡張部 3 3 が設けられている。

【 0 0 2 7 】

本例では、このリングビット 3 の小径管軸部 3 0 の基端にある外径拡張部 3 3 をビットホルダ 2 6 の内径拡張部 2 6 D 内に収めることによって、リングビット 3 がビットホルダ 2 6 により回転自由に支持され、しかも前後方向には後述のクラッチの段部高さ分の遊びをもってビットホルダ 2 6 に対して連結されている。また、ホルダクラッチ 2 7 およびビットクラッチ 3 2 はそれぞれ図 7 および図 8 に示すような一方側平面に段部 2 7 A ... , 3 2 A ... を周方向に複数有する略類似した形状をなしており、それぞれビットホルダ 2 6 およびリングビット 3 に対する取り付け状態では図 5 に示すように相互の段部 2 7 A ... , 3 2 A ... の形成面が対面するように取り付けられ、使用時には図 9 に示すようにこれら段部形成面相互が当接される。そして特に、これらホルダクラッチ 2 7 およびビットクラッチ 3 2 の各段部 2 7 A ... , 3 2 A ... 相互は、ビットクラッチ 3 2 側を削孔回転方向に回転させたときにはビットクラッチ 3 2 の段部 3 2 A ... がホルダクラッチ 2 7 の段部 2 7 A ... に引っ掛からずに段部高さ分前後動しながら回転し、削孔回転方向と反対方向に回転させたときには引っ掛かりそれ以上は回転しない形状とされている。

【 0 0 2 8 】

一方、リングビット 3 は先端大径部 3 1 の外径が外管 2 の外径よりも若干大径とされ、また図 1 0 ~ 1 2 にも示すように先端大径部 3 1 の前面には周方向に多数のビット 3 a , 3 a ... が設けられており、さらに内周面には軸心方向に沿って基端から長手方向途中部まで（先端には達しない）溝部 3 0 D , 3 0 D ... が周方向に複数（図示例では 6 つ）形成されている。この溝部 3 0 D , 3 0 D ... の機能については後述する。

【 0 0 2 9 】

（内管の構成）

他方、本装置例の内管 5 は、例えば挿入深さに応じて単位内管 5 0 を複数直列接続して形成することができる。この単位内管 5 0 としては、図 1 3 に示すように、外管 2 よりも曲がり難い（剛性が高い）が曲がり可能な材料、例えば鋼管等により形成し、連結手段と

して一端部に雌ネジ部 5 1 を及び他端部に雄ネジ部 5 2 をそれぞれ形成したものをを用いることができる。ただし、図 5 に示すように、内管 5 のうちリングビット 3 よりも前方に突出する先導部分 5 0 F が曲がり易いと後述の直線推進時における精度が低くなるので、当該先導部分 5 0 F は基端側部分よりも剛性を高くし、曲がり難くするのが望ましい。特に、先導部分 5 0 F と基端側部分の境目が丁度、リングビット 3 前端部近傍に位置するようにすると、先導部分 5 0 F の単位管としてより剛性の高い材料で形成した先導専用単位管を準備すれば済むため好ましい。

ちなみに、外管 2 をも含めて剛性の高低を示すと、次の式 (1) のようになる。

内管先導部 > 内管基端側部分 > 外管 ・ ・ ・ (1)

このように、外管 2 を内管 5 よりも曲がり易くしないとスムーズ且つ急角度での曲線推進が非常に困難となり、また内管 5 のうちでもリングビット 3 から突出する先導部 5 0 F を基端側部分よりも曲がり難くしないと推進時の直進性が低くなる。

【 0 0 3 0 】

そして本例では、内管 5 におけるリングビット 3 と対応する部分は、係合部を備えた略筒状のビットデバイス 5 5 により構成されている。ビットデバイス 5 5 は、図 5 のほか図 1 4 および図 1 5 にも示すように、リングビット 3 内側に嵌め入れられる程度の外径を有し、先端部および基端部に単位内管との接続手段として雌ネジ部 5 5 A および雄ネジ部 5 5 B をそれぞれ備えるとともに、その外周面におけるリングビット 3 内周面の溝部 3 0 D , 3 0 D ... と対応する部位に長手方向に沿う凸条部 5 5 C , 5 5 C ... が複数 (図示例では 3 つ) 形成されたものである。このビットデバイス 5 5 の各凸条部 5 5 C は、内管 5 を前進させた時には対応するリングビット溝部 3 0 D 内の前端限度までそれぞれ挿入され、それ以上は挿入されないため、内管 5 に前進力を与えると内管 5 がリングビット 3 およびこれに連結された外管 2 を引張りながら前進することになる。そしてこの状態で内管 5 を回転させたときには凸条部 5 5 C 及び溝部 3 0 D 相互の周方向の噛み合いにより、内管 5 の回転力がリングビット 3 に伝達され、それによってリングビット 3 が外管 2 に対して回転されるようになっている。一方、内管 5 を外管 2 に対して後退させると、ビットデバイス 5 5 の凸条部 5 5 C はリングビット 3 内面の溝部 3 0 D から離脱するようになっており、さらに後退させるとビットデバイス 5 5 がリングビットホルダ 2 6 の後方に離脱し、後方の外管 2 内へ後退されるようになっている。なお、この凸条部 5 5 C の挿入を容易にするために、その数を溝部よりも少なくする、具体的には半数程度にするのが好ましい。

【 0 0 3 1 】

他方、本例では内管 5 の先端に、軸心方向に対して傾斜した受圧面 6 0 を有するテーパビット 6 がビットレジューサ 5 6 (これも内管 5 を構成する) を介して取り付けられている。ビットレジューサ 5 6 は図 5 のほか図 1 6 にも示すように、基端部に連結手段として雄ネジ部 5 6 A を有し、この雄ネジ部 5 6 A により内管 5 の先端雌ネジ部 5 1 に螺合連結される。またビットレジューサ 5 6 の先端部にはテーパビット 6 の連結のために、係合溝 5 6 B が設けられている。また、内空部 5 6 C は削孔水を流通させるための通路とされる。

【 0 0 3 2 】

テーパビット 6 としては、例えば図 5 のほか図 1 7 ~ 2 1 にも示すように、略円柱状をなし、頭部に軸心方向に対して傾斜した平坦面よりなる受圧面 6 0 を有するものである。テーパビット 6 の外径はリングビット 3 よりも若干大径とし、かつ基端部外周面に軸方向に沿う凸条部 6 1 , 6 1 ... を周方向に複数形成したものが好適に用いられる。かかるテーパビット 6 は、構造が簡素なため鋳造等を利用して安価に製造でき、後述するように地中に埋め殺すとしても、施工コストが著しく高騰するようなことはない。

【 0 0 3 3 】

特に本例では、図 2 0 に示されるように、テーパビット 6 の基端面には前述のビットレジューサ 5 6 を係合するための係合孔 6 2 が軸心方向に沿って形成されており、この係合孔 6 2 の基端部内周面に係合凸部 6 2 p が突設されている。この係合凸部 6 2 p をビットレジューサ 5 6 の係合溝 5 6 B に沿って通すようにして、係合孔 6 2 内にビットレジュ

ーサ56を挿入し係合させることにより、内管5の先端にテーパビット6が取り付けられる。

【0034】

そして、テーパビット6の非受圧面の先端部における幅方向中央には受圧面60の傾斜方向と平行な方向を臨む噴射口63が形成されており、この噴射口63は流路64を介して係合孔62内と連通されている。特に図示例ではこの反対面にも平坦な傾斜面65が形成されており、噴射口63がこの傾斜面65に設けられている。なお、この噴射口63の噴射方向は、軸心方向D1をx軸とし、x軸と受圧面60の先端位置とを含む平面をx-y平面とし、x-y平面内におけるx軸に対する傾斜角度を $\theta 1$ とし、y軸に対するx軸周りの傾斜角度を $\theta 2$ としたとき、 $\theta 1 =$ 受圧面の傾斜角度、かつ $\theta 2 = 0^\circ$ の両条件を満たすものである。 $\theta 1$ は、受圧面の傾斜角度に対して $\pm 5^\circ$ 程度であるのが好ましく、 $\theta 2$ は 0° であるのが好ましい。

【0035】

< 既設構造物直下の液状化のおそれがある地盤の液状化対策工法 >

次に、以上に述べた装置例を用いた本発明に係る液状化対策工法について説明する。先ず、好適には図22に示すように既設構造物CS周囲の地盤Gの挿入部位に少なくとも内管先導部分50Fの長さと同程度の長さのガイド管100を挿入する。そして、図示しないが回転推進装置7の回転駆動軸に内管先導部分50Fを連結し、当該内管先導部分50Fを回転推進または推進のみにより挿入する。この推進は回転推進装置7の回転駆動源の下降により行う。またこの際、内管5内およびテーパビット6の流路64を通じて先端に泥水等の削孔水を供給しながら推進させるのが望ましい。なお、ガイド管100の建込みを省略することもできるが、当初は内管5のみで推進させることになるため、推進方向がズレ易いので、図示例のようにガイド管100を用いるのが好ましい。

【0036】

次いで図示しないが、先端部にビットデバイス55を取り付けた単位内管50を、リングビット3を取り付けた外管2内に挿し通した状態で、リングビット3先端から突出するビットデバイス55先端を、先に推進させた内管先導部50Fの基端に継ぎ足す(図5参照)。しかる後、継ぎ足した単位内管50の基端部を回転駆動源に連結する。

【0037】

以降は、内管5および外管2ともに順次単位内管50および単位外管20をそれぞれ継ぎ足しながら図23に示すようにさらに地中に推進させる。この際、本例では、推進に際してその方向制御を行うことができる。

【0038】

より詳細に説明すると、直線推進を行うときには図25に示すように、回転推進装置7により内管5に回転力および推進力を与え、内管5先端のテーパビット6により削孔しながら内管5を地中に直線的に推進させる。この場合、テーパビット6の先端は受圧面60を有しているものの軸心周りに回転しながら前進するので受圧面60による受圧の影響は打ち消され、直線的に削孔することが可能である。また、テーパビット6の先端からの削孔水の噴射方向は推進方向(軸心方向D1)に対して傾斜しているものの、削孔軸5及びテーパビット6の回転に伴って軸心周りに回転するため、結果的には、テーパビット6の前方の広い範囲に対して削孔水を噴射することができ、円滑な直線推進が可能となる。

【0039】

またこの直線推進に際しては、内管5を構成するビットデバイス55の凸条部55Cとリングビットの溝部30Dとの噛み合いにより内管5の回転力および推進力がリングビット3に与えられる(図5参照)。前述のとおり、リングビット3はビットホルダ26により外管2先端に回転自在に支持されており且つビットクラッチ32およびホルダクラッチ27の各段部32A...、27A...相互はビットクラッチ32A側を削孔回転方向に回転させたときには引っ掛からずリングビット3の回転を許容し、さらに外管2には周囲地盤の拘束力が作用しているので、外管2は回転されずリングビット3のみが回転する。またリ

ングビット 3 は外管 2 先端に対して前後方向には連結されているため、内管 5 によりリングビット 3 に与えられた推進力によって外管 2 が引っ張られるようにして連行推進される。

【 0 0 4 0 】

これに対して、曲線推進を行うときには図 2 6 に示すように、テーパビット 6 の受圧面 6 0 の先端が回転軸心に対して曲げたい側に位置する状態で内管 5 の回転を止め、更にそのままの状態で行進装置 7 により内管 5 に推進力のみを与える。この際、テーパビット 6 の受圧面 6 0 にかかる力によりテーパビット 6 の推進方向が徐々に変化し、内管 5 を地中に曲線的に推進させることができる。また、削孔水はテーパビット 6 の推進先に向かって噴射されるため、当該推進先の地盤を確実に弛緩することができ、またその結果、テーパビット 6 はより緩い地盤側に逃げ易くなり、より円滑かつ確実に、またより急角度に削孔方向を変化させることができる。

【 0 0 4 1 】

またこの曲線推進に際しては、内管 5 を構成するビットデバイス 5 5 の凸条部 5 5 C とリングビット内周面の溝部 3 0 D との噛み合いにより内管 5 の推進力がリングビット 3 に与えられる。リングビット 3 は外管 2 先端に対して前後方向には連結されているため、内管 5 によりリングビット 3 に与えられた推進力によって外管 2 が引っ張られるようにして曲線的に推進される。なお、この曲線推進は三次元曲線的な推進が可能であり、図示例では鉛直面方向において曲げているが、水平面方向に曲げることもできる。

【 0 0 4 2 】

また、かかる方向制御に際しては、内管 5 先端の存在位置や、姿勢、軌道等を知る必要がある。このため、ジャイロや角度計を内管 5 の先端部内（例えば内管先端部分 5 0 F）に内蔵させて姿勢や軌道を計測したり、内管 5 の先端部内に電磁波発信機を設け地上側からこの電磁波を受信して内管先端部の位置を計測したり、内管 5 の先端ビット 6 の掘削により発生する弾性波を地上で計測して内管 5 の先端部の位置を計測したりすることができる。

【 0 0 4 3 】

かくして、図 2 3 に示すように、内管 5 を既設構造物 C S 周囲の地表面から改良対象層までは弧状に進行させ、その後は改良対象層内を水平方向に沿って進行させて、既設構造物 C S の直下の対象地盤に至る挿入孔 H を形成しながら、順次形成される挿入孔内 H に外管 2 を挿入することによって、外管 2 を既設構造物 C S の直下に達するように挿入できる。

【 0 0 4 4 】

そして、所望の経路（直線的な経路であっても、また S 字状等の曲がりくねった経路であっても良い）で、既設構造物 C S 周囲の地表面から少なくとも既設構造物 C S 直下の対象地盤に達する所定深さまで外管 2 を推進させたならば、本例では図 2 4 に示すように、テーパビット 6 を内管先端から取り外す。具体的には、先ず内管 5 を外管 2 に対して後退させて、テーパビット 6 基端部の凸条部 6 1 , 6 1 ... をリングビット 3 前面のビット 3 a , 3 a 間に挿入する。しかる後この状態で、内管 5 に削孔時とは反対方向の回転力を与えると、テーパビット 6 に対しても削孔時とは反対方向の回転力が付与され、さらにその凸条部 6 1 , 6 1 ... がリングビットのビット 3 a に引っ掛かりリングビット 3 にも削孔時とは反対方向の回転力が伝達されるものの、その際に、リングビット 3 のビットクラッチ 3 2 の段部 3 2 A が、周囲地盤により回転しないように拘束された外管 2 先端のホルダクラッチ 2 7 の段部 2 7 A に引っ掛かるため、結果的にテーパビット 6 は殆ど反対周りに回転できない状態となる。そして、このテーパビット 6 が回転しない状態で内管 5 を削孔時とは反対周りに回転させつつ引き抜くと、テーパビット 6 の係合凸部 6 2 p を内管 5 先端のビットレギュサ 5 6 の係合溝 5 6 B に沿って引き抜くことができる。かかる係合の解除により、テーパビット 6 を内管 5 先端から離脱させることができるのである。

【 0 0 4 5 】

テーパービット 6 を取り外したならば、テーパービット 6 を外管 2 前方の地中に残し且つ外管 2 をそのまま地中に挿入した状態（換言すれば、外管 2 を既設構造物 C S の直下の地盤に留置し、かつその前方の取り外し位置にテーパービット 6 を留置した状態）で、回転推進装置 7 により内管 5 を外管 2 から引き抜く。かくして外管 2 を、図 27 に示すように既設構造物 C S の周囲の地表面から少なくとも対象地盤に達するように地中に建て込むことができる。なお、この場合において、テーパービット 6 はそのまま地中に埋め殺しても良いし、ビット取り外し位置近傍に予めまたはその後に立坑を掘り、取り外したテーパービット 6 を回収しても良い。

【0046】

かくして地中に建て込まれた外管 2 は、本発明では、地盤改良剤の注入管を挿入するためのケーシング管とする等、地盤改良剤の浸透注入に利用される。すなわち、図 27 に示すように外管 2 を対象地盤内まで建て込んだならば、この外管 2 内に注入管 200 を挿入し、次いで図 28 に示すように注入管 200 を残して外管 2 を引き抜きいた後、当該注入管 200 を介して対象地盤内に地盤改良剤の注入を行う。

【0047】

この注入方法としては、本出願人による特開 2000-80640 号公報において提案したものが好適である。これを適用した場合の注入状態が図 29 に示されている。すなわち、軸方向に間隔をおいて複数の外部パッカー 206, 206... を外面部に有し、かつ隣接する外部パッカー 206, 206 間に注入口 207, 207... を有する注入外管 201 を、前述のようにして地中に建て込まれた外管 2 内を通して対象地盤まで挿入した後、注入外管 201 を残して外管 2 を挿入孔 H から引き抜く。

【0048】

これにより、注入外管 201 が挿入孔 H 内に建て込まれる。しかる後、注入外管 201 における隣接する両外部パッカー 206, 206 を膨出させて挿入孔 H 壁面に密着させる。外部パッカー 206, 206 を膨出するには、内部に水や空気等の膨出用流体、好適には固結性材料たとえばセメントもしくはセメントベントナイトを充填させる。この一方で、この注入外管 201 内に、軸方向に間隔をおいて複数の内部パッカー 216, 216 を外面部に有し、かつ隣接する内部パッカー 216, 216 間に吐出口 217 を有する注入内管 210 を挿入し、隣接する両内部パッカー 216, 216 を膨出させて注入外管 201 内面に密着させた状態とする。この内部パッカー 216, 216 の膨出にも外部パッカーと同様の膨出用流体を用いることができる。この際、隣接外部パッカー 206, 206 と挿入孔 H 壁面と注入外管 201 外面とで囲まれる領域は、何も充填されていない空間とする。

【0049】

しかる後、注入内管 210 内、注入内管 210 の吐出口 217、注入外管 201 内、注入外管 201 の注入口 207、および隣接パッカー間の空間をこの順に介して、地盤改良剤を浸透注入する。図中二点鎖線で示す部位 L, L が地盤改良剤の浸透部位である。かくして、既設構造物 C S 直下の液状化のおそれがある地盤内に地盤改良剤を浸透注入し、その固化により対象地盤を改良できる。地盤改良剤としては、水ガラス系の薬液、特にシリカゾル系薬液を用いることが浸透注入の点で好ましい。土中のゲルタイムとしては 1 ~ 10 時間程度が望ましい。注入速度としては、40 リットル / 分程度まで注入できる。

【0050】

地盤改良剤を注入するに際して、施工を簡略化し効率を向上させるために、削孔外管 2 として注入外管 201 を用い、この注入外管 201 を挿入孔 H の形成時に直接に削孔内管 5 により引き込むこともできる。ただし、この場合には引き込む外管 201 の外面にパッカー 206 が張り出しているため、これを内管 5 により引き込むのは困難である。したがってこの場合、図 30 に示すように、長手方向に間隔をおいて複数の注入口 227 を有し、外周面に張り出たものがない（すなわち面一）注入外管 220 を前述の削孔内管 5 により引き込むのが望ましい。またこの場合、各注入口 227 はスリーブ S L により開閉可能に塞いでおき、注入時には注入圧によってスリーブ S L が変形（この状態が二点鎖線で示

されている)して地盤改良剤Gが注入外管220外部の地盤に注入され、地盤改良剤Gの注入を止めたときにはスリーブSLが復元して注入口227を塞ぐように構成するのが望ましい。

【0051】

さらに、注入口を有しない外管2を挿入した場合であっても、その後に、内部に図示しないドリル装置等の孔形成手段を入れて注入口を形成し、注入外管として利用することもできる。

【0052】

<その他>

(イ)上記例において、単位外管20や単位内管50相互の連結手段として、上記例のような螺合連結以外にも、他の公知の連結構造を適用できる。

(ロ)上記例においては、図示例のテーパビット6に限らず、例えば屈曲軸状のテーパビットや円弧軸状のテーパビットも、その周面が軸心方向に対して傾斜した受圧面をなすので利用できる。

(ハ)上記例においては、ビットデバイス55を用いずに、リングビット3と対応する単位内管50外面の所定位置に凸条部55C, 55C...を直接設けても良い。

(ニ)上記例においては、テーパビットの径を外管の外径同等またはそれ以上に形成しておけば、リングビットを省略することも可能である。

(ホ)上記例において、テーパビット6を着脱自在に取り付けるための手段としては、螺合連結のほか、公知の着脱連結構造を採用することができる。

【産業上の利用可能性】

【0053】

本発明は、液状化のおそれがある地盤の上に、空港の滑走路、工場の大型タンク等、各種の建築物や土木構造物が既設されている場合に適用されるものである。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】本発明の概要説明図である。

【図2】本発明の概要説明図である。

【図3】管建込み装置の施工状態概要図である。

【図4】単位外管の一部破断図である。

【図5】要部概略図である。

【図6】リングビットホルダの分解状態破断図である。

【図7】ホルダクラッチの正面図および側面図である。

【図8】ビットクラッチの側面図および正面図である。

【図9】クラッチの噛合い状態を示す側面図である。

【図10】リングビットおよびホルダ部の破断図である。

【図11】リングビットの前面図である。

【図12】リングビットの要部縦断面図である。

【図13】単位内管の縦断面図である。

【図14】ビットデバイスの破断図である。

【図15】ビットデバイスの前面図である。

【図16】ビットレジューサの破断図である。

【図17】テーパビットの正面図である。

【図18】テーパビットの平面図である。

【図19】テーパビットの底面(受圧面の裏面)図である。

【図20】テーパビットの右側面図である。

【図21】テーパビットの縦断面図である。

【図22】施工要領図である。

【図23】施工要領図である。

【図24】施工要領図である。

【図 2 5】方向制御の説明図である。

【図 2 6】方向制御の説明図である。

【図 2 7】地盤改良の施工要領図である。

【図 2 8】地盤改良の施工要領図である。

【図 2 9】地盤改良剤の注入例を示す要部拡大縦断面図である。

【図 3 0】他の、地盤改良剤の注入例を示す要部拡大縦断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

1 ... 建込み装置、2 ... 外管、3 ... リングビット、5 ... 内管（削孔軸）、6 ... テーパービット、7 ... 回転推進装置、6 3 ... 噴射口。