

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-255695
(P2008-255695A)

(43) 公開日 平成20年10月23日(2008.10.23)

| (51) Int.Cl. | | | F I | テーマコード (参考) |
|--------------|-------------|------------------|-----------|-------------|
| EO2D | 7/20 | (2006.01) | EO2D 7/20 | 2D041 |
| EO2D | 5/28 | (2006.01) | EO2D 5/28 | 2D050 |
| EO2D | 7/00 | (2006.01) | EO2D 7/00 | A |

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2007-100269 (P2007-100269)
(22) 出願日 平成19年4月6日(2007.4.6)

(71) 出願人 000006655
新日本製鐵株式会社
東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(74) 代理人 110000637
特許業務法人樹之下知的財産事務所
(74) 代理人 100079083
弁理士 木下 實三
(74) 代理人 100094075
弁理士 中山 寛二
(74) 代理人 100106390
弁理士 石崎 剛
(72) 発明者 石濱 吉郎
東京都千代田区大手町2丁目6番3号 新
日本製鐵株式会社内

最終頁に続く

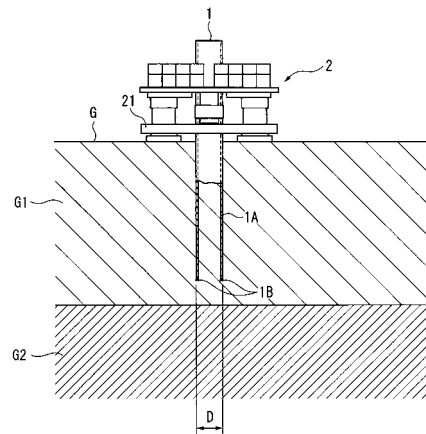
(54) 【発明の名称】 鋼管杭の施工方法

(57) 【要約】

【課題】高い貫入速度が得られ、施工負荷の増加を抑えることができ、十分な支持力を確保できる鋼管杭の施工方法を提供すること。

【解決手段】先端部が開放した鋼管本体 1 A と、鋼管本体 1 A の先端縁よりも下方に突出した掘削用ビット 1 B とを有する鋼管杭 1 を支持層 G 2 に到達するまで地盤 G に貫入し、杭径寸法 D の 3 倍程度以上の深さまで支持層 G 2 に回転圧入し、当該鋼管本体 1 A の先端部を削孔した支持層 G 2 の硬質な土で閉塞する。地盤 G を掘削する部分が鋼管本体 1 A の環状部分と掘削用ビット 1 B だけなので、支持層 G 2 に到達するまでの貫入速度を上げることができ、施工負荷を低減できる。鋼管杭 1 の先端部の掘削用ビット 1 B によって支持層 G 2 を掘削するので、鋼管杭 1 を円滑に支持層に貫入することができるとともに、支持層の土で鋼管杭 1 の先端部を閉塞することで、高い先端支持力が発揮できる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

先端部が開放した鋼管本体と、この鋼管本体の先端縁よりも下方に突出して固定された掘削用ビットとを有する鋼管杭を地盤に貫入する鋼管杭の施工方法であって、

前記鋼管本体の外径寸法の 3 倍程度以上の深さまで、当該鋼管本体の先端部を支持層に回転圧入し、

前記鋼管本体の先端部を、前記回転圧入により削孔した支持層を形成する土等で閉塞することを特徴とする鋼管杭の施工方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の鋼管杭の施工方法において、

前記鋼管本体の先端部が前記支持層に到達するまでは、排土手段を用いて前記鋼管本体内の少なくとも一部の土を排出することを特徴とする鋼管杭の施工方法。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の鋼管杭の施工方法において、

前記支持層は、一軸圧縮強度が 5 N / mm^2 以上の硬質地盤であることを特徴とする鋼管杭の施工方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、鋼管杭の施工方法に関し、詳しくは、先端部が開放した鋼管本体と、この鋼管本体の先端縁よりも下方に突出して固定された掘削用ビットとを有する鋼管杭を地盤に貫入する鋼管杭の施工方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、鋼管杭の施工方法としては、鋼管杭の先端部又は外周に翼（羽根）を有する鋼管杭を回転して翼のネジ作用により鋼管杭を地盤中に貫入する施工方法が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

また、地盤にセメントミルクなどの硬化剤を注入して鋼管を埋設する方法や、打撃力を用いて鋼管を埋設する方法なども知られている。

【0003】

【特許文献 1】特開 2002 - 220830 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、前記特許文献 1 に記載の従来の鋼管杭の施工方法では、羽根によって地盤を掘削するので、貫入速度が羽根のピッチにより制限されるため、硬質でない地盤でも貫入速度が上がらないという問題がある。さらに、支持層のような硬質な地盤を掘削する場合には、羽根の面積分の地盤をせん断しながら掘削する必要があるため、施工負荷が非常に大きくなってしまい、鋼管杭の先端部を支持層に貫入できない場合も生じてしまう。

また、地盤にセメントミルクなどの硬化剤を注入して鋼管を埋設する方法では、セメントミルク等に用いるプラントなどの設備が必要であることに加え、セメントミルク等の材料費が余計に掛かってしまうという問題がある。また、打撃力を用いて鋼管を埋設する方法では、騒音・振動などが発生することから、鋼管を埋設できる場所が限られてしまう等の問題がある。

【0005】

本発明の目的は、硬質な地盤である支持層に達するまでの地盤では高い貫入速度を得ることができ、支持層では施工負荷の増加を抑えることができ、低い施工コストで、周辺への騒音や振動の問題が生じにくく、十分な支持力を確保できる鋼管杭の施工方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【0006】

本発明の請求項1に記載の鋼管杭の施工方法は、先端部が開放した鋼管本体と、この鋼管本体の先端縁よりも下方に突出して固定された掘削用ビットとを有する鋼管杭を地盤に貫入する鋼管杭の施工方法であって、前記鋼管本体の外径寸法の3倍程度以上の深さまで、当該鋼管本体の先端部を支持層に回転圧入し、前記鋼管本体の先端部を、前記回転圧入により削孔した支持層を形成する土等で閉塞することを特徴とする。

【0007】

ここで、鋼管本体の先端部が支持層に到達するまで鋼管杭を地盤に貫入する方法としては、鋼管杭を回転圧入する方法、鋼管杭に打撃や振動を加える方法など、適宜な貫入方法を採用してもよい。

このような鋼管杭の施工方法によれば、鋼管杭が開放した先端部を有する鋼管本体で形成され、鋼管杭の先端縁には下方に突出する掘削用ビットが固定されているだけなので、このような鋼管杭の鋼管本体の先端部が支持層に到達するまで、鋼管杭を地盤に貫入する際には、施工負荷を従来よりも低減させることができる。すなわち、従来は羽根を有する鋼管杭を貫入する場合のように、貫入速度が羽根のピッチにより制限されることがなく、地盤を掘削する部分が開放した鋼管本体の環状部分に取り付けられた掘削用ビットだけなので、従来に比べて鋼管杭の断面積が小さくなり、支持層に到達するまでの貫入速度を上げることができる。なお、掘削用ビットを鋼管本体の外周よりも外側に突出して固定する場合には、掘削用ビットの突出寸法が9mm～12mmの範囲内であることが好ましい。

また、鋼管本体の先端部を支持層に回転圧入する際に、鋼管本体の先端部の掘削用ビットによって支持層を削孔するので、支持層に鋼管杭を円滑に貫入することができる。つまり、従来は羽根を有する鋼管杭を支持層に回転圧入する場合には、羽根の面積分の支持層をせん断しながら掘削する必要があるが、本発明では、前述のように地盤を掘削する部分が開放した鋼管本体の環状部分だけであるとともに、掘削用ビットを有しているので、施工負荷が大きくなり、鋼管杭の回転圧入負荷を低減することができる。

【0008】

また、鋼管本体の外径寸法（杭径寸法）の3倍程度以上の深さまで、鋼管本体の先端部を支持層に回転圧入し、当該鋼管本体の先端部を、回転圧入により削孔した支持層を形成する土等で閉塞するので、鋼管本体の先端部の閉塞度を十分に確保することができる。ここで言う土等とは、支持層を形成する砂質土、粘性土、岩、礫を含む支持層の地盤を形成するもの全てを示す。従って、鋼管杭の先端部分の見かけの断面積が大きくなるので、十分な支持力を確保することができる。この際、鋼管杭の先端部の掘削用ビットによって支持層を削孔するだけなので、鋼管杭の回転圧入によって支持層が大きく乱されることがなく、杭径寸法の3倍程度の鋼管杭の貫入寸法（根入れ深さ）であっても、十分な支持力を確保することができる。

また、従来はセメントミルクなどの硬化剤を注入する方法のように、セメントミルク用プラント等の設備が不要で、セメントミルク等の材料費も掛からないので、施工コストを下げることができる。また、従来は打撃力を用いて鋼管杭を支持層に埋設する方法のような騒音・振動などの発生を抑えることができるので、低騒音・低振動での施工が可能となる。

ここで、地盤の支持層とは、構造物を十分に支持できて、構造物の沈下の恐れのない地層であるが、構造物の設計者や行政機関が支持層を設定する際には、諸々の条件によって設定する支持層の深さ位置が変動する場合がある。本発明において、支持層への鋼管杭の貫入寸法を鋼管本体の杭径寸法の3倍程度以上としたのは、前述のような支持層の設定のバラツキを考慮したためで、3倍の前後1割程度（つまり2.7倍～3.3倍）の誤差は、本発明の範囲に含まれる。

【0009】

この際、本発明の鋼管杭の施工方法では、前記鋼管本体の先端部が前記支持層に到達するまでは、排土手段を用いて前記鋼管本体内の少なくとも一部の土を排出することが好ましい。

10

20

30

40

50

ここで、鋼管本体内の少なくとも一部の土（管内土）の排土手段としては、例えば、鉄製の容器であるバケットを鋼管本体内にクレーンで降ろして、管内土をバケットに入れてクレーンで吊り上げることによって管内土を排出する方法（バケット法）でもよい。または、鋼管内に吸気管を挿入して、吸気管を通して管内土を吸い上げることによって排出する方法（エアリフト法）でもよく、鋼管内にスクリーロッドを挿入して、スクリーの回転によって管内土を排出する方法（スクリーロッド法）でもよい。

このような構成によれば、鋼管杭が支持層に到達するまでは、排土手段を用いて鋼管本体内の少なくとも一部の管内土を排出するので、管内土が堆積することによる先端部の閉塞度を低減することができる。従って、支持層に到達するまで鋼管杭を貫入する際の施工負荷を低減でき、貫入速度を一層高めることができ、円滑に施工を実施できる。

10

【0010】

また、本発明の鋼管杭の施工方法では、前記支持層は、一軸圧縮強度が 5 N/mm^2 以上の硬質地盤であることが好ましい。

このような構成によれば、支持層を一軸圧縮強度が 5 N/mm^2 以上の硬質地盤とすることによって、支持層に鋼管本体の先端部を回転圧入した際に、管内が硬質な土によって閉塞されるので、先端部の閉塞度をより大きくすることができ、より大きな支持力を確保することができる。

【発明の効果】

【0011】

以上のような本発明の鋼管杭の施工方法によれば、鋼管本体の先端部が支持層に到達するまで鋼管杭を地盤に貫入する際には、施工負荷を従来よりも低減させることができ、鋼管本体の先端部を支持層に回転圧入する際には、鋼管杭を円滑に支持層に貫入することができ、十分な支持力を確保することができるとともに、施工コストを下げることができ、低騒音・低振動での施工が可能となる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図1～図5は、本発明の実施形態に係る鋼管杭1の施工方法を示す断面図である。

図1に示すように、本実施形態における鋼管杭1の施工方法は、全周旋回機2を使用して鋼管杭1を回転圧入させることによって、鋼管杭1を地盤に貫入するという方法である。

30

鋼管杭1は、両端が開口された鋼管本体1Aと、この鋼管本体1Aの下方の先端縁に固定された掘削用ビット1Bとを有する。掘削用ビット1Bは、鋼管本体1Aの外周に治具を介して口付けやボルト、あるいは鋼管本体1Aに直接溶接で取り付けられている。

掘削用ビット1Bは、鋼管本体1Aの先端縁よりも下方に突出するように形成され、また、鋼管本体1Aの外周面から外側への突出量が $9\text{ mm} \sim 12\text{ mm}$ となるように形成されている。なお、掘削用ビット1Bは、鋼管本体1Aの周面から内外の両方向へ突出して形成されていてもよい。これによって、地盤Gを乱す面積が大きくなり、鋼管本体1Aを貫入するのに必要な圧入力を小さくすることができる。ただし、内外への突出寸法は、周面摩擦に与える影響を少なくするために、 $9\text{ mm} \sim 12\text{ mm}$ 以内とすることが望ましい。

40

【0013】

次に、本実施形態の鋼管杭1の施工手順を説明する。

ここで、鋼管杭1を施工する地盤Gとしては、図1に示すように、地表側から砂質や粘土質を多く含んだ比較的軟弱な軟弱層G1と、軟弱層G1の下側に位置して礫や岩盤等で構成され硬質な支持層G2とから構成されているものとする。支持層G2としては、一般的に支持層として用いることが可能なN値30以上の地盤であればよい。なお、地盤Gの一軸圧縮強度が 5 N/mm^2 以上の軟岩等で構成された硬質な地層を支持層G2とすれば、後述する鋼管杭1の先端部の閉塞度が上がり、より高い支持力を確保する点で好ましい。

【0014】

50

以下に、具体的な鋼管杭 1 の施工手順について図 2 ~ 図 5 に基づいて説明する。

施工手順としては先ず、図 2 に示すように、クレーン M を用いて鋼管杭 1 の先端部を全周旋回機 2 に取り付ける。全周旋回機 2 には、鋼管杭 1 を地盤に回転圧入した場合の鋼管杭 1 の反発力に対抗するために、複数の錘 2 1 が積載されている。ここで、本実施形態では、全周旋回機 2 を使用した施工方法を説明するが、支持層 G 2 に到達するまでの中間地盤の硬度や、支持層 G 2 の硬度・深さに応じて、全周旋回機 2 に限らず、3 点式杭打ち機等を使用してもよい。そして、図 1 に示すように、全周旋回機 2 を使用して、鋼管杭 1 を回転圧入し、鋼管杭 1 先端の掘削用ビット 1 B により支持層 G 2 までの軟弱層 G 1 を掘削する。

【 0 0 1 5 】

次に、図 3 に示すように、施工負荷が上がった場合や施工負荷が上がることが予想される場合には、施工負荷の低減を図るため、排土手段であるバケット 3 で管内土を地上へ排出する。バケット 3 は、クレーン M で昇降され、吊り下げられた状態で開閉可能に構成されている。なお、排土する範囲は、支持層 G 2 に到達する部分までの範囲で適宜設定することができる。例えば、全周旋回機 2 によって鋼管杭 1 を回転圧入中に、施工負荷が全周旋回機 2 の発生トルクまたは錘 2 1 を装着した状態での全周旋回機 2 の施工時に許容される圧入力を上回った場合には、全周旋回機 2 を一旦停止して、バケット 3 を用いて管内土を排出する。鋼管杭 1 の施工負荷が全周旋回機 2 の発生トルクまたは錘 2 1 の荷重よりも低くなるまで、管内土を排出した後、再び全周旋回機 2 を起動して鋼管杭 1 を回転圧入する。このようにして、鋼管本体 1 A の先端部が支持層 G 2 に到達するまで、鋼管杭 1 の回転圧入と管内土の排出を適宜繰り返す。

【 0 0 1 6 】

次に、鋼管本体 1 A の先端部が支持層 G 2 に到達した後は、管内土の排出は実施せず、鋼管杭 1 の回転圧入のみを続ける。鋼管本体 1 A の上端が全周旋回機 2 の取り付け位置まで低下した後は、図 4 に示すように、鋼管杭 1 の上端に連結治具（ヤットコ等）4 を連結して、鋼管杭 1 をさらに回転圧入する。このようにして、鋼管本体 1 A の先端部を、鋼管本体 1 A の外径寸法（杭径寸法）D の 3 倍以上の深さまで支持層 G 2 に回転圧入して、全周旋回機 2 を停止する。次に、鋼管杭 1 から全周旋回機 2（または連結治具 4）を切り離すとともに、鋼管杭 1 の杭頭部分の後処理を実施して、全周旋回機 2 を次の施工位置へ移動する。以上のようにして、鋼管杭 1 の施工作业が完了する。

図 5 には、鋼管杭 1 が支持層 G 2 に杭径寸法 D の 3 倍以上貫入した状態が示されている。このように鋼管本体 1 A の先端部が支持層 G 2 に貫入され、かつ、掘削用ビット 1 B によって削孔された支持層の硬質な土で閉塞されているので、鋼管杭 1 が確実に支持力を発揮することができる。

【 0 0 1 7 】

このような本実施形態によれば、以下のような効果がある。

(1) すなわち、先端が開いた鋼管杭 1 を用いて、杭径寸法 D の 3 倍以上の深さまで、鋼管本体 1 A の先端部を支持層 G 2 に回転圧入するので、削孔した支持層 G 2 の土によって先端部の閉塞度が上昇し、閉塞された先端部分の見かけの断面積が大きくなることから、高い支持力を得ることができる。また、鋼管杭 1 に対して打撃等を行わず、支持層 G 2 に回転圧入させるだけなので、低騒音・低振動とすることができる。

【 0 0 1 8 】

(2) また、掘削用ビット 1 B がろう付けされた鋼管本体 1 A の環状部分だけで地盤 G を掘削し、支持層 G 2 に支持力確保に必要な長さ、鋼管本体 1 A の外径寸法の 3 倍以上、回転圧入することで、管内土が乱されず、鋼管杭 1 の先端部を確実に管内土によって閉塞することができる。これによって高い支持力を得ることができる。

【 0 0 1 9 】

(3) また、鋼管杭 1 を支持層 G 2 に到達させるまで貫入する際に、地盤 G を掘削する部分が開放した鋼管本体 1 A の環状部分だけであるとともに、掘削用ビット 1 B を有しているため、施工負荷が大きくなり、鋼管杭 1 の回転圧入負荷を低減することができ、高い

10

20

30

40

50

貫入速度が得られる。さらに、バケット 3 を用いて管内土を地上に上げるので、施工負荷をさらに低減させることができる。

【0020】

なお、本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる他の構成等を含み、以下に示すような変形等も本発明に含まれる。

例えば、前記実施形態においては、排土手段としては、バケット 3 を使用する方法を説明をしたが、本発明では、例えば、スクリー付きのロッドを使用する方法であってもよく、または、エアリフト装置を使用する方法であってもよい。エアリフト装置を使用する方法では、ロッドの内部を通して鋼管本体 1 A 内部の管内土を吸い上げるエアリフト装置を使用してもよい。このエアリフト装置は、鋼管杭 1 の地上側の端部に設けられたエアポンプと、このエアポンプに連結された中空筒状のロッドと、ロッドで吸い上げた管内土を外部に排出する排出部とを有して構成されていてもよい。ここで、エアリフト装置の代わりに、鋼管杭 1 の内部に供給した水とともにロッドの内部を通して管内土を吸い上げる泥水リフト装置であってもよい。

10

【0021】

その他、本発明を実施するための最良の構成、方法などは、以上の記載で開示されているが、本発明は、これに限定されるものではない。すなわち、本発明は、主に特定の実施形態に関して特に図示され、かつ説明されているが、本発明の技術的思想および目的の範囲から逸脱することなく、以上述べた実施形態に対し、形状、材質、数量、その他の詳細な構成において、当業者が様々な変形を加えることができるものである。

20

従って、上記に開示した形状、材質などを限定した記載は、本発明の理解を容易にするために例示的に記載したものであり、本発明を限定するものではないから、それらの形状、材質などの限定の一部もしくは全部の限定を外した部材の名称での記載は、本発明に含まれるものである。

【実施例】

【0022】

次に、本発明の実施例を説明する。

以下の実施例は、地盤強度が一軸圧縮強度で 5 N/mm^2 から 20 N/mm^2 以下の範囲で実施した。

先ず、本発明の施工方法による施工負荷の試験結果について説明する。

30

図 6 は、鋼管杭 1 を、支持層 G 2 のような堅固な地盤に回転させながら圧入する試験を行った際の、地盤への貫入寸法の杭径寸法（鋼管本体 1 A の外径寸法）に対する倍率と、施工負荷を示す施工トルクおよび圧入力を示している。この試験によれば、鋼管杭 1 の貫入寸法が杭径寸法の 3 倍程度で急上昇することが解る。

【0023】

次に、本発明の施工方法で施工された鋼管杭における杭先端の閉塞効果に関し、模型鋼管杭 5 を用いて模型試験した試験結果について説明する。

図 7 は、模型試験方法を説明する模式図である。図 8 は、前記模型試験方法における模型鋼管杭 5 の支持層 G 2 への貫入寸法の杭径寸法に対する倍率と、押抜き抵抗との関係を示すグラフである。

40

本発明の鋼管杭の管内に取り込まれた土（管内土）による鋼管杭の先端部の閉塞度を調べるために、図 7 に示すような模型鋼管杭 5 を用いて、貫入寸法毎に管内土 6 を押し抜く試験を行った。

【0024】

本模型試験では、先端に掘削用ビット（図示を省く）を設けた模型鋼管杭 5 を使用する。まず、模型鋼管杭 5 を支持層 G 2 の硬度と略同じ硬度を有する模型地盤に所定の貫入寸法分だけ回転圧入する。次に、模型鋼管杭 5 を模型地盤から引抜き、模型鋼管杭 5 の管内土 6 を受け台 7 に押し当てて、管内土 6 を押抜く方向に積荷重 F を加え、押抜き抵抗を測定する。そして、貫入寸法を模型鋼管杭 5 の杭径寸法の 1 倍から 5 倍程度の範囲で、適宜設定し、貫入寸法毎に模型鋼管杭 5 の回転圧入および押抜きを実施する。

50

本試験結果によると、模型鋼管杭 5 の貫入寸法と管内土 6 の高さ寸法（鋼管の長手方向に沿った寸法）は、略等しくなった。このことから、本実施形態の鋼管杭 1 の貫入寸法と管内土の高さ寸法とが略等しくなることが推定でき、管内土 6 の高さ寸法が地盤条件によって多少変化することを考慮しても、管内土 6 の高さ寸法は、鋼管杭 1 の貫入寸法の 90% ~ 110% 程度の範囲内とみなすことができる。

【0025】

さらに、本試験結果によると、図 8 に示すように、模型鋼管杭 5 の管内土 6 の押抜き抵抗は、模型鋼管杭 5 の貫入寸法が杭径寸法の 3 倍程度で急上昇し、図 6 に示す施工負荷と類似の傾向を示している。すなわち、支持層 G 2 への貫入寸法が鋼管本体 1 A の外径の 3 倍未満では先端閉塞による抵抗値が非常に小さいのに対し、支持層 G 2 への貫入寸法が杭径寸法の 3 倍程度で極端に先端閉塞による抵抗値が上昇する。なお、貫入寸法が杭径寸法の 3 倍よりも大きい場合に、貫入寸法が杭径寸法の 3 倍未満での押抜き抵抗に対して 10 倍以上の押抜き抵抗が得られた。

以上の試験結果から、本発明の鋼管杭の施工方法によれば、鋼管杭の支持層 G 2 への貫入寸法を杭径寸法の 3 倍程度以上としているので、管内土による鋼管杭の閉塞度が上昇し、必要な鋼管杭の支持力を確保することができることが判明した。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図 1】本発明の実施形態に係る鋼管杭の施工方法を示す断面図である。

【図 2】前記鋼管杭を全周旋回機に設置する方法を示す断面図である。

【図 3】前記鋼管杭の管内土をバケットで排出する方法を示す断面図である。

【図 4】前記鋼管杭の施工方法を示す断面図である。

【図 5】前記鋼管杭を支持層に貫入した状態を示す断面図である。

【図 6】鋼管杭の根入れ深さに対する施工負荷を示すグラフである。

【図 7】模型試験の状況を説明した図である。

【図 8】模型鋼管杭の貫入寸法に対する管内土の押抜き抵抗を示すグラフである。

【符号の説明】

【0027】

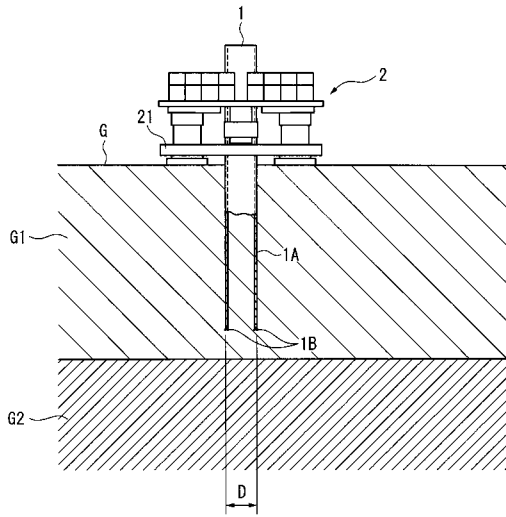
1 ... 鋼管杭、1 A ... 鋼管本体、1 B ... 掘削用ビット、3 ... バケット（排土手段）、5 ... 模型鋼管杭、6 ... 管内土、7 ... 受け台、D ... 杭径寸法（鋼管本体の外径寸法）、G ... 地盤、G 2 ... 支持層。

10

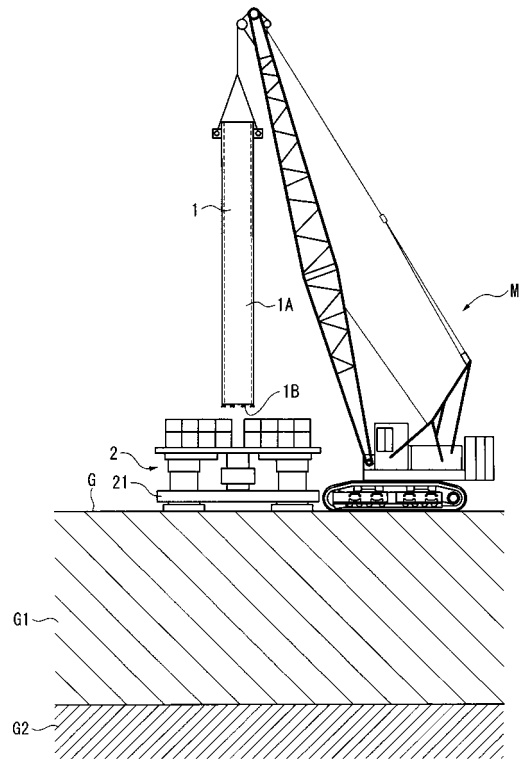
20

30

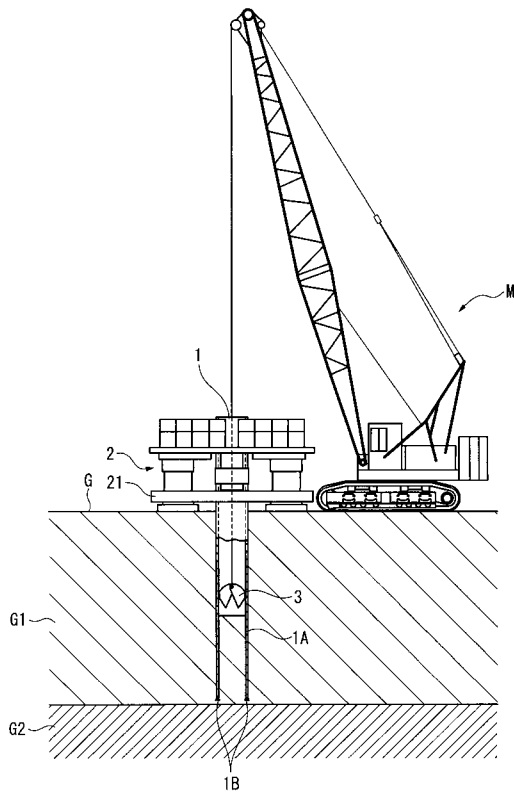
【 図 1 】



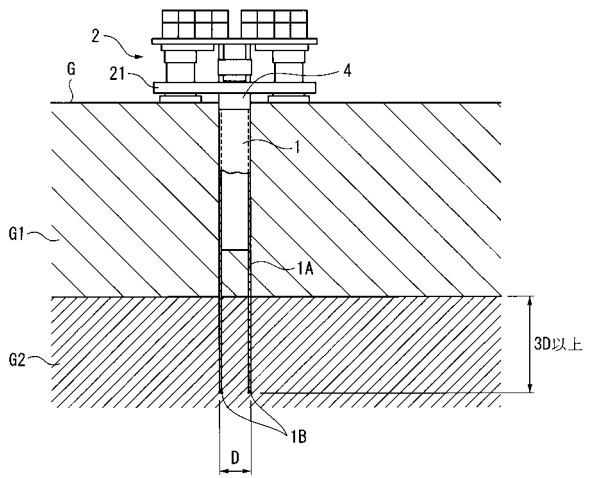
【 図 2 】



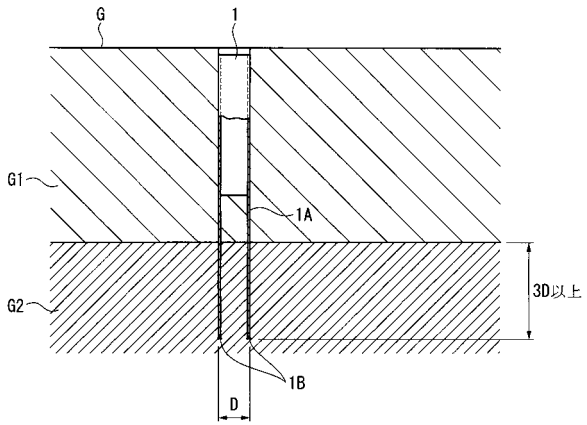
【 図 3 】



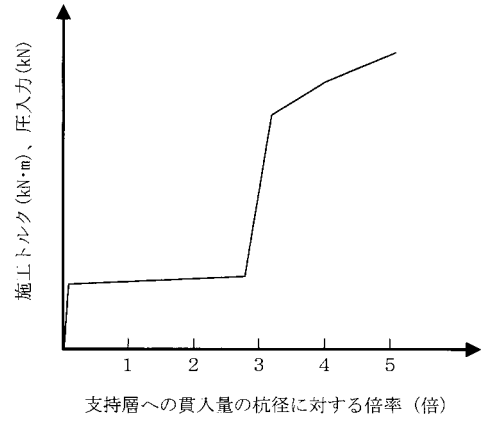
【 図 4 】



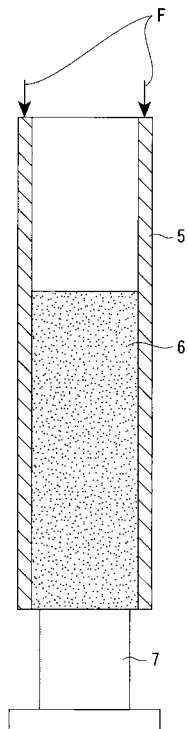
【 図 5 】



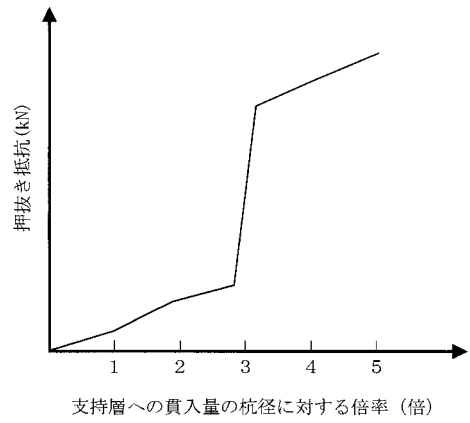
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2D041 AA02 BA11 BA13 BA33 CB01 CB06 DB02 FA03 FA14
2D050 AA06 AA16 BB04 CA02 CB23