

(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2020-7737
(P2020-7737A)

(43) 公開日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
EO2D 33/00 (2006.01)	EO2D 33/00	2D040
EO2D 37/00 (2006.01)	EO2D 37/00	2D041
EO2D 5/64 (2006.01)	EO2D 5/64	
EO2D 3/12 (2006.01)	EO2D 3/12 102	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2018-127539 (P2018-127539)	(71) 出願人	000001373 鹿島建設株式会社 東京都港区元赤坂一丁目3番1号
(22) 出願日	平成30年7月4日(2018.7.4)	(71) 出願人	390002233 ケミカルグラウト株式会社 東京都港区虎ノ門2丁目2番5号
		(74) 代理人	100096091 弁理士 井上 誠一
		(72) 発明者	中村 佳大 東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内
		(72) 発明者	高野 卓 東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内

最終頁に続く

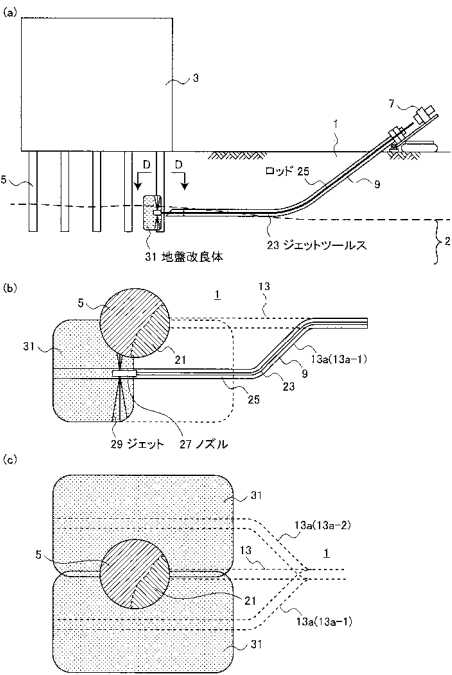
(54) 【発明の名称】 既存杭の調査および補強方法

(57) 【要約】

【課題】 構造物の周囲の地上から既存杭の状態を調査して補修することができる既存杭の調査および補強方法を提供すること。

【解決手段】 削孔ロッド9に振動を、ないしは削孔ロッド9の先端ビット11に打撃を加えつつ、削孔ロッド9の回転と非回転を制御することにより、構造物3の周囲の地上から既存杭5の下端部付近に向けて曲線状の第1の孔13を削孔する。次に、孔13を用いて調査手段19を設置して、既存杭5の状態を調査する。そして、調査において既存杭5に損傷箇所が存在することが判明した場合には、削孔ロッド9を一旦引き戻して削孔方向を変更し、損傷箇所の近傍に誘導して第2の孔13aを削孔する。その後、孔13aにジェットツールズ23を挿入し、少なくとも損傷箇所を覆うように地盤改良体31を形成する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

削孔ロッドに振動を、ないしは前記削孔ロッドの先端ビットに打撃を加えつつ、前記削孔ロッドの回転と非回転を制御することにより、構造物の周囲の地上から既存杭の下端部付近に向けて曲線状の第 1 の孔を削孔する工程 a と、

前記第 1 の孔を用いて、前記既存杭の状態を調査する工程 b と、

前記工程 b での調査において前記既存杭が健全でないことが判明した場合に、前記削孔ロッドを所定の位置に誘導して第 2 の孔を削孔し、前記第 2 の孔を用いて前記既存杭の補強を行う工程 c と、

を具備することを特徴とする既存杭の調査および補強方法。

10

【請求項 2】

前記工程 b で、発振器を前記第 1 の孔に挿入し、受信器を前記既存杭の上部付近に設置して前記既存杭の弾性波計測を行って、前記既存杭の状態を調査することを特徴とする請求項 1 記載の既存杭の調査および補強方法。

【請求項 3】

前記工程 b で、発振器および受信器を前記第 1 の孔に挿入し、前記既存杭付近に設置して前記既存杭の弾性波計測を行って、前記既存杭の状態を調査することを特徴とする請求項 1 記載の既存杭の調査および補強方法。

【請求項 4】

前記工程 b で、サンブラまたはコアバーレルを前記第 1 の孔に挿入し、前記既存杭または周辺地盤のサンプルを取得して前記既存杭の状態を確認することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の既存杭の調査および補強方法。

20

【請求項 5】

前記工程 b で前記既存杭に損傷箇所が認められた場合、

前記工程 c で、前記削孔ロッドを前記既存杭の損傷箇所の近傍に誘導し、少なくとも前記損傷箇所を覆うように地盤改良体を形成することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の既存杭の調査および補強方法。

【請求項 6】

前記工程 b で前記既存杭が支持層に達していないことが認められた場合、

前記工程 c で、前記削孔ロッドを前記既存杭の下端部と前記支持層との間に誘導し、前記既存杭と前記支持層とを連結する地盤改良体を形成することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の既存杭の調査および補強方法。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、既存杭の調査および補強方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

構造物を支持する杭は、下端部を支持層に所定の長さ貫入させることで支持力を確保する。支持層の位置は、予め局所的に実施されたボーリング調査等に基づいて推定する。しかし、地層が傾斜や褶曲を伴う場合や、ボーリング調査の本数が少ない場合には、支持層の実際の位置と推定した位置とが異なり、杭を設計通りに施工しても下端部が支持層に到達しないことがある。

40

【0003】

そのため、杭が支持層に到達しているか否かを確認する方法として、支持層内に起振点を設定して弾性波を発生させ、起振点から平面視で離れた位置に形成された杭に設けた受信器によって弾性波を受信する方法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

また、既設構造物下の地盤を改良する方法として、施工基地から既設構造物下の要改良地盤部に向けて曲線状に削孔して複数の基礎杭の周囲に湾曲柱状の補強体を敷設する方法

50

や、建物の側面側に掘削した立坑から複数の支持杭を連結するように地盤改良材を注入する方法が提案されている（例えば、特許文献 2、3 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2017-115397 号公報

【特許文献 2】特開 2005-180112 号公報

【特許文献 3】特開 2017-179904 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

しかしながら、特許文献 1 に記載された確認方法では、平面視で杭から離れた位置の支持層に起振点を設定するため、弾性波が減衰して杭に伝わりにくいという問題点があった。

特許文献 2、3 に記載された方法は、補強体によって複数の杭を連結するものであるが、杭の事前調査については記載されていない。

【0007】

本発明は、前述した問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とすることは、構造物の周囲の地上から既存杭の状態を調査して補修することができる既存杭の調査および補強方法を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

前述した目的を達成するために本発明は、削孔ロッドに振動を、ないしは前記削孔ロッドの先端ビットに打撃を加えつつ、前記削孔ロッドの回転と非回転を制御することにより、構造物の周囲の地上から既存杭の下端部付近に向けて曲線状の第 1 の孔を削孔する工程 a と、前記第 1 の孔を用いて、前記既存杭の状態を調査する工程 b と、前記工程 b での調査において前記既存杭が健全でないことが判明した場合に、前記削孔ロッドを所定の位置に誘導して第 2 の孔を削孔し、前記第 2 の孔を用いて前記既存杭の補強を行う工程 c と、を具備することを特徴とする既存杭の調査および補強方法である。

【0009】

30

削孔ロッドに振動を、ないしは前記削孔ロッドの先端ビットに打撃を加えつつ、削孔ロッドの回転と非回転とを制御すれば、地盤に三次元的に曲がりボーリング孔を削孔することができる。これにより、構造物の周囲の地上から既存杭の下端部付近に向けて第 1 の孔を削孔し、既存杭の状態を調査することができる。また、削孔ロッドを地盤中で所定の位置に誘導して第 2 の孔を削孔し、既存杭の補強を行うことができる。本発明では、調査の結果に基づいて補強を行うので、補修や補強の無駄を省くことができる。本発明で削孔ロッドに加える振動成分は、軸方向であってもよいし、複数方向であってもよい。複数方向の振動成分を加えることにより、地盤が硬い場合や、地盤の硬さが変化する場合にも、削孔方向がぶれることなく、計画された方向に削孔を行うことができる。

【0010】

40

前記工程 b では、例えば、発振器を前記第 1 の孔に挿入し、受信器を前記既存杭の上部付近に設置して前記既存杭の弾性波計測を行って、前記既存杭の状態を調査する。

発振器を第 1 の孔に挿入して既存杭の表面に設置し、既存杭の上部付近に設置した受信器で弾性波計測を行うことにより、弾性波を確実に受信して既存杭の状態を確認することができる。

【0011】

前記工程 b では、発振器および受信器を前記第 1 の孔に挿入し、前記既存杭付近に設置して前記既存杭の弾性波計測を行って、前記既存杭の状態を調査してもよい。同一孔内に発振器および受信器を取り付けた場合にも、弾性波を確実に受信して既存杭の状態を確認することができる。

50

【0012】

前記工程bでは、サンブラまたはコアバーレルを前記第1の孔に挿入し、前記既存杭または周辺地盤のサンプルを取得して前記既存杭の状態を確認してもよい。

サンプルを取得することにより、既存杭または周辺地盤の品質を直接確認することができる。

【0013】

前記工程bで前記既存杭に損傷箇所が認められた場合、前記工程cで、前記削孔ロッドを前記既存杭の損傷箇所の近傍に誘導し、少なくとも前記損傷箇所を覆うように地盤改良体を形成することが望ましい。

これにより、構造物の周囲の地上から損傷箇所を補修することができる。

10

【0014】

前記工程bで前記既存杭が支持層に達していないことが認められた場合、前記工程cで、前記削孔ロッドを前記既存杭の下端部と前記支持層との間に誘導し、前記既存杭と前記支持層とを連結する地盤改良体を形成することが望ましい。

これにより、構造物の周囲の地上から既存杭と支持層との間の地盤を補強することができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、構造物の周囲の地上から既存杭の状態を調査して補修することができる既存杭の調査および補強方法を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】第1の孔13を削孔する工程を示す図

【図2】既存杭5の調査を行う工程を示す図

【図3】既存杭5の調査を行う工程を示す図

【図4】ひび割れ21の補修を行う工程を示す図

【図5】既存杭5および調査のための孔13の平面視での配置を示す図

【図6】調査手段19'を設置した例を示す図

【図7】既存杭5の調査を行う工程を示す図

【図8】図7に示す範囲Eの拡大図

30

【図9】既存杭5の補強を行う工程を示す図

【図10】地盤改良体31の施工を完了した状態を示す図

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、図面に基づいて、本発明の実施形態を詳細に説明する。

図1は、第1の孔13を削孔する工程を示す図である。図1(a)は孔13を削孔している状態を示す図である。

【0018】

図1(a)に示すように、地盤1上には構造物3が存在する。構造物3は、既存杭5によって支持されている。既存杭5は、下端部が地盤1の支持層2に所定の長さ貫入される。支持層2は、例えばN値>50の層である。

40

【0019】

構造物3の周囲の地盤1上には、削孔ロッド9を駆動するためのボーリングマシン7が設置される。ボーリングマシン7には、図示しないジャイロ挿入引き込み装置が一体化される。

【0020】

図1(b)は削孔ロッド9の先端ビット11付近の断面図であり、図1(a)に示す範囲Aの拡大図である。

【0021】

図1(b)に示すように、削孔ロッド9は、管状材であり、先端ビット11に削孔方向

50

決定部材 15 が設けられる。削孔ロッド 9 は、大きな靱性を有する。削孔方向決定部材 15 は、削孔ロッド 9 の軸方向（図 1（b）に示す矢印 X の方向）に対して所定の角度をなすように取り付けられる。削孔ロッド 9 の先端ビット 11 には、詰め物 17 および位置探查のための図示しない発信器が設置される。

【0022】

ボーリングマシン 7 は、削孔ロッド 9 の全体を矢印 B に示すように回転させることができる。さらに、必要に応じて削孔ロッド 9 を先端方向に押し出すことが可能である。削孔ロッド 9 は、ボーリングマシン 7 によって軸方向に振動が加えられるような構成、ないしは、先端ビット 11 の基端部側に設置された図示しないハンマー等で先端ビット 11 に打撃が加えられるような構成とする。

【0023】

削孔ロッド 9 は、回転と、削孔ロッド 9 への軸方向の振動ないしは先端ビット 11 への打撃とを組み合わせることで直進する。また、削孔ロッド 9 の回転を停止して非回転の状態では削孔ロッド 9 への軸方向の振動ないしは先端ビット 11 への打撃を加えることで、削孔方向決定部材 15 の方向への削孔が行われ、削孔方向を任意の方向に曲げることができる。なお、掘削対象となる地盤の状況に応じて単位時間あたりの打撃回数を増減するなどして、振動ないしは打撃の加え方と押し出し力を調整することによって、削孔の曲率を調整することもできる。

【0024】

図 1（a）に示す工程では、ボーリングマシン 7 および削孔ロッド 9 を用いて、調査対象となる既存杭 5 の下端部に向けて孔 13 を削孔する。このとき、地中埋設物や他の既存杭 5 等に接触しないよう、先端ビット 11 の位置計測や削孔方向の修正を繰り返しつつ削孔する。孔 13 の削孔工程では、削孔に要する時間やトルク、掘進速度などを取得することにより、先端ビット 11 が支持層 2 に入ったかどうかを判断する。

【0025】

図 2、図 3 は、既存杭 5 の調査を行う工程を示す図である。図 2（a）は、先端ビット 11 が所定の既存杭 5 に到達した状態を示す図である。削孔ロッド 9 は、図 2（a）に示すように先端ビット 11 が調査対象となる既存杭 5 に到達すると、孔 13 の削孔を停止する。

【0026】

図 2（b）は、孔 13 を用いて調査を行っている状態を示す図である。削孔ロッド 9 による削孔を停止したら、図示しない撤去用部材を地表側から削孔ロッド 9 に挿入して削孔ロッド 9 の詰め物 17（図 1（b））を撤去して、図 2（b）に示すように、孔 13 を用いて調査手段 19 を設置する。

【0027】

図 3（a）は、図 2（b）に示す範囲 C の拡大図である。調査手段 19 は、図 3（a）に示すように、発振器 19a、ロッド 19b、受信器 19c からなる。発振器 19a はロッド 19b の先端に設けられる。発振器 19a は、孔 13 に残置された削孔ロッド 9 内にロッド 19b を挿入することにより、既存杭 5 の表面に押し当てて設置される。受信器 19c は、既存杭 5 の上部付近に設置される。受信器 19c は、例えば、図示しない曲がりボーリング孔を地表から掘削して設置される。

【0028】

図 2（b）に示す工程では、調査手段 19 を設置した後、弾性波計測を行って既存杭 5 の状態を調査する。すなわち、発振器 19a で弾性波を発生させて、既存杭 5 内を伝播した弾性波を受信器 19c で受信する。

【0029】

図 3（b）は、受信器 19c で受信した弾性波の例を示す図である。調査対象の既存杭 5 が健全である場合は、図 3（b）の上側のグラフに示すように、発振器 19a から発振された弾性波の反射波が所定の時間間隔 T1 をおいて受信される。一方、調査対象の既存杭 5 に例えば図 3（a）に示すようなひび割れ 21 が存在する場合は、図 3（b）の下側

10

20

30

40

50

のグラフに示すように、発振器 19 a から発振された弾性波の反射波が、既存杭 5 が健全である場合の時間間隔 T_1 よりも短い時間間隔 T_2 で受信される。なお、ひび割れ 21 までの距離は生じた時間差によって推定される。

【0030】

図 4 は、ひび割れ 21 の補修を行う工程を示す図である。図 4 (a) (b) は地盤改良体 31 を施工している状態を示す図であり、図 4 (c) は地盤改良体 31 の施工を完了した状態を示す図である。図 4 (b) (c) は、図 4 (a) に示す矢印 D-D に沿った断面に対応する。

【0031】

調査手段 19 を用いた調査の結果、既存杭 5 にひび割れ 21 があると判断された場合には、まず、削孔ロッド 9 から図 3 (a) に示す発振器 19 a およびロッド 19 b を撤去して、削孔ロッド 9 を削孔が可能な状態 (図 2 (b)) に戻す。そして、図 4 (b) に示すように、孔 13 から削孔ロッド 9 を所定の距離だけ引き戻し、曲がり方向を変更して既存杭 5 の一方の側を通過するように第 2 の孔 13 a-1 を再削孔する。

【0032】

孔 13 a-1 を所定の位置まで削孔したら、図 2 (b) に示す詰め物 17 を先端ビット 11 から撤去して、削孔ロッド 9 の内部にジェットツール 23 を挿入する。ジェットツール 23 は、ロッド 25、ロッド 25 の先端に設けられたノズル 27 等からなる。

【0033】

その後、削孔ロッド 9 およびジェットツール 23 を引き戻しつつ、ノズル 27 からジェット 29 を噴出する。ジェット 29 は、高圧のセメントミルクである。また、圧縮空気と混合させる場合もある。すると、ジェット 29 によって既存杭 5 の一方の側の地盤 1 が掘削され、高圧のセメントミルクおよび圧縮空気と地盤 1 の土砂とが攪拌されて、地盤改良体 31 が形成される。このとき、ジェット 29 によって既存杭 5 の表面が粗されることにより、既存杭 5 と地盤改良体 31 との付着が良くなる。地盤改良体 31 は、損傷箇所であるひび割れ 21 の位置を含む深さ範囲において既存杭 5 の外周面を覆うように、必要強度に見合う範囲に形成される。

【0034】

次に、削孔ロッド 9 を孔 13 a-1 から所定の距離だけ引き戻し、ジェットツール 23 を一旦撤去して削孔ロッド 9 を削孔が可能な状態 (図 2 (b)) に戻し、図 4 (c) に示すように曲がり方向を変更して既存杭 5 の他方の側を通過するように第 2 の孔 13 a-2 を再削孔する。そして、上記した手順によって既存杭 5 の他方の側にも必要強度に見合う範囲で地盤改良体 31 を形成する。これにより、地盤改良体 31 が、ひび割れ 21 の位置を含む深さ範囲において既存杭 5 の外周面の全体を覆うように形成され、調査対象の既存杭 5 の補強が終了する。なお、補強の終了後、孔 13 または孔 13 a を用いて地盤改良体 31 の強度の確認を行ってもよい。

【0035】

調査対象の既存杭 5 の調査および補強が終了したら、他の既存杭 5 についても順次調査を行い、必要に応じて補強を行う。

【0036】

図 5 は、既存杭 5 および調査のための孔 13 の平面視での配置を示す図である。第 1 の実施形態では、図 5 に示すように、1 ケ所に設置したボーリングマシン 7 から削孔ロッド 9 を発進させて、地盤 1 中で削孔方向を変更することにより複数の既存杭 5 に到達する孔 13 を削孔する。

【0037】

このように、第 1 の実施形態では、削孔ロッド 9 に軸方向に振動を加えつつ、ないしは削孔ロッド 9 の先端ビット 11 に打撃を加えつつ、削孔ロッド 9 の回転と非回転とを制御することにより削孔方向を任意の方向に曲げることができる削孔ロッド 9 を用いることにより、構造物 3 の周囲の地上から削孔ロッド 9 を発進させて、地盤 1 中の既存杭 5 に向けて第 1 の孔 13 を削孔し、孔 13 を用いて既存杭 5 の状態を調査することができる。この

10

20

30

40

50

とき、発振器 19 a を孔 13 に挿入して既存杭 5 の表面に設置し、既存杭 5 の上部付近に受信器 19 c を設置することにより、弾性波を確実に受信して既存杭 5 の状態を確認することができる。

【0038】

また、既存杭 5 の状態を確認した後、削孔ロッド 9 を所定の距離だけ引き戻して既存杭 5 のひび割れ 21 の近傍に誘導して第 2 の孔 13 a を削孔し、孔 13 a を用いて既存杭 5 の補修をすることができる。このとき、孔 13 a にジェットツール 23 を挿入することにより、ひび割れ 21 を覆うように地盤改良体 31 を形成することができる。第 1 の実施形態では、調査の結果に基づいて補強を行うので、調査を行わずに補強する場合と比較して、材料や時間の無駄を省くことができる。

10

【0039】

なお、第 1 の実施形態では、孔 13 に挿入した発振器 19 a と既存杭 5 の上部付近に設置した受信器 19 c とを有する調査手段 19 を用いたが、調査手段はこれに限らない。

【0040】

図 6 は、調査手段 19 の代わりに調査手段 19' を設置した例を示す図である。図 6 (a) は、調査手段 19' を用いて調査を行う工程を示す。図 6 (b) は、図 6 (a) に示す範囲 C' の拡大図である。

【0041】

調査手段 19' は、図 6 (b) に示すように、ロッド 19 b' と、ロッド 19 b' の先端に設けられた発振器 19 a' および受信器 19 c' とからなる。発振器 19 a' および受信器 19 c' は、孔 13 に残置された削孔ロッド 9 内にロッド 19 b' を挿入することにより、既存杭 5 の表面に押し当てて設置される。調査手段 19' は、発振器 19 a' および受信器 19 c' が同一の孔 13 内に設置される点で調査手段 19 と異なる。

20

【0042】

図 6 に示す工程では、孔 13 を用いて調査手段 19' を設置した後、弾性波計測を行って既存杭 5 の状態を調査する。すなわち、発振器 19 a' で弾性波を発生させて、既存杭 5 内を伝播した弾性波の反射波を受信器 19 c' で受信する。

【0043】

同一の孔 13 内に発振器 19 a' および受信器 19 c' を取り付けした調査手段 19' を用いた場合でも、調査手段 19 を用いた場合と同様に、調査対象の既存杭 5 に例えば図 6 (b) に示すようなひび割れ 21 が存在すると、既存杭 5 が健全である場合と比較して、短い時間間隔で反射波が受信される。調査手段 19' は、調査手段 19 よりも設置が容易である。

30

【0044】

次に、第 2 の実施形態について説明する。第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態と異なる点について説明し、同様の点については図等で同じ符号を付すなどして説明を省略する。また、各実施形態で説明する構成は必要に応じて組み合わせることができる。

【0045】

第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態と同様に既存杭 5 の調査および補強を行うが、調査手段 19 のかわりに調査手段 33 を用いる。また、既存杭 5 の下端部が支持層 2 a に貫入されておらず、地盤改良体 31 の形成位置が異なる。

40

【0046】

図 7 は、既存杭 5 の調査を行う工程を示す図である。第 2 の実施形態では、図 7 に示すように先端ビットが所定の既存杭 5 に到達すると、削孔ロッド 9 による削孔を停止し、図示しない撤去用部材を地表側から削孔ロッド 9 に挿入して削孔ロッド 9 の詰め物 17 (図 1 (b)) を撤去して、削孔ロッド 9 に調査手段 33 を設置する。

【0047】

図 8 は、図 7 に示す範囲 E の拡大図である。図 8 に示すように、調査手段 33 は、サンブラ 33 a、ロッド 33 b 等からなる。サンブラ 33 a はロッド 33 b の先端に設けられる。サンブラ 33 a は、孔 13 内に残置された削孔ロッド 9 内にロッド 33 b を挿入する

50

ことにより、既存杭 5 の表面付近に設置される。

【0048】

図 7 に示す工程では、調査手段 33 を設置した後、サンプラ 33 a を用いて既存杭 5 のサンプル 35 を取得して既存杭 5 の状態を確認する。すなわち、サンプル 35 を地上に回収して、各種試験や目視による観察を行い、既存杭 5 の所定の箇所の品質を把握する。

【0049】

図 9 は、既存杭 5 の補強を行う工程を示す図である。図 9 (a) は第 2 の孔 13 b を削孔している状態を示す図である。

【0050】

図 7 に示すように、第 2 の実施形態では、調査の対象となっている既存杭 5 の下端部が地盤 1 の支持層 2 a に貫入されていない。このことは、例えば、支持層 2 a の深さの事前調査から判断される。また、既存杭 5 の下端部に到達する孔 13 を削孔する際に削孔に要する時間やトルク、掘進速度などから判断されることもある。調査手段 33 を用いた調査の結果は正常であるが、既存杭 5 が支持層 2 a に貫入されていないと判断された場合には、まず、削孔ロッド 9 から図 7 に示す調査手段 33 を撤去して、削孔ロッド 9 を削孔が可能な状態 (図 2 (b)) に戻す。そして、図 9 (a) に示すように、孔 13 から削孔ロッド 9 を所定の距離だけ引き戻し、曲がり方向を変更して既存杭 5 と支持層 2 a との間を通過するように第 2 の孔 13 b を再削孔する。

【0051】

図 9 (b) は、地盤改良体 31 を施工している状態を示す図である。孔 13 b を所定の位置まで削孔したら、第 1 の実施形態と同様の手順で削孔ロッド 9 の内部にジェットツール 23 を挿入し、削孔ロッド 9 およびジェットツール 23 を引き戻しつつ、ノズル 27 からジェット 29 を噴出して、地盤改良体 31 を形成する。地盤改良体 31 は、調査対象の既存杭 5 の下端部付近の外周面の全体を覆うとともに、既存杭 5 と支持層 2 a とを連結するように形成される。

【0052】

図 10 は、地盤改良体 31 の施工を完了した状態を示す図である。図 10 は、図 9 (b) に示す矢印 F-F に沿った断面に対応する。図 10 に示す例では、第 2 の孔 13 b を 2 本削孔して、4 つの地盤改良体 31 によって既存杭 5 の外周面の全体を覆っている。地盤改良体 31 による改良は、必要強度に見合う範囲で行う。

【0053】

対象となる既存杭 5 の調査および補強が終了したら、他の既存杭 5 についても順次調査を行い、必要に応じて補強を行う。なお、補強の終了後、孔 13 または孔 13 b を用いて地盤改良体 31 の強度の確認を行ってもよい。

【0054】

このように、第 2 の実施形態においても、削孔ロッド 9 に軸方向に振動を加えつつ、ないしは削孔ロッド 9 の先端ビット 11 に打撃を加えつつ、削孔ロッド 9 の回転と非回転とを制御することにより削孔方向を任意の方向に曲げることができる削孔ロッド 9 を用いることにより、構造物 3 の周囲の地上から削孔ロッド 9 を発進させて、地盤 1 中の既存杭 5 に向けて第 1 の孔 13 を削孔し、孔 13 を用いて既存杭 5 の状態を調査することができる。このとき、サンプラ 33 a を孔 13 に挿入して既存杭 5 の表面からサンプル 35 を取得することにより、既存杭 5 の所定の箇所の品質を把握することができる。

【0055】

また、既存杭 5 の状態を確認した後、削孔ロッド 9 を既存杭 5 と支持層 2 a との間に誘導して第 2 の孔 13 b を削孔し、孔 13 b を用いて既存杭 5 と支持層 2 a とを連結する地盤改良体 31 を形成することができる。これにより、既存杭 5 と支持層 2 a との間地盤 1 の強度を支持層 2 a と同等程度にまで改良して、支持層 2 a に下端部が貫入されていない既存杭 5 の支持力を補強することができる。第 2 の実施形態では、調査の結果に基づいて補強を行うので、調査を行わずに補強する場合と比較して、材料や時間の無駄を省くことができる。

【0056】

次に、第3の実施の形態について説明する。

第3の実施の形態では、図1(a)に示すボーリングマシン7が、図1(b)に示す削孔ロッド9に複数方向の振動を加えるとともに、削孔ロッド9の全体を図1(b)に示す矢印Bに示すように回転させる。ボーリングマシン7は、削孔ロッド9に、例えば、図1(b)に示す矢印Yの方向などに振動成分を加えてもよく、三次元的に振動を付与してもよい。さらに、ボーリングマシン7は、必要に応じて削孔ロッド9を先端ビット11の方向に押し出すことが可能である。

【0057】

削孔ロッド9は、回転と振動とを組み合わせることで直進する。また、削孔ロッド9の回転を停止して非回転状態として複数方向の振動を加えることで、削孔方向決定部材15の方向への削孔が行われ、削孔方向を任意の方向に曲げることができる。なお、振動の加え方と押し出し力を調整することによって、削孔の曲率を調整することもできる。

【0058】

第3の実施形態では、ボーリングマシン7を用いて削孔ロッド9に複数方向の振動を加えつつ削孔ロッド9の回転と非回転とを制御することにより、地盤1上から削孔ロッド9を発進させて、地盤1に第1の孔13や第2の孔13a、13bを削孔する。

【0059】

第3の実施形態においても、第1、第2の実施形態と同様の効果が得られる。加えて、第1、第2の実施形態で削孔ロッド9に加えられる振動や先端ビット11に加えられる打撃は、軸方向への衝撃であるため、ロッドが長い場合には衝撃力が減衰するが、第3の実施形態の削孔ロッド9の振動は、複数方向に加えられ、ロッドが長い場合にも減衰せずに伝播するため、長距離の削孔が可能である。

【0060】

第1、第2の実施形態では、軸方向への振動や打撃で前方の掘削と掘進を行うため、硬さが固い地盤の掘削は困難である。しかし、第3の実施の形態では、削孔ロッド9が、複数方向の振動によって地盤を破壊して削孔し、後方からの軸方向への押し出し力は、削孔にほとんど寄与せずにロッドの前進にのみ利用される。このため、固い地盤やコンクリートなどであっても、振動によって前方の地盤等の削孔が可能である。また、固い地盤と軟らかい地盤との境界部近傍を削孔する際にも、第1、第2の実施形態では、軸方向への振動や打撃で前方への掘進を行うため、ロッド先端が軟らかい地盤側に逃げてしまうが、第3の実施形態では、削孔ロッド9が、複数方向の振動によって前方の地盤を破壊して削孔するため、進行方向がぶれることがない。このように、第3の実施形態によれば、地盤が硬い場合や、地盤の硬さが変化する場合にも、削孔方向がぶれることなく、計画された方向に曲線状に削孔を行うことができる。また、複数方向の振動を付与することで、排泥が促進されるとともに、孔13、13a、13bの孔壁を安定させることができる。

【0061】

なお、既存杭5の調査に用いる調査手段は、上記の各実施形態で用いたものに限らない。例えば、サンプル33aの代わりにコアバーレルを用いてサンプル35を取得してもよいし、サンプルを既存杭5の表面付近の地盤1から取得してもよい。また、孔13にボアホールカメラを挿入して、既存杭5の表面の状態を観察してもよい。

【0062】

さらに、調査手段19を用いる場合、受信器19cの設置位置は既存杭5の上部付近の構造物3の表面に限らない。発振器19aを設置した既存杭5の上部に受信器19cを設置してもよい。

【0063】

既存杭5の損傷箇所を覆うように地盤改良体31を形成する際や、既存杭5と支持層2aとを連結するように地盤改良体31を形成する際の第2の孔の削孔位置は、図4(c)の孔13a、図10の孔13bに示す配置に限らない。第2の孔は、適切な位置に地盤改良体31を形成できるように削孔されればよい。

【0064】

補強の対象となる損傷箇所はひび割れに限らない。本発明の方法は、既存杭が地震で折れている場合や、既存杭が耐震基準を満たしていない場合の補強にも適用することができる。

【0065】

以上、添付図面を参照しながら、本発明に係る好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、本願で開示した技術的思想の範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【符号の説明】

10

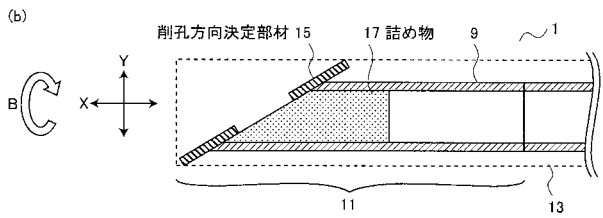
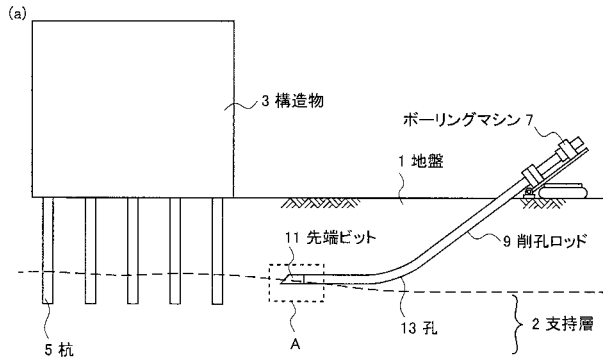
【0066】

- 1 …… 地盤
- 2、2 a …… 支持層
- 3 …… 構造物
- 5 …… 杭
- 7 …… ボーリングマシン
- 9 …… 削孔ロッド
- 11 …… 先端ビット
- 13、13 a、13 a-1、13 a-2、13 b …… 孔
- 15 …… 削孔方向決定部材
- 17 …… 詰め物
- 19、19'、33 …… 調査手段
- 19 a、19 a' …… 発振器
- 19 b、19 b'、33 b …… ロッド
- 19 c、19 c' …… 受信器
- 21 …… ひび割れ
- 23 …… ジェットツールズ
- 25 …… ロッド
- 27 …… ノズル
- 29 …… ジェット
- 31 …… 地盤改良体
- 33 a …… サンプラ
- 35 …… サンプル

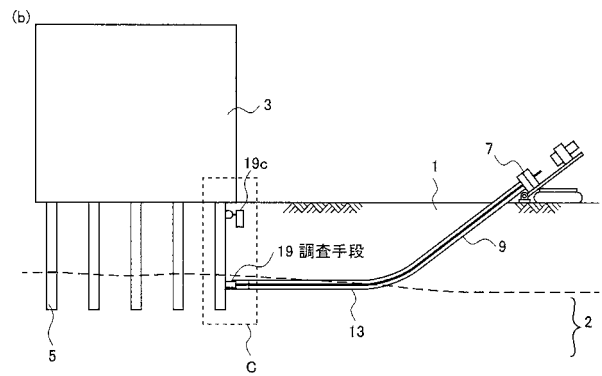
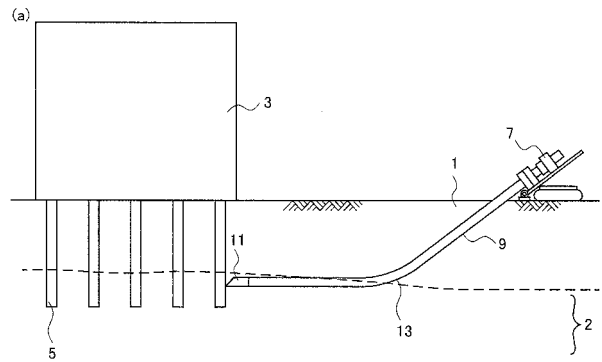
20

30

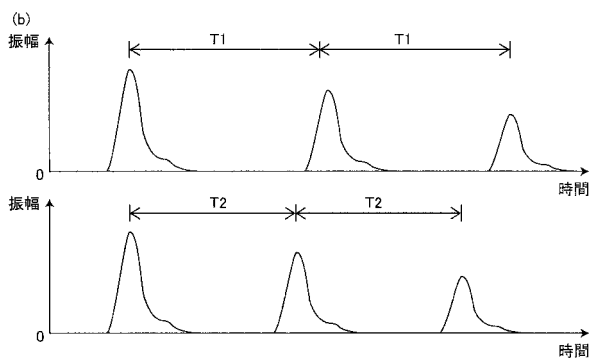
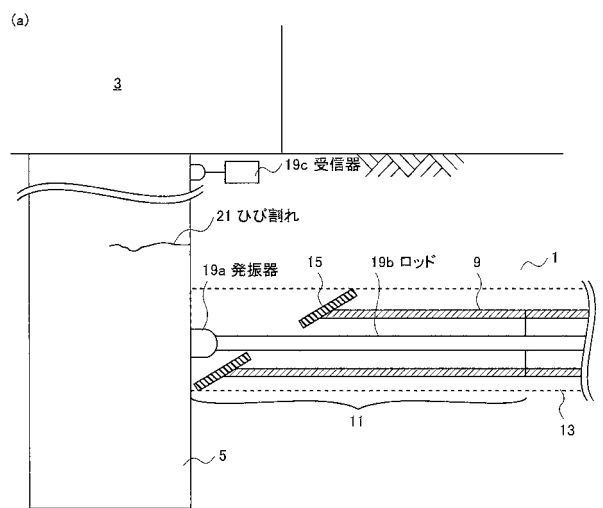
【図 1】



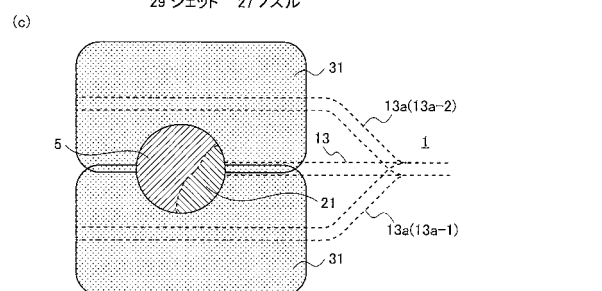
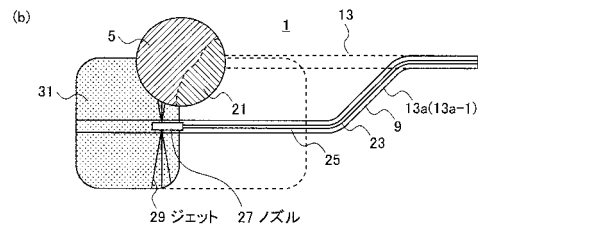
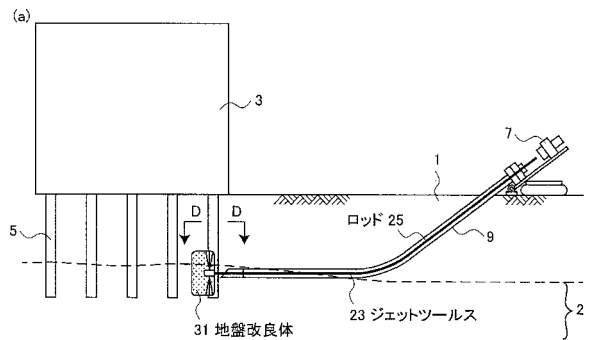
【図 2】



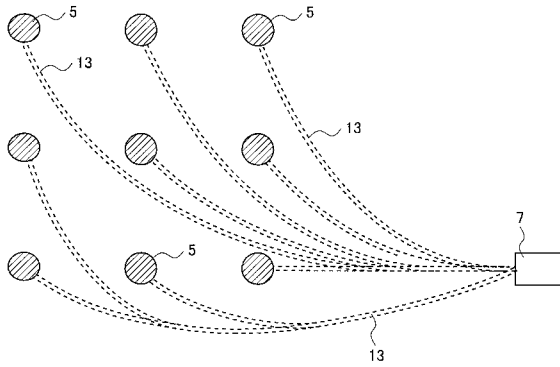
【図 3】



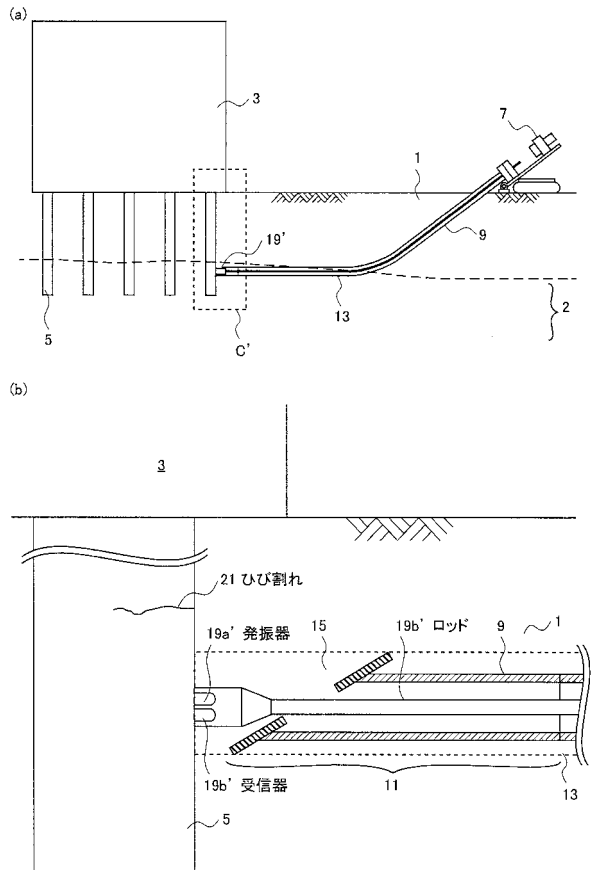
【図 4】



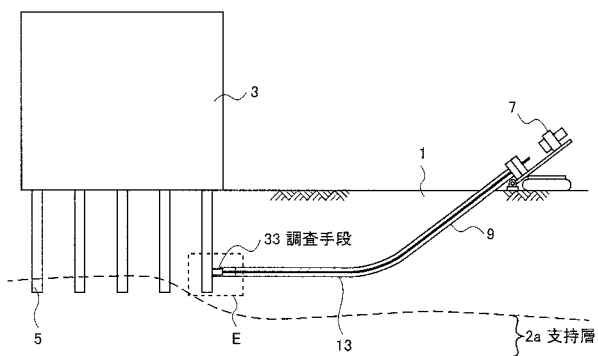
【図 5】



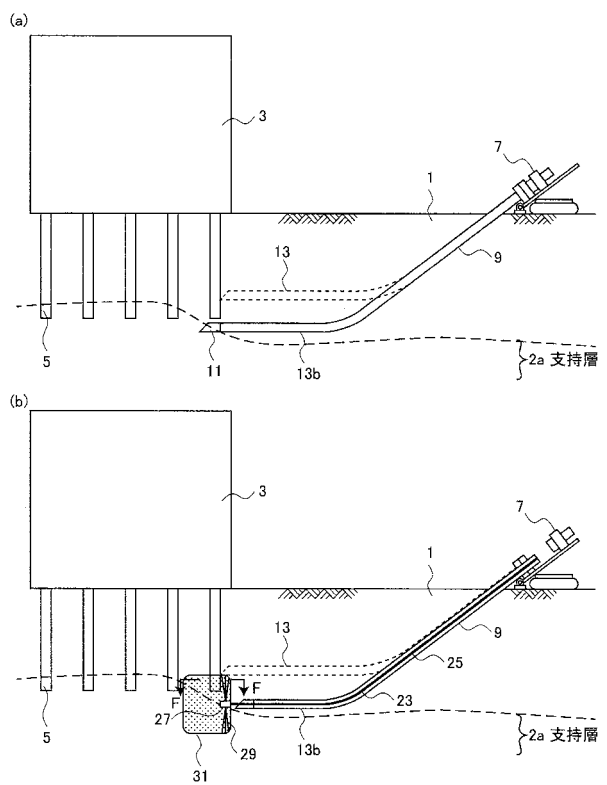
【図 6】



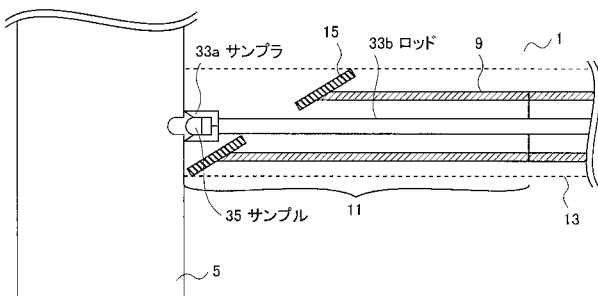
【図 7】



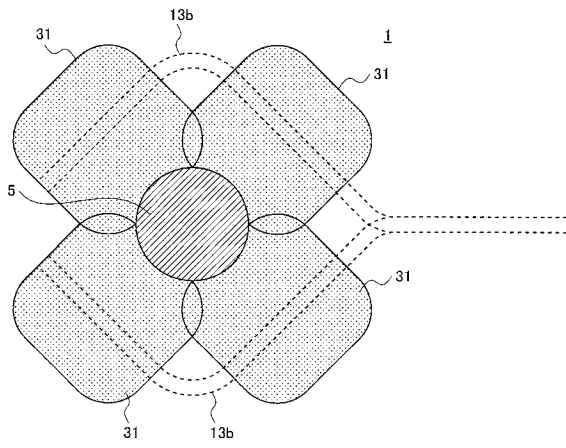
【図 9】



【図 8】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 齋藤 茂
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内
- (72)発明者 条川 政則
東京都港区虎ノ門2丁目2番5号 ケミカルグラウト株式会社内
- (72)発明者 野呂 善孝
東京都港区虎ノ門2丁目2番5号 ケミカルグラウト株式会社内
- Fターム(参考) 2D040 AA01 AB03 BA01 BA02 BB03 CA01 CB03 GA01
2D041 AA02 BA04 BA52 CA01