

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3960372号
(P3960372)

(45) 発行日 平成19年8月15日(2007.8.15)

(24) 登録日 平成19年5月25日(2007.5.25)

(51) Int. Cl.			F I		
EO2D	5/44	(2006.01)	EO2D	5/44	A
EO2D	5/50	(2006.01)	EO2D	5/50	
EO2D	7/00	(2006.01)	EO2D	7/00	Z

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2001-318183 (P2001-318183)	(73) 特許権者	000176512
(22) 出願日	平成13年10月16日(2001.10.16)		三谷セキサン株式会社
(65) 公開番号	特開2003-119775 (P2003-119775A)		福井県福井市豊島1丁目3番1号
(43) 公開日	平成15年4月23日(2003.4.23)	(74) 代理人	100059281
審査請求日	平成16年10月12日(2004.10.12)		弁理士 鈴木 正次
		(74) 代理人	100108947
			弁理士 涌井 謙一
		(74) 代理人	100117086
			弁理士 山本 典弘
		(72) 発明者	加藤 洋一
			東京都台東区柳橋2-19-6 三谷セキサン株式会社内
		審査官	高橋 三成

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基礎杭構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸部の底部に、支持層への根入り部となり得る根固め部を有する杭穴内にセメントミルク等の硬化性材料を充填し、該杭穴内に、既製杭を設置した基礎杭構造において、前記根固め部の上方で、地盤強度又は層厚が基準を満たさず支持層とはならない層に、1又は複数の中間拡径部を形成し、該中間拡径部内にもセメントミルク等の硬化性材料を充填し、前記既製杭を設置してなり、前記既製杭は、外周に複数の突起を形成し、前記中間拡径部に前記突起が位置するように、かつ前記突起は、鉛直荷重に対して該突起の下面で抵抗力Pが作用し、引抜力に対して該突起の上面で抵抗力Qが作用するように構成して、

前記中間拡径部に充填する硬化性材料の強度を、前記根固め部に充填する硬化性材料の固化強度以下で、前記杭穴の軸部に充填する硬化性材料の固化強度以上として構成して、前記既製杭を埋設したことを特徴とする基礎杭構造。

【請求項2】

中間拡径部の高さ範囲は、突起付き既製杭の1又は複数の突起を包含するような高さ範囲で、形成したことを特徴とする請求項1記載の基礎杭構造。

【請求項3】

突起付き既製杭の突起部を、杭穴の中間拡径部の直上又は直下の該中間拡径部の範囲外に位置させたことを特徴とする請求項1記載の基礎杭構造。

【発明の詳細な説明】

10

20

【 0 0 0 1 】

【 発明の属する技術分野 】

この発明は、根固め部をストレート状とし、あるいは拡底部とした杭穴内に、セメントミルクなどの硬化性材料を充填して、既製杭を埋設する基礎杭構造に関する。

【 0 0 0 2 】

【 従来技術 】

従来、既製杭を埋設する方法として、杭穴軸部の底に拡底部を形成し、該拡底部内に根固液としてのセメントミルクを、杭穴軸部内に杭周固定液としてのセメントミルクを充填し、その後既製杭を埋設し、該既製杭の先端部が拡底部内に位置するように設置するプレボーリング拡大根固め工法が用いられている。

10

【 0 0 0 3 】

また、ストレート状の杭穴の下端に根固液としてのセメントミルクを、その上部に杭周固定液としてのセメントミルクを充填し、その後既製杭を埋設し、該既製杭の先端部が根固部内に位置するように設置するプレボーリング根固め工法も知られている。

【 0 0 0 4 】

前者の工法は、支持層となり得る層に拡底部を形成し、該拡底部内に根固液を充填し、既製杭の先端を拡底部内に位置させることによって、上部構造物等による荷重応力を拡底部に伝達させ、高支持力を得られるものである。

【 0 0 0 5 】

後者の工法も同様に、支持層となり得る層までストレート状に掘削して杭穴を形成し、該杭穴の下端部に根固液を充填し、既製杭の先端を根固部内に位置させることによって、上部構造物による荷重応力を根固部に伝達させ、支持力を得るものである。

20

【 0 0 0 6 】

前記支持層となり得るためには、所定の地盤強度（例えばN値50以上）を持ち、杭の先端から一定の長さ根入れでき、かつ杭先端の下方にも数メートル十分な地盤強度を有するような層厚がなければならない。

【 0 0 0 7 】

そのため、例えば地盤強度は基準値を超えていても、層厚が薄いため、支持層として採用できない地層があった場合は、通常の杭穴掘削として掘削され、杭周面摩擦力として寄与するものの、比較的大きな支持力化や耐引抜力化としては不十分であった。

30

【 0 0 0 8 】

【 発明が解決しようとする課題 】

前記のような、地盤強度は基準値を超えていても層厚が薄い場合や、支持層となり得る地盤強度が不足しているが、層厚は所定の厚さがある場合には、これらの層を有効に活用できなかった。

【 0 0 0 9 】

本発明では、支持層とはなり得ない層の杭穴軸部を拡大掘削して中間拡径部を形成し、該中間拡径部にもセメントミルク等の硬化性材料を充填することによって、根固め部（支持層への根入れ部）における先端支持力、また杭全長の杭周面摩擦力に加えて中間拡径部における中間支持力を得られるものである。

40

【 0 0 1 0 】

【 課題を解決するための手段 】

然るにこの発明では、杭穴に中間拡径部を形成して、硬化性材料を充填して基礎杭を埋設したので、前記問題点を解決した。

【 0 0 1 1 】

(1) 即ちこの発明は、軸部の底部に、支持層への根入り部となり得る根固め部を有する杭穴内にセメントミルク等の硬化性材料を充填し、該杭穴内に、既製杭を設置した基礎杭構造において、前記根固め部の上方で、地盤強度又は層厚が基準を満たさず支持層とはならない層に、1又は複数の中間拡径部を形成し、該中間拡径部内にもセメントミルク等の硬化性材料を充填し、前記既製杭を設置してなり、前記既製杭は、外周に複数の突起を形成

50

し、前記中間拡径部に前記突起が位置するように、かつ前記突起は、鉛直荷重に対して該突起の下面で抵抗力Pが作用し、引抜力に対して該突起の上面で抵抗力Qが作用するように構成して、前記中間拡径部に充填する硬化性材料の強度を、前記根固め部に充填する硬化性材料の固化強度以下で、前記杭穴の軸部に充填する硬化性材料の固化強度以上として構成して、前記既製杭を埋設したことを特徴とする基礎杭構造である。

【0012】

また、前記において、中間拡径部の高さ範囲は、突起付き既製杭の1又は複数の突起を包含するような高さ範囲で、形成したことを特徴とする基礎杭構造である。

【0013】

また、突起付き既製杭の突起部を、杭穴の中間拡径部の直上又は直下の該中間拡径部の範囲外に位置させたことを特徴とする基礎杭構造である。

10

【0014】

(2) 前記における硬化性材料とは、セメントミルクまたはこれと同等の水硬性材料、あるいはこれらと掘削土とを攪拌混合したいわゆるソイルセメントをも含めた材料である。この硬化性材料の強度は、周辺地盤強度と同等又はそれ以上の固化強度を有する材料を採用する。

【0015】

また、前記における既製杭は、構成する基礎杭構造の深さに応じて、単独の既製杭から構成する場合、複数(通常2本)本の既製杭を接合して使用することもできる。この場合、使用する既製杭は、一般的には、杭穴との間隙の硬化性材料との付着を考慮し、コンクリート系の材料からなる構造とすることが望ましいが、鋼管杭あるいは、これらを合わせた構造とすることもできる。

20

【0016】

また、既製杭の構造は、いわゆる節杭のように外面に円環状の突起を形成した構造の既製杭を採用する。また、複数の既製杭を使用する場合、各構成する既製杭を同一の構造とするか異なる構造とするかは求める基礎杭構造に応じて適宜選択できる。

【0017】

また、突起付きの既製杭を使用した場合、突起の形状は、円環状に限らず、環状突起の一部を切り欠いた形状、独立した突起(例えば、いぼ状、板状、帯状等)であっても、突起による支圧力が発現できる強度の材料・形状であれば、可能である。また、独立した突起を使用した場合の突起の配置も自由であり、例えば、整列配置、散点状配置、螺旋状に沿った配置などが可能である。また、上部、中間部、下部で所定長さに亘って他の位置より軸径を大きく形成して突起とすることもできる。

30

【0018】

また、前記において、中間拡径部に充填する硬化性材料の強度を、杭穴の根固め部に充填する硬化性材料の固化強度以下で、杭穴の軸部に充填する硬化性材料の固化強度以上としたので、地盤性状に応じて、経済的面を含めて、効率良い支持力の増強を図れる。中間拡径部に充填する硬化性材料の固化強度を、杭穴軸部の杭周部に充填する硬化性材料の固化強度未満とした場合、中間拡径部が杭周部の強度より弱い場合、中間拡径部に応力が集中した際に、地盤からの抵抗力によって杭周部が損傷するよりも先に中間拡径部が破壊されるおそれがある。また、根固め部に充填する硬化性材料の固化強度より強い強度とした場合、逆に根固め部が先に破壊されるおそれがあり、材料費や作業の繁雑さを考慮すると根固め部よりも強度の強い中間拡径部は無駄となる。

40

【0019】

【発明の実施の形態】

(1) この発明は、杭穴17の軸部18に中間拡径部20を形成して、杭穴17の底部に根固め部23を形成して杭穴17を掘削する。杭穴17内に、セメントミルクを注入した後、あるいは杭穴17内にセメントミルクを注入しながら、既製杭13を埋設して、セメントミルクが固化発現後、この発明の基礎杭構造30を構成する(図2(a))。従って、この発明では、杭穴17内で、既製杭13との間隙で固化したセメントミルクと既製杭1

50

3 とが一体となって、杭穴 17 の形状で、支持力を発揮できる。

【 0 0 2 0 】

(2) 地盤の支持層に対応する位置の杭穴 17 を根固め部 23 とし、中間支持層 28 の位置に対応させて、中間拡径部 20 を形成すれば、効率的に支持力を増強できる (図 1、図 2)。

【 0 0 2 1 】

(3) 例えば、中間層に支持層となるべき層厚はないが、例えば N 値 50 以上の地盤強度を持ち合わせていた場合、その地層の深さに対応して、杭穴の中間拡径部 20 を形成する。この場合、中間拡径部 20 のソイルセメント層の強度と組み合わせることによって、中間拡径部 20 から周辺地盤への支圧力がさらに向上し、この中間拡径部 20 における中間支持力と拡底部 23 の先端支持力によって、基礎杭構造 30 としての支持力が増大する。

10

また、支持地盤としての層厚はあるが、地盤強度が基準値を満たさない地層があった場合にも、前記した中間拡径部 20 のソイルセメント層の強度と組み合わせることによって、中間拡径部 20 による周辺地盤への摩擦力が発生し、この中間支持力と拡底部 23 の先端支持力によって基礎杭構造 30 としての支持力が増大する。

【 0 0 2 2 】

(4) 基礎杭構造 30 では、杭穴 17 の根固め部を拡底部 23 とし、既製杭 13 をストレート状の構造を採用した場合、鉛直荷重に対しては、既製杭 13 の下面 16 から斜め下方にむけて拡がるように支圧力が伝搬すると共に、杭穴 17 の拡底部 23 の底 24、中間拡径部 20 の下面 22 でも同様に斜め下方に向けて拡がるように支圧力が伝搬する。従って、既製杭 13 の下面 16、拡底部 23 の下面 24、中間拡径部 20 の下面 22 で鉛直荷重に対する抵抗力 P、P が作用するので、総体として鉛直支持力を強化できる (図 10 (a))。

20

また、引抜力に対しては、杭周面の摩擦力だけでなく、拡底部 23 の上面 25、中間拡径部 22 の上面 21 で、斜め上方に向けて拡がるように支圧力が伝搬する。従って、拡底部 23 の上面 25、中間拡径部 20 の上面 21 で、引抜力に対する抵抗力 Q、Q が作用するので、総体として大きな引抜力に抵抗できる (図 10 (a))。

【 0 0 2 3 】

(5) 基礎杭構造 30 では、杭穴 17 の根固め部 23 を拡底部とし、既製杭 13 を外周に節部 (環状突起) 32 を有する構造を採用した場合、ストレート状の既製杭 13 の場合の作用に加えて、鉛直荷重に対しては節部 32 の下面 34 で抵抗力 P、P が、引抜力に対しては節部 32 の上面 33、33 で、抵抗力 Q、Q が夫々作用して、ストレート状の既製杭 13 に比較してより大きな鉛直支持力、引抜抵抗力を得ることができる (図 10 (b) (c))。

30

外周に突起部を形成した既製杭を使用し、中間拡径部に突起部を位置させるに際し、各突起によるせん断支圧が互いに重ならないで十分発現できるような突起間隔を持つように既製杭を形成することが望ましい。また、必要耐力を満たす固化強度のソイルセメント層の形成された (ソイルセメント層の厚さ、幅が所要寸法で、セメントミルク濃度も所望の値で充填されている) 中間拡径部に突起部を配置することにより、突起部によるせん断力を最大限に有効活用することができ、安定した高支持力が得られる。中間拡径部の拡径寸法を増減することによって、中間支持力を増減することも可能である。

40

即ち、従来のように、単に既製杭の表面に突起などを設け、杭の表面積を増加させ、あるいは表面の摩擦係数を増加させて、杭周面での摩擦力を増加させる手法ではなく、基礎杭の中間部で積極的に支持力を発現させるべく、所要支持力に適合して杭穴に中間拡径部を設けると共に適切な構造の既製杭を組み合わせ、基礎杭を採用したことにある。

【 0 0 2 4 】

(6) 前記における杭穴の根固め部は、通常は、杭穴軸部に充填するセメントミルクより、固化強度が高いセメントミルクを充填して構成し、及び / または、杭穴底部を拡径して、拡大根固め部を形成することもできる。

【 0 0 2 5 】

50

(7) 前記における中間拡径部は、1つあるいは2つ以上形成することができる。複数の中間拡径部を設けた場合、中間拡径部の外径は同一とすることもでき(図2(b)、図4(b)等)それぞれ異なる寸法とすることもできる。

【0026】

例えば、杭穴17の軸部18の径 D_0 、根固め部23の径 D_1 、中間拡径部20a、20bの径を上から径 D_{2-1} 、 D_{2-2} 、とする。また、

$$D_0 < D_1, D_{2-1} < D_{2-2},$$

とする構造(図9(a))、また、最上の中間拡径部20aから拡底部23へと下方に向けて徐々に大径となるように、

$$D_0 < D_{2-1} < D_{2-2} < D_1,$$

とする構造(図9(b))、また、逆に最上の中間拡径部20aを最大径として拡径部23へと下方に向けて徐々に小径となるように、

$$D_0 < D_1 < D_{2-2} < D_{2-1},$$

とする構造(図9(c))等とすることができる。

【0027】

このように、杭穴の長さ方向で中間拡径部及び/又は拡底部の径を変化させることによって、過剰な鉛直荷重や引抜力が作用した際に、ある箇所の中間拡径部が損傷した場合であっても、他の箇所の中間拡径部でカバーさせることができる。とりわけ、地盤強度が強い層に大きい径の中間拡径部及び/又は拡底部を設ければ、この中間拡径部及び/又は拡底部が地盤への抵抗体として高い効果を発揮する。

【0028】

(8) この発明の実施に使用する掘削ロッド1の掘削ヘッド2の構成は任意であるが、中間拡径部20を形成できるような掘削径を可変とすることができる構造とすることが望ましい。例えば、拡開できる拡大掘削用の掘削刃を設ける構造(図1(a)(b))、揺動する掘削アーム6、6を一側と他側の揺動方向で掘削径を変更できる構造(図3(a)(b))等を使用することができる。その他、数段階に拡開が可能な油圧を使用した掘削ヘッドを用いたり、ジェット噴射機能を有する掘削ヘッドによってジェット圧を調節して寸法の異なる掘削ヘッドを有する掘削ロッドを使用することができる(図示していない)。

【0029】

また、本発明では、プレボーリング工法だけでなく、杭中空部内に、先端に掘削ヘッドを有する掘削ロッドを挿通させて、掘削と同時に既製杭を埋設する中掘工法であっても同様に適用できる。

【0030】

【実施例1】

図1、図2に基づき、この発明の実施例を説明する。

【0031】

(1) この発明の実施に使用する掘削ロッド1は、先端に掘削ヘッド2を有し、中間部には、所定間隔毎に練付ドラム10、10、攪拌バー11、11を有し、掘削土を破碎攪拌して、杭穴壁に練付られる構成となっている。掘削ヘッド2には種々なものがあるが、本実施例では、螺旋状に形成されたヘッド本体3に、水平方向に開く拡大翼4、4が取付けられた構造の掘削ヘッド2を用いる。掘削ヘッド2は、掘削ロッド1の逆回転時に拡大翼4、4が拡開し、通常時の杭穴掘削に比べて大きな杭穴17を形成することができるようになっている(図1(a)(b))。

【0032】

(2) この施工地盤26では、深度25m以降に支持層27となるべき地盤が続いているものとし、地上から25m~27mまで拡底部23を形成して、既製杭13の先端を26mに位置させる。また、深度19m~22mに中間支持層28が続いているものとし、深度20m~21mに中間拡径部20を形成するように杭穴17を構築する。

【0033】

(3) 従って、本実施例で使用する既製杭13は、

10

20

30

40

50

下杭 14 : P H C 杭 A 種 外径 6 0 0 m m

杭長 1 4 m の中空円筒杭

上杭 15 : P R C 杭 B 種 外径 6 0 0 m m

杭長 1 0 m の中空円筒杭

とし、下杭 14 と上杭 15 を溶接又は無溶接（上下杭の端板外周に、リングを複数個に分割した接続プレートを嵌合し、該プレート外面から端板にボルト締めを行う等）にて連結して使用する（図 2（a））。

【 0 0 3 4 】

(4) このようにして構成された掘削ロッド 1 を、杭打ち機のオーガーに取り付けると共に、杭打ち機を杭芯位置（杭穴掘削位置）に移動し、掘削ヘッド 2 を杭芯にセットし、掘削を開始する。まず、掘削ロッド 1 を正回転させて、掘削ヘッド 2 で水等を吐出しながら掘削し、掘削によって生じる掘削土を攪拌バー 11、11 で破碎して、練付けドラム 10、10 で杭穴壁に練付けながら杭穴軸部 18 を形成する。杭穴軸部 18 は、既製杭 13 の外径よりも若干大径の径 D_0 （例えば 630 mm 程度）で形成する（図 1（a））。

10

【 0 0 3 5 】

(5) 深度 20 m 付近まで杭穴軸部 18 を形成した後、掘削ロッド 1 を逆回転して掘削ヘッド 2 の拡大翼 4、4 を拡開させ、中間拡径部 20、20 を形成する。中間拡径部は、例えば径 D_2 （ $D_2 = 800$ mm 程度）とし、深度 21 m まで、深さ L_2 （ $L_2 = 1$ m 程度）形成する（図 1（b））。

【 0 0 3 6 】

(6) 中間拡径部 20 を形成した後、掘削ロッド 1 を正回転に戻し、再び深度 25 m まで杭穴軸部 18 を形成する（図 1（c））。

20

【 0 0 3 7 】

(7) 深度 25 m に到達した後、掘削ロッド 1 を逆回転させて支持層 27 内に拡底部（根固め部）23 を形成する。拡底部 23 の形状は、例えば外径 D_1 （ $D_1 = 800$ mm）、拡底部長 L_1 （ $L_1 = 2$ m）とする（図 1（d））。

【 0 0 3 8 】

(8) 拡底部 23 を形成した後、掘削ヘッド 2 先端から吐出していた水をセメントミルクに切替え、拡底部 23 内に根固液（固化強度 30 N / m m² 程度）を注入して拡底部 23 内の掘削土と攪拌・混合し、ソイルセメント層（固化強度 30 N / m m² 以上）を形成する

30

。その後、掘削ロッド 1 を正回転に戻し、杭穴軸部 18 内に杭周固定液（固化強度 20 N / m m² 程度）を注入して杭穴軸部内の掘削土（泥土を含む）と攪拌・混合し、ソイルセメント層（固化強度 0.5 N / m m² 以上）を形成する。

前記杭周固定液を深度 20 m ~ 21 m の中間拡径部 20 にも注入して、前記同様にソイルセメント層（固化強度 0.5 N / m m² 以上）を形成する（図 1（e））。

ここでは杭穴軸部 18 と中間拡径部 20 とに注入するセメントミルクの強度と同等したが、地上構造物の荷重、使用する既製杭 13 の種類、地盤性状（地質、N 値等）などによっては、中間拡径部 20 に注入するセメントミルクの強度を杭穴軸部 18 のものより大きくすることもできる。例えば根固液に用いるセメントミルクと同等とすることもできる。これによって、中間拡径部 20 のソイルセメント層の強度が向上し、中間拡径部 20 から周辺地盤への鉛直荷重による支圧力、及び引抜力による支圧力を増加させることができる。

40

【 0 0 3 9 】

(9) 地上付近までソイルセメント層を形成した後、杭穴 17 内から掘削ロッド 1 を引抜き、杭打ち機から掘削ロッドを取り外す。杭打ち機のオーガーの掘削ロッドを杭保持キャップと取替えて、杭保持キャップに下杭を把持させて、沈設を開始する（図 1（f））。既製杭 13 の埋設に際し、下杭 14 を杭頭部から 1 m 程度残して沈設した状態で沈設作業を一旦停止し、下杭 14 の杭頭部を杭穴 17 の開口部付近で支持する。オーガーから下杭 14 を外し、オーガーに上杭 15 を取り付けると共に、下杭 14 の上部に上杭 15 を連結し

50

、連結した上杭 1 5 及び下杭 1 4 の沈設を再び進行する。杭穴 1 7 の拡底部 2 3 の底（最下端）2 4 から約 1 m 上方に下杭 1 4 の杭先端部が位置するように下杭 1 4 を設置し、既製杭 1 3（上杭 1 4、下杭 1 5）の埋設が完了する（図 1（g））。以上のようにして、セメントミルクが固化発現後に、この発明の基礎杭構造 3 0 を構成する（図 1（g））。

【 0 0 4 0 】

(10)他の実施例前記実施例において、中間拡径部 2 0 は、1 箇所だけ形成したが、2 箇所に形成することもできる（図 2（b））。この場合、周辺地盤に比べて、比較的、地盤強度が高い、深さ位置に形成すれば、より効率的に支持力を高められるので、望ましいが、地盤強度に拘わらず、適宜位置に中間拡径部 2 0、2 0 を形成しても支持力等を高めることができる。

【 0 0 4 1 】

【実施例 2】

図 3、4 に基づき、この発明の他の実施例を説明する。

【 0 0 4 2 】

(1) この発明の実施に使用する掘削ロッド 1 は、先端に掘削ヘッド 2 を有し、中間部には、所定間隔毎に練付ドラム 1 0、1 0 及び攪拌バー 1 1、1 1 を有し、掘削土を破碎攪拌して、杭穴壁に練付られる構成となっている。掘削ヘッド 2 として本実施例では、先端に固定刃を有するヘッド本体 3 の両面に、2 本の掘削アーム 6、6 を揺動自在に取り付けてなる掘削ヘッド 2 を用いる。掘削ヘッド 2 はヘッド本体 3 にストッパーが固着されており、掘削ロッド 1 を正回転させたとき、掘削アーム 6、6 が一側に杭穴軸部 1 8 の径 D_0 に対応して小さく揺動し、掘削ロッド 1 を逆回転させたときは、掘削アーム 6、6 が他側に中間拡径部 2 0（拡底部 2 3）の径 D_1 、 D_2 に対応して大きく揺動でき、掘削アーム 6、6 の拡開度が替えられるようになっている（図 3（a）（b））。

【 0 0 4 3 】

(2) この施工地盤 2 6 では、深度 2 5 m 以降に支持層 2 7 となるべき地盤が続いているものとし、2 5 ~ 2 7 . 5 m まで拡底部 2 3 を形成して、既製杭 1 3 の底面（先端）1 6 を、深さ 2 7 m に位置させる。また、深度 1 9 m ~ 2 3 m に中間支持層 2 8 が続いているものとし、深度 2 0 m ~ 2 2 m に、中間拡底部 2 0 を形成するように杭穴 1 7 を構築する。

【 0 0 4 4 】

(3) 本実施例で使用する既製杭 1 3 は、

下杭 1 4 : 節杭 A 種

軸部径 6 0 0 m m

節部径 7 5 0 m m

杭長 1 4 m の中空杭

先端から 5 0 c m の位置に第 1 の節部、

以後 1 m 間隔で第 2、第 3 の節部を有する

上杭 1 5 : S C 杭（外殻鋼管付きコンクリート杭）

外径 6 0 0 m m

杭長 1 0 m の中空円筒杭

とし、下杭 1 4 と上杭 1 5 を溶接又は無溶接（例えば、実施例 1 と同様の接合構造）にて連結して使用する（図 4（a））。

【 0 0 4 5 】

(4) このようにして構成された掘削ロッド 1 を、杭打ち機のオーガーに取り付けると共に、杭打機を杭芯位置（杭穴掘削位置）に移動し、掘削ヘッド 2 を杭芯にセットし、掘削を開始する。まず、掘削ロッド 1 を正回転させて、掘削アーム 6、6 を通常掘削状態に一側に揺動させ、掘削ヘッド 2 の先端から水等を吐出しながら掘削し、掘削によって生じる掘削土を攪拌バー 1 1、1 1 で破碎して練付けドラム 1 0、1 0 で杭穴壁に練付けながら杭穴軸部 1 8 を形成する。杭穴軸部 1 8 は、節杭（既製杭）の節部 3 2 の外径（7 5 0 m m）よりも若干大径の径 D_0 （ $D_0 = 7 8 0 m m$ 程度）で形成する（図 3（a））。

【 0 0 4 6 】

10

20

30

40

50

(5) 深度 20 m 付近まで杭穴軸部 18 を形成した後、掘削ロッド 1 を逆回転して掘削ヘッド 2 の掘削アーム 6、6 を拡大掘削状態に揺動拡開させ、中間拡径部 20 を形成する。中間拡径部 20 は、外径 D_2 ($D_2 = 1100 \text{ mm}$) で深さ L_2 ($L_2 = 2 \text{ m}$) の範囲で形成する (図 3 (b))。

【0047】

(6) 中間拡径部 20 を形成した後、掘削ロッド 1 を正回転に戻し、再び深度 25 m まで杭穴軸部 18 を形成する (図 1 (c))。

【0048】

(7) 深度 25 m に到達した後、掘削ロッド 1 を逆回転させて支持層 27 内に拡底部 23 を形成する。拡底部 23 の形状は、外径 D_1 ($D_1 = 1100 \text{ mm}$)、深さ L_1 ($L_1 = 2.5 \text{ m}$) とする (図 3 (d))。

10

【0049】

(8) 拡底部 23 を形成した後、掘削ヘッド 1 の先端から吐出していた水をセメントミルクに切替え、拡底部 23 内に根固液 (固化強度 20 N/mm^2 程度) を注入して拡底部 23 内の掘削土と攪拌・混合し、ソイルセメント層 (固化強度 20 N/mm^2 以上) を形成する。

その後、掘削ロッド 1 を正回転に戻し、杭穴軸部 18 内に杭周固定液 (固化強度 20 N/mm^2 程度) を注入して杭穴軸部 18 内の掘削土 (泥土を含む) と攪拌・混合し、ソイルセメント層 (固化強度 1.0 N/mm^2 以上) を形成する。

杭周固定液を深度 20 m ~ 22 m の中間拡径部 20 にも注入して、同様にソイルセメント層 (固化強度 1.0 N/mm^2 以上) を形成する (図 3 (e))。

20

杭穴拡大部に注入するセメントミルクの強度は、上記のようにすることが望ましいが、実施例 1 と同様に適宜可変することもできる。

【0050】

(9) 地上付近までソイルセメント層を形成した後、杭穴 17 内から掘削ロッド 1 を引抜き、杭打ち機から掘削ロッド 1 を取り外す。杭打ち機のオーガーの掘削ロッドを杭保持キャップと取替えて、杭保持キャップに下杭 (節杭) 14 を把持させて、沈設を開始する (図 3 (f))。下杭 14 を杭頭部から 1 m 程度残して沈設した状態で沈設作業を一旦停止し、下杭 14 を杭穴 17 の開口部付近で支持する。オーガーを下杭 14 から外し、オーガーに上杭 15 を取り付けると共に、下杭 14 の上部に上杭 15 を連結し、連結した上杭 15 及び下杭 14 の沈設を再び進行する。杭穴 17 の拡底部 23 の底 (最下端) 24 から約 50 cm 上方に下杭 14 の底 (先端) 16 が位置するように下杭 14 を設置し、埋設が完了する (図 3 (g))。以上のようにして、セメントミルクが固化発現後に、この発明の基礎杭構造 30 を構成する (図 3 (g))。

30

【0051】

(10) また、上記のように、杭穴 17 内に既製杭 13 を埋設した状態で、拡底部 23 内に下杭 (節杭) 14 の節部 32、32 が配置され、また、既製杭 13 の下面 16 と拡底部 23 の底 24 との間、および拡底部 23 内に位置する最上の節部 32 と拡底部 23 の上面の間、に夫々間隙が形成され、セメントミルクが充填される。また、セメントミルクが充填された中間拡径部 20 内にも下杭 14 の節部 32、32 が位置する。

40

従って、杭穴拡底部 23 内で、既製杭 13 の下面 16 からの支圧力だけでなく、節部 32 下面からの斜め下方に向けた支圧力、および節部 32 上面からの斜め上方に向けた支圧力などの伝搬も得られる。よって、支圧力の伝播範囲が拡底部 23 内に拡がるため、既製杭 13 の下端部での鉛直及び引抜方向の支持力・抵抗力が大幅に向上する。

更に、中間拡径部 20 にも下杭 14 の節部 32、32 が配置されるため、前記拡底部 23 内における作用と同様に節部 32 からの支圧力が得られ、拡底部 23 の既製杭 13 の先端支持力と相俟って基礎杭構造 30 全体としてさらに大きな支持力を得ることができる。

【0052】

(11) 他の実施例前記実施例において、中間拡径部 20 を杭穴 17 の中間部より下方に 1 箇所のみ設けたが、杭穴軸部 18 であればいずれの場所でも可能である。また中間拡径部 2

50

0 は、2つなど複数箇所設けることも可能である（図4（b））。

【0053】

また、前記実施例では中間拡径部を形成するにあたって、杭の突起部（ここでは節部）を包含する形状・寸法に構築したが、突起部を外して杭軸部が位置する杭穴に杭穴拡大部を形成することもできる。例えば、突起部が中間拡径部の直上又は直下に位置させれば、突起部を外して杭穴拡大部を形成した場合でも、上下の突起部間に杭穴拡大部が設けられているため、鉛直荷重に対しては、上側の突起部の下面から杭穴拡大部に支圧力が伝播し、引抜力に対しては下側の突起部の上面から杭穴拡大部に支圧力が伝播し、中間支持力として十分に機能させることができる（図4（b））。また、節部32、32が中間拡径部20の直上又は直下に位置させることが望ましいが、他の位置でも可能である（図示していない）。

10

【0054】

前記実施例における既製杭の突起部の形状は、支圧力の伝搬を考慮すれば、円環状とすることが望ましいが、その形状は任意である。

【0055】

【実施例3】

図5、図6に基づき、この発明の他の実施例を説明する。この実施例では、拡底部を有しないストレート状（杭穴軸部のみ）の杭穴において、既製杭の支持層への根入れ部分よりも上方の杭穴に中間拡径部を形成した基礎杭構造である。

【0056】

(1) この発明の実施に使用する掘削ロッド1は、前記実施例1と同様である。

20

【0057】

(2) この施工地盤26では、例えば深度25m以降に支持層となるべき地盤が続いている場合、27mまでを根固部とし、杭先端を26mに位置させる。また、杭穴の20m～21mに中間拡径部を形成する。

【0058】

(3) 本実施例で使用する既製杭13は、実施例1と同様とする。

【0059】

(4) 実施例1と同様に、掘削ロッド1を、杭打ち機のオーガーに取り付けると共に、杭打機を杭芯位置（杭穴掘削位置）に移動し、掘削ヘッド2を杭芯にセットし、掘削を開始する。まず、掘削ロッド1を正回転させて、掘削ヘッド2で水等を吐出しながら掘削し、掘削によって生じる掘削土を攪拌バー11、11で破碎し、練付けドラム20、20で杭穴壁に練付けながら杭穴軸部18を形成する。杭穴軸部18の径 D_0 は、杭外径よりも若干大径に（例えば630mm程度）形成する（図5（a））。

30

【0060】

(5) 深度20m付近までストレート状の杭穴17の軸部18を形成した後、掘削ロッド1を逆回転して掘削ヘッド1の拡大翼6、6を拡開させ、中間拡径部20を形成する。中間拡径部20の径 D_2 は、例えば800mm程度とし、深度21mまで形成する（図5（b））。

【0061】

(6) 中間拡径部20を形成した後、掘削ロッド1を正回転に戻し、再び深度27mまでストレート状の杭穴軸部18を形成する（図5（c））。杭穴17の根固め部23は拡大しないので（根固め部23の径 $D_1 = D_0$ ）、そのままの径で杭穴17の底24まで掘削する。

40

【0062】

(7) 杭穴17を形成後、掘削ヘッド2の先端から吐出していた水をセメントミルクに切替え、深度25m～27mの根固部内に根固液（固化強度 30 N/mm^2 程度）を注入して、根固部2内の掘削土と攪拌・混合し、ソイルセメント層（固化強度 30 N/mm^2 以上）を形成する。

【0063】

50

(8) その後、根固部 23 より上方の杭穴 17 に杭周固定液（固化強度 20 N/mm^2 程度）を注入して、杭 17 内の掘削土（泥土を含む）と攪拌・混合し、ソイルセメント層（固化強度 0.5 N/mm^2 以上）を形成する。

前記杭周固定液を深度 $20 \text{ m} \sim 21 \text{ m}$ の中間拡径部にも注入して、前記同様にソイルセメント層（固化強度 0.5 N/mm^2 以上）を形成する。

ここでは中間拡径部 20 に注入するセメントミルクの強度を杭周固定液と同等としたが、中間拡径部 20 に注入するセメントミルクの強度を杭周固定液より大きくすることもできる。これによって、中間拡径部 20 のソイルセメント層の強度が向上し、中間拡径部 20 から周辺地盤への鉛直荷重による支圧力、及び引抜力による支圧力が増加する。また、根固部 23、杭周固定部及び杭穴拡大部に注入するセメントミルクの固化強度を同一とし

10

【0064】

(9) 地上付近までソイルセメント層を形成した後、掘削ロッド 1 を引抜き、前記実施例 1 と同様に、ストレート状の下杭 14、上杭 15 を順次沈設し、杭穴 17 の拡底部 23 の底部 24 から約 1 m 上方に下杭 14 の下面 16 が位置するように既製杭 13（上杭 15、下杭 14）を設置し、埋設が完了する（図 5（f）（g））。以上のようにして、セメントミルクが固化発現後に、この発明の基礎杭構造 30 を構成する（図 5（g））。

【0065】

(10) この基礎杭構造 30 によれば、杭の根入れ部（根固め部 23 の深さ範囲 L_1 。例えば杭径の約 1.5 倍）よりも上方の杭穴 17 に、すなわち杭穴 17 の深度方向に支持地盤としての地盤強度はあるが、層厚が薄くて支持層とはなり得ない地層、及び支持地盤としての層厚はあるが、地盤強度が基準値を満たさない地層等に中間拡径部 20 を設けたため、ソイルセメント層と既製杭 13 とが一体となった基礎杭構造 30 として、根固部 23 での先端支持力及び杭周面の摩擦力と相俟って、中間拡径部 20 が鉛直荷重や引抜力の抵抗体となるため、安定した支持力を得ることができる。

20

【0066】

(11) 他の実施例前記実施例において、中間拡径部 20 を杭穴 17 の中間部下方に 1 箇所のみ設けたが、2 箇所に設けることもでき（図 6（b））、支持層への根入れ部分より上方であればいずれの場所でも、また 3 箇所以上の複数箇所に設けることもできる（図示していない）。

30

【0067】

【実施例 4】

図 7、図 8 に基づきこの発明の他の実施例について説明する。この実施例では、実施例 3 と同様な杭穴 17 を形成し、既製杭 13（上杭 15、下杭 14）として、全長に亘り節部（突起部）32 を有する節杭を使用した実施例である。

【0068】

(1) この発明の実施に使用する掘削ロッド 1 は、前記実施例 1 と同様である。

【0069】

(2) 本実施例では、地盤性状に応じて、実施例 3 と同様な杭穴 17（杭穴の軸部 $D_0 = 780 \text{ mm}$ 程度）を形成し、深度 $20 \text{ m} \sim 22 \text{ m}$ に中間拡径部 20 を設ける。

40

【0070】

(3) 本実施に使用する既製杭は、

下杭：節杭 A 種 軸部径 600 mm 節部径 750 mm

杭長 14 m の中空杭先端から 50 cm の位置に第 1 の節部を、
以後 1 m 間隔で第 2、第 3 の節部を有する

上杭：異形鉄筋入り節杭 軸部径 600 mm 節部径 750 mm

杭長 10 m の中空杭

とし、下杭 14 と上杭 15 とを溶接又は無溶接（例えば、実施例 1 と同様の接合構造）にて連結して既製杭 13 として使用する（図 8（a））。尚、上杭 15 に使用した異形鉄筋入り節杭とは、下杭 14 に、曲げ強度を大きくするため異形鉄筋を埋設した構造である。

50

【 0 0 7 1 】

(4) 実施例 1 等と同様に、掘削ロッド 1 を、杭打ち機のオーガーに取り付けると共に、杭打機を杭芯位置（杭穴掘削位置）に移動し、掘削ヘッド 2 を杭芯にセットし、掘削を開始する。まず、掘削ロッド 1 を正回転させて、掘削ヘッド 2 で水等を吐出しながら掘削し、掘削によって生じる掘削土を攪拌バー 1 1、1 1 で破碎して、練付けドラム 1 0、1 0 で杭穴壁に練付けながら杭穴軸部 1 8 を形成する。杭穴軸部 1 8 の径 D_0 は、節杭の節部外径よりも若干大径（ $D_0 = 780 \text{ mm}$ 程度）に形成する（図 7（a））。

【 0 0 7 2 】

(5) 深度 2.0 m 付近まで杭穴軸部 1 8 を形成した後、掘削ロッド 1 を逆回転して掘削ヘッド 2 の拡大翼 4、4 を拡大掘削状態に拡開させ、中間拡径部 2 0 を形成する。中間拡径部 2 0 は径 D_2 （ $D_2 = 1100 \text{ mm}$ 程度）、深度 2.2 m まで、高さ L_2 （ $L_2 = 2 \text{ m}$ 程度）で形成する（図 7（b））。

10

【 0 0 7 3 】

(6) 中間拡径部 2 0 を形成した後、掘削ロッド 1 を正回転に戻し、再び深度 2.7 m まで杭穴軸部 1 8 を形成する（図 7（c）（d））。杭穴 1 7 の根固め部 2 3 は拡大しないので（根固め部 2 3 の径 $D_1 = D_0$ ）、そのままの径で杭穴 1 7 の底 2 4 まで掘削する。

【 0 0 7 4 】

(7) 杭穴 1 7 を形成後、掘削ヘッド 2 の先端から吐出していた水をセメントミルクに切替え、深度 2.5 m ~ 2.7 m に根固め液（固化強度 7.5 N/mm^2 程度）を注入して掘削土と置換する。この際、根固め液の注入の仕方は任意である。例えば、根固め液の全量を杭穴の底から注入する場合、適量を杭穴底部で注入し残量を掘削ロッド 1 を引き上げながら注入する場合等が可能である。

20

【 0 0 7 5 】

(8) 引続き、中間拡径部 2 0 を含めて、杭穴 1 7 の根固め部 2 3 の上方に、杭周固定液（固化強度 7.5 N/mm^2 程度）を注入して掘削土と攪拌・混合してソイルセメント層（固化強度 0.5 N/mm^2 以上）を形成する。

【 0 0 7 6 】

(9) 地上付近までソイルセメント層を形成した後、掘削ロッド 1 を引抜き、前記実施例 2 と同様に、下杭 1 4、上杭 1 5 を順次沈設し、杭穴 1 7 の拡底部の底 2 4 から約 50 cm 上方に下杭 1 4 の下面 1 6 が位置するように下杭 1 4 を設置し、埋設が完了する（図 7（f）（g））。以上のようにして、セメントミルクが固化発現後に、この発明の基礎杭構造 3 0 を構成する（図 7（g））。

30

【 0 0 7 7 】

(10) この基礎杭構造 3 0 によれば、中間拡径部 2 0 内に埋設した既製杭 1 3 の節部 3 2、3 2 が配置され、既製杭 1 3（下杭 1 4）の下面 1 6 からの支圧力だけでなく、節部 3 2 からの支圧効果も得られ、中間拡径部 2 0 内に位置する節部からの支圧効果も得られ、中間拡径部 2 0 内に位置する節部 3 2、3 2 からの支圧力の伝播範囲が中間拡径部 2 0 内に拡がるため、基礎杭構造 3 0 全体として大きな摩擦力、鉛直支持力、引抜抵抗力を得ることができる。

【 0 0 7 8 】

(11) 他の実施例ここでは中間拡径部 2 0 を杭穴 1 7 の中間部より下方に 1 箇所のみ設けたが、支持層への根入れ部分（根固め部 2 3）より上方であればいずれの場所でも、また複数箇所設けることができる。

40

また、前記実施例における中間拡径部 2 0 と節部 3 2、3 2 との位置関係は、前記実施例 2 と同様に、他の設定とすることもできる（図 8（b））。

また、前記実施例において、中間拡径部 2 0 に注入するセメントミルクの強度を杭周固定液と同等としたが、中間拡径部 2 0 に注入するセメントミルクの強度を杭周固定液より大きくすることもできる。これによって、中間拡径部 2 0 のソイルセメント層の強度が向上し、中間拡径部 2 0 から周辺地盤への鉛直荷重の支圧力及び引抜荷重の支圧力が増加する。また、根固め部 2 3、杭周固定部及び中間拡径部 2 0 に注入するセメントミルクの強

50

度を同一とすることもできる。

前記実施例における既製杭の突起部の形状は、支圧力の伝搬を考慮すれば、円環状とすることが望ましいが、その形状は任意である。

【0079】

(12)以上実施例1～4を説明したが、次に、実施例1～4が夫々適用されると最適な場合について説明する。

【0080】

(a) 実施例2及び実施例4は、地盤上層部が軟弱地盤で支持力が不足し、下層部で支持力が期待されているが、従来の基礎杭構造では総合的な支持力が不足するような場合に好適である。ここで、上部構造物の荷重が大きい場合には、実施例2が有効であり、実施例4に比べて大きい支持力が得られるため、上部構造物の1本の柱当たりの基礎杭の本数を減らすことができ、それに伴い産業廃棄物として処理される掘削残土量を削減でき、環境上も好ましい結果となる。

10

また、実施例2、4の場合は、根固め部での高先端支持力に対し、上部構造物や地盤にもよるが、地盤上層で水平力や曲げモーメント等が相対的に不足しがちであるため、連結杭とする場合には上杭に外殻鋼管付きコンクリート杭（SC杭）を利用することが多い。従って、実施例2、4の基礎杭構造において、根固部の下杭にSC杭を使用し、その外側に棒状、角状、板状の鋼材を溶接等の手段で固定させた突起付き既製杭、あるいは外殻の鋼管部を突起状に形成した突起付き既製杭を利用することにより、上下杭の杭材を同一にでき、上下杭の応力バランスが良くなり、更に、既製杭同士の連結も容易で施工性も良くなり、上部構造物からの荷重、耐震力等の要求仕様に対する地盤強度、施工性等に関し、選択範囲が広がり有効である。

20

【0081】

(b) 上部構造物の荷重に対して、施工地盤の地質が良く、地盤強度が比較的高い場合には、実施例1及び実施例3が有効であり、比較的良好な地盤に中間拡径部を用いると効率的である。ここで、上部構造物の荷重が大きい場合には実施例1が有効であり、比較的に荷重が大きいような場合には実施例3を用いることができる。

【0082】

【発明の効果】

杭穴の根固め部の上方に1又は複数の中間拡径部を形成し、杭穴内にセメントミルク等の硬化性材料を充填し、既製杭と一体化したため、鉛直荷重や引抜力が作用した際に、中間支持力とし中間拡径部が周面地盤への支圧力を発生し、基礎杭構造全体として支持力を向上させることができる。

30

【0083】

また、突起付きの既製杭を使用して、中間拡径部内に突起を位置させたり、突起を包含するように中間拡径部を形成することによって、鉛直荷重や引抜力が作用した際に、突起の上面又は下面からの支圧力が得られ、既製杭の下端面の支持力と相俟って基礎杭構造全体としてさらに大きな支持力を得ることができる。

【0084】

また、この発明は、杭穴に中間拡径部を形成して硬化性材料を充填するので、注入するセメントミルク等の硬化性材料や、形成されるソイルセメント層の固化強度を、基礎杭構造の上方に構築される構造物の荷重、使用する既製杭の種類、地盤性状（地質、N値等）などに応じて、選定することによって、より一層安定した中間支持力を得ることができる効果がある。

40

【0085】

また、既製杭を複数の杭で連結した杭を使用した場合、中間拡径部に上下杭の連結部を位置させれば、比較的強度が弱くなりしがちな杭の連結部が杭穴の中間拡径部内のセメントミルク等の硬化性材料によって補強され、基礎杭構造の総体として、地震時等の水平力や曲げモーメントに対する耐力を増強することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【図1】(a)～(g)は、この発明の実施例1の基礎杭構造の構築工程を説明する縦断面図である。

【図2】(a)(b)は実施例1の基礎杭構造の縦断面図である。

【図3】(a)～(g)は、この発明の実施例2の基礎杭構造の構築工程を説明する縦断面図である。

【図4】(a)(b)は実施例2の基礎杭構造の縦断面図である。

【図5】(a)～(g)は、この発明の実施例3の基礎杭構造の構築工程を説明する縦断面図である。

【図6】(a)(b)は実施例3の基礎杭構造の縦断面図である。

【図7】(a)～(g)は、この発明の実施例4の基礎杭構造の構築工程を説明する縦断面図である。 10

【図8】(a)(b)は実施例4の基礎杭構造の縦断面図である。

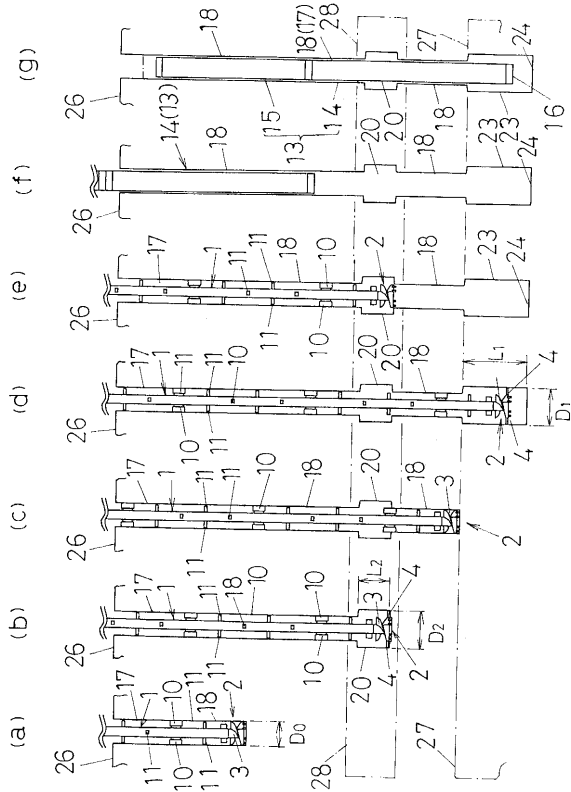
【図9】(a)～(c)は、この発明の中間拡径部と根固め部の径の設定を表す縦断面図である。

【図10】この発明の基礎杭構造で、鉛直荷重に対する抵抗力、引抜力に対する抵抗力を表す図で、(a)はストレート状の既製杭を使用した場合を表し、(b)は節部を有する既製杭を使用した場合を表し、(c)は(b)の節部の拡大図である。

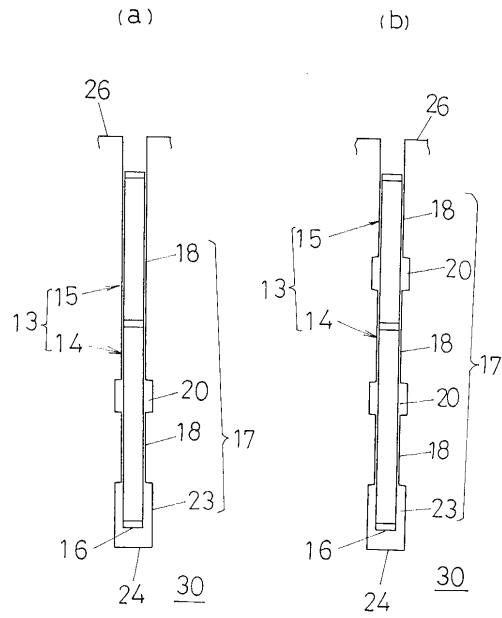
【符号の説明】

- | | |
|---------------------|----|
| 1 掘削ロッド | |
| 2 掘削ヘッド | 20 |
| 10 練付ドラム | |
| 11 攪拌バー | |
| 13 既製杭 | |
| 14 上杭 | |
| 15 下杭 | |
| 16 既製杭(下杭)の下面 | |
| 17 杭穴 | |
| 18 杭穴の軸部 | |
| 20、20a、20b 杭穴の中間拡径部 | |
| 21 中間拡径部の上面 | 30 |
| 22 中間拡径部の下面 | |
| 23 杭穴の根固め部(拡底部) | |
| 24 杭穴の根固め部(拡底部)の底 | |
| 25 拡底部の上面 | |
| 26 地盤 | |
| 27 支持層 | |
| 28 中間支持層 | |
| 30 基礎杭構造 | |
| 32 既製杭の節部 | |
| 33 節部の上面 | 40 |
| 34 節部の下面 | |

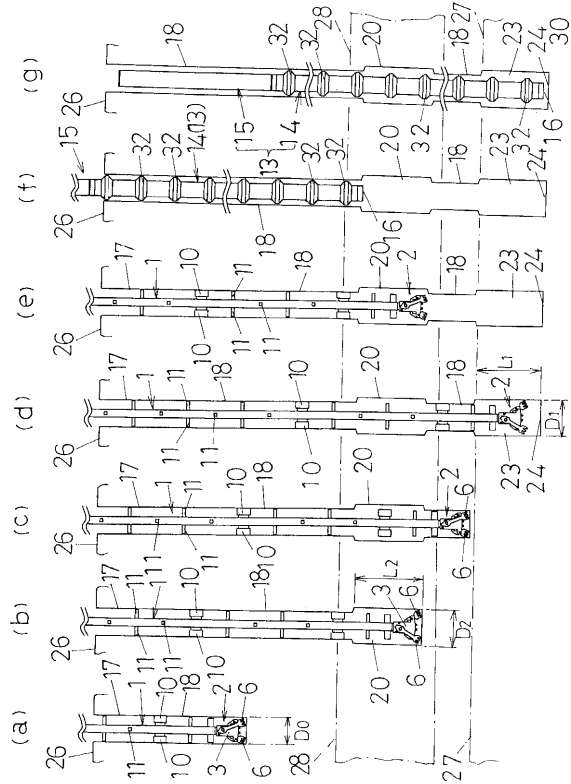
【 図 1 】



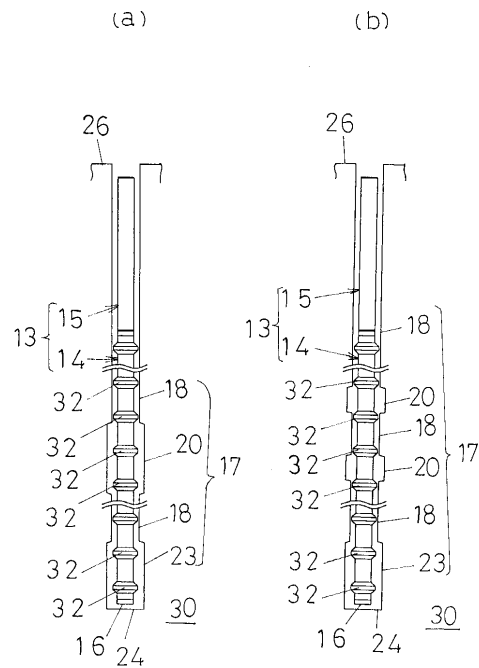
【 図 2 】



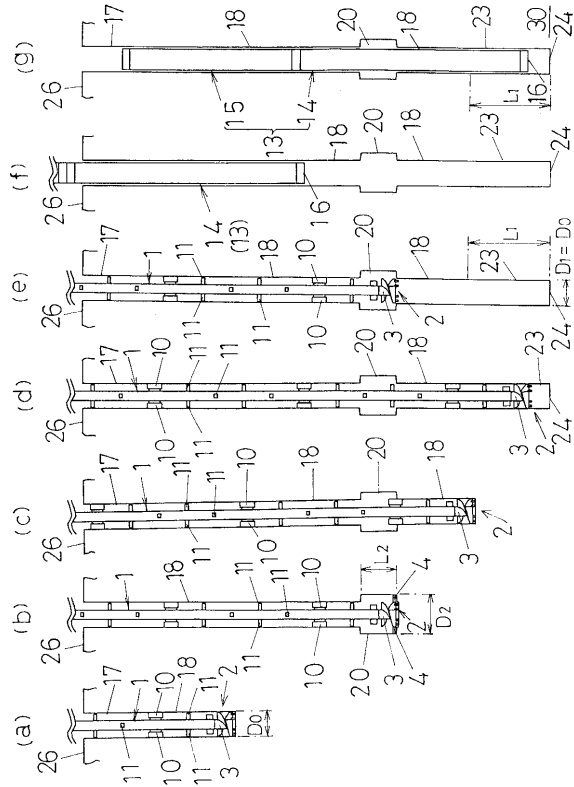
【 図 3 】



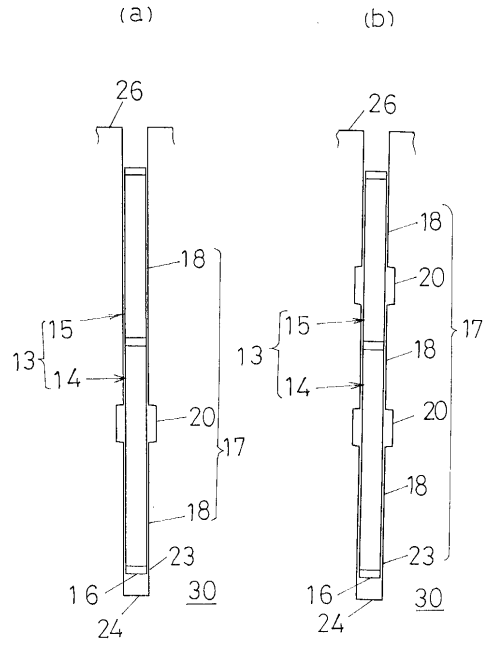
【 図 4 】



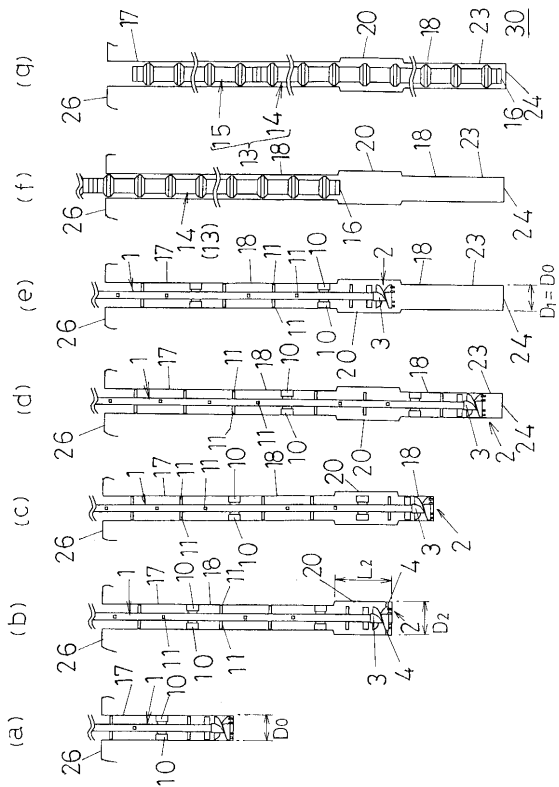
【 図 5 】



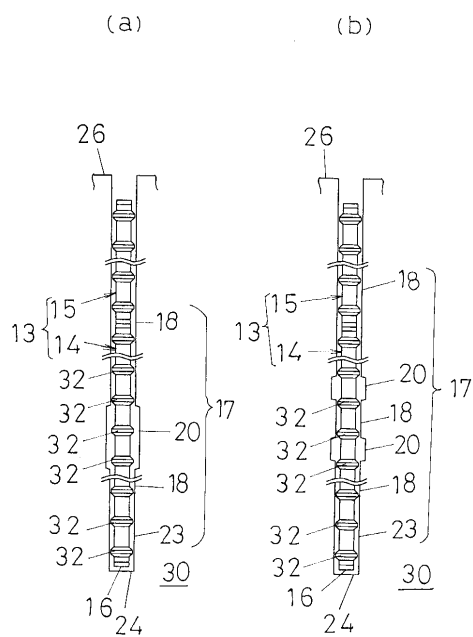
【 図 6 】



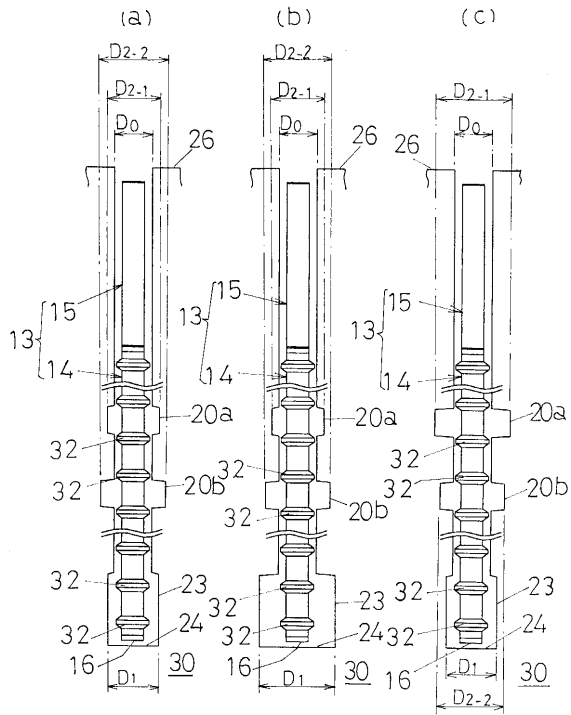
【 図 7 】



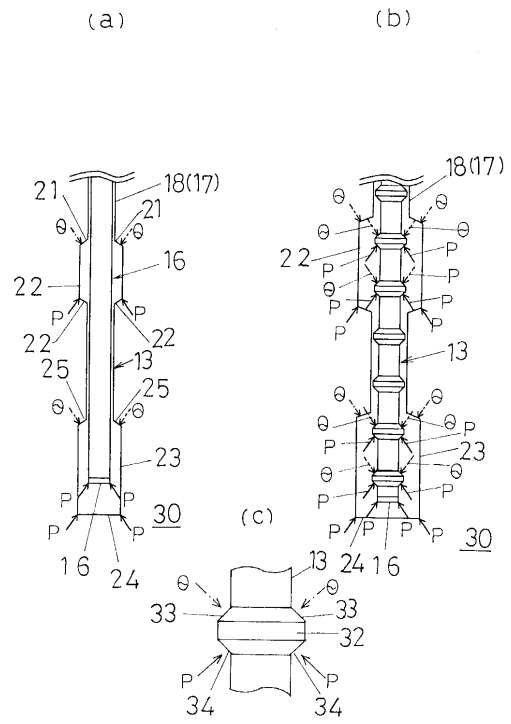
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭54-003314(JP,A)
特開2001-098541(JP,A)
特開昭52-028116(JP,A)
特開平09-291532(JP,A)
特開平02-054019(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E02D 5/44

E02D 5/50

E02D 7/00