

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

先端に掘削ヘッドを装着してあると共に先端部を下窄まりのテーパー状に成形してあるケーシングとオーガーとを杭の埋設地点においてケーシングの内方にオーガーを挿入して配置し、同時に又は別々に起動してそれぞれ反対方向に回転させながら掘削を進め、掘削した土砂の一部を一時的に地上に上げて残置しておき、所定の深度まで掘削した後、オーガーを地上に引き揚げて杭を建て込み、ケーシングと杭の隙間を掘削した地中の土砂で埋め、次いでケーシングを地上に引き揚げて、地上に残置した土砂の全量をケーシングを引き揚げた空洞部分及び杭の内方へ埋め戻して地上に土砂を残さないようにして杭を埋設する方法。

10

【請求項 2】

テーパー状に成形してある先端部の肉厚を、直管状の後端部の肉厚よりも太くしてあるケーシングを用いて掘削を進める請求項 1 に記載の杭の埋設方法。

【請求項 3】

一時的に地上に上げた土砂の一部又は全部を地上において脱水し、脱水した土砂を埋め戻すこととする請求項 1 又は 2 に記載の杭の埋設方法。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれかに記載の杭の埋設方法を用いて、口径 300 ~ 600 mm 及び / 又は長さ 5 ~ 25 m の杭を埋設する方法。

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は杭の埋設方法に関する。詳しくは、無排土工法による杭の埋設方法に関する。本発明は、既製杭（コンクリートパイプ）の埋設だけでなく、鋼管杭や現場造成杭にも適用できる工法である。現在、構造物の基礎材として、既製杭、鋼管杭及び現場造成杭の3つが主流となっており、これらは、通常「杭基礎」と総称されているが、本発明の説明においては、これらを併せて、単に「杭」と称する。

【背景技術】**【0002】**

本発明者は、無排土工法による杭の埋設方法について長年の間研究を続けており、すでに、地上に土砂を残置することなく、確実に無排土によって杭を埋設する方法をいくつか発明し、特願2000-354183号（特開2002-155531：特許文献1）及び特願2003-008028号（未公開）として特許出願している。

【0003】

なお、従来から、無排土による杭の埋設方法に関して多くの研究がなされているが、いずれも抜本的な解決に至っていない。例えば、特開2003-129475号公報（特許文献2）に記載の工法は、掘削によって排出した土砂の全量にフィルタープレス処理をして処理後の容積を処理前の容積に対し約半分に減少させるなどの容積減少処理を施してから埋め戻す方法であり、低容積排土にするために多大の手間を要すると共にコストも嵩む工法である。

【0004】

【特許文献1】特開2002-155531号公報

【特許文献2】特開2003-129475号公報

【0005】

本発明者の発明に係る上記杭の埋設方法は、口径1000mmという大口径の杭でも、また長さ45m前後の長尺杭でも、或いは極密地盤であっても、無排土による施工が可能である。一般に、既製杭の口径は300~1200mmと範囲が広く、また、構造物の建築現場は、極密地盤のこともあるれば軟弱地盤で施工が比較的容易なこともある。よって、これらの全ての杭や地盤の条件に対応して杭を埋設するためには、外管（ケーシング）と内管を併用する重装備の機材が必要であり、そのため、施工費が高くなるという問題がある。

【0006】

本発明者の研究によれば、大型工事のとき或いは杭径や杭長が大きいとき、もしくは礫が多く施工困難な地盤のときは、重装備の機材による施工が必要であるが、杭径300~600mm程度、又は杭長5~25m程度で通常の地盤であれば、必ずしも重装備の機材を用いて施工する必要はない。

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

本発明に係る杭の埋設方法は、上記の問題を経済的また合理的に解決するために開発されたものである。すなわち、本発明は、杭の埋設工事における経済性と機動力を重視し、掘削に内管を用いず、ケーシング（外管）のみを使用するという軽装備の機材によって、完全な無排土工法による杭の埋設を実現することを第一の課題とする。また、本発明は、小口径の杭や短尺の杭に特に適した杭の埋設方法を提供することを第二の課題とする。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

上記の両課題を解決するための本発明のうち、特許請求の範囲・請求項1に記載する発明は、先端に掘削ヘッドを装着してあると共に先端部を下窄まりのテーパー状に成形してあるケーシングとオーガーとを杭の埋設地点においてケーシングの内方にオーガーを挿入

10

20

30

40

50

して配置し、同時に又は別々に起動してそれぞれ反対方向に回転させながら掘削を進め、掘削した土砂の一部を一時的に地上に上げて残置しておき、所定の深度まで掘削した後、オーガーを地上に引き揚げて杭を建て込み、ケーシングと杭の隙間を掘削した地中の土砂で埋め、次いでケーシングを地上に引き揚げて、地上に残置した土砂の全量をケーシングを引き揚げた空洞部分及び杭の内方へ埋め戻して地上に土砂を残さないようにして杭を埋設する方法である。

【0009】

また、同請求項2に記載する発明は、テーパー状に成形してある先端部の肉厚を、直管状の後端部の肉厚よりも太くしてあるケーシングを用いて掘削を進める請求項1に記載の杭の埋設方法である。

10

【0010】

また、同請求項3に記載する発明は、一時的に地上に上げた土砂の一部又は全部を地上において脱水し、脱水した土砂を埋め戻すこととする請求項1又は2に記載の杭の埋設方法である。

【0011】

さらに、同請求項4に記載する発明は、請求項1から3のいずれかに記載の杭の埋設方法を用いて、口径300～600mm及び/又は長さ5～25mの杭を埋設する方法である。

【発明の効果】

【0012】

本発明に係る杭の埋設方法は、上記の構成であるから、外管(ケーシング)と内管を併用する重装備の工法に対して、ケーシングのみを使用するという軽装備の機材によって、杭の埋設を完全無排土で実現できる。そのため、本発明に係る杭の埋設方法は、内管が不要であることは勿論、杭打機を小型化でき、また、併用するオーガーも容量が小さいもので済むなど施工に関する経費負担を大幅に減少できる。その上、本発明に係る杭の埋設方法によれば、作業性・安全性が高まるばかりか、道路事情の悪い場所であっても施工できるなど施工の範囲を大幅に拡げることができる。また、本発明に係る杭の埋設方法は、杭径300～600mm程度及び/又は杭長5～25m程度の小型杭の埋設に特に好適に用いることができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0013】

以下、本発明に係る杭の埋設方法の実施例を図面に基づいて詳しく説明する。

なお、一般に、掘削による土砂の発生量と収容量の関係は、以下のとおりである。

土砂の発生量 = 掘削口径又はケーシングの内径 × 掘削長さ

土砂の収容量 = ケーシングが占めていた容積 - 埋設した杭の占める容積

【実施例1】

【0014】

図1は、本発明の一実施例の杭の埋設方法の説明図である。図1のA～Cは、掘削による土砂の発生量と収容量の関係の説明図であり、図1のD～Fは、本実施例の方法の工程説明図である。図1に示すように、本実施例で使用するケーシング(外管)は、先端に掘削ヘッドを装着してあると共に、先端から約2mまでの先端部を下窄まりのテーパー状に成形してある。すなわち、本実施例では、ケーシングとして、後端部(地上側)は内径640mmの直管状であるが、先端部を下窄まりのテーパー状に成形し、内径を530mmに絞ってある長さ10mの鋼管(肉厚20mm)であり、かつ、図示のように、テーパー状の先端部とその近辺の肉厚を直管状の後端部よりもやや太く(肉厚30mmに)したものを使用する。本実施例では、このケーシングと掘削径530mmのオーガーを併用して掘削を進め、杭径(外径)500mmで長さ10mの杭(肉厚80mmのコンクリートパイル)を埋設するケースについて説明する。

40

【0015】

もし、図1のAに示すケーシングが、先端部をテーパー状に絞っておらず、先端から後

50

端まで直管状のケーシングであるとすると、地下 10 m まで掘削したとき、ケーシング掘削によって発生する土砂の量は、

$$(0.64/2)^2 \times 10 \text{ m} = 3.21 \text{ m}^3$$

となる筈である（図 1 の A に斜線で示す）。しかし、本実施例では、ケーシングの先端の内径を 530 mm に絞ってあるため、掘削による土砂の発生量は、

$$(0.53/2)^2 \times 10 \text{ m} = 2.20 \text{ m}^3$$

である。この土砂の発生量は、ケーシングの内方に掘削径 530 mm のオーガーを挿入して、いわゆるダブルオーガーの状態で掘削するときでも変わりはない。土砂の発生量を、図 1 の B に点線と斜線で示す。（なお、掘削された土砂は、後で説明するとおり、容積が 10 % ほど増えるので、図 1 の B では、 $2.20 \times 1.1 = 2.42 \text{ m}^3$ として記載してある。）

【0016】

オーガーを用いて掘削を進めている間に土砂の一部は自動的に地上に排出されるが、これを直ちに埋め戻すことなく、一時的に地上に残置する。土砂の残置量は任意であるが、本実施例では、図 1 の C に示すように、掘削した土砂 1.0 m^3 を地上に残置するものとする。そうすると、地中には、 $2.20 \text{ m}^3 - 1.0 \text{ m}^3 = 1.20 \text{ m}^3$ の掘削された土砂が残ることになる（地中に残る掘削土砂の量を、図 1 の C に斜線で示す）。

【0017】

ケーシングの内方にオーガーを挿入してダブルオーガーの状態で掘削を進める。地下 10 m まで掘削した時点では、地中にある 1.20 m^3 の掘削土砂（一時的に地上に排出した土砂を除いた量）は、図 1 の D に斜線で示すように、オーガーとケーシングとの隙間に収容されることになる。この隙間の容量（土砂の収容可能量）は、概略で、

$$3.21 \text{ m}^3 - 2.20 \text{ m}^3 = 1.01 \text{ m}^3$$

であるから、地中に残っている掘削土砂のほぼ全量を収容することが可能である。すなわち、一時的に地上に排出して残置する土砂の量を調整することによって、地中に残っている掘削土砂の全量をオーガーとケーシングの隙間に収容することができる。

【0018】

地下 10 m まで掘削した時点でオーガーを引き揚げて、図 1 の E に示すように、空洞となつた部分に杭を建て込む。オーガーの掘削径は 530 mm であり、杭の外径は 500 mm であるから、径の関係では杭は問題なく挿入できる。なお、ケーシングとオーガーの隙間に収容されている掘削土砂は、今までオーガーの回転によってケーシングの内壁に押しつけられていたので、オーガーを引き揚げても、ほとんど崩壊しないが、崩壊しそうなときは、杭の建て込みを迅速におこない、また、必要に応じてケーシングを少し引き揚げて土砂収容量の調整を図るとよい。すなわち、ケーシングを少し引き揚げると、ケーシングの先端部が占めていた容積分の隙間ができるので、その隙間を、崩壊して落下した土砂の収容部とすることができる。特に、本実施例のように、先端部の肉厚を後端部の肉厚よりも太く成形してあるケーシングを用いると、ケーシングを少し引き揚げることで発生する隙間がより大きくなり、土砂の収容スペースが増えるので、きわめて好ましい。

【0019】

次いで、ケーシングを地上に引き揚げる。そうすると、肉厚 20 mm のケーシングが占めていた厚み「40 mm」とオーガー（掘削径 530 mm）と杭の外径（500 mm）の差「30 mm」の、合計で「幅 70 mm のドーナツ状の空洞部」が生じる。この空洞部の容量は、およそ、

ケーシングが占めていた容積 - 杭が占める容積

$$= \{ (0.64 + 0.04) / 2 \}^2 \times 10 \text{ m} - (0.50 / 2)^2 \times 10 \text{ m} \\ = 3.84 \text{ m}^3 - 1.96 \text{ m}^3 = 1.88 \text{ m}^3$$

である。地上には、およそ 1 m^3 の土砂を残置してあるので、掘削された土砂の容積の変化（膨脹量）を考慮しても、また、ケーシングの先端部をテーパー状に絞ったことによる容積減を見込んでも、地上に残置していた土砂の全量を、余裕をもって、ケーシングを引き揚げた後の「ドーナツ状の空洞部」へ埋め戻すことができる。なお、杭の内側にも土砂

10

20

30

40

50

を収容できるので、図1のFに示すように、土砂の収容量は十分に確保できる。

【0020】

念のため、杭の内側の土砂収容可能量を計算すると、本実施例の場合、杭径500mmで長さ10m、肉厚80mmの杭を埋設するのであるから、

$$\text{杭の内径} = 500 - 80 \times 2 = 340 \text{ mm}$$

$$\text{杭の内側の土砂収容スペース} = (0.34 / 2)^2 \times 10 \text{ m} = 0.9 \text{ m}^3$$

である。よって、本実施例の方法によれば、地上に土砂を残留させる必要が全くなく、掘削した土砂を全て埋め戻すことが可能であり、完全な無排土工法を実現できることが容易に理解できる。

【0021】

10

以下、実施例1の説明を若干補足する。

上記の説明から理解できるように、本発明の方法は、ケーシングと共にオーガーを用いる、いわゆるダブルオーガー方式であるが、ケーシングとオーガーとは必ずしも同時に起動して使用する必要はない。また、オーガーは、オーガーヘッドの近辺部分はスクリューを外して、単なるロッド状にしてあるものを用いると、掘削による土砂の排出を抑えることができる所以好ましい。

【0022】

無排土工法において、掘削した土砂を1箇所に収容することはきわめて困難である。本発明においては、この点に留意し、土砂を分散させて収容する方法を探るものである。そのため、杭穴内も、重要な土砂の収容部として活用する。

20

【0023】

本発明は、上記実施例のとおり、先端部を下窄まりのテーパー状に成形したケーシングを使用するが、テーパー状部分の長さ、テーパー状部分と直管状部分の長さの比率、テーパーの角度、ケーシングの先端の口径や後端の口径の寸法、ケーシングの肉厚の寸法などは任意であり、埋設する杭の長さや口径に応じて、また埋設地点の地盤の状態に応じて、適宜に決めればよい。要は、ケーシングの先端部を下窄まりのテーパー状に成形することによって、掘削の進行に伴って発生する土砂がケーシング内へ侵入する量をケーシングの容積に比べて少量に抑えることがねらいであり、この目的に適う形状・寸法であれば特に限定はない。

【0024】

30

また、本発明では、上記の実施例のように、ケーシングは、後端部は肉厚20mmの直管であるとしても、先端部は肉厚を30mm程度に太くしておくことが好ましい。このようにケーシングの先端部の肉厚を後端部よりも太くしておくと、ケーシングの強度が大きくなると共に、ケーシングを引き揚げた後の地中の空洞部がより大きくなるので、掘削した土砂の収容部がより大きくなつて、杭をよりスムースに挿入できるようになる。

【0025】

40

オーガーによって破碎された礫は小片礫となり、さらに地盤によって含水量に大きな差があるので、掘削した土砂(礫を含む)の容積の変化(増加量)を特定することは困難である。しかし、一般に、オーガーで掘削されることにより発生する土砂の容積は掘削前よりも10%程度増加するものと考えられる。上記の実施例では、説明を簡単にするため、掘削による土砂の容積の変化を見込んでいない。また、ケーシングの先端部を下窄まりのテーパー状に成形したことによる土砂収容容積の減少分も見込んでいない。そこで、これらの点を考慮して、実施例1における土砂の発生量と収容量を再計算すると、以下のようになる。

(1) 土砂の発生量は、

$$a. \text{ オーガーによる土砂の掘削量} = (0.53 / 2)^2 \times 10 \text{ m} = 2.20 \text{ m}^3$$

$$b. \text{ 掘削による土砂の膨脹量を} 10\% \text{ とすると、} 0.22 \text{ m}^3$$

よって、掘削による土砂の発生量は、 $a + b = 2.42 \text{ m}^3$ である(図1のB)。

(2) 一方、土砂の収容(可能)量は、

$$a. \text{ ケーシングが占めていた容積 - 杭が占める容積} = 1.88 \text{ m}^3$$

50

b . 杭の内側の容積 = 0 . 9 m³

c . ケーシングの先端から 2 mまでの先端部をテーパー状に絞ったことにより容積減を 3 分の 2 と見ると、容積減は、

$$(0 . 53 / 2)^2 \times 2 \text{ m} \times 2 / 3 = 0 . 29 \text{ m}^3 \quad \text{である。}$$

よって、ケーシングを引き揚げた後の土砂の収容可能スペースは、

$$a + b - c = 2 . 49 \text{ m}^3 \text{ となり、土砂の発生量 } 2 . 42 \text{ m}^3 \text{ よりも大きい。}$$

以上の計算により、掘削によって発生する土砂の全量を土中に収容することは十分に可能であることが確認された。

なお、この収容量に、本実施例のように、ケーシングの先端部の肉厚を後端部よりも太くした分を加えると、土砂の収容可能量はさらに増えるので、十分な余裕を作ることができる。

【 0026 】

なお、本発明の方法によれば、セメントミルクをほとんど使用しなくて済む。せいぜい杭の先端根固めに用いる程度で十分である。そのため、本発明の方法は、環境汚染のおそれがほとんどない。すなわち、掘削終了後、図 1 の D に示すように、オーガー先端部から先端根固めに適した量のセメントミルクを噴出しながら徐々にオーガーを引き揚げるとよい。

【 0027 】

地上に排出された土砂は、一時的に脱水タンク（排土処理器）などに貯留して脱水するとい。脱水タンクは、例えば、底部を格子状ないし網状に形成してあるドラム缶様のタンク A をタンク B の上に載置した構造のもので、土砂はタンク A に投入し貯留する。そうすると、土砂が含む水分は、タンク A に貯留中に格子状ないし網状の底部からタンク B へ経時に滴下して、タンク A 内の土砂は次第に脱水され、その分だけ土砂の容量が軽減する。このように、残置土砂の一部又は全部を脱水してその容量を低減させてから地中へ埋め戻す方法を探ると、地中に収容される土砂の量が少なくなるので大変好ましい。なお、タンク A を洗濯機のように回転させると、投入した土砂の脱水がスムースに進行するので一層好ましい状態となる。

【 0028 】

本発明に係る杭の埋設方法の説明を整理すると、以下のとおりである。

(1) 先端に掘削ヘッドを装着してあると共に、先端部を下窄まりのテーパー状に成形してあるケーシングを用意する。

(2) ケーシングの先端部に挿入できる外径を有するオーガーを用意する。

(3) ケーシングとオーガーとを杭の埋設地点においてケーシングの内方にオーガーを挿入して配置する。

(4) ケーシングとオーガーとを同時に又は別々に起動してそれぞれ反対方向に回転させることで発生するトルクを相殺しながら掘削を進める。

(5) 掘削した土砂の一部を一時的に地上に上げて残置する。

(6) 所定の深度まで掘削した後、オーガーを地上に引き揚げて杭を建て込む。

(7) ケーシングと杭の隙間を、掘削した地中の土砂で埋める。

(8) 次いで、ケーシングを地上に引き揚げる。

(9) 地上に残置している土砂の全量をケーシングを抜いた空洞部分及び建て込んだ杭の内方へ埋め戻す。

(10) 杭の埋設が終了した後、杭頭部の状態を確認し、固定の具合に応じて埋め戻す土砂の量を調節する。

かくして、地上に土砂を全く残さない状態で杭を埋設することができる。

【 0029 】

また、本発明に係る杭の埋設方法は、以下の 2 点を備えていると、より好ましい工法となる。

(11) 先端部の肉厚を後端部の肉厚よりも太くしたケーシングを使用すること、

(12) 一時的に地上に上げた土砂の一部又は全部を、地上において適宜の方法により脱水

10

20

40

50

してから、地中に埋め戻すこと

[0 0 3 0]

以上の説明によって容易に理解できるように、本発明に係る無排土工法のポイントは、(イ)先端部を下窄まりのテーパー状に成形してあるケーシングを用いることによって、掘削穴への土砂の進入を少量に制限すること、

(口) 地中における土砂の収容スペースが増えるまで掘削した土砂の一部を地上に上げて残置し、杭をケーシング内に挿入しやすくすること、

(ハ) ケーシングを引き揚げることで地中の土砂収容容量を増やし、収容容量が増えた後で地上に残置していた土砂を埋め戻すこと、

の 3 点に尽きる。

10

【産業上の利用可能性】

(0 0 3 1)

以上詳細に説明するとおり、本発明に係る杭の埋設方法は、ケーシングのみを用いるという軽装備によって、完全無排土工法を実現できる画期的な施工方法であり、現場工事に伴う環境汚染の問題を十分に解消できる。また、本発明に係る杭の埋設方法は、杭の埋設のためのコストを大幅に低減できると共に、作業性・安全性を向上できる。特に、本発明は、杭径300～600mm程度及び／又は杭長5～25m程度の小型の杭の埋設に好適に用いることができる。

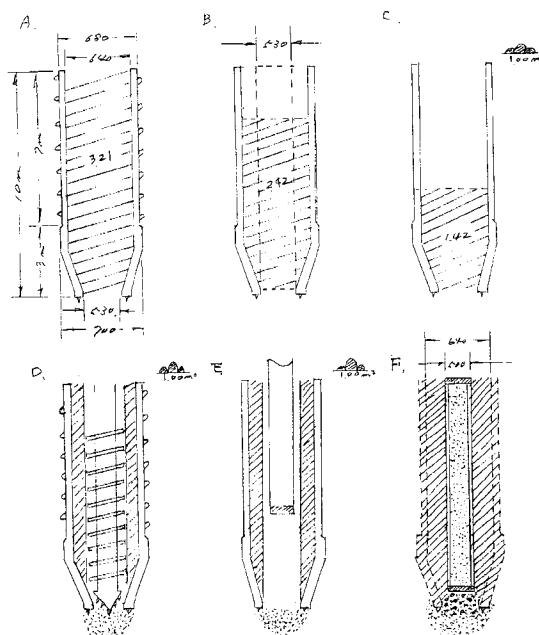
【図面の簡単な説明】

[0 0 3 2]

【図1】本発明の実施例の杭の埋設方法の説明図。図1のA～Cは、掘削による土砂の発生量と収容量の関係の説明図であり、図1のD～Fは、本実施例の方法の工程説明図である。

20

【図 1】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2D041 AA03 BA33 DA13 DB02 DB03 EB05 FA02
2D050 AA01 CA01 CA04 CB03

【要約の続き】

【選択図】 図1