

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5932124号  
(P5932124)

(45) 発行日 平成28年6月8日(2016.6.8)

(24) 登録日 平成28年5月13日(2016.5.13)

(51) Int.Cl. F 1  
**EO2D 5/28 (2006.01)** EO2D 5/28  
**EO2D 5/56 (2006.01)** EO2D 5/56  
**EO2D 7/18 (2006.01)** EO2D 7/18

請求項の数 6 (全 12 頁)

|           |                              |           |                     |
|-----------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2015-225868 (P2015-225868) | (73) 特許権者 | 595101665           |
| (22) 出願日  | 平成27年11月18日(2015.11.18)      |           | 株式会社オーク             |
| 審査請求日     | 平成27年11月18日(2015.11.18)      |           | 兵庫県豊岡市日高町上郷字和田991   |
| 早期審査対象出願  |                              | (74) 代理人  | 100154014           |
|           |                              |           | 弁理士 正木 裕士           |
|           |                              | (74) 代理人  | 100154520           |
|           |                              |           | 弁理士 三上 祐子           |
|           |                              | (74) 代理人  | 100069578           |
|           |                              |           | 弁理士 藤川 忠司           |
|           |                              | (72) 発明者  | 樫本 孝彦               |
|           |                              |           | 兵庫県豊岡市日高町上郷字和田991 株 |
|           |                              |           | 式会社オーク内             |
|           |                              | 審査官       | 富山 博喜               |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼管杭の施工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鋼管の下部側の外周面に、鋼管軸線方向に対する傾斜角度が4～15°の緩螺旋をなす複数本のスパイラルリブが形成され、且つ各スパイラルリブの下端部に、下端側が先細りで下り勾配のテーパ部を形成してなる高硬質チップが設けられてなる鋼管杭を用い、先ず、少なくとも深部側に岩盤支持層を有する地盤に対し、該岩盤支持層中に達する掘削孔を形成したのち、前記鋼管杭をパイプロハンマを介して打撃圧入することにより、該鋼管杭を外周面のスパイラルリブ及びその下端部の先細り下り勾配のテーパ部による誘導作用で自己回転させつつ岩盤支持層内に到達させると共に、各スパイラルリブを孔壁岩盤に食い込ませることを特徴とする鋼管杭の施工方法。

【請求項 2】

鋼管の下端又は下端近傍から1～8mまでの長さ範囲に前記スパイラルリブが設けられてなる請求項1に記載の鋼管杭の施工方法。

【請求項 3】

4本以上のスパイラルリブが鋼管周方向に等配配置してなる請求項1又は2に記載の鋼管杭の施工方法。

【請求項 4】

各スパイラルリブの孔壁岩盤に対する食い込み深さを15～50mmに設定する請求項1～3の何れかに記載の鋼管杭の施工方法。

【請求項 5】

10

20

掘削孔径を鋼管杭の鋼管外径 + 0 ~ 10 mm の範囲に設定する請求項 1 ~ 4 の何れかに記載の鋼管杭の施工方法。

【請求項 6】

前記掘削孔を先端に掘削ビットを備えたダウンザホールハンマによって掘削すると共に、その掘削中に発生したスライムを除去し、形成した掘削孔に土砂類を投入し、この土砂類で埋まった掘削孔に前記鋼管杭の打撃圧入を行う請求項 1 ~ 5 の何れかに記載の鋼管杭の施工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、少なくとも深部側に岩盤支持層を有する地盤に打ち込むのに好適な鋼管杭の施工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、海岸部の防波壁や防潮壁、山際や谷間の土止め壁等の擁壁を構築する場合に、例えば図 7 に示すように、プレキャストコンクリートからなる縦孔 h 付きの擁壁ブロック B 1 ~ B 4 を用い、予め擁壁構築線に沿って地盤 G に複数本の鋼管杭 P を突出状態に打ち込んでおき、その鋼管杭 P の地上突出部を擁壁ブロック B 1 ~ B 4 の縦孔 h に挿嵌する形で、クレーンによって該擁壁ブロック B 1 ~ B 4 を積み重ねて所要高さの擁壁 W とする構築方式が多用されつつある。この構築方式では、先に地盤 G に打ち込んだ鋼管杭 P が上下の擁壁ブロック B 1 ~ B 4 を貫通する芯柱になると共に、該鋼管杭 P によって擁壁ブロック B 1 ~ B 4 が自動的に位置決めされるから、非常に作業能率がよく、工期の短縮や施工コストの低減に繋がるという利点がある。なお、地表に接する最下部の擁壁ブロック B 1 は自立できるように概して図示の如き縦断面 L 字形や縦断面逆 T 字形をなし、その上に縦厚板状の擁壁ブロック B 2 ~ B 4 を複数段に積み上げて壁状にするのが普通である。また、最下部の擁壁ブロック B 1 における水平部 Ba にも縦孔 h が設けられ、その縦孔 h に鋼管杭 P の地上突出部が挿嵌するようになっている。

【0003】

しかして、このような擁壁 W は、水際には波浪や津波、山際には土砂崩れや背方地盤の側方流動、谷間では土石流や泥流等によって背面側又は正面側から大きな側圧を受けるから、これら側圧による倒壊を阻止する上で鋼管杭 P による擁壁 W の支持強度が重要となる。ところが、側圧による擁壁 W を傾倒させようとする力は鋼管杭 P を引き抜く方向に作用するから、これによって鋼管杭 P が持ち上がると、その持ち上がり部分の屈曲を伴って擁壁 W が簡単に倒壊する危険性がある。従って、擁壁 W の倒壊防止のためには、該鋼管杭 P が地盤 G 中で拔出不能に強固に根固めされている必要がある。更に、これら擁壁以外にも、基礎杭に大きな耐引抜き力が要求される構造物として、排煙塔、鉄塔、高層ビル、ハイピア（高橋脚）等の様々なものがあり、これらの基礎に用いる鋼管杭も岩盤支持層に強固に根固めする必要がある。

【0004】

従来、鋼管杭の根固め工法として、まずプレボーリングとして、ダウンザホールハンマによって地盤深部の岩盤支持層内に達する掘削孔を形成し、その掘削中及び掘削後のハンマ引上げ中のエアブローによってスライム（掘削屑）を地上へ排出し、ハンマ引上げ後の掘削孔内に鋼管杭を建て込み、該鋼管杭の内外にセメントミルクやモルタル等のグラウトを注入して根固めする方法や、同様のプレボーリングで形成した掘削孔に土砂を埋め戻した上で、バイブロハンマを介して鋼管杭を打ち込み、その鋼管杭と掘削孔との間にグラウトを注入して根固めする方法が汎用されている。しかるに、これらの根固め工法では、鋼管杭の耐引抜き力が杭表面及び掘削孔壁面と間に介在するグラウト硬化層との界面の摩擦力に依存するから、振動等でグラウト硬化層に亀裂や割れを生じたり、該硬化層の表面部が脆化（粉粒化）した場合に、耐引抜き力が著しく低下することになる。また、グラウト注入による根固めの際、該グラウトを鋼管杭の全周に均等に行き渡らすことが困難である

10

20

30

40

50

上、均等に行き渡ったか否かを判定できず、更に掘削孔内に地下水等が滲み出していると、グラウトが分離したり薄まったりして硬く均質な硬化層を形成できず、これらの要因で根固め強度つまり地盤による鋼管杭の支持力が低下するという問題もあった。

【 0 0 0 5 】

一方、プレボーリングを行わずに鋼管杭を地盤に打設する手段として、ダウンザホールハンマによる鋼管杭中掘工法も多用されている。この鋼管杭中掘工法は、非回転に保持された鋼管杭の内側に、アースオーガに垂下連結したダウンザホールハンマを配置し、該鋼管杭の下端から突出した掘削径の拡張可能なハンマービットの回転打撃によって地盤を削孔しつつ、同時に該鋼管杭を掘削孔内に挿入してゆき、削孔完了後にハンマービットを縮径してダウンザホールハンマを引き上げ、鋼管杭を地中に残すものである。しかるに、この鋼管杭中掘工法では、一般的に掘削孔径を鋼管杭の外径より 10 ~ 80 mm 程度大きく設定することから、掘削孔壁と鋼管杭との間で摩擦力が働かず、根固め材を用いても十分な耐引抜き力が得られない場合があった。

10

【 0 0 0 6 】

そこで、本発明者らは先に、鋼管杭の根固め工法として、先端部外周面に縦方向に沿う支持力増大用リブを周方向一定間隔置きに突設した鋼管杭を用い、地盤の岩盤支持層に該鋼管杭の外径よりも小さい内径の下孔を掘削機によって削孔し、この下孔に該鋼管杭をパイプロハンマによって強制圧入する方法を提案している（特許文献 1）。この根固め工法によれば、鋼管杭が岩盤支持層に直接に抱持されて、且つ支持力増大用リブが岩盤に食い込んで係止されるから、該鋼管杭の地盤による支持力が著しく増大し、またグラウト注入が不要になるため、その材料コスト及び施工コストを低減できるという利点がある。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2014 - 109190 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、上記提案に係る根固め工法では、下孔に対して径大の鋼管杭を強制圧入するのに時間がかかり、また根固め強度は大きくなるものの、該鋼管杭に大きな引抜き力が作用した場合、岩盤支持層に食い込んだ各支持力増大用リブが強制圧入過程で生じた掘削孔壁面の縦溝を通過する形で、鋼管杭が持ち上がって該擁壁の倒壊に繋がる可能性があった。

30

【 0 0 0 9 】

本発明は、上述の事情に鑑みて、岩盤支持層による支持力が極めて大きく、例えば擁壁の芯柱として使用した場合に、大きな側圧によって該擁壁を傾倒させようとする力が働いても持ち上がる懸念はなく、極めて大きな耐引抜き力を発揮し、もって該擁壁の倒壊を確実に回避できる上、下孔に対してパイプロハンマを用いて能率良く短時間で圧入できる鋼管杭の施工方法を提供することを目的としている。

【 課題を解決するための手段 】

40

【 0 0 1 0 】

上記目的を達成するための手段を図面の参照符号を付して示せば、請求項 1 の発明に係る鋼管杭 P の施工方法は、鋼管 1 の下部側の外周面に、鋼管軸線方向 O に対する傾斜角度  $\theta$  が 4 ~ 15 ° の緩螺旋をなす複数本のスパイラルリブ 3 が形成され、且つ各スパイラルリブの下端部に、下端側が先細りで下り勾配のテーパ部 31a を形成してなる高硬質チップ 31 が設けられてなる鋼管杭 P を用い、先ず、少なくとも深部側に岩盤支持層 Gr を有する地盤 G に対し、該岩盤支持層 Gr 中に達する掘削孔 H を形成したのち、この掘削孔 H 内に、前記鋼管杭 P をパイプロハンマ 7 を介して打撃圧入することにより、該鋼管杭 P を外周面のスパイラルリブ 3 及びその下端部の先細り下り勾配のテーパ部 30a による誘導作用で自己回転させつつ岩盤支持層 Gr 内に到達させると共に、各スパイラルリブ 3 を孔

50

壁岩盤に食い込ませることを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

請求項 2 の発明は、上記請求項 1 の鋼管杭 P の施工方法において、鋼管 1 の下端又は下端近傍から 1 ～ 8 m までの長さ範囲 L に前記スパイラルリブ 3 が設けられてなる構成としている。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 の発明は、上記請求項 1 又は 2 の鋼管杭 P の施工方法において、4 本以上のスパイラルリブ 3 が鋼管 1 周方向に等配配置してなる構成としている。

【 0 0 1 5 】

請求項 4 の発明は、上記請求項 1 ～ 3 の何れかに記載の鋼管杭 P の施工方法において、各スパイラルリブ 3 の孔壁岩盤に対する食い込み深さ d を 15 ～ 50 mm に設定する構成としている。

10

【 0 0 1 6 】

請求項 5 の発明は、上記請求項 1 ～ 4 の何れかに記載の鋼管杭 P の施工方法において、掘削孔径 D 3 を鋼管杭 P の鋼管外径 D 1 + 0 ～ 10 mm の範囲に設定する構成としている。

【 0 0 1 7 】

請求項 6 の発明は、上記請求項 1 ～ 5 の何れかに記載の鋼管杭 P の施工方法において、掘削孔 H を先端に掘削ビット 5 を備えたダウンザホールハンマ 4 によって掘削すると共に、その掘削中に発生したスライムを除去し、形成した掘削孔 H に土砂類 S を投入し、この土砂類 S で埋まった掘削孔 H に鋼管杭 P の打撃圧入を行う構成としている。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

次に、本発明の効果について図面を参照して具体的に説明すると、請求項 1 の発明に係る鋼管杭 P の施工方法によれば、鋼管 1 の下部側の外周面に、鋼管軸線方向 O に対する傾斜角度  $\theta$  が 4 ～ 15 ° の緩螺旋をなす複数本のスパイラルリブ 3 が形成され、且つ各スパイラルリブの下端部に、下端側が先細りで下り勾配のテーパ部 3 1 a を形成してなる高硬質チップ 3 1 が設けられてなる鋼管杭 P を用い、先ず地盤 G に深部側の岩盤支持層 G r に達する掘削孔 H を形成し、しかる後に、この掘削孔 H 内に、前記鋼管杭 P を強力なパイプロハンマ 7 を介して打撃圧入するのであるから、岩盤強度の高い岩盤支持層 G r であっても、鋼管杭 P の外周面のスパイラルリブ 3 及びその下端部の先細りで下り勾配のテーパ部 3 1 a は岩盤支持層 G r の孔壁岩盤に食い込み、これらスパイラルリブ 3 及び先細りで下り勾配のテーパ部 3 1 a による螺旋誘導作用で自己回転しつつ所定深度まで圧入される。そして、打設した鋼管杭 P は、下部側が岩盤支持層 G r によって直接に抱持され、該岩盤支持層 G r 自体で根固めされた形になるから、岩盤強度に基づく大きな先端支持力が得られ、水平力の負荷や上部構造物による垂直荷重に対して極めて高い抵抗性が発現する上、各スパイラルリブ 3 が孔壁岩盤に螺旋の道筋を造って食い込むため、回転力が作用しない限りは岩盤支持層 G r から拔出し不能となり、極めて大きな耐引抜き力を発揮する。

30

ここで、スパイラルリブ 3 の緩螺旋は、鋼管軸線方向 O に対する傾斜角度  $\theta$  が 4 ～ 15 ° の範囲とする。すなわち、該傾斜角度  $\theta$  が 4 ° 未満では、鋼管杭 P を岩盤支持層 G r 内まで打ち込んだ状態での耐引抜き力が不十分になる。また逆に、該傾斜角度  $\theta$  が 15 ° を超えると、打撃圧入で鋼管杭 P の下部側を岩盤支持層 G r 内へ打ち込む際、螺旋誘導作用による自己回転を生じにくく、非回転状態でスパイラルリブ 3 が孔壁岩盤を削り取って孔径を拡げてしまうために、岩盤支持層 G r による鋼管杭 P の先端支持力及び耐引抜き力が著しく低下することになる。

40

又、本発明によれば、鋼管杭 P の各スパイラルリブ 3 の下端部は、下端側が下り勾配のテーパ部 3 1 a に形成されているから、岩盤支持層 G r の孔壁岩盤に対する該下端側の食い付きが容易で、且つ十分な食い込み深さを確保できる。

しかも、該下り勾配のテーパ部 3 1 a は、耐摩耗性の大きい金属材である高硬質チップ 3 1 によって形成されているため、岩盤強度の高い岩盤支持層 G r であっても十分な耐摩

50

耗性を発揮し、長期にわたって安定して施工することができる。

【 0 0 1 9 】

請求項 2 の発明によれば、鋼管杭 P は、スパイラルリブ 3 が鋼管 1 の下端又は下端近傍から特定の長さ範囲 L に設けられているから、岩盤支持層 G r 内へ容易に打ち込んで十分な耐引抜き力を確保できる。

【 0 0 2 0 】

請求項 3 の発明によれば、鋼管杭 P は、4 本以上のスパイラルリブ 3 が鋼管 1 周方向に等配配置しているから、岩盤支持層 G r の孔壁岩盤に対する食い込みを周方向均等に十分に確保して大きな耐引抜き力を発揮できる。

【 0 0 2 3 】

請求項 4 の発明によれば、上記施工方法において、鋼管杭 P の各スパイラルリブ 3 の孔壁岩盤に対する食い込み深さ d を特定範囲に設定することから、該鋼管杭 P を岩盤支持層 G r 内まで容易に打ち込んで十分な耐引抜き力を付与できる。

【 0 0 2 4 】

請求項 5 の発明によれば、上記施工方法において、掘削孔径 D 3 を鋼管杭 P の鋼管外径 D 1 に対して特定範囲に設定することから、該鋼管杭 P を岩盤支持層 G r 内まで容易に打ち込んで、該鋼管杭 P に大きな先端支持力及び耐引抜き力を付与できる。

【 0 0 2 5 】

請求項 6 の発明によれば、上記施工方法において、掘削孔 H を先端に掘削ビット 5 を備えたダウンザホールハンマ 4 によって掘削し、その掘削中に発生したスライムを除去し、形成した掘削孔 H に土砂類 S を投入し、この土砂類 S で埋まった掘削孔 H に鋼管杭 P の打撃圧入を行うことから、掘削孔 H の内周壁と鋼管杭 P の鋼管 1 との僅かな隙間ならびに該鋼管 1 内が土砂類 S で充填され、もって該鋼管杭 P が揺るぎない打設状態となり、地盤 G による保持力がより増大する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 6 】

【図 1】本発明に係る鋼管杭の一実施形態を示し、( a ) は鋼管杭の下部側の側面図、( b ) は ( a ) の X - X 線の矢視断面図、( c ) は鋼管杭下端部のスパイラルリブ形成部分の縦断側面図、( d ) は該スパイラルリブの高硬質チップの平面図である。

【図 2】同鋼管杭の他の実施形態を示し、( a ) は断面三角形のスパイラルリブを形成した鋼管杭の半横断面図、( b ) は断面円形のスパイラルリブを形成した鋼管杭の半横断面図である。

【図 3】同鋼管杭のスパイラルリブ本数が異なる構成例を例示し、( a ) は 4 本、( b ) は 6 本、( c ) は 8 本、( d ) は 1 2 本、のそれぞれスパイラルリブを設けた該鋼管杭の概略横断面図である。

【図 4】本発明の一実施形態に係る鋼管杭の施工方法における掘削孔の形成手順について、( a ) ~ ( e ) の工程順に示す模式縦断側面図である。

【図 5】同施行方法における鋼管杭の打込み手順について、( a ) ~ ( d ) の工程順に示す模式縦断側面図である。

【図 6】打ち込んだ同鋼管杭の岩盤支持層中の配置状態を示し、( a ) は横断面図、( b ) は ( a ) の仮想線円 Y 内の拡大図である。

【図 7】鋼管杭を利用して構築される擁壁を例示する斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 7 】

以下に、本発明に係る鋼管杭とその施工方法の実施形態について、図面を参照して具体的に説明する。

【 0 0 2 8 】

図 1 ( a ) ( b ) に示す実施形態の鋼管杭 P は、その円筒状の鋼管 1 の下部側の外周面に、緩螺旋をなす複数本 ( 図では 8 本 ) のスパイラルリブ 3 が周方向に等配して形成されている。各スパイラルリブ 3 は、下端部を除いて、断面が略正方形の鋼棒 3 0 からなり、

10

20

30

40

50

溶接によって鋼管 1 の表面に固着されている。そして、該スパイラルリブ 3 の下端部は、図 1 ( c ) ( d ) で拡大して示すように、鋼棒 3 0 とは別体の高硬質チップ 3 1 にて構成され、鋼管 1 の下端に外嵌固着した円環状の補強バンド 2 上に溶接固着されている。この高硬質チップ 3 1 は、例えば超硬合金材や機械構造用炭素鋼材 5 5 C , 4 5 C 等の耐摩耗性の大きい金属材からなり、鋼棒 3 0 と同幅であるが、上面を該鋼棒 3 0 と面一にするために厚みが補強バンド 2 の分だけ薄くなると共に、下端側が先細りで且つ下り勾配のテーパ部 3 1 a をなしている。

#### 【 0 0 2 9 】

ここで、スパイラルリブ 3 の緩螺旋は、図 1 ( a ) で示す鋼管軸線方向 O に対する傾斜角度  $\theta$  が  $4 \sim 15^\circ$  の範囲とする。すなわち、該傾斜角度  $\theta$  が  $4^\circ$  未満では、後述するように鋼管杭 P を岩盤支持層 G r ( 図 5 参照 ) 内まで打ち込んだ状態での耐引抜き力が不十分になる。また逆に、該傾斜角度  $\theta$  が  $15^\circ$  を超えると、打撃圧入で鋼管杭 P の下部側を岩盤支持層 G r 内へ打ち込む際、螺旋誘導作用による自己回転を生じにくく、非回転状態でスパイラルリブ 3 が孔壁岩盤を削り取って孔径を拡げてしまうために、岩盤支持層 G r による鋼管杭 P の先端支持力及び耐引抜き力が著しく低下することになる。なお、スパイラルリブ 3 の上記傾斜角度  $\theta$  は、鋼管杭 P を打ち込む岩盤支持層 G r の岩質に応じて  $4 \sim 15^\circ$  の範囲内で更に最適範囲に設定すればよく、例えば硬岩では  $4 \sim 6^\circ$  程度、中硬岩では  $4 \sim 10^\circ$  程度、軟岩では  $6 \sim 15^\circ$  程度がそれぞれ好ましい。

#### 【 0 0 3 0 】

鋼管 1 におけるスパイラルリブ 3 を形成する長さ範囲 L ( 図 1 ( a ) 参照 ) は、鋼管 1 の下端又は下端近傍から  $1 \sim 8$  m、最適には  $3 \sim 6$  m とするのがよく、これによって鋼管杭 P を比較的少ない圧入抵抗で岩盤支持層 G r 内まで容易に打ち込んで大きな支持力及び耐引抜き力を確保できる。しかるに、該長さ範囲 L が短すぎるとは支持力及び耐引抜き力が不十分となり、逆に長過ぎるとは岩盤支持層 G r 内への鋼管杭 P の打撃圧入に過大な力を要することになる。なお、スパイラルリブ 3 の螺旋ピッチは  $2 \sim 8$  m 程度がよい。また、鋼管 1 における各スパイラルリブ 3 の螺旋ピッチ数 ( 周回数 ) は、図 1 では 0 . 5 ピッチ (  $1 / 2$  周回 ) として例示したが、上記傾斜角度  $\theta$  が  $4 \sim 15^\circ$  の範囲で 2 ピッチ ( 2 周回 ) 以下とするのがよく、多過ぎるとは圧入抵抗の増大によって施工効率が悪化する。

#### 【 0 0 3 1 】

また、スパイラルリブ 3 の鋼管 1 表面からの高さ t ( 図 1 ( c ) 参照 ) は、  $15 \sim 50$  mm の範囲が好ましく、低過ぎるとは孔壁岩盤に対するスパイラルリブ 3 の食い込みが浅くなるため、鋼管杭 P の支持力及び耐引抜き力を十分に確保できず、逆に高過ぎるとは岩盤支持層 G r 内への鋼管杭 P の打撃圧入に過大な力を要することになる。更に、スパイラルリブ 3 ( 高硬質チップ 3 1 ) の下端側のテーパ部 3 1 a の勾配角  $\alpha$  ( 図 1 ( c ) 参照 ) は、  $45^\circ$  以下が好ましく、大き過ぎるとは孔壁岩盤に対する食い付き抵抗が大きくなって鋼管杭 P の打撃圧入に大きな力を要することになる。

#### 【 0 0 3 2 】

なお、スパイラルリブ 3 としては、図 1 で例示した断面が略正方形のものに限らず、例えば図 2 ( a ) に示す鋼管杭 P 1 のような三角形、図 2 ( b ) に示す鋼管杭 P 2 のような円形、更には図示しない長方形や楕円等の様々な断面形状のものを採用できる。また、既述のスパイラルリブ 3 の下端部は前述のように上位主要部の鋼棒 3 0 とは別材の高硬質チップ 3 1 からなるものである。

#### 【 0 0 3 3 】

一方、スパイラルリブ 3 の本数は、孔壁岩盤に対する食い込み強度面より 4 本以上であることが望ましいが、鋼管 1 の外径に応じて、例えば図 3 の ( a ) で示す鋼管外径  $500$  mm 未満の鋼管杭 P 3 では 4 本、同 ( b ) で示す鋼管外径  $500 \sim 600$  mm 程度の鋼管杭 P 4 では 6 本、同 ( c ) で示す鋼管外径  $700 \sim 1000$  mm 程度の鋼管杭 P 5 では 8 本、同 ( d ) で示す鋼管外径  $1100$  mm 以上の鋼管杭 P 6 では 12 本のように、鋼管外径が大きいほど多くするのがよい。

#### 【 0 0 3 4 】

10

20

30

40

50

次に、上記の鋼管杭 P を用いた本発明の施工方法の一実施形態について、図 4 及び図 5 を参照して説明する。なお、図 4 及び図 5 では、模式図として、掘削孔 H の深さ及び鋼管杭 P の長さを短縮した形で図示している。また、図示の地盤 G は、浅部層 G s が砂層、土泥層、転石層、礫層等からなるが、深部側に岩盤支持層 G r を有するものである。

#### 【 0 0 3 5 】

この施工方法では、まず図 4 ( a ) で示すようにダウンザホールハンマ 4 をアースオーガ 6 にて垂直に支持し、同 ( b ) に示すように該ダウンザホールハンマ 4 を回転させながら先端の掘削ビット 5 を地盤 G に打撃圧入して削孔ゆくことにより、同 ( c ) に示すように深部の岩盤支持層 G r 0 内に達する掘削孔 H を穿設すると共に、この削孔過程で生じるスライムを掘削ビット 5 から噴出するハンマ駆動用圧縮エアの排気によって地上側へ放出させる。そして、所定深度の掘削孔 H を形成後、図 4 ( d ) に示すようにダウンザホールハンマ 4 を回転させながら引き上げてゆき、その引上げ過程でも更にハンマ駆動用圧縮エアの排気によってスライムを地上へ排出し、同 ( e ) に示すように空所化した掘削孔 H からダウンザホールハンマ 4 を拔出する。

#### 【 0 0 3 6 】

なお、形成する掘削孔 H の孔径 D 3 ( 図 4 ( e ) 参照 ) は、後述の如く孔壁に各スパイラルリブ 3 を食い込ませる必要から、図 1 ( b ) に示す鋼管杭 P の鋼管 1 の外径 D 1 以上で、且つ該鋼管杭 P における複数本のスパイラルリブ 3 に対する外接円径 D 2 より小さく設定する。すなわち、 $\underline{D 2 > D 3 \quad D 1}$  であるが、より好ましくは  $D 3 = D 1 + ( 0 \sim 10 \text{ mm } )$  とするのがよい。

#### 【 0 0 3 7 】

かくして形成した掘削孔 H には、鋼管杭 P の打込み前に、図 5 ( a ) に示すように、土砂類 S を投入して埋め戻す。この土砂類 S には削孔時に地上側へ排出したスライムも含まれる。次に、図 5 ( b ) に示すように、クレーン ( 図示省略 ) で吊持したバイプロハンマ 7 のチャック 7 a によって鋼管杭 P の上端部を把持し、この鋼管杭 P を埋め戻した掘削孔 H の真上に垂直に配置し、図 5 ( c ) に示すように、バイプロハンマ 7 の駆動によって該鋼管杭 P を掘削孔 H に打撃圧入してゆく。そして、図 5 ( d ) に示すように、該鋼管杭 P を掘削孔 H 内の所定深度 ( 通常は孔底 ) まで圧入させたのち、バイプロハンマ 7 のチャック 7 a を開放し、該バイプロハンマ 7 を引き上げて鋼管杭 P の打設を完了する。

#### 【 0 0 3 8 】

上記の鋼管杭 P の圧入過程では、バイプロハンマ 7 の起振力に基づく高速打撃と該バイプロハンマ 7 及び鋼管杭 P の自重により、該鋼管杭 P が掘削孔 H 内に圧入してゆくが、その下端側外周面に複数本のスパイラルリブ 3 が突設されているため、これらスパイラルリブ 3 による螺旋誘導作用で鋼管杭 P は自己回転しつつ圧入してゆくことになる。この鋼管杭 P の自己回転は、クレーンの動滑車 8 とバイプロハンマ 7 を吊持するフック 8 1 とのスイベル連結部における相対回転によって許容される。そして、該鋼管杭 P の下部側が岩盤支持層 G r 内に圧入してゆく際には、外周面の各スパイラルリブ 3 が掘削孔 H の孔壁岩盤に食い込んで螺旋溝を刻設してゆくことになる。また、掘削孔 H 内を埋めていた土砂類 S は、鋼管 1 内に入り込むと共に、掘削孔 H の内周壁と鋼管杭 P の鋼管 1 との僅かな隙間にも充填される。

#### 【 0 0 3 9 】

岩盤支持層 G r 内に達した鋼管杭 P の下部側では、図 6 ( a ) ( b ) に示すように、鋼管 1 の外周面が掘削孔 H の内周面に近接ないし密接した状態で、各スパイラルリブ 3 が孔壁岩盤に食い込んでいる。従って、打設した鋼管杭 P は、下部側が岩盤支持層 G r によって直接に抱持され、該岩盤支持層 G r 自体で根固めされた形になり、岩盤強度に基づく大きな先端支持力が得られ、水平力の負荷や上部構造物による垂直荷重に対して極めて高い抵抗性が発現する上、孔壁岩盤に対して複数本のスパイラルリブ 3 が周方向均等に螺旋の道筋を造って食い込んでおり、回転力が作用しない限りは岩盤支持層 G r から拔出し不能となるから、極めて大きな耐引抜き力を発揮する。一方、打設後の鋼管杭 P は、スパイラ

ルリブ3の螺旋拔出し方向に回転力を加えつつ引き上げることで、地盤Gから容易に引抜き可能である。

【0040】

このように岩盤支持層Grに達した鋼管杭Pのスパイラルリブ3が孔壁岩盤に対して螺旋の道筋を造って食い込んでいるか否かは、パイプロハンマ7による打撃圧入中に該鋼管杭Pの回転度合を観察することで確認できる。すなわち、鋼管杭Pの圧入長さ当りの回転量は、スパイラルリブ3のスパイラルピッチから算出できるから、その算出値から設定した許容範囲に実際の観測値が入れば、大きな耐引抜き力を付与できたことになる。

【0041】

岩盤支持層Grにおけるスパイラルリブ3の孔壁岩盤への食い込み深さd〔図6(b)参照〕は、該スパイラルリブ3の鋼管1表面からの高さt、ならびに掘削孔Hの内径D3と鋼管1の外径D1との差(D3 - D1)によって定まり、 $d = t - (D3 - D1) / 2$ となるが、15 ~ 50 mmの範囲が好適である。この食い込み深さdが浅過ぎても、該鋼管杭Pの耐引抜き力が不十分になり、逆に深過ぎても打撃圧入に過大な力を要すると共に施工能率が低下することになる。

【0042】

また、実施形態の施工方法では、先に削孔した掘削孔Hを土砂類Sで埋め戻した上で鋼管杭Pを打撃圧入するから、掘削孔Hの内周壁と鋼管杭Pの鋼管1との僅かな隙間ならびに該鋼管1内が土砂類Sで充填され、該鋼管杭Pは揺るぎない打設状態となって地盤Gによる支持力がより増大するという利点がある。しかるに、本発明の施工方法は、掘削孔Hを埋め戻すことなく、空所のままでパイプロハンマ7による鋼管杭Pの打撃圧入を行う手法も包含する。このように空所の掘削孔Hに鋼管杭Pを打撃圧入する手法でも、該鋼管杭Pは下部側が岩盤支持層Grに直接に保持されることで十分な支持力及び耐引抜き力が得られる。

【0043】

更に、この施工方法では、鋼管杭Pを岩盤支持層Gr自体で直接に根固めすることで、根固め材を省略できるから、それだけ材料コストを低減できると共に、品質管理が容易になり、施工能率も向上する上、根固め材による周辺環境の汚染を回避できるという利点がある。ただし、本発明の施工方法においては、掘削孔Hを埋め戻す土砂類Sと共にセメントミルク等のグラウトを注入してもよく、これによって掘削孔Hの内周壁と鋼管杭Pの鋼管1との僅かな隙間を充填する土砂類Sが硬化層となるから、該鋼管杭Pの地盤Gによる保持力を更に増大することができる。

【0044】

なお、図5では打設完了後の鋼管杭Pが頂部のみを地表から突出した形で図示しているが、その突出高さは鋼管杭Pの長さによって任意に設定できる。従って、この鋼管杭Pの複数本を上部側が地上に所定高さで突出する状態で地盤Gの岩盤支持層Gr内に達するまで打ち込んでおき、例えば図8に示すように、その地上突出部を利用して縦孔h付きの擁壁ブロックB1 ~ B4を複数段に積み重ねて擁壁Wを構築した場合、この擁壁Wに大きな側圧が加わっても、各鋼管杭Pは回転力が作用しないために持ち上がりず、もって鋼管杭Pの持ち上がりを伴う擁壁Wの倒壊が阻止されることになる。しかして、本発明の施工方法によれば、鋼管杭Pが極めて大きな耐引抜き力を発揮するから、擁壁Wに限らず、排煙塔、鉄塔、高層ビル、ハイピア等の基礎杭に大きな耐引抜き力が要求される各種構造物についても、この施工方法を好適に適用できる。

【0045】

本発明の施工方法で使用するパイプロハンマ7としては、特に制約されないが、硬岩や中硬岩に対する削孔を効率よく行う上で、最大起振力が1000 kN以上、最大周波数が2000 rpm以上の油圧式超高起振力パイプロハンマが推奨される。このような油圧式超高起振力パイプロハンマの具体例として、オランダ国IEC社製の商品名20RF(最大起振力: 1100 kN、最大周波数: 2300 rpm)、同28RF(最大起振力: 1600 kN、最大周波数: 2300 rpm)、オランダ国PVE社製の商品名24VM(

10

20

30

40

50

最大起振力：1 4 0 0 k N、最大周波数：2 3 0 0 r p m ) 等が挙げられる。

【符号の説明】

【0 0 4 6】

|               |                   |
|---------------|-------------------|
| 1             | 鋼管                |
| 3 , 3 A , 3 B | スパイラルリブ           |
| 3 1 a         | テーパ部              |
| 4             | ダウンザホールハンマ        |
| 5             | 掘削ビット             |
| 7             | バイプロハンマ           |
| D 1           | 鋼管外径              |
| D 3           | 掘削孔径              |
| G             | 地盤                |
| G r           | 岩盤支持層             |
| H             | 掘削孔               |
| L             | 長さ範囲              |
| O             | 鋼管軸線方向            |
| P             | 鋼管杭               |
| S             | 土砂類               |
| d             | 食い込み深さ            |
| $\theta$      | 傾斜角度              |
| t             | スパイラルリブの鋼管表面からの高さ |

10

20

【要約】

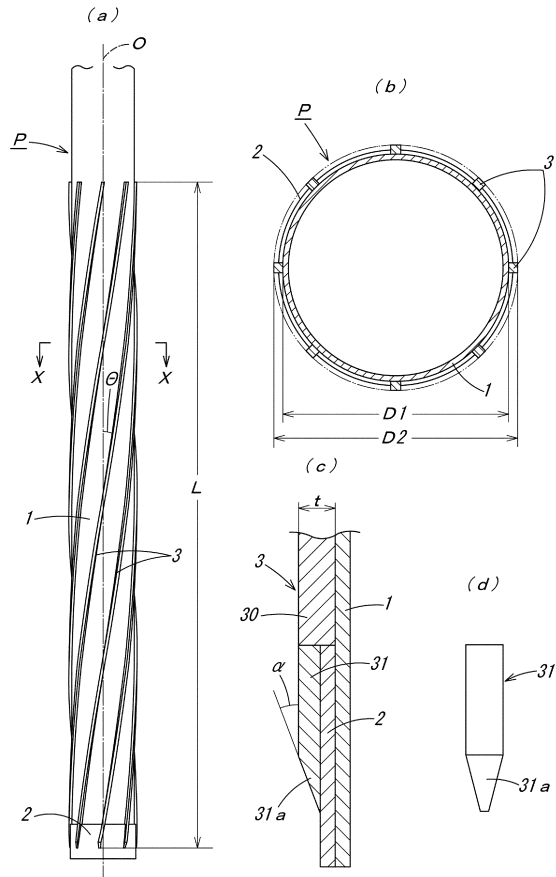
【課題】岩盤支持層による支持力及び耐引抜き力が極めて大きく、例えば擁壁の芯柱として使用した場合に、大きな側圧によって擁壁を傾倒させようとする力が働いても持ち上がる懸念はなく、擁壁の倒壊を確実に回避でき、下孔に対してバイプロハンマを用いて効率良く短時間で圧入できる鋼管杭を提供する。

【解決手段】鋼管 1 の下部側の外周面に、鋼管軸線方向 O に対する傾斜角度  $\theta$  が  $4 \sim 15^\circ$  の緩螺旋をなす複数本のスパイラルリブ 3 が形成されてなる鋼管杭 P。

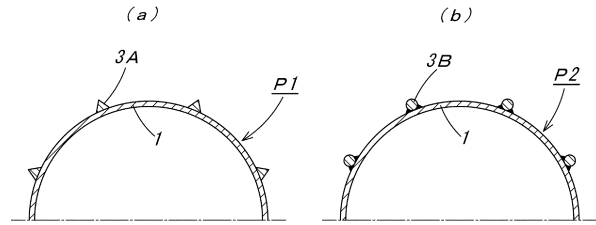
【選択図】図 1

30

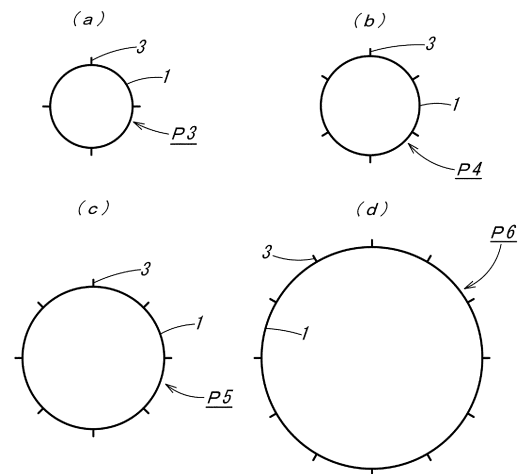
【図 1】



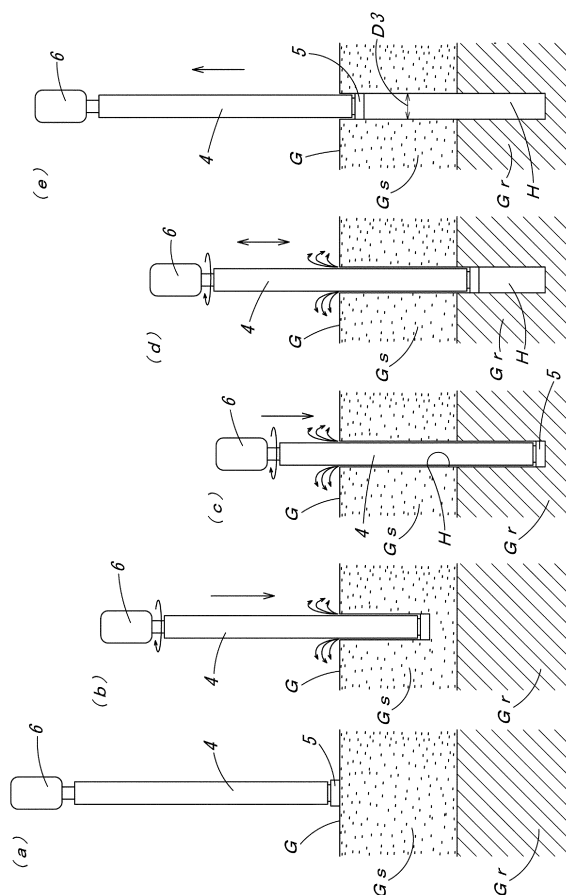
【図 2】



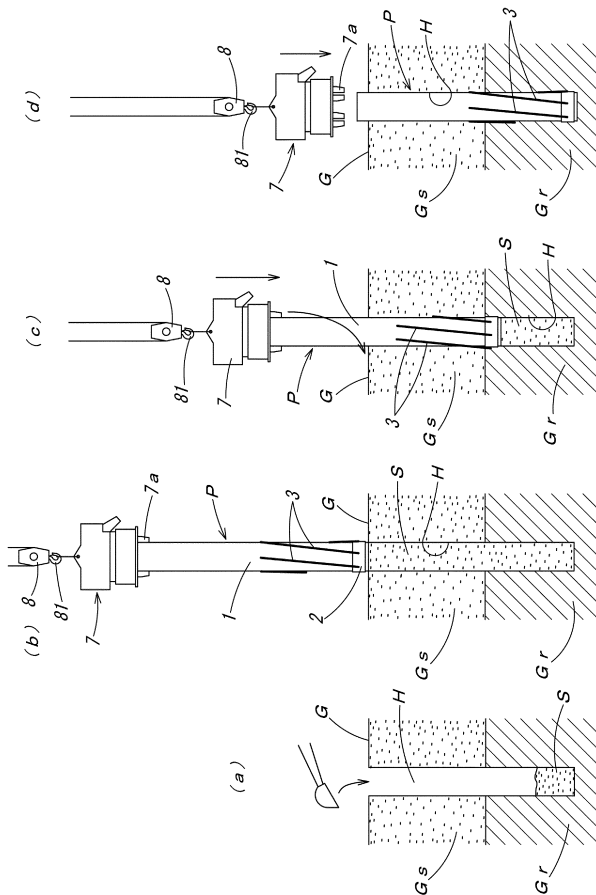
【図 3】



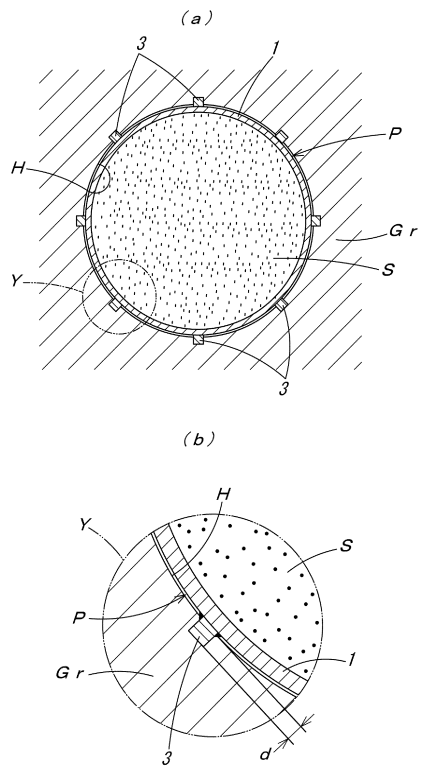
【図 4】



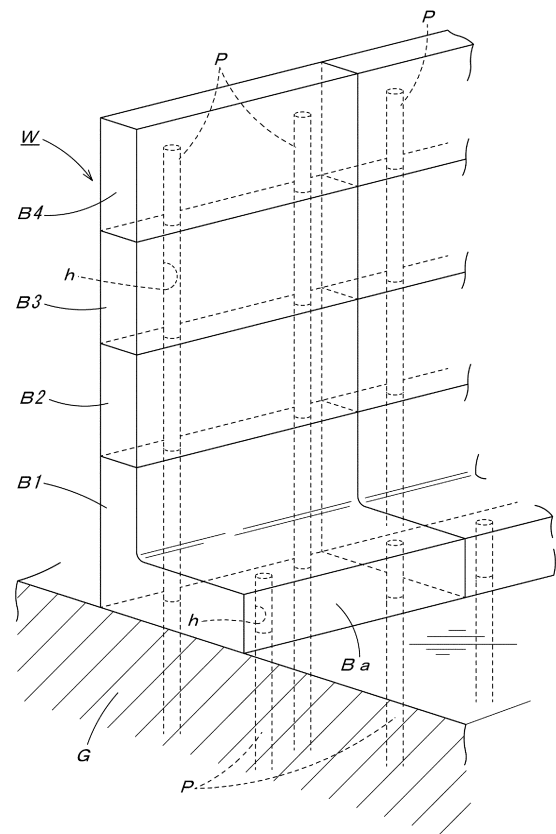
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭 63 - 167808 (JP, A)  
実開平 07 - 008614 (JP, U)  
特開 2014 - 109190 (JP, A)  
特開平 03 - 286022 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
E02D 5/22 - 13/10