

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3820301号
(P3820301)

(45) 発行日 平成18年9月13日(2006.9.13)

(24) 登録日 平成18年6月23日(2006.6.23)

(51) Int.Cl.

F I

E O 2 D 3/08 (2006.01)
 C O 4 B 28/02 (2006.01)
 C O 4 B 28/08 (2006.01)
 C O 4 B 18/08 (2006.01)
 C O 4 B 14/28 (2006.01)

E O 2 D 3/08
 C O 4 B 28/02
 C O 4 B 28/08
 C O 4 B 28/02
 C O 4 B 18:08

Z

請求項の数 8 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-105131
 (22) 出願日 平成9年4月8日(1997.4.8)
 (65) 公開番号 特開平10-280382
 (43) 公開日 平成10年10月20日(1998.10.20)
 審査請求日 平成16年4月2日(2004.4.2)

(73) 特許権者 301031392
 独立行政法人土木研究所
 茨城県つくば市南原1番地6
 (73) 特許権者 000166432
 戸田建設株式会社
 東京都中央区京橋1丁目7番1号
 (73) 特許権者 000185972
 小野田ケミコ株式会社
 東京都荒川区東日暮里三丁目11番17号
 (74) 代理人 100090387
 弁理士 布施 行夫
 (74) 代理人 100090479
 弁理士 井上 一
 (74) 代理人 100090398
 弁理士 大淵 美千栄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 地盤改良工法及びこれに用いられる地盤改良材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

地盤中に生石灰含有材料をパイル状に打設して行う地盤改良工法において、
 石灰石を1200～1500の高温で焼成して得られ粒径2mm以下に調整された細粒
 硬焼生石灰と、骨材と、セメント系固化材と、を混合した固化性材料と、
 石灰石を1200～1500の高温で焼成して得られ粒径2mmを超えるよう調整され
 た粗粒硬焼生石灰と、透水性材料と、を混合した膨張性材料と、
 を用い、
 前記固化性材料をパイルの中心側に打設するとともに、前記膨張性材料をパイルの外周側
 に打設することを特徴とする地盤改良工法。

【請求項2】

請求項1記載の地盤改良工法において、
 内管と外管との二重管構造のケーシングを用い、前記固化性材料を前記内管にて供給し、
 前記膨張性材料を前記内管と外管との間の領域で供給して、
 前記固化性材料をパイルの中心側に打設するとともに、前記膨張性材料をパイルの外周側
 に打設することを特徴とする地盤改良工法。

【請求項3】

請求項1又は請求項2記載の地盤改良工法において、
 前記固化性材料及び膨張性材料を打設した後に、この固化性材料及び膨張性材料に上載圧
 を作用させることを特徴とする地盤改良工法。

10

20

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の固化性材料及び膨張性材料からなることを特徴とする地盤改良材。

【請求項 5】

請求項 4 記載の地盤改良材において、
前記固化性材料におけるセメント系固化材の重量割合が 50% 以上であることを特徴とする地盤改良材。

【請求項 6】

請求項 4 又は請求項 5 記載の地盤改良材において、
前記セメント系固化材として、高炉セメント又はフライアッシュセメントが用いられることを特徴とする地盤改良材。 10

【請求項 7】

請求項 4 から請求項 6 のいずれかに記載の地盤改良材において、
前記固化性材料に、前記セメント系固化材の固化を遅らせる凝結遅延材が添加されることを特徴とする地盤改良材。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の地盤改良材において、
前記透水性材料は、透水係数が 10^{-1} cm/s 以上のものであることを特徴とする地盤改良材。

【発明の詳細な説明】 20

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、粘性土地盤のみならず、地下水が豊富で透水性の高い砂質土地盤にも適用できる地盤改良工法及びこれに用いられる地盤改良材に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

従来より、軟弱な地盤を改良する工法として生石灰杭工法が知られている。この工法は、生石灰を主成分とする地盤改良材をケーシングを用いて地盤中に杭状に打設し、生石灰の水和反応による吸収効果と膨張作用による圧密効果によって地盤を改良するものである。

【0003】 30

ただし、この工法は、地下水が豊富で透水性の高い砂質土地盤に適用すると、生石灰の水和反応が瞬間的に起こり、ケーシング内で直ちに膨張してしまったり地上に杭材料が飛び出してしまうことがあり、十分な締め固めができないものであった。

【0004】

そこで、特開平 4 - 83012 号公報には、石灰石を 1200 ~ 1500 で焼成して得られる生石灰のうち粒径が 5 mm 以上のものを用いることで、生石灰の反応速度を遅らせて、地下水の豊富な透水性の砂質土地盤にも上記工法を適用できることが開示されている。

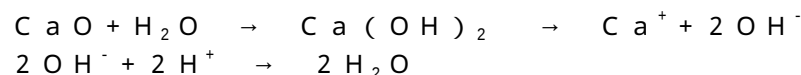
【0005】

なお、ここで用いられる生石灰は、日本石灰協会法に基づく試験法による塩酸滴定 10 分値 150 cc 以下のものである。 40

【0006】

この試験は、1 ~ 5 mm の粒径に整粒した 100 g の生石灰を 4000 cc の純水に投入し攪拌してアルカリ性の溶液とし、10 分後に何 cc の塩酸 (4 N HCl) を注入すれば中和されるかを測定し、生石灰の反応速度を判定するものである。なお、生石灰と水との反応は、次式で表される。

【0007】



そして、塩酸滴定 10 分値 150 cc 以下とは、150 cc 以下の塩酸 (4 N HCl) を 50

注入すれば中和できる程度の遅い反応速度であったことを表している。

【 0 0 0 8 】

すなわち、このような遅反応生石灰は、水を含む砂などと混同しても、30分間程度は水和反応が生じないものである。

【 0 0 0 9 】

しかし、本発明者らは、このような塩酸滴定10分値150cc以下の生石灰と、透水性材料、水砕、及び石膏と、を混合した材料にて実験したところ、強度が不足するという結果を得た。すなわち、この場合の材令6ヶ月におけるパイル強度は、 $q_u = 0.3 \sim 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ という低い値であり、地盤とパイルとの複合地盤として長期的に安定した強度を維持できないものであった。

10

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記従来の問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、粘性土地盤のみならず地下水の豊富な透水性の高い砂質土地盤に適用でき、かつ、適切なパイル強度を確保できる地盤改良工法及びこれに用いられる地盤改良材を提供することにある。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1記載の発明は、地盤中に生石灰含有材料をパイル状に打設して行う地盤改良工法において、石灰石を1200～1500の高温で焼成して得られ粒径2mm以下に調整された細粒硬焼生石灰と、骨材と、セメント系固化材と、を混合した固化性材料と、石灰石を1200～1500の高温で焼成して得られ粒径2mmを超えるよう調整された粗粒硬焼生石灰と、透水性材料と、を混合した膨張性材料と、を用い、前記固化性材料をパイルの中心側に打設するとともに、前記膨張性材料をパイルの外周側に打設することを特徴とする。

20

【 0 0 1 2 】

本発明で用いられる生石灰（細粒硬焼生石灰及び粗粒硬焼生石灰）は、石灰石を1200～1500の高温で焼成して得られるもので、こうすることで水和速度が鈍化することが特開平4-83012号公報に開示されている。したがって、この生石灰は、水和速度が遅いことから地下水の豊富な透水性の高い砂質土地盤の改良にも適用することができる。そして、高温で焼成してあることにより、生石灰実質部の密度が高くなって、水和反応に基づく膨張率も大きくなる。

30

【 0 0 1 3 】

そして、本発明では、固化性材料をパイルの中心側に打設し、膨張性材料をパイルの外周側に打設することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

ここで、固化性材料はセメント系固化材を含有するので、固化すると大きな強度を得ることができる。

【 0 0 1 5 】

さらに、固化性材料には、骨材が含まれているので、固化後の強度が一層大きなものとなる。

【 0 0 1 6 】

40

また、膨張性材料における粗粒硬焼生石灰は、粒径2mmを超えるものなので固化性材料の細粒硬焼生石灰よりも一層膨張率が大きいものである。

【 0 0 1 7 】

そして、生石灰の水和反応は、パイルの外周側から中心方向に徐々に移行するので、外周部で膨張率の大きな粗粒硬焼生石灰が膨張した後、中心部でセメント系固化材の固化反応が生じることとなる。

【 0 0 1 8 】

こうして、パイル中心部は極めて強度が大きくなり、外周部は強度的にはやや小さいものの膨張による地盤の締め固め効果を大きく得られる。そして、パイル全体で評価すると、十分な強度及び締め固め効果を得ることができる。

50

【 0 0 1 9 】

そして、膨張性材料には、透水性材料が混合されており、これによって、十分に水が浸透して水和反応が一部に偏らず全体的に生じるようになっている。

【 0 0 2 0 】

請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の地盤改良工法において、内管と外管との二重管構造のケーシングを用い、前記固化性材料を前記内管にて供給し、前記膨張性材料を前記内管と外管との間の領域で供給して、前記固化性材料をパイルの中心側に打設するとともに、前記膨張性材料をパイルの外周側に打設することを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

請求項 3 記載の発明は、請求項 1 又は請求項 2 記載の地盤改良工法において、前記固化性材料及び膨張性材料を打設した後に、この固化性材料及び膨張性材料に上載圧を作用させることを特徴とする。

10

【 0 0 2 2 】

この発明によれば、打設された固化性材料及び膨張性材料に上載圧を作用させるので、載荷重の大きさに対応してパイル強度が大きくなるとともに、鉛直方向よりも水平方向への体積膨張が卓越して、杭周辺地盤への静的な締め固め効果が向上する。

【 0 0 2 3 】

請求項 4 記載の発明は、請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の固化性材料及び膨張性材料からなることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

20

請求項 5 記載の発明は、請求項 4 記載の地盤改良材において、前記固化性材料におけるセメント系固化材の重量割合が 5 0 % 以上であることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

請求項 6 記載の発明は、請求項 4 又は請求項 5 記載の地盤改良材において、前記セメント系固化材として、高炉セメント又はフライアッシュセメントが用いられることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

セメント系固化材として、高炉セメント又はフライアッシュセメントを用いることとしたのは、普通ポルトランドセメントと比べて、硬化速度が緩やかで、かつ、長期材令での強度増加が著しいからである。

30

【 0 0 2 7 】

請求項 7 記載の発明は、請求項 4 から請求項 6 のいずれかに記載の地盤改良材において、前記固化性材料に、前記セメント系固化材の固化を遅らせる凝結遅延材が添加されることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

このように、セメント系固化材に対する凝結遅延材を添加すれば、生石灰の膨張が終了する前に固化反応が生じることを一層有効に防止できる。

【 0 0 2 9 】

請求項 8 記載の発明は、請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の地盤改良材において、前記透水性材料は、透水係数が 10^{-1} cm / sec 以上のものであることを特徴とする。

40

【 0 0 3 0 】

透水性材料として、透水係数が 10^{-1} cm / sec 以上の高い透水性のものをを用いることで、ドレーン効果を高めて周囲の地盤の液状化を抑えることもできる。

【 0 0 3 1 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。本実施の形態に係る地盤改良工法は、地盤改良材を杭状に打設して軟弱地盤を改良するもので、特に杭の中心部と外側部とで異なる地盤改良材を用いる点に特徴を有する。

【 0 0 3 2 】

図 1 は、実施の形態に係る地盤改良工法の工程を説明する図であり、(a) ~ (f) の順

50

で地盤改良が行われる。

【 0 0 3 3 】

すなわち、まず、(a) に示すように地盤改良をしようとする軟弱地盤にケーシング 1 0 を立てて、(b) に示すようにこれを回転させて徐々に土中に貫入させる。そして、(c) に示すようにケーシング 1 0 が所定の深さに達すると、この回転を止めて、サイドホッパー 2 0 を経てホッパー 2 2 からケーシング 1 0 内に所定量の地盤改良材を投入する。次に、(d) に示すようにシュー 2 4 を開いてコンプレッサ 2 6 からケーシング 1 0 内に圧気を送ることで地盤改良材を穴に送り込みながら、このケーシング 1 0 を回転させて引き抜いていく(同図 (e))。こうして、(f) に示すように、土中に杭 3 0 の打設が完了する。そして、同様の工程を繰り返して、複数の杭 3 0 を所定間隔で打設する。

10

【 0 0 3 4 】

本実施の形態において、この杭 3 0 は、中心部は固化性材料にて構成され、外側部は膨張性材料にて構成されている。

【 0 0 3 5 】

詳しくは、固化性材料は、石灰石を 1 2 0 0 ~ 1 5 0 0 の高温で焼成して得られ粒径 2 m m 以下に調整された細粒硬焼生石灰と、骨材と、セメント系固化材と、を混合してなる。また、膨張性材料は、石灰石を 1 2 0 0 ~ 1 5 0 0 の高温で焼成して得られ粒径 2 m m を超えるよう調整された粗粒硬焼生石灰と、透水性材料と、を混合してなる。

【 0 0 3 6 】

そして、杭 3 0 の中心部は、セメント系固化材及び骨材を含有するので大きな強度を得られる。また、杭 3 0 の外側部は、粒径の大きな粗粒硬焼生石灰によって大きな膨張率を得られるので、地盤の締め固め効果を十分に得ることができる。

20

【 0 0 3 7 】

こうして、本実施の形態は、強度及び締め固めの点で大きな効果を達成できるというものである。

【 0 0 3 8 】

次に、このような半径方向に二重の層をなす杭 3 0 を形成するためのケーシング 1 0 の構成について説明する。

【 0 0 3 9 】

図 2 は、ケーシング及びその付属部品の内部構造を示す概略図であり、図 3 は、ケーシングの横断面図である。

30

【 0 0 4 0 】

これらの図に示すように、ケーシング 1 0 は、外管 1 2 と内管 1 4 とで二重構造をなしている。この外管 1 2 と内管 1 4 とは、複数の連結部材 1 0 a にて連結され、内管 1 4 の内側と外側とで、地盤改良材を送り込むことができる。

【 0 0 4 1 】

また、ケーシング 1 0 の上部に設けられたホッパー 2 2 及びサイドホッパー 2 0 の内部も、隔壁 2 2 a、2 0 a によって区画され、上記内管 1 4 の内側と外側のそれぞれに別の地盤改良材を投入できるようになっている。

【 0 0 4 2 】

40

外管 1 2 には、その外周面に、従来のケーシングと同様に掘削用のスクリー羽根 1 2 a が設けられ、これに加えて、その内周面にも、スクリー羽根 1 2 b が固定されている。このスクリー羽根 1 2 b は、リボンコンベアスクリーであって、外管 1 2 と一体的に回転して地盤改良材の送り込みをスムーズに行うためのものである。そして、図 1 (e) に示すように、ケーシング 1 0 を掘削時とは逆回転させて引き抜きながら地盤改良材を送り込むときに、内管 1 4 と外管 1 2 との間の空間に投入された地盤改良材(膨張性材料) は、スクリー羽根 1 2 b によって下方向に押し出されるように作用する。

【 0 0 4 3 】

同様に、内管 1 4 の内周面にも、スクリー羽根 1 4 b が固定されており、内管 1 4 と一体的に回転して、内管 1 4 の内側に投入された地盤改良材(固化性材料) の送り出しをス

50

ムーズに行えるようになっている。

【 0 0 4 4 】

こうして、固化性材料及び膨張性材料の二種類の地盤改良材によって所定間隔で複数の杭 3 0 を打設すると、杭 3 0 がその周囲の土中の水分を吸収するとともに、杭 3 0 が膨張して杭 3 0 間の地盤を圧縮し、さらに杭 3 0 自体も硬化することで、地盤を改良することができる。

【 0 0 4 5 】

なお、打設された杭 3 0 の杭頭レベルまでは、現場の土を詰めるなどによって地表面が浮き上がらないようにする。

【 0 0 4 6 】

あるいは、杭 3 0 に上載圧を加えることが一層好ましい。そのためには、図 4 に示すように、クレーン 4 0 によって重錘 4 2 を吊り上げて、杭 3 0 の頭部に重錘 4 2 を載置して、その重さによって上載圧を加えるなどの方法がある。そして、杭 3 0 の成分となる生石灰の膨張が終了するまで、上載圧を加えたままの状態としておく。そうすると、杭 3 0 は、載荷重の大きさに対応してパイル強度が大きくなるとともに、鉛直方向よりも水平方向への体積膨張が卓越して、杭周辺地盤への静的な締め固め効果が向上する。

【 0 0 4 7 】

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態に係る地盤改良工法の工程を説明する図である。

【図 2】実施の形態におけるケーシング及びその付属部品の内部構造を示す概略図である

10

20

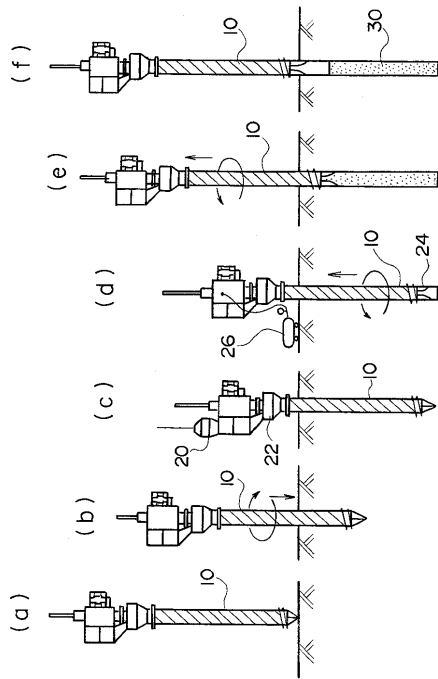
。【図 3】実施の形態におけるケーシングの横断面図である。

【図 4】地盤改良材にて構成される杭に上載圧を加えた状態を示す図である。

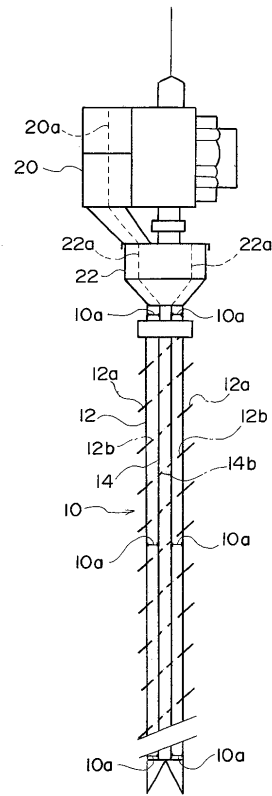
【符号の説明】

- 1 0 ケーシング
- 1 2 外管
- 1 4 内管
- 2 0 杭

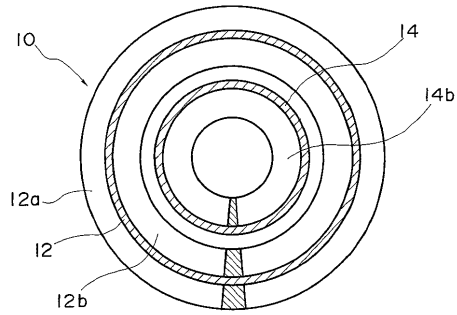
【図 1】



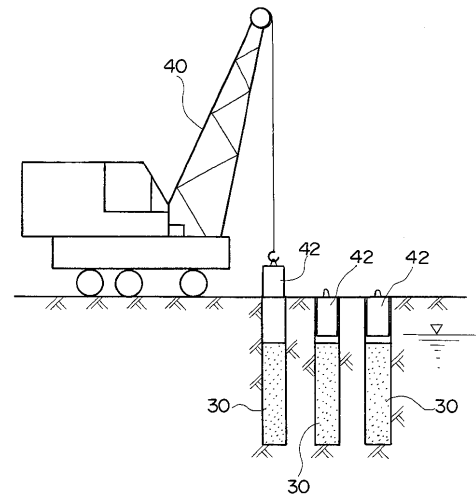
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

C 0 4 B 14:28

C 0 4 B 28/08

C 0 4 B 14:28

(72)発明者 松尾 修

茨城県つくば市大字旭 1 番地 建設省土木研究所内

(72)発明者 古関 潤一

東京都港区六本木 7 丁目 2 2 番 1 号 東京大学生産技術研究所内

(72)発明者 渡辺 稔明

東京都中央区京橋 1 丁目 7 番 1 号 戸田建設株式会社内

(72)発明者 谷澤 亮

東京都中央区京橋 1 丁目 7 番 1 号 戸田建設株式会社内

(72)発明者 別所 三千夫

東京都台東区柳橋 2 丁目 1 7 番 4 号 小野田ケミコ株式会社内

審査官 石村 恵美子

(56)参考文献 特開昭 5 2 - 0 6 1 3 1 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

E02D 3/00-10

E02D 5/46

C04B 28/02

C04B 28/08

C04B 18/08

C04B 14/28

C09K 17/00