

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3820302号
(P3820302)

(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.

E O 2 D 3/12 (2006.01)

F I

E O 2 D 3/12 1 O 1

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願平9-105132	(73) 特許権者	301031392
(22) 出願日	平成9年4月8日(1997.4.8)		独立行政法人土木研究所
(65) 公開番号	特開平10-280388		茨城県つくば市南原1番地6
(43) 公開日	平成10年10月20日(1998.10.20)	(73) 特許権者	000166432
審査請求日	平成16年4月2日(2004.4.2)		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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

土中水との水和反応によりその体積が膨張する物質を含む改良材を地中にパイル状に打設し、前記パイル状改良材の頭部近傍に温度センサを設置するとともに該パイル状改良材の頭部に上載圧作用手段により上載圧を加え、前記温度センサの計測値から前記水和反応が終了したことを確認した後に、前記上載圧を除荷して軟弱地盤を改良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、
前記上載圧作用手段は、膨張性袋体であり、
前記パイル状改良材の頭部と地表面との間に空打ち部分を形成して前記膨張性袋体を設置し、流体圧を作用させて前記膨張性袋体を膨張させることにより、前記地中に打設されたパイル状改良材に上載圧を加えることを特徴とする地盤改良工法。

【請求項3】

請求項2記載の地盤改良工法において、
前記膨張性袋体は、上部において水平方向に膨張して周囲の地盤に圧力を加える上部膨張部と、下部において下方に膨張して前記パイル状改良材の頭部に圧力を加える下部膨張部と、を有することを特徴とする地盤改良工法。

【請求項4】

請求項1記載の地盤改良工法において、

10

20

前記上載圧作用手段は、金属製重錘であることを特徴とする地盤改良工法。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の地盤改良工法において、
前記上載圧を 0.15 kgf/cm^2 以上とすることを特徴とする地盤改良工法。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の地盤改良工法において、
前記水和反応によって膨張する物質は、石灰石を $1200 \sim 1500$ の高温で焼成して得られる硬焼生石灰であることを特徴とする地盤改良工法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、水和反応によって体積が膨張する材料（例えば生石灰）をパイル状に打設して軟弱地盤を改良する地盤改良工法に関する。

【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水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】

詳しくは、特開平 4 - 83012 号公報の第 1 図に示されるように、杭打機によりケーシングを軟弱地盤に打ち込み、生石灰を含む地盤改良材をケーシング内に充填し、このケーシングを引き抜くことでパイル（杭）を打設する。そして、パイルの生石灰が膨張することで地盤を締め固めるようにしている。

20

【0004】

ここで、パイルは、地表面まで打設されるのではなく所定深度まで打設して、パイルの頭部から地表面までを空打ち部としていた。そして、この空打ち部に土を埋め戻して上載圧を作用させることで、パイルが膨張するときに、その膨張力が地表面へ逃げないようにしていた。

【0005】

しかし、空打ち部が地表面から浅い領域に形成される場合（例えば深度 2 m 未満）には、生石灰の膨張圧に対して空打ち部の上載圧が小さいので、地表面が盛り上がってしまい膨張圧が逃げてしまう。そうすると、地盤を締め固める効果が劣ることとなる。

30

【0006】

要するに、水和反応によって膨張する物質を用いた軟弱地盤改良工法においては、浅い空打ち部では十分な効果が得られないという問題があった。

【0007】

本発明は、この問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、浅い空打ち部でも膨張による締め固め効果を十分に得られる地盤改良工法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

40

上記目的を達成するために、請求項 1 記載の発明は、土中水との水和反応によりその体積が膨張する物質を含む改良材を地中にパイル状に打設し、前記パイル状改良材の頭部近傍に温度センサを設置するとともに該パイル状改良材の頭部に上載圧作用手段により上載圧を加え、前記温度センサの計測値から前記水和反応が終了したことを確認した後に、前記上載圧を除荷して軟弱地盤を改良することを特徴とする。

【0009】

本発明によれば、膨張性の改良材を地盤内にパイル状に打設した後に、その上部に上載圧作用手段を載置することにより、その重量もしくは加圧力に相当する荷重が改良材に上載圧として作用し、低密度・圧縮性の埋め戻し土に比べて非圧縮性で信頼性の高い押さえ効果が得られるので、改良材の膨張作用による水平方向の圧密効果・締め固め効果が著しく

50

なる。

【 0 0 1 0 】

また、本発明では、温度センサをパイル状改良材の頭部近傍に設置する。したがって、温度変化を見て水和反応の終了を確認することができ、この確認を行ってから上載圧作用手段を除荷するので、パイル状改良材の締め固め効果を確実に得ることができるとともに、上載圧作用手段を効率的に転用することができる。

【 0 0 1 1 】

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、前記上載圧作用手段は、膨張性袋体であり、

前記パイル状改良材の頭部と地表面との間に空打ち部分を形成して前記膨張性袋体を設置し、流体圧を作用させて前記膨張性袋体を膨張させることにより、前記地中に打設されたパイル状改良材に上載圧を加えることを特徴とする。

10

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、空打ち部分に設置された膨張性袋体を流体圧にて膨張させることで、パイル状の地盤改良材に上載圧を加えることとしている。そして、上載圧が加えられることで、地盤改良材に含まれる生石灰等の水和反応によって膨張する物質は、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。こうして、強度の大きなパイルを形成して、軟弱地盤を改良させることができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 3 記載の発明は、請求項 2 記載の地盤改良工法において、前記膨張性袋体は、上部において水平方向に膨張して周囲の地盤に圧力を加える上部膨張部と、下部において下方に膨張して前記パイル状改良材の頭部に圧力を加える下部膨張部と、を有することを特徴とする。

20

【 0 0 1 4 】

この膨張性袋体によれば、下部膨張部が下方に膨張するのでパイルの頭部に上載圧が加えられる。そして、上部膨張部は、水平方向に膨張して周囲の地盤に圧力を加えるので、地盤との間の摩擦により上方に移動しようとする力に対抗できるようになっている。そうすると、上部膨張部によって改良材の膨張力が上方に逃げないようにして、下部膨張部により上載圧を加えることができる。

30

【 0 0 1 5 】

請求項 4 記載の発明は、請求項 1 記載の地盤改良工法において、前記上載圧作用手段は、金属製重錘であることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

本発明のように、金属製重錘を使用すれば、例えば円柱状に形成することが容易であり、パイル状改良材の空打ち部分に容易に遊挿可能であり、空打ち部分が僅少であっても確実にパイル状改良材に載置することができる。

【 0 0 1 7 】

請求項 5 記載の発明は、請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の地盤改良工法において、前記上載圧を 0.15 kgf/cm^2 以上とすることを特徴とする。このような大きさの上載圧を作用させることによって、パイル状改良材そのものの強度を向上させることができる。

40

【 0 0 1 8 】

請求項 6 記載の発明は、請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の地盤改良工法において、前記水和反応によって膨張する物質は、石灰石を $1200 \sim 1500$ の高温で焼成して得られる硬焼生石灰であることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

このような高温で焼成された硬焼生石灰は水和速度が遅いことが知られており（特開平 4 - 83012 号公報参照）、地下水が豊富で透水性の砂質土地盤の改良に適用しても、適度な速度で水和反応が生じるようになる。

50

【 0 0 2 0 】

この点、従来の生石灰によれば、水和速度が速すぎるので、砂質土地盤においては、ケーシングを抜き取る前に地下水と反応して膨張してしまつて地盤改良材をパイル状に打設できないという問題があったので、請求項 6 記載の発明はこの問題を解決できるものである。

【 0 0 2 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。

【 0 0 2 2 】**(第 1 の実施の形態)**

本実施の形態に係る地盤改良工法は、水和反応によって膨張する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ある。

【 0 0 2 3 】

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) ~ (g) の順で地盤改良が行われる。

【 0 0 2 4 】

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 5 2 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 1 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 1 4 を開いてコンプレッサ 1 6 からケーシング 1 0 内に圧気を送りながら、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 2 0 の打設が完了する。

【 0 0 2 5 】

そして、本実施の形態では、(g) に示すように、膨張性袋体 3 0 を杭 2 0 の頭部上の空打ち部 2 2 に設置して、杭 2 0 に上載圧を加える。

【 0 0 2 6 】

図 2 は、膨張性袋体 3 0 の拡大側面図である。同図に示すように、この膨張性袋体 3 0 は、上部膨張部 3 2 と下部膨張部 3 4 とを有する。

【 0 0 2 7 】

上部膨張部 3 2 は、上述したケーシング 1 0 によって形成される穴に入れられる大きさの円柱状をなし、上面に設けられた吹込口 3 6 から空気を入れると、破線で示すように周面 3 2 a が膨らむようになっている。そして、杭 2 0 の頭部上の空打ち部 2 2 (図 1 参照) に、周面 3 2 a が穴の内面を向くように膨張性袋体 3 0 を設置し、上部膨張部 3 2 を膨らませると、その周面 3 2 a は周囲の地盤に圧力を加えることができる。なお、空気の代わりに水を用いることにより、水の重量分も載荷重として作用するので都合がよい。

【 0 0 2 8 】

こうして、上部膨張部 3 2 が空打ち部 2 2 内で膨張すると、その周面 3 2 a と地盤との摩擦によって、膨張性袋体 3 0 は地表方向に抜けにくくなる。逆に言うと、膨張性袋体 3 0 が抜けにくくなる程度の摩擦力が得られるように、周面 3 2 a の大きさ、材質を設計しておく必要がある。

【 0 0 2 9 】

次に、下部膨張部 3 4 は、じゃばら状をなして上部膨張部 3 2 の下面に設けられるもので、吹込口 3 8 から空気を吹き込むと、図 2 において矢印で示す方向に伸びるようになっている。なお、その伸長距離は、伸び制限バンド 3 4 b によって制限されて、伸びすぎによる破損が防止されている。

【 0 0 3 0 】

そして、空打ち部分 2 2 (図 1 参照) に膨張性袋体 3 0 を配置して、上部膨張部 3 2 によって反力をとって、下部膨張部 3 4 を膨らませると、その下面 3 4 a は杭 2 0 の頭部を押しつけるように作用する。

10

20

30

40

50

【0031】

以上のようにして、本実施の形態によれば、膨張性袋体30によって杭20に上載圧を加えられるようになっている。

【0032】

ここで、上載圧として杭20に対して0.15 kgf/cm²以上が好ましい。そして、杭20の径を50 cmとすると、必要な押しつけ力は、

$$0.15 \text{ kgf/cm}^2 \times (50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \times \pi / 4) = 294 \text{ kgf}$$

となる。このような押しつけ力を得るためには、上部膨張部32によって294 kgf以上の摩擦力(反力)がとれるようにする必要がある。そこで、このような摩擦力を得るための条件を計算すると、次のようになる。

10

【0033】

膨張性袋体30の上部膨張部32の形状を、半径50 cmで高さ35 cmの円柱状のものとすると、その周面の面積は、

$$50 \times \pi \times 35 = 5495 \text{ cm}^2$$

となり、その材質をゴムであるとし、地盤との摩擦係数を0.2とし、空気圧を0.3 kgf/cm²とすると、摩擦力(反力)は、

$$0.3 \times 5495 \times 0.2 = 330 \text{ kgf}$$

となり、294 kgf以上の摩擦力をとれることが分かる。

【0034】

そして、下部膨張部34については、その径を40 cmとし、空気圧を0.3 kgf/cm²とすれば、 $40 \times 40 \times \pi \times 1 / 4 \times 0.3 = 377 \text{ kgf}$

20

となるので、294 kgf以上の押しつけ力が得られることとなる。したがって、膨張性袋体の全長としては約40 cm程度でよいことになり、空打ち部分22が1 m程度あれば十分な反力がとれることになる。

【0035】

こうして、地盤改良材によって所定間隔で複数の杭20を打設すると、杭20がその周囲の土中の水分を吸収するとともに、杭20が膨張して杭20間の地盤を圧縮し、さらに杭20自体も硬化することで、地盤を改良することができる。しかも、地盤改良材からなる杭20には、上載圧が加えられているので、一層大きな強度のパイルとなって地盤を改良することとなる。

30

【0036】

なお、膨張性袋体30は、必要な上載圧を加える期間が経過すると空気を抜いて引き上げられ、空打ち部分22には、現場の土を詰めるなどしておく。

【0037】

次に、本実施の形態で用いられる地盤改良材について説明する。前記改良材は、地盤52の性質によって適宜その成分を変更することができる。例えば、粘性土地盤の場合には、脱水による改良効果が顕著であるため、軟焼生石灰が主成分(重量比:60%以上)となり、改良材の密度を高めて膨張圧を高くするため砂を30重量%程度まで混合する事があり、また、パイル強度を強化し複合地盤改良効果を発揮するため、セメント系の固化材を10~20重量%添加することもある。

40

【0038】

一方、地盤52が、地下水位以深の緩い砂質土地盤の場合には、硬焼生石灰を主成分として用いる。該硬焼生石灰は、石灰石を1000以上の高温で加熱して焼成したものである。

【0039】

日本石灰協会の定めた活性度判定法による塩酸滴定10分値が300 cc以下のものを用いる。日本石灰協会法に基づく試験方法(生石灰を1~5 mmに整粒し、これを一定の温度の水に投入した後に、4N-HClで中和する時の4N-HClの消費量)をもって活性度を判定する。

【0040】

50

前記軟焼生石灰と硬焼生石灰の物理特性の一例を表にして示す。

【 0 0 4 1 】

生石灰の種類	嵩比重 (g/cm^3)	空隙率 (%)	比表面積 (cm^2/g)
軟焼生石灰	1. 5 9	5 2. 5	1 9, 7 0 0
硬焼生石灰	2. 8 1	1 6. 1	4 0 0

そして、前記硬焼生石灰に、主として地盤を水平方向に押圧して締め固める膨張効果を期待する場合には、硬焼生石灰を 2 5 重量 % ~ 7 0 重量 %、ドレーン材としての作用をさせるため砂等の透水性材料を 2 0 重量 % ~ 6 5 重量 %、固化材を 1 0 重量 % ~ 3 0 重量 % とし、更に、この硬焼生石灰の粒径を 2 m m 以上の粗粒とすることが好ましい。

10

【 0 0 4 2 】

他方、前記硬焼生石灰に、主としてパイル強度を確保したい場合には、硬焼生石灰を 2 0 重量 % ~ 3 0 重量 %、骨材を 4 0 重量 % ~ 6 0 重量 %、固化材を 1 0 重量 % ~ 3 0 重量 % とし、更に、この硬焼生石灰の粒径を 5 m m 以下の細粒とすることが好ましい。

【 0 0 4 3 】

このような改良材を前記サイドホッパー 1 2 に投入し、ケーシング 1 0 を引き抜きながらその先端開口部からコンプレッサー 1 6 による圧気でパイル状に充填する。これによりケーシング引き抜き後の孔内に外径約 5 0 c m のパイルが低振動・低騒音で造成される。

20

【 0 0 4 4 】

前記改良材が土中に充填されると、土中水と主成分の生石灰とが短時間に消化反応を生じ、 $(\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + 15.6 \text{ kcal/mol})$ 、重量比で 1 . 3 2 倍、体積比で 1 . 9 9 倍の消石灰となる。そして、パイル体積の増加にともなって、パイル周辺土とのサクションが平衡するまで、消石灰の空隙部に土中水が吸収される。

【 0 0 4 5 】

このような生石灰の作用により、軟弱な粘性度地盤は脱水され、強度が増加するという改良効果となってあらわれる。

【 0 0 4 6 】

一方、砂質土地盤を改良するために用いる前記硬焼生石灰を主成分とした改良材では、硬焼生石灰が土中水と直ちに水和反応することではなく、例えば、3 0 分程度時間経過した後

30

に反応するので、地下水以深の砂質土地盤にパイル状に打ち込んで柱状体を造成できる余裕がある。

【 0 0 4 7 】

よって、前記硬焼生石灰を主成分とした改良材であれば、砂質土地盤に対しても適用が可能であり、砂質土地盤に適用できない軟焼生石灰を主成分とする改良材に対して、互層の地盤や砂分を多く含む粘性土地盤にも有効な地盤改良工法となる。

【 0 0 4 8 】

次に、このような地盤改良材を用いた場合のパイル強度について、実験データに基づいて説明する。

40

【 0 0 4 9 】

図 3 は、セメント添加率とパイル強度との関係を示すグラフである。この実験データは、 $p = 0.05 \text{ kgf/cm}^2$ の上載圧を加えて材令 2 8 日間とした場合の杭のパイル強度が、セメント系固化材の添加率によってどう変化するかを示すものである。そして、グラフから明らかなように、セメント系固化材の添加率が上がるに従って、パイル強度は大きくなる。

【 0 0 5 0 】

次に、図 4 は、遅延性生石灰の粒径とパイル強度との関係を示すグラフである。この実験データは、 $p = 0.25 \text{ kgf/cm}^2$ の上載圧を加えた場合の杭のパイル強度が、遅延性生石灰の粒径によってどう変化するかを示すものである。そして、グラフから明らかなように

50

、遅延性生石灰の粒径が大きくなるに従って、パイル強度は小さくなる。つまり、遅延性生石灰の粒径は小さい方がパイル強度が大きくなる。特に、遅延性生石灰の粒径が2 mm以下の場合に大きなパイル強度を得られるという結果になっている。

【0051】

次に、図5は、上載圧とパイル強度との関係を示すグラフである。この実験データは、セメント添加率 $s = 20\%$ で材令14日とした場合の杭のパイル強度が、上載圧によってどう変化するかを示すものである。そして、グラフから明らかなように、上載圧が大きくなるに従って、パイル強度は大きくなり、好ましい上載圧として 0.15 kgf/cm^2 以上であることが分かる。

【0052】

10

次に、図6は、地盤改良材の消化反応について説明するグラフである。具体的には、地盤改良材を打設してからの経過時間と温度との関係、及びその経過時間と膨張圧力との関係を示している。

【0053】

このグラフから明らかなように、地盤改良材を打設してから、約30～60時間程度経過すると消化反応が終了することが分かる。

【0054】

したがって、本実施の形態では、地盤改良材を打設して約30～60時間程度は、上記膨張性袋体30によって上載圧を加えたままにしておき、かかる時間が経過して消化反応が終了してから膨張性袋体30を除去する。

20

【0055】

こうすることで、消化反応中は、継続して地盤改良材に圧力を加えられるので、パイル強度を向上させるうえで最大の効果を達成することができる。

【0056】

消化反応が終了したことは、上記膨張性袋体30に温度センサを設けておき、温度変化をみることで確認することができる。温度センサについては、第2の施形態において説明する。

【0057】

(第2の実施の形態)

次に、本発明に係る第2の実施形態について図面を参照して説明する。本発明の第2の実施形態では、図7に示すように、予め重錘51が用意される。

30

【0058】

この重錘51は、金属製で円柱状であり、例えば、その直径が約40 cmで高さが約60 cm程度で、重量が約600 kgfである。

【0059】

そして、前記重錘51の円柱状体の側面には、長手方向に沿って切欠き部51aが設けられ、この切欠き部51aには、重錘51の下部に温度センサ51bが配設され、該温度センサ51bの一端にリード線51cが電氣的に接続され、更に、このリード線51cは切欠き部51aに沿って敷設され、その端部が制御装置に接続されている。

【0060】

40

切欠き部51aには、前記温度センサ51bとリード線51cとを保護すべく、金属製、合成樹脂製若しくはゴム製の保護カバー51dが全長に亘って被覆されている。この保護カバー51dは、耐熱性でかつ着脱自在であることが好ましい。

【0061】

また、前記重錘51の上部には、この重錘51を揚重機、例えば、トラッククレーン54のフックに懸吊するための係止部55が設けられている。

【0062】

本実施形態における地盤改良工法では、第1の実施形態において説明したような施工手順(図1参照)で、改良材を改良対象の地盤52中に杭状に打設する。

【0063】

50

そして、地盤 5 2 への改良材の充填が終了したら、図 1 (g) における膨張性袋体 3 0 の代替として、クレーン等で吊り上げて運搬した金属製の重錘 5 1 を静かに空打ち部 2 2 に遊挿して載せる。

【 0 0 6 4 】

このとき、改良材が地表面近くまで充填されていても、円柱状の金属製重錘であるために、改良材の上部に載置することができる。

【 0 0 6 5 】

この重錘 5 1 を改良材（硬焼生石灰を主成分とした改良材）の上載圧として作用させるものであるが、この実施形態の重錘 5 1 は、その重量が約 6 0 0 k g f で、 $0.3 \text{ k g f} / \text{cm}^2$ の鉛直荷重となる。

10

【 0 0 6 6 】

この上載圧により、改良材の主成分である硬焼生石灰が消化反応して、体積が約 2 倍の消石灰になって、水平方向への膨張圧（静的な締め固め力）が、鉛直方向に逃げることなく効率的に地盤 5 2 に作用する。

【 0 0 6 7 】

よって、改良材を地中に多数のパイル状に打設したことで周辺地盤が締め固められ、打設時に生じた過剰間隙水圧が消石灰の水和反応によって消散され、重錘 5 1 の上載圧によって水平方向の膨張圧による静的締め固めの効果が更に発揮される。

【 0 0 6 8 】

そして、地盤 5 2 の密度が増大すると共に、剪断強さも増加して液状化抵抗が増大するものである。

20

【 0 0 6 9 】

図 8 及び図 5 に、地盤改良された地盤 5 2 の N 値が増大している様子、及びパイル強度の増大の様子を示す。パイル強度は、上載圧が増加すると大きくなる。

【 0 0 7 0 】

その効果は、 $0.15 \text{ k g f} / \text{cm}^2$ 以上の上載圧が作用するとき特に顕著である。

【 0 0 7 1 】

また、前記重錘 5 1 には、温度センサー 5 1 b が設けられており、これと電氣的に接続された制御装置のモニターを見て、改良材の水和反応による温度上昇を監視する。

【 0 0 7 2 】

30

そして、図 6 に示すように、前記水和反応による温度上昇が急激に高まるとともに膨張圧も急激に上昇し、その後、緩やかに温度及び膨張圧が下降していくようになったら、水和反応が終了したとみなすことができる。

【 0 0 7 3 】

そこで、例えば、温度が下降してある設定温度になるとアラーム手段で警報やアラーム表示をするようにしても良く、重錘 5 1 を再びクレーン等で吊り上げて、この重錘 5 1 を後工程で打設されたパイルに転用する。

【 0 0 7 4 】

こうして、水和反応の終了を定量的に把握できる。なお、好ましい例として、水和反応終了後も 1 日以上載置しておく。

40

【 0 0 7 5 】

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 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】膨張性袋体の拡大側面図である。

【図 3】セメント添加率とパイル強度との関係を示す図である。

【図 4】生石灰の粒径とパイル強度との関係を示す図である。

【図 5】上載圧とパイル強度との関係を示す図である。

【図 6】地盤改良材の消化反応について説明する図である。

【図 7】本発明の地盤改良工法に使用する重錘の斜視図である。

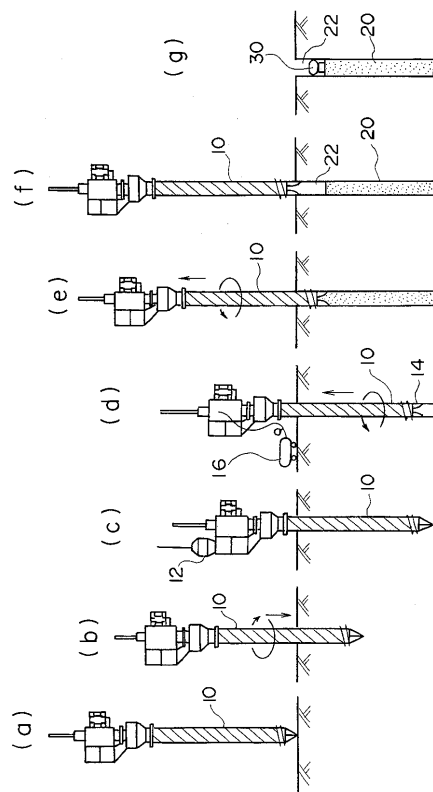
【図 8】地盤が改良される前後の N 値の変化を示す説明図である。

50

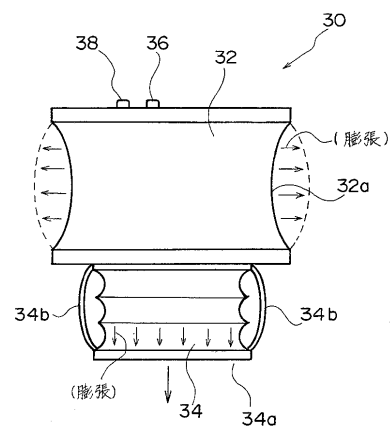
【符号の説明】

- 10 ケーシング
- 20 杭（パイル状改良材）
- 22 空打ち部分
- 30 膨張性袋体（上載圧作用手段）
- 32 上部膨張部
- 34 下部膨張部
- 51 重錘
- 51b 温度センサ
- 52 地盤

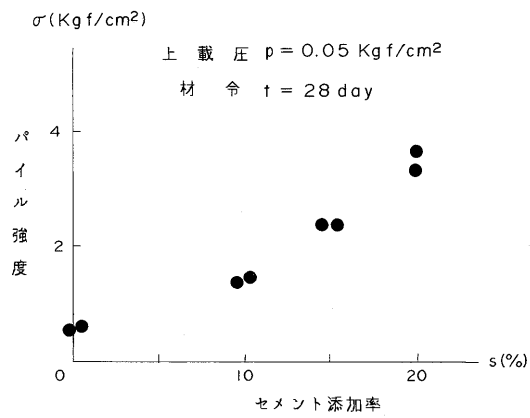
【図1】



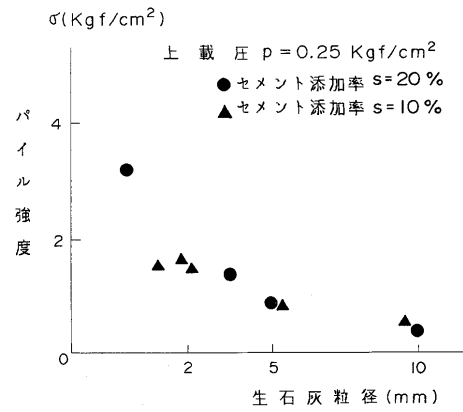
【図2】



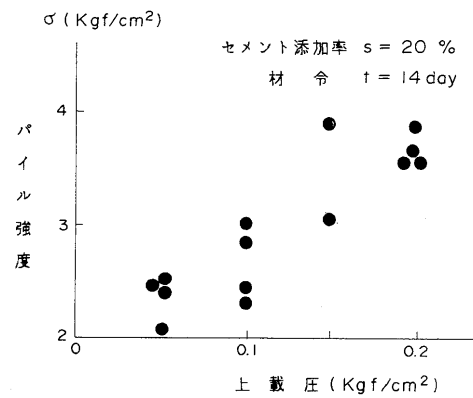
【図 3】



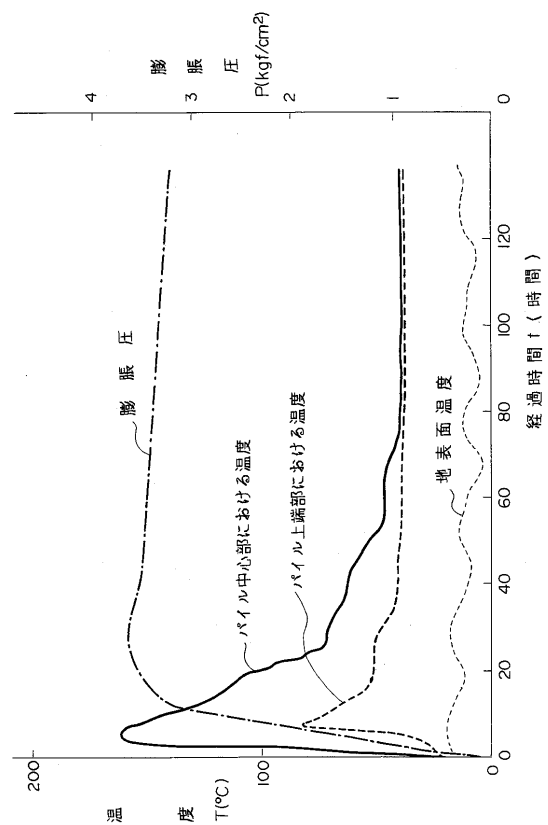
【図 4】



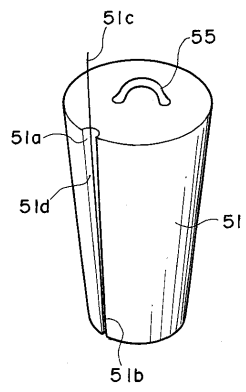
【図 5】



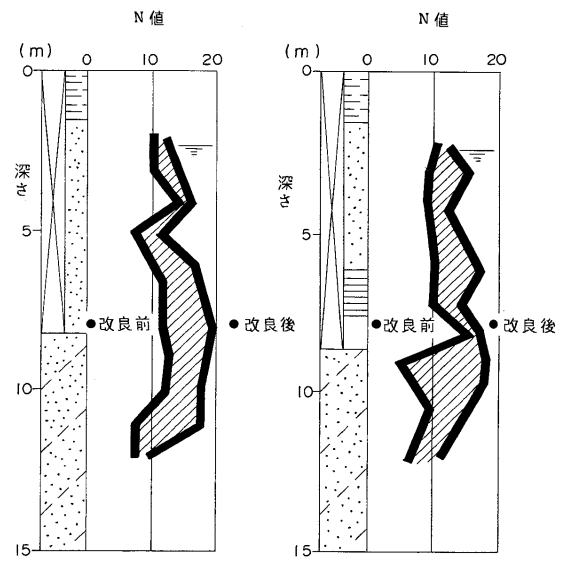
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (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 番 1 号 東京大学生産技術研究所内
- (72)発明者 光成 高志
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 松下 清一
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 伊勢本 昇昭
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 朝倉 弘明
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 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 高橋 三成

- (56)参考文献 特開平 0 4 - 0 8 3 0 1 2 (J P , A)
特公昭 4 8 - 0 1 6 8 1 3 (J P , B 1)
特開昭 4 9 - 0 8 3 2 0 9 (J P , A)
特開昭 5 5 - 0 5 2 4 2 0 (J P , A)
特開平 0 7 - 1 8 0 1 3 6 (J P , A)
特開昭 5 7 - 0 0 0 2 1 3 (J P , A)
特開平 0 6 - 1 7 3 2 4 4 (J P , A)
特開昭 6 2 - 1 1 7 9 1 0 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
E02D 3/12