

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B1)

(11) 特許番号

特許第5494880号  
(P5494880)

(45) 発行日 平成26年5月21日(2014.5.21)

(24) 登録日 平成26年3月14日(2014.3.14)

(51) Int. Cl.

F I

E 0 2 D 27/34 (2006.01)

E 0 2 D 27/34

A

請求項の数 3 (全 12 頁) (9)

(21) 出願番号 特願2013-199375(P2013-199375)  
 (22) 出願日 平成25年9月26日(2013.9.26)  
 審査請求日 平成25年9月26日(2013.9.26)

特許法第30条第2項適用 工事による公知日 平成25年4月25日及び26日 工事した場所 株式会社シバ工芸(埼玉県八潮市南部中央区整理事業18街区1, 34, 35)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 512171261  
 株式会社タケウチ建設  
 広島県三原市円一町4丁目2番14号  
 (74) 代理人 100074561  
 弁理士 柳野 隆生  
 (74) 代理人 100124925  
 弁理士 森岡 則夫  
 (74) 代理人 100141874  
 弁理士 関口 久由  
 (74) 代理人 100163577  
 弁理士 中川 正人  
 (72) 発明者 山本 春行  
 広島県東広島市西条町大字寺家7800番地の1

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液状化対策基礎構造体及び液状化対策工法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

地震時における建築物の液状化対策を行うための基礎構造体であって、

地表面よりも下方に上面が位置する下部地盤改良体と

前記下部地盤改良体を上下に貫通する複数の杭支持穴に上部が嵌合した複数の木製杭又は竹製杭により構成される、前記下部地盤改良体の下面から垂下する複数の摩擦杭と、

前記下部地盤改良体上に形成された上部地盤改良体と

前記上部地盤改良体上に打設された前記建築物の基礎と、

前記下部地盤改良体の杭支持穴と前記摩擦杭の上部との間に圧入された円弧状板材と、

からなることを特徴とする液状化対策基礎構造体。

【請求項2】

地震時における建築物の液状化対策を行うための基礎構造体であって、

2

地表面よりも下方に上面が位置する下部地盤改良体と

前記下部地盤改良体を上下に貫通する複数の杭支持穴に上部が嵌合され、下端が地下水位よりも下方に位置する複数の不腐朽性杭及び前記不腐朽性杭の下端部に連結固定された木製杭又は竹製杭により構成される、前記下部地盤改良体の下面から垂下する複数の摩擦杭と、

前記下部地盤改良体上に形成された上部地盤改良体と

10 前記上部地盤改良体上に打設された前記建築物の基礎と、

前記下部地盤改良体の杭支持穴と前記摩擦杭の上部との間に圧入された円弧状板材と、  
 からなることを特徴とする液状化対策基礎構造体。

【請求項3】

地表面よりも下方に上面が位置する下部地盤改良体、前記下部地盤改良体により上部が支持された複数の摩擦杭、前記下部地盤改良体上の上部地盤改良体、及び前記上部地盤改良体上の建築物の基礎からなる液状化対策基礎構造体を構築する、地震時における建築物の液状化対

20

策を行うための工法であって、

液状化発生が予測される地盤の表層部を、前記下部地盤改良体の平面形状に合わせて前記下部地盤改良体の上側を掘り下げる掘下げ工程と、

前記下部地盤改良体の形状に前記地盤の表層部を掘削し、固化材と水を注入しながら混合攪拌した後に締め固めて前記下部地盤改良体を形成する一次改良工程と、

木製杭若しくは竹製杭、又は不腐朽性杭及び前記不腐朽性杭の下端部に連結固定された木製杭若しくは竹製杭により構成される摩擦杭の複数、前記一次改良工程を経て未固結の状態の前記下部地盤改良体を上下に貫いて前記下部地盤改良体の下面から垂下するように打設する摩擦杭打設工程と、

前記摩擦杭打設工程後に、前記摩擦杭が貫通した前記下部地盤改良体の貫通穴と前記摩擦杭の上部との間に円弧状板材を圧入する固定部材圧入工程と、

前記掘下げ工程により掘り下げた土を前記下部地盤改良体の上側に埋戻し、前記上部地盤改良体の形状に前記地盤の表層部を掘削し、固化材と水を注入しながら混合攪拌した後に締め固めて前記上部地盤改良体を形成する二次改良工程と、

前記上部地盤改良体上に前記建築物の基礎を打設する基礎打設工程と、

を含むことを特徴とする液状化対策工法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、地震時の液状化対策に有効な、簡便で施工コストの小さい基礎構造体及び工法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

平成23年3月11日14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震は、太平洋プレートと東北日本が載っている北米プレートのプレート境界部の滑り破壊によるもので、破壊領域は南北約400km、東西約200kmであると推定されており、モーメントマグニチュード(Mw)9.0に達する、日本観測史上最大の超巨大地震であった。さらに、プレート滑り破壊領域が巨大であったため、これまでの地震に比べて破壊開始から終了までの時間が非常に長時間であった(5分程度)。このように長時間に亘り地盤が揺すられたことにより、地表面の加速度レベルはそれほど大きくなかった、震源からかなり遠く離れた場所(千葉県浦安市等)で非常に大規模な液状化が発生し、建築物の側方への移動や沈下による大被害が生じ、その復旧は経済的にも困難を極めている。

このような事態に鑑み、今後、より厳しい液状化判定とその判定結果による対策工法の実施が求められることとなる。

一方、地震時液状化対策工法には様々なものが既に存

在し、実施されているが、非常に大がかりで特殊な大型重機等による大規模なものがほとんどであり(例えば、特許文献1及び2参照。)、低層・小規模な個別建築物へは相対的に高価となるため適用性が悪い。

このような観点から、建設現場にある通常の重機類による施工が可能であり、簡便で施工コストの小さい液状化対策工法の開発が望まれており、建物下部の液状化対策対象地盤に複数の木杭を打設し、前記木杭の頭部を鉄筋等の連結材で連結し、前記複数の杭の上に軽量セメント固化土で基礎盤を構築するものがある(特許文献3参照。)

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特公平04-54004号公報

【特許文献2】特開平10-46619号公報

【特許文献3】特開2013-124511号公報

【特許文献4】特許第3608568号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献3の液状化対策工法では、地盤(2)を掘り下げ、木杭(14, 14, …)を打設し、木杭(14, 14, …)の頭部を連結材(16)で連結した後、木杭(14, 14, …)の頭部及び連結材(16)が埋設されるように軽量セメント固化土を打設して平板状の基礎盤(12)を構築する手順により、建物の基礎構造(10)が構築される。ここで、軽量セメント固化土である基礎盤(12)は、地下水位(W. L)よりも低位に構築される。

このような液状化対策工法では、木杭(14, 14, …)の頭部を連結材(16)で連結する構成であるので、連結強度を高めるために前後左右の木杭の頭部同士を連結した場合には、地盤全体を掘り下げる必要があるため、特許文献4のような、地盤改良体の重量を軽減しながら、不同沈下の抑制及び下部の未改良土の側方流動の抑制を図るために非常に有効な形状の浅層地盤改良体、すなわち、水平板状の上部改良体、この上部改良体の下面から垂下して外枠を形成する外周部改良体、及び、前記上部改良体の下面から垂下して、前記外枠間を連結して前記外周部改良体の内側の領域を複数の領域に仕切る少なくとも1個の内部改良体からなる形状の浅層地盤改良体等と組み合わせて使用することができない。

【0005】

その上、地盤(2)を掘り下げて木杭(14, 14, …)を打設した後に、木杭(14, 14, …)の頭部を鉄筋等の連結材(16)により連結する作業を行うので、この作業後には、木杭(14, 14, …)の頭部は鉄筋等の連結材(16)により連結された状態となってい

る。

したがって、現地土を掘り下げずにそのまま利用して固化材と水を注入しながら混合攪拌して地盤改良を行うことができないので、工数が掛かるため施工コストが上昇する。

その上さらに、木杭(14, 14, …)の頭部は、鉄筋等の連結材(16)により連結されるので、連結材(16)により、木杭(14, 14, …)の各杭頭の移動(変位)の一体性は増すものと考えられるが、地下水位よりも低位に構築される基礎盤(12)の高さを高くすると施工コストが増大すること等とも相俟って、地震の際に、木杭(14, 14, …)間の土要素のせん断変形を抑制するように木杭(14, 14, …)の傾斜を十分に拘束することができないため、十分な液状化抑制効果を得ることができない。

その上、木杭(14, 14, …)を腐朽させないようにするために、基礎盤(12)を地下水位(W. L)よりも低位に構築しているため、地下水位(W. L)が地表面に近い場合(例えば、地下水位(W. L)が地表面から0.5m以内である場合)には問題は生じないが、地下水位(W. L)が深くなった場合には、地盤(2)の掘り下げ深さ(基礎盤(12)を構築する高さ位置)が深くなってしまいうため、施工コストが増大する。

#### 【0006】

そこで、本発明が前述の状況に鑑み、解決しようとするところは、液状化対策を有効に行うことができながら、簡便で施工コストの小さい液状化対策基礎構造体及び液状化対策工法を提供する点にある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

本発明の発明者らは、東北地方太平洋沖地震により引き起こされた東日本大震災における、広範囲にわたる液状化現象による被害状況に鑑み、液状化対策を有効に行うことができながら、簡便で施工コストを小さくできる基礎構造体について鋭意検討を重ねるとともに、シミュレーション等による比較検討を行うことにより本発明を完成するに至った。

#### 【0008】

すなわち、本発明に係る液状化対策基礎構造体は、前記課題解決のために、地震時における建築物の液状化対策を行うための基礎構造体であって、地表面よりも下方に上面が位置する下部地盤改良体と、前記下部地盤改良体を上下に貫通する複数の杭支持穴に上部が嵌合した複数の木製杭又は竹製杭により構成される、前記下部地盤改良体の下面から垂下する複数の摩擦杭と、前記下部地盤改良体上に形成された上部地盤改良体と、前記上部地盤改良体上に打設された前記建築物の基礎と、前記下部地盤改良体の杭支持穴と前記摩擦杭の上部との間に圧入された円弧状板材とからなることを特徴とする(請求項1)。

#### 【0009】

このような構成によれば、液状化発生が予測される地盤の状況に合わせて適切な間隔及び本数で設置され、下部地盤改良体を上下に貫通する杭支持穴に上部が嵌合した摩擦杭により、緩い液状化層を締め固め、かつ地震時のせん断変形を抑制するので、液状化と側方流動や沈下を抑制できる。

その上、摩擦杭が木製杭又は竹製杭により構成されるので、低コストであるとともに、軽量かつ表面の摩擦抵抗が大きいので沈下抑制効果が大きい。

その上さらに、木製杭を使用した場合には、木材(間伐材)を大量に有効利用して地下に固定するので、林業振興のみならず、炭素貯蔵効果によりCO<sub>2</sub>削減に貢献でき、竹製杭を使用した場合には、成長が早い竹を大量伐採して有効利用するので、さらにコストを低減できるとともに、森の豊かな生態系を破壊する竹の大量伐採により豊かな森を守ることができる。

その上、下部地盤改良体の杭支持穴と摩擦杭の上部との間に圧入された円弧状板材により摩擦杭の上部が下部地盤改良体に強固に固定されるので、地震の際に、直下の地盤における摩擦杭間の土要素のせん断変形を抑制するように摩擦杭の傾斜を十分に拘束することができるため、十分な液状化抑制効果が得られる。

#### 【0010】

また、本発明に係る液状化対策基礎構造体は、前記課題解決のために、地震時における建築物の液状化対策を行うための基礎構造体であって、地表面よりも下方に上面が位置する下部地盤改良体と、前記下部地盤改良体を上下に貫通する複数の杭支持穴に上部が嵌合され、下端が地下水位よりも下方に位置する複数の不腐朽性杭及び前記不腐朽性杭の下端部に連結固定された木製杭又は竹製杭により構成される、前記下部地盤改良体の下面から垂下する複数の摩擦杭と、前記下部地盤改良体上に形成された上部地盤改良体と、前記上部地盤改良体上に打設された前記建築物の基礎と、前記下部地盤改良体の杭支持穴と前記摩擦杭の上部との間に圧入された円弧状板材とからなることを特徴とする(請求項2)。

#### 【0011】

このような構成によれば、前記請求項1に係る発明の作用効果と同様の作用効果を奏するとともに、木製杭又は竹製杭の上側に不腐朽性杭を連結して摩擦杭としており、地下水位よりも上方には不腐朽性杭しかないため、木製杭又は竹製杭が空気に触れないことから腐朽しないため、長期間にわたって強度が低下しない。

#### 【0014】

本発明に係る液状化対策工法は、前記課題解決のために、地表面よりも下方に上面が位置する下部地盤改良体、前記下部地盤改良体により上部が支持された複数の摩擦杭、前記下部地盤改良体上の上部地盤改良体、及び前記上部地盤改良体上の建築物の基礎とからなる液状化対策

基礎構造体を構築する、地震時における建築物の液状化対策を行うための工法であって、液状化発生が予測される地盤の表層部を、前記下部地盤改良体の平面形状に合わせて前記下部地盤改良体の上側を掘り下げる掘下げ工程と、前記下部地盤改良体の形状に前記地盤の表層部を掘削し、固化材と水を注入しながら混合攪拌した後に締め固めて前記下部地盤改良体を形成する一次改良工程と、木製杭若しくは竹製杭、又は不腐朽性杭及び前記不腐朽性杭の下端部に連結固定された木製杭若しくは竹製杭により構成される摩擦杭の複数を、前記一次改良工程を経て未固結の状態の前記下部地盤改良体を上下に貫いて前記下部地盤改良体の下面から垂下するように打設する摩擦杭打設工程と、前記摩擦杭打設工程後に、前記摩擦杭が貫通した前記下部地盤改良体の貫通穴と前記摩擦杭の上部との間に円弧状板材を圧入する固定部材圧入工程と、前記掘下げ工程により掘り下げた土を前記下部地盤改良体の上側に埋め戻し、前記上部地盤改良体の形状に前記地盤の表層部を掘削し、固化材と水を注入しながら混合攪拌した後に締め固めて前記上部地盤改良体を形成する二次改良工程と、前記上部地盤改良体上に前記建築物の基礎を打設する基礎打設工程とを含むことを特徴とする（請求項3）。

#### 【0015】

このような工法によれば、下部地盤改良体を形成する一次改良工程及び上部地盤改良体を形成する二次改良工程が、固化材と水を注入しながら混合攪拌した後に締め固める方法であるので、施工コストを低減できる。

その上、一次改良工程を経て未固結の状態の下部地盤改良体を上下に貫いて下部地盤改良体の下面から垂下するように摩擦杭が打設されるので、施工の連続性が良くなるため、施工コストをさらに低減できる。

その上さらに、このような工法によって構築された液状化対策基礎構造体は、請求項1及び2に係る発明と同様の作用効果を奏する。

#### 【発明の効果】

#### 【0018】

以上のように、本発明に係る液状化対策基礎構造体によれば、

(ア) 下部地盤改良体を上下に貫通する杭支持穴に上部が嵌合した摩擦杭により、緩い液状化層を締め固め、かつ地震時のせん断変形を抑制するので、液状化と側方流動や沈下を抑制できること、

(イ) 木製杭又は竹製杭を含む摩擦杭を使用した場合には、低コストであるとともに、軽量かつ表面の摩擦抵抗が大きいこと、

(ウ) 木製杭を含む摩擦杭を使用した場合には、木材（間伐材）を大量に有効利用して地下に固定するので、林業振興のみならず、炭素貯蔵効果によりCO<sub>2</sub>削減に貢献できること、

(エ) 上部を不腐朽性杭とした摩擦杭を使用した場合に

は、下部の木製杭又は竹製杭が空気に触れないように構成されるため、長期間にわたって強度が低下しないこと、

(オ) 下部地盤改良体の杭支持穴と摩擦杭の上部との間に圧入された円弧状板材を備えているので、地震の際に、直下の地盤のせん断変形を抑制するように摩擦杭の傾斜を十分に拘束することができるため、十分な液状化抑制効果が得られること、等の顕著な効果を奏する。

#### 【0019】

また、本発明に係る液状化対策工法によれば、

(カ) 下部地盤改良体を形成する一次改良工程及び上部地盤改良体を形成する二次改良工程が、固化材と水を注入しながら混合攪拌した後に締め固める方法であるので、施工コストを低減できること、

(キ) 一次改良工程を経て未固結の状態の下部地盤改良体を上下に貫いて下部地盤改良体の下面から垂下するように摩擦杭が打設されるので、施工の連続性が良くなるため、施工コストをさらに低減できること、等の顕著な効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0020】

【図1】本発明の実施の形態に係る液状化対策基礎構造体の要部を示す縦断面図である。

【図2】平面図であり、(a)は一次改良工程を経て下部地盤改良体が形成され、摩擦杭打設工程を経て摩擦杭が打設された状態を、(b)は二次改良工程を経て下部地盤改良体上に上部地盤改良体が形成された状態を示している。

【図3】図2(b)の矢視X-X断面図である。

【図4】連結部材の一例を示す縦断面図である。

【図5】(a)は固定部材（固定部材圧入工程）の例を示す縦断面図、(b)は(a)の矢視Z-Z断面図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0021】

次に本発明の実施の形態を添付図面に基づき詳細に説明するが、本発明は、添付図面に示された形態に限定されず特許請求の範囲に記載の要件を満たす実施形態の全てを含むものである。

#### 【0022】

図1の縦断面図に示すように、本発明の実施の形態に係る液状化対策基礎構造体Aは、液状化発生が予測される地盤Gに構築され、地表面GLよりも下方に上面1Aが位置する下部地盤改良体1、下部地盤改良体1を上下に貫通する複数の杭支持穴h、h、…に上部が嵌合して下部地盤改良体1の下面1Bから垂下する複数の摩擦杭P、P、…、下部地盤改良体1上に形成された上部地盤改良体2、及び上部地盤改良体2上に打設された建築物の基礎3からなる。

また、図1の縦断面図及び図2の平面図に示すように、下部地盤改良体1には、内側領域を複数に仕切るように上下に貫通する複数の穴部H、H、…が形成される。

#### 【0023】

また、摩擦杭Pは、下端が地下水位（地下水面）WLよりも下方に位置する、不腐朽性杭（耐腐朽性杭）であるコンクリート製杭4、コンクリート製杭4の下端部に連結部材Cにより連結固定された上側の木製杭5、及び上側の木製杭5の下端部に連結部材Cにより連結固定された下側の木製杭5により構成され、液状化発生が予測される地盤Gの状況に合わせて適切な間隔及び本数で設置される。

ここで、コンクリート製杭4に代えて鋼製杭等の他の不腐朽性杭を使用してもよく、木製杭5に代えて、適切な加工を施した孟宗竹等の竹製杭を使用してもよい。

なお、摩擦杭Pは、地下水位WLが浅い場合（地表面GLから地下水面までの距離が短い場合）には、コンクリート製杭4等の不腐朽性杭をなくして、木製杭5、5、…のみにより構成してもよい。

#### 【0024】

次に、液状化対策基礎構造体Aの施工方法について説明する。

##### （掘下げ工程）

先ず、図1の縦断面図に示す地表面GLよりも下方に上面1Aが位置する下部地盤改良体1を形成するために、液状化発生が予測される地盤Gの地表面GLから下側の表層部を、例えばバックホウによる掘取り等により、下部地盤改良体1の平面形状に合わせて下部地盤改良体1の上側を掘り下げる掘下げ工程を行う。

#### 【0025】

##### （一次改良工程）

次に、地盤Gの表層部を下部地盤改良体1の形状に、アタッチメントとしてミキシングフォークを装着したバックホウ等により掘削し、セメント系固化材等の固化材と水を注入しながら混合攪拌し、重機及びローラー等により締め固めて下部地盤改良体1を形成する一次改良工程を行う。

#### 【0026】

##### （摩擦杭打設工程）

次に、前記一次改良工程を経て未固結の状態の下部地盤改良体1を上下に貫いて下部地盤改良体1の下面2Bから垂下するように、複数の摩擦杭P、P、…を、専用の杭打ち機又は杭打ち用のアタッチメントを装着したバックホウ等により打設する摩擦杭打設工程を行う（摩擦杭打設工程を経て摩擦杭P、P、…が打設された状態を示す図2（a）の平面図参照。）。

#### 【0027】

##### （二次改良工程）

次に、前記掘下げ工程により掘り下げた土を、バックホウ等により下部地盤改良体1の上側に埋め戻し、アタ

ッチメントとしてミキシングフォークを装着したバックホウ等により、地盤Gの表層部を地表面GLから上部地盤改良体2の形状に掘削し、固化材と水を注入しながら混合攪拌し、重機及びローラー等により締め固めて上部地盤改良体2を形成する二次改良工程を行う（二次改良工程を経て下部地盤改良体1上に上部地盤改良体2が形成された状態を示す図2（b）の平面図、及び図3の縦断面図参照。）。

ここで、図3に示す縦断面図において、下部地盤改良体1の厚さD1は、1～2m程度、上部地盤改良体2の厚さD2は、0.6～1.2m程度、摩擦杭Pの長さLは、2.0m以下、摩擦杭Pの断面形状は円形であり直径dは、0.15～0.2m程度、複数の摩擦杭P、P、…の設置ピッチ（隣接する摩擦杭P、P間の中心距離）は、0.5～1.5m程度である。

#### 【0028】

##### （基礎打設工程）

次に、図2（b）の平面図、及び図3の縦断面図に示す状態で、バックホウ等により基礎掘削を行い、上部地盤改良体2上に建築物の基礎3の配筋及びコンクリートを打設する基礎打設工程を行い、図1の縦断面図に示すような液状化対策基礎構造体Aを構築する。

#### 【0029】

次に、連結部材Cの構成例について説明する。

図1及び図3の縦断面図に示す摩擦杭Pの構成例では、3本の杭、すなわちコンクリート製杭4及び木製杭5、5を、2個の連結部材C、Cを用いて連結固定して一体化している。なお、連結部材Cを用いて連結固定する杭の数（摩擦杭Pを構成する杭の数）は、2本又は4本以上であってもよい。

#### 【0030】

図4の縦断面図を参照して、上下の木製杭5、5を連結する連結部材Cの構成例について説明する。

上側の木製杭5の下面5Bと下側の木製杭5の上面5Aとを当接させた状態で、連結位置の径方向外方に位置する鋼管6内に円環状の楔7、8、9を位置させ、楔8を楔9へ向かう軸方向へ（図4においては下方へ）、楔9を楔8へ向かう軸方向へ（図4においては上方へ）打ち込むことにより、上下の木製杭5、5は強固に連結固定される。

なお、同様の構成の連結部材Cにより、上側の木製杭5とその上側のコンクリート製杭4との連結固定も行うことができる。

このような連結部材Cを用いることにより、不腐朽性杭と木製杭5とを連結固定した摩擦杭Pを容易に形成できるとともに、長尺材の入手が困難な間伐材において、入手が容易で廉価である、所要長さの短尺の間伐材を連結して所要長さの摩擦杭Pを形成できる。

#### 【0031】

次に、下部地盤改良体1の杭支持穴hと摩擦杭Pの上

部との間に圧入する固定部材Fについて説明する。

前記摩擦杭打設工程で前記一次改良工程を経て未固結の状態の下部地盤改良体1を貫くように摩擦杭P, P, …を打設した状態において、下部地盤改良体1の硬化の程度により、杭支持穴h、すなわち下部地盤改良体1を貫通する貫通穴hと摩擦杭Pの上部との間に緩み(隙間)が生じる場合がある。

なお、以下において説明する図5においては、説明の都合上(見やすさを考慮して)、前記緩み(隙間)を拡大して(誇張して)示している。

#### 【0032】

このような緩み(隙間)があると、摩擦杭Pの上部の支持が十分ではなく、地震の際に、摩擦杭P, P, …間の土要素のせん断変形を抑制するように摩擦杭P, P, …の傾斜を十分に拘束することができないため、図5(a)の縦断面図、及び図5(b)の横断平面図に示すように、貫通穴hと摩擦杭Pの上部との間に、固定部材Fである厚さ1cm程度のパ弧状板材11, 11, 11を、通常の実験現場にある重機のアーム等を用いて圧入する。

あるいは、木製杭5, 5, …のみにより摩擦杭Pを構成した場合では、最上部の木杭5の上面に、周方向等分で3個又は4個の幅1cm程度の径方向の切込みを入れておき、前記切込み内に、固定部材Fであるテーパ状の木材(例えば、先端5mm厚、元端15mm厚のもの)を木槌等で圧入することにより、木製杭5の上部を拡大するようにしてもよい。

#### 【0033】

以上のような液状化対策基礎構造体Aによれば、液状化発生が予測される地盤Gの状況に合わせて適切な間隔及び本数で設置され、下部地盤改良体1を上下に貫通する杭支持穴(貫通穴)h, h, …に上部が嵌合した摩擦杭P, P, …により、緩い液状化層を締め固め、かつ地震時のせん断変形を抑制するので、液状化と側方流動や沈下を抑制できる。

また、摩擦杭Pの全体又は一部が木製杭5又は竹製杭により構成されるので、低コストであるとともに、軽量かつ表面の摩擦抵抗が大きいため沈下抑制効果が大きい。

さらに、木製杭5, 5, …を使用した場合には、木材(間伐材)を大量に有効利用して地下に固定するので、林業振興のみならず、炭素貯蔵効果によりCO<sub>2</sub>削減に貢献でき、竹製杭を使用した場合には、成長が早い竹を大量伐採して有効利用するので、さらにコストを低減できるとともに、森の豊かな生態系を破壊する竹の大量伐採により豊かな森を守ることができる。

#### 【0034】

さらにまた、摩擦杭Pを、下端が地下水位WLよりも下方に位置する不腐朽性杭及び前記不腐朽性杭の下端部に連結固定された木製杭5又は竹製杭により構成するこ

とにより、地下水位WLよりも上方には不腐朽性杭しかないので、木製杭5又は竹製杭が空気に触れないことから腐朽しないため、長期間にわたって強度が低下しない。

また、下部地盤改良体1に、内側領域を複数に仕切るように上下に貫通する複数の穴部H, H, …を形成することにより、下部地盤改良体1の重量軽減によってさらに沈下が抑制されるとともに、上部地盤改良体2の下側に窪みが形成されるため、不同沈下の抑制効果及び下部の未改良土の側方流動の抑制効果が高くなる。

さらに、下部地盤改良体1の杭支持穴h, h, …と摩擦杭P, P, …の上部との間に圧入した固定部材F, F, …を備えることにより、固定部材F, F, …により摩擦杭P, P, …の上部が下部地盤改良体1に強固に固定されるので、地震の際に、直下の地盤における摩擦杭P, P, …間の土要素のせん断変形を抑制するように摩擦杭P, P, …の傾斜を十分に拘束することができるため、十分な液状化抑制効果が得られる。

#### 【0035】

以上のような液状化対策工法によれば、下部地盤改良体1を形成する前記一次改良工程及び上部地盤改良体2を形成する前記二次改良工程が、固化材と水を注入しながら混合攪拌した後に締め固める方法であるので、施工コストを低減できる。

また、前記摩擦杭打設工程において、前記一次改良工程を経て未固結の状態の下部地盤改良体1を上下に貫いて下部地盤改良体1の下面1Bから垂下するように摩擦杭P, P, …が打設されるので、施工の連続性が良くなるため、施工コストをさらに低減できる。

さらに、下部地盤改良体1に、内側領域を複数に仕切るように上下に貫通する複数の穴部H, H, …を形成することにより、下部地盤改良体1の平面形状に合わせて下部地盤改良体1の上側を掘り下げる前記掘り下げ工程により掘り下げる土の量、及び前記摩擦杭打設工程又は前記固定部材圧入工程後に下部地盤改良体1の上側に埋め戻す土の量が少なくなるので、施工コストを低減できる。

#### 【符号の説明】

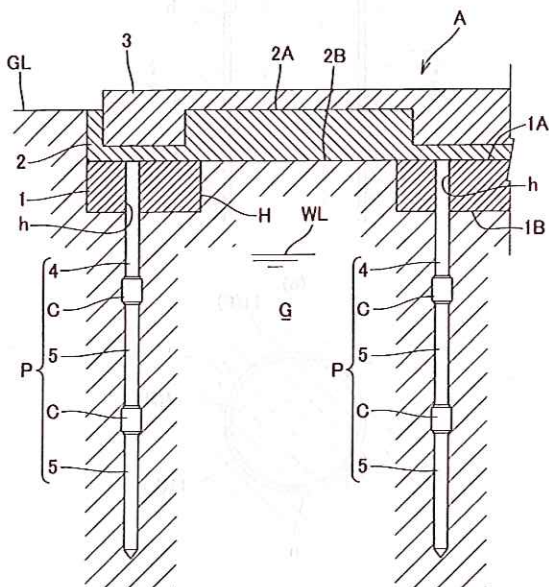
#### 【0036】

- 40 A 液状化対策基礎構造体
- C 連結部材
- D1 下部地盤改良体の厚さ
- D2 上部地盤改良体の厚さ
- d 摩擦杭の直径
- F 固定部材
- G 地盤
- GL 地表面
- H 穴部
- h 杭支持穴(貫通穴)
- 50 L 摩擦杭の長さ

- P 摩擦杭
- WL 地下水位 (地下水面)
- 1 下部地盤改良体
- 1 A 上面
- 1 B 下面
- 2 上部地盤改良体
- 2 A 上面
- 2 B 下面
- 3 建築物の基礎
- 4 コンクリート杭 (不腐朽性杭)
- 5 木製杭
- 5 A 上面
- 5 B 下面
- 6 鋼管
- 7, 8, 9 楔
- 11 円弧状板材

【要約】

【図 1】



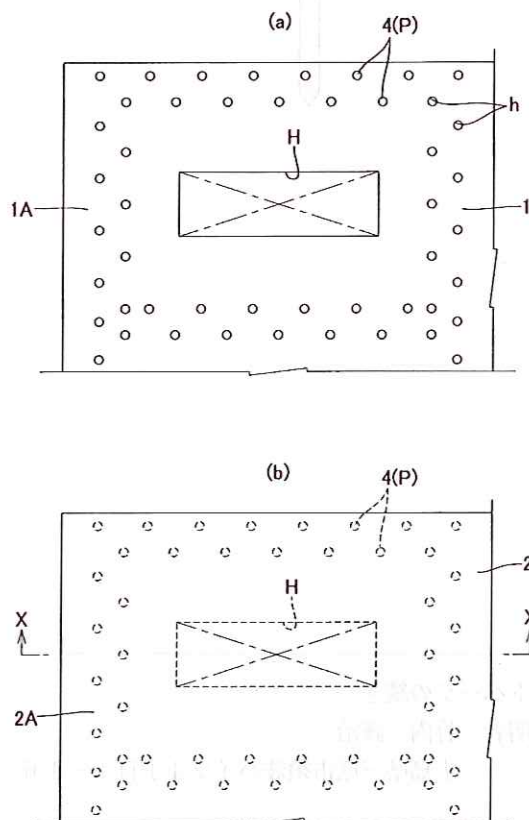
【課題】液状化対策を有効に行うことができながら、簡便で施工コストの小さい液状化対策基礎構造体及び液状化対策工法を提供する。

【解決手段】地震時における建築物の液状化対策を行うための基礎構造体Aを、表面GLよりも下方に上面1Aが位置する下部地盤改良体1、下部地盤改良体1を上下に貫通する複数の杭支持穴h、h、…に上部が嵌合され、下端が地下水位WLよりも下方に位置する複数の不腐朽性杭であるコンクリート杭4、4、…及びコンクリート杭4、4、…の下端部に連結固定された木製杭5、5、…により構成される、下部地盤改良体1の下面1Bから垂下する複数の摩擦杭P、P、…、下部地盤改良体1上に形成された上部地盤改良体2、並びに、上部地盤改良体2上に打設された前記建築物の基礎3により構成する。

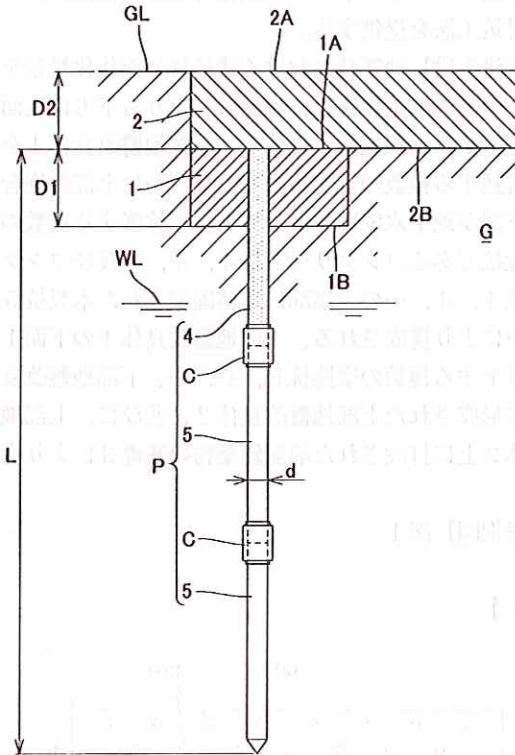
10

【選択図】図1

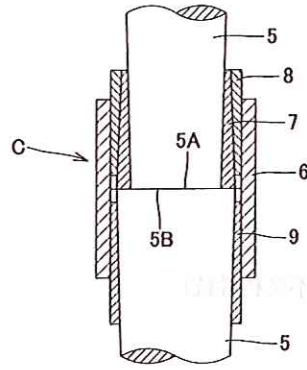
【図 2】



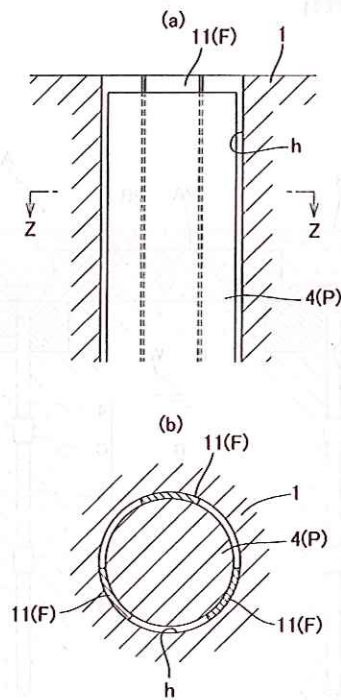
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 竹内 謹治

広島県三原市須波ハイツ4丁目1-16

審査官 苗村 康造

(56)参考文献 特開2013-124511 (JP, A)

特開2011-140753 (JP, A)

特許第3608568 (JP, B1)

特開2000-080663 (JP, A)

特開2006-045793 (JP, A)

特開2000-291022 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)



E 0 2 D    2 7 / 0 0 ~ 2 7 / 5 2  
E 0 2 D        3 / 1 2  
E 0 2 D        5 / 2 2 ~    5 / 8 0

0010	0000	0000
0010	0000	0000
0010	0000	0000