

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6354614号
(P6354614)

(45) 発行日 平成30年7月11日(2018. 7. 11)

(24) 登録日 平成30年6月22日(2018. 6. 22)

(51) Int. Cl.	F I	
EO2D 5/26 (2006.01)	EO2D 5/26	
EO2D 27/34 (2006.01)	EO2D 27/34	A
	EO2D 27/34	Z

請求項の数 7 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2015-28716 (P2015-28716)	(73) 特許権者	512171261
(22) 出願日	平成27年2月17日(2015. 2. 17)		株式会社タケウチ建設
(65) 公開番号	特開2016-151121 (P2016-151121A)		広島県三原市円一町4丁目2番14号
(43) 公開日	平成28年8月22日(2016. 8. 22)	(74) 代理人	100074561
審査請求日	平成28年11月29日(2016. 11. 29)		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	竹内 謹治
			広島県三原市須波ハイツ4丁目1-16

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 竹製杭、及び竹製杭を用いた液状化対策基礎構造体、並びに竹製杭の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

摩擦杭として用いられる竹製杭であって、
所定長さの竹棹の節間の内部空間に樹脂発泡体を充填してなることを特徴とする竹製杭

【請求項2】

前記樹脂発泡体が硬質又は半硬質ウレタン発泡体である請求項1記載の竹製杭。

【請求項3】

前記竹棹の節間の上下に通孔が形成されてなる請求項1又は2記載の竹製杭。

【請求項4】

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て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からなり、
前記摩擦杭が請求項1～3の何れか1項に記載の竹製杭であることを特徴とする液状化対策基礎構造体。

【請求項5】

摩擦杭として用いられる竹製杭の製造方法であって、

切り出した竹を所定長さに切断するとともに枝降ろしをして竹棹にする竹棹作成工程と

前記竹棹の節間の上下に通孔を形成する孔あけ工程と、

前記通孔の一方から充填装置により前記竹棹の節間の内部空間に所要量の樹脂発泡原料を注入する樹脂発泡原料注入工程と、
を有することを特徴とする竹製杭の製造方法。

【請求項 6】

前記樹脂発泡原料が 2 液性硬質又は半硬質ウレタン発泡原料であり、

前記充填装置が、前記原料の主剤を収容した第 1 容器、前記原料の硬化剤を収容した第 2 容器、注入装置、前記第 1 容器及び前記注入装置を繋ぐ第 1 チューブ、並びに前記第 2 容器及び前記注入装置を繋ぐ第 2 チューブからなる請求項 5 記載の竹製杭の製造方法。

【請求項 7】

前記竹棹の油抜き工程を有する請求項 5 記載の竹製杭の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、地震時における軟弱地盤の液状化対策のために摩擦杭として用いられる竹製杭、及び前記竹製杭を用いた、簡便で施工コストの小さい液状化対策基礎構造体に関する。

【背景技術】

【0002】

地震時における軟弱地盤の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。それらの中で、特に簡便で施工コストが小さいものとして、軽量であるため操作性が良いとともに、杭が押し退けた水の体積に水の比重を掛けて求められる浮力に対して自重が軽いため沈下抑制効果が高い木製又は竹製の摩擦杭を用いた基礎構造体の提案がある（例えば、特許文献 1～3 参照）。

ここで、竹は、気候が温暖で、湿潤な環境に育つ植物であるため、温帯から熱帯に広く分布しており、日本にも生息する孟宗竹では一日で 1メートル以上も伸びたことが観測されているほど、最も成長が早い植物の一つである。

よって、前記基礎構造体に竹製杭（特許文献 2 の段落 [0020]、及び特許文献 3 の段落 [0009] 参照）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、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（例えば、特許文献 3 の段落 [0009] 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2013 - 124511 号公報

【特許文献 2】特許第 3939320 号公報

【特許文献 3】特許第 5494880 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

東南アジア諸国に広がる軟弱地盤は、高含水比である海成粘土層やPEAT層から構成されており、層厚も大きく厳しい自然条件であることが多いため、地震時における液状化対策の必要性が高い。

また、東南アジア諸国は開発途上国であることから経済的な余裕がないため、前記液状化対策をより一層低コストで行う必要がある。

一方、竹林は、インド及び中国の他、ミャンマー、ベトナム、タイ、インドネシア等の東南アジア諸国で多く、アジアの竹林面積は世界の竹林面積の 8 割程度を占めると言われているほど広大であり、驚異的な成長速度を持っていることとも相俟って、竹の有効活用

10

20

30

40

50

が期待されている。

よって、東南アジア諸国に広がる軟弱地盤における液状化対策として、基礎構造体の摩擦杭を竹製杭にするのが非常に有効であると言える。

【0005】

竹の比重は $0.6 \sim 0.7 \text{ g/cm}^3$ 程度であるとともに、木製杭のように中実構造ではなく、節間に空洞がある中空構造で内部空間が大きいことから、杭が押し退けた水の体積に水の比重を掛けて求められる浮力に対して自重が非常に軽いため沈下抑制効果がより高いと言える。

しかしながら、本願の発明者が一般的な竹製杭を製作して評価を行ったところ、竹製杭を地下水位以下で用いた場合であっても、使用状態で割れ等が発生して内部空間に水が浸入する場合があることが分かった。 10

竹製杭の内部空間に水が浸入した場合、大きな内部空間が水に満たされてしまうので、浮力が大幅に低下することになり、沈下抑制効果が低下するため、沈下抑制効果が大きいという竹製杭の特徴が無くなってしまう。

【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、長期間使用しても沈下抑制効果が低下しない竹製杭を提供する点にある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本願の発明者は、竹製杭の構成についての様々な検討を行い、実験及び試作等を行って 20
具体化を進めることにより本発明を完成するに至った。

すなわち、本発明に係る竹製杭は、前記課題解決のために、摩擦杭として用いられる竹製杭であって、所定長さの竹棹の節間の内部空間に樹脂発泡体を充填してなることを特徴とする（請求項1）。

このような構成によれば、竹棹の節間の内部空間に樹脂発泡体が充填されているので、摩擦杭として使用した際に竹棹に割れ等が発生しても内部空間に水が浸入しない。

また、樹脂発泡体の比重は $0.01 \sim 0.05 \text{ g/cm}^3$ 程度であり、水の比重（約 1 g/cm^3 ）と比較して大幅に小さい。

したがって、内部空間に水が浸入しないため、摩擦杭として用いられた竹製杭が押し退けた水の体積に水の比重を掛けて求められる浮力が低下しないとともに、樹脂発泡体を充填しても自重は非常に軽いままであるため、沈下抑制効果が大きい状態が長期間にわたって維持される。 30

【0008】

ここで、前記樹脂発泡体が硬質又は半硬質ウレタン発泡体であると好ましい（請求項2）。

このような構成によれば、安価で扱いやすい硬質又は半硬質ウレタン発泡体を内部空間に充填するので、製造コストの上昇を抑制できる。

【0009】

また、前記竹棹の節間の上下に通孔が形成されてなるとより好ましい（請求項3）。

このような構成によれば、竹棹の節間の上下に通孔が形成されているので、前記通孔の 40
一方から充填装置により内部空間に所要量の樹脂発泡原料を注入して発泡させる際に前記通孔の他方から空気が抜けるため、内部空間を満たすように樹脂発泡体が確実に充填される。

【0010】

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て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からなり、前記摩擦杭が前記竹製杭であることを特徴とする（請求項4）。 50

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、摩擦杭が前記竹製杭により構成されるので、前記請求項 1 ないし 3 に係る発明の作用効果と同様の作用効果を奏する。

【 0 0 1 1 】

本発明に係る竹製杭の製造方法は、摩擦杭として用いられる竹製杭の製造方法であって、切り出した竹を所定長さに切断するとともに枝降ろしをして竹棹にする竹棹作成工程と、前記竹棹の節間の上下に通孔を形成する孔あけ工程と、前記通孔の一方から充填装置により前記竹棹の節間の内部空間に所要量の樹脂発泡原料を注入する樹脂発泡原料注入工程とを有することを特徴とする（請求項 5）。 10

このような製造方法によれば、竹棹作成工程を経て作成された竹棹に対して、孔あけ工程により節間の上下に通孔が形成されているので、樹脂発泡原料注入工程で前記通孔の一方から充填装置により内部空間に所要量の樹脂発泡原料を注入して発泡させる際に前記通孔の他方から空気が抜けるため、内部空間を満たすように樹脂発泡体が確実に充填される。

【 0 0 1 2 】

ここで、前記樹脂発泡原料が 2 液性硬質又は半硬質ウレタン発泡原料であり、前記充填装置が、前記原料の主剤を収容した第 1 容器、前記原料の硬化剤を収容した第 2 容器、注入装置、前記第 1 容器及び前記注入装置を繋ぐ第 1 チューブ、並びに前記第 2 容器及び前記注入装置を繋ぐ第 2 チューブからなると好ましい（請求項 6）。 20

このような製造方法によれば、樹脂発泡原料が 2 液性硬質又は半硬質ウレタン発泡原料であるので、安価で扱いやすいため、製造コストの上昇を抑制できる。

その上、前記構成の充填装置により、第 1 容器に収容した前記原料の主剤と第 2 容器に収容した前記原料の硬化剤を注入装置で混合して所要量を通孔から注入すれば樹脂発泡原料注入工程が完了し、竹棹の内部空間で発泡成形されるので、竹棹の内部空間を満たすように樹脂発泡体を充填する作業を簡素な構成の充填装置を用いて現場で一挙に行うことができるため作業効率が向上する。

【 0 0 1 3 】

ここで、前記竹棹の油抜き工程を有するとより好ましい（請求項 7）。

このような製造方法によれば、油抜き工程により竹棹に油抜き処理が施されているので、地盤改良体と組み合わせて摩擦杭として用いた際に地盤改良体との密着性が良くなるため、摩擦杭による緩い液状化層を締め固め効果、並びに地震時のせん断変形抑制効果及び側方流動抑制効果が高くなる。

その上、竹棹に油抜き処理が施されているので、油分やたんぱく質を無くしているため、微生物による劣化を防止できる。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

以上のように、本発明に係る竹製杭（請求項 1 ~ 3）によれば、 40

- (1) 竹棹の節間の内部空間に樹脂発泡体が充填されているので、沈下抑制効果が大きい状態が長期間にわたって維持される、
- (2) 樹脂発泡体を硬質又は半硬質ウレタン発泡体にするにより、製造コストの上昇を抑制できる、
- (3) 竹棹の節間の上下に通孔を形成することにより、内部空間を満たすように樹脂発泡体が確実に充填される、

という顕著な効果を奏する。

また、本発明に係る竹製杭を用いた液状化対策基礎構造体（請求項 4）によれば、 50

- (4) 基礎構造体の下部地盤改良体に摩擦杭である前記竹製杭の上部が嵌合しているため、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ため、液状化と側方流動

や沈下を抑制できる、
とともに、前記竹製杭と同様の顕著な効果を奏する。

【0015】

さらに、本発明に係る竹製杭の製造方法（請求項5～7）によれば、
（5）竹棹作成工程を経て作成された竹棹に対して、孔あけ工程により節間の上下に通孔が形成されているので、前記通孔の一方を注入孔、他方を空気抜き孔とすることにより、竹棹の内部空間を満たすように樹脂発泡体が確実に充填される、
（6）樹脂発泡原料を2液性硬質又は半硬質ウレタン発泡原料にすることにより、製造コストの上昇を抑制できる、
（7）充填装置を、前記原料の主剤を収容した第1容器、前記原料の硬化剤を収容した第2容器、注入装置、前記第1容器及び前記注入装置を繋ぐ第1チューブ、並びに前記第2容器及び前記注入装置を繋ぐ第2チューブからなるものとする事により、竹棹の内部空間を満たすように樹脂発泡体を充填する作業を簡素な構成の充填装置を用いて現場で一挙に行うことができるため作業効率が向上する、
（8）竹棹に油抜き処理を施すことにより、改良土との密着性が良くなるとともに微生物による劣化を防止できる、
という顕著な効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】（a）は本発明の実施の形態に係る竹製杭の斜視図、（b）は前記竹製杭の要部拡大縦横断面図である。

【図2】竹棹に樹脂発泡体を充填する方法の一例を示す説明図である。

【図3】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4】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5】図4（b）の矢視X-X断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

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。

【0018】

図1（a）の斜視図、及び図1（b）の要部拡大縦横断面図に示すように、本発明の実施の形態に係る竹製杭1は、摩擦杭として用いられるものであり、所定長さLの竹棹2の節間の内部空間S、S、…（節4、4、…で仕切られた内部空間S、S、…）に樹脂発泡体3、3、…を充填してなる。

ここで、竹製杭1（竹棹2）の所定長さ（全長）Lは4～6m程度であり、下端直径d1は70～100mm程度、上端直径d2は110～130mm程度である。

また、樹脂発泡体3は、例えば硬質ウレタン発泡体であるが、半硬質ウレタン発泡体であってもよい。なお、樹脂発泡体3は、安価で扱いやすい点で硬質又は半硬質ウレタン発泡体であるのが好ましいが、他の発泡体であってもよい。

さらに、竹棹2の節間の上下には、竹棹2の外部と内部空間Sとを連通する通孔5、6が形成されており、通孔5、6の一方（本実施の形態では通孔5）を注入孔、通孔5、6の他方（本実施の形態では通孔6）を空気抜き孔としており、注入孔5には止め栓Tが嵌入している。

【0019】

このような構成の竹製杭1によれば、竹棹2の節間の内部空間S、S、…に樹脂発泡体3が充填されているので、摩擦杭として使用した際に竹棹2に割れ等が発生しても内部空間S、S、…に水が浸入しない。

また、樹脂発泡体 3 の比重は $0.01 \sim 0.05 \text{ g/cm}^3$ 程度であり、水の比重（約 1 g/cm^3 ）と比較して大幅に小さい。

したがって、内部空間 S, S, ... に水が浸入しないため、摩擦杭として用いられた竹製杭 1 が押し退けた水の体積に水の比重を掛けて求められる浮力が低下しないとともに、樹脂発泡体 3 を充填しても自重は非常に軽いままであるため、沈下抑制効果が大きい状態が長期間にわたって維持される。

さらに、樹脂発泡体 3 を硬質又は半硬質ウレタン発泡体にすることにより、安価で扱いやすい硬質又は半硬質ウレタン発泡体を内部空間 S, S, ... に充填するので、製造コストの上昇を抑制できる。

さらにまた、竹棹 2 の節間の上下に通孔 5, 6 を形成することにより、前記通孔の一方（例えば通孔 5）から充填装置 7 により内部空間 S に所要量の樹脂発泡原料を注入して発泡させる際に前記通孔の他方（例えば通孔 6）から空気が抜けるため、内部空間 S を満たすように樹脂発泡体 3 が確実に充填される。

【0020】

次に、竹製杭 1 の製造方法について説明する。

（竹棹作成工程）

先ず、竹棹 2 を作成する竹棹作成工程を行う。

すなわち、例えば孟宗竹の腰位置の直径が $90 \sim 120 \text{ mm}$ 程度のもので伐採し、所定長さ L（図 1（a）参照）に切断し、節 4, 4, ... と枝の根元に鋸目を入れて枝を降ろして竹棹 2 を作成する。

ここで、1年以上経過した古竹は含水率が約 80% に安定しているため任意の時期に切り出し、新竹は 1 1 月頃まで含水率が高いため 1 月以降に切り出す。

【0021】

（油抜き工程）

次に、竹棹 2 に油抜き処理を施す油抜き工程を行う。

すなわち、例えば竹棹 2 を沸騰水で所定時間煮沸することや、竹棹 2 の外周面をガスバーナで焼くこと等により、竹棹 2 に油抜き処理を施す。

竹棹 2 に油抜き処理を施すことにより、改良土との密着性が良くなるとともに、油分やたんぱく質を無くしているため微生物による劣化を防止できる。

【0022】

（孔あけ工程）

次に、竹棹 2 の節間の上下に通孔 5, 6 を形成する孔あけ工程を行う。

すなわち、例えばドリルにより節間の上下に、一方が注入孔、他方が空気抜き孔となる、直径 $6 \sim 8 \text{ mm}$ 程度の通孔 5, 6 をあける。

なお、油抜き工程は、孔あけ工程の後に行ってもよい。

【0023】

（樹脂発泡原料注入工程）

次に、充填装置により竹棹 2 の節間の内部空間 S, S, ... に所要量の樹脂発泡原料を注入する樹脂発泡原料注入工程を行う。

すなわち、樹脂発泡原料は、例えば 2 液性（2 液反応型）硬質ウレタン発泡原料であり、図 2 の説明図に示すように、充填装置 7 を用い、竹棹 2 の注入孔 5 に注入装置 10 の先端ノズルを挿入し、混合された硬質ウレタン発泡原料の主剤及び硬化剤並びに発泡剤の所定量を注入孔 5 から内部空間 S に注入し、注入が完了したら注入孔 5 に止め栓 T（図 1（b）参照）を装着する。

ここで、第 1 容器 8 A には 2 液性硬質ウレタン発泡原料の主剤（ポリオール）及び発泡剤（HFC 類）が収容され、第 2 容器 8 B には 2 液性硬質ウレタン発泡原料の硬化剤（イソシアネート）及び発泡剤（HFC 類）が収容され、第 1 容器 8 A 及び注入装置 10 は第 1 チューブ 9 A により接続され、第 2 容器 8 B 及び注入装置 10 は第 2 チューブ 9 B により接続される。

【0024】

10

20

30

40

50

2液性硬質ウレタン発泡原料の主剤（ポリオール）及び硬化剤（イソシアネート）が混合されて発泡剤（HFC類）とともに内部空間Sに注入されると、発熱化学反応が起こって発泡し、約5～10倍に膨張する。そして、例えば、1分程度で表面が硬化し、5分程度で内部まで硬化する。

内部空間Sを満たすように膨張した発泡ウレタンは、その膨張圧力により空気抜き孔6から漏れ出るので、硬化後に余分な発泡ウレタンを取り除く。

なお、第1容器8A及び第2容器8Bに発泡剤（HFC類）を添加することなく硬化剤（イソシアネート）と空気中の水の反応によって生成されるCO₂を発泡剤とする水発泡タイプを使用してもよい。

【0025】

このような竹製杭1の製造方法によれば、竹棹作成工程を経て作成された竹棹2に対して、孔あけ工程により節間の上下に通孔5, 6が形成されているので、樹脂発泡原料注入工程で通孔5, 6の一方から充填装置7により内部空間Sに所要量の樹脂発泡原料を注入して発泡させる際に通孔5, 6の他方から空気が抜けるため、内部空間Sを満たすように樹脂発泡体3が確実に充填される。

また、樹脂発泡原料が2液性硬質ウレタン発泡原料であると、安価で扱いやすいため、製造コストの上昇を抑制できる。

さらに、充填装置7が、2液性硬質ウレタン発泡原料の主剤を収容した第1容器8A、2液性硬質ウレタン発泡原料の硬化剤を収容した第2容器8B、注入装置10、第1容器8A及び注入装置10を繋ぐ第1チューブ9A、並びに第2容器8B及び注入装置10を繋ぐ第2チューブ9Bからなるので、注入装置10で主剤及び硬化剤を混合して所要量を通孔5から注入すれば樹脂発泡原料注入工程が完了し、竹棹2の内部空間Sで発泡成形される。よって、竹棹2の内部空間Sを満たすように樹脂発泡体3を充填する作業を簡素な構成の充填装置7を用いて現場で一挙に行うことができるため作業効率が向上する。

さらにまた、竹棹2の油抜き工程により竹棹2に油抜き処理が施されているので、地盤改良体と組み合わせると摩擦杭として用いた際に地盤改良体との密着性が良くなるため、摩擦杭による緩い液状化層を締め固め効果、並びに地震時のせん断変形抑制効果及び側方流動抑制効果が高くなる。

また、竹棹2に油抜き処理が施されているので、油分やたんぱく質を無くしているため、微生物による劣化を防止できる。

【0026】

次に、本発明の実施の形態に係る竹製杭1を摩擦杭FPとして用いた液状化対策基礎構造体Aについて説明する。

図3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11Aが位置する下部地盤改良体11、下部地盤改良体11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11の下面11Bから垂下する複数の摩擦杭FP, FP, ...、下部地盤改良体11の上面11Aに下面12Bが当接するように下部地盤改良体11上に形成された上部地盤改良体12、及び上部地盤改良体12上に打設された建築物の基礎13からなる。

【0027】

ここで、摩擦杭FPは竹製杭1であり、地下水位（地下水面）WLよりも下方に位置し、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。

また、図3の縦断面図及び図4の平面図に示すように、下部地盤改良体11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, ...が形成されているので、下部地盤改良体11の重量軽減によって沈下が抑制されるとともに、上部地盤改良体12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。

【0028】

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3の縦断面図に示す地表面GLよりも下方に上面11Aが位置する下部地盤改良体11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、例えばバックハウによる鋤取り等により、下部地盤改良体11の平面形状に合わせて下部地盤改良体11の上側を掘り下げる掘下げ工程を行う。

【0029】

(一次改良工程)

次に、地盤Gの表層部を下部地盤改良体11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ハウ等により掘削し、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11を形成する一次改良工程を行う。

【0030】

(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11を上下に貫いて下部地盤改良体11の下面11Bから垂下するように、複数の摩擦杭FP, FP, ... (竹製杭1, 1, ...)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ハ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FP, FP, ... (竹製杭1, 1, ...)が打設された状態を示す図4(a)の平面図参照。)

【0031】

(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、バックハウ等により下部地盤改良体11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ハウ等により、地盤Gの表層部を地表面GLから上部地盤改良体12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12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11上に上部地盤改良体12が形成された状態を示す図4(b)の平面図、及び図5の縦断面図参照。)

ここで、図5に示す縦断面図において、下部地盤改良体11の厚さD1は、1~2m程度、上部地盤改良体12の厚さD2は、0.6~1.2m程度である。

また、前記のとおり、摩擦杭FP(竹製杭1)の長さLは、4~6m程度、下端直径(図1(a)のd1参照)は70~100mm程度、上端直径(図1(a)のd2参照)は110~130mm程度である。

さらに、複数の摩擦杭FP, FP, ... (竹製杭1, 1, ...)の設置ピッチ(隣接する摩擦杭FP, FP(竹製杭1, 1)間の中心距離)は、0.5~1.5m程度である。

【0032】

(基礎打設工程)

次に、図4(b)の平面図、及び図5の縦断面図に示す状態で、バックハウ等により基礎掘削を行い、上部地盤改良体12の上面12A上に建築物の基礎13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3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。

【0033】

このような構成の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11を上下に貫通する杭支持穴h, h, ...に上部が嵌合した摩擦杭FP, FP, ...である竹製杭1, 1, ...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FPが竹製杭1により構成されるので、前記竹製杭1の作用効果と同様の作用効果を奏する。

【0034】

特に、東南アジア諸国で広範囲に分布する竹林から竹を切り出して本発明の竹製杭1を製造して液状化対策基礎構造体Aの摩擦杭FPとして使用し、東南アジア諸国に広がる軟

10

20

30

40

50

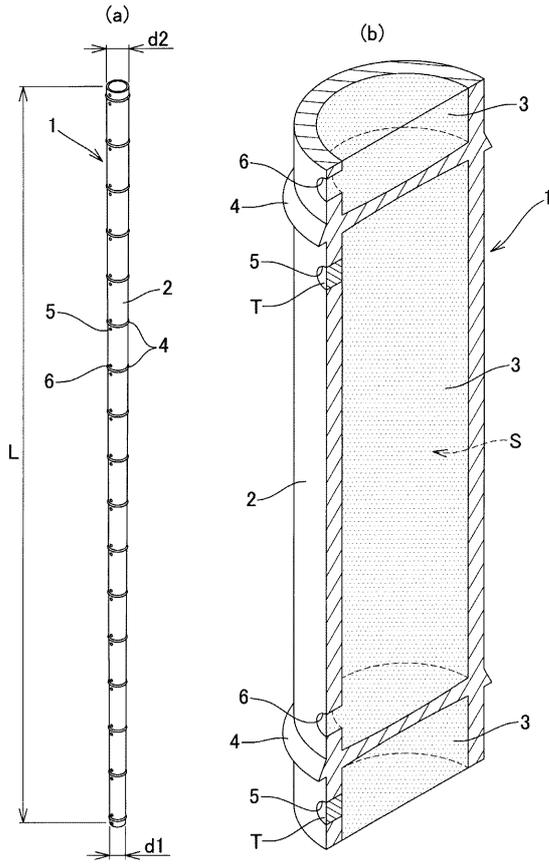
弱地盤における液状化対策を行うようにすれば、低コストで液状化対策が行えるとともに竹製杭 1 は長期間にわたって信頼性が高いため、東南アジア諸国に広がる軟弱地盤における液状化対策として非常に有効である。

【符号の説明】

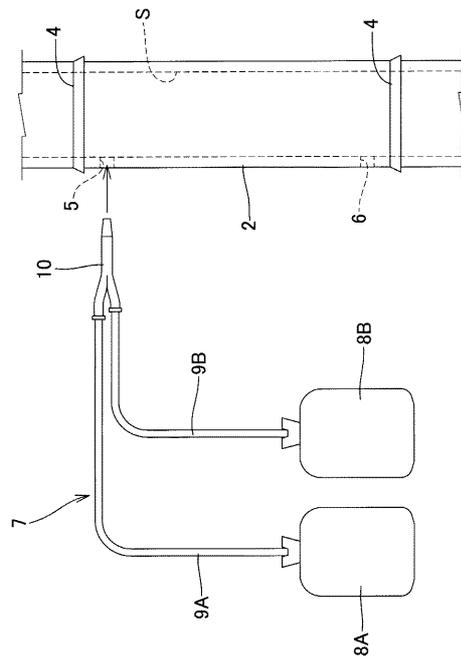
【 0 0 3 5 】

A	液状化対策基礎構造体	
D 1	下部地盤改良体の厚さ	
D 2	上部地盤改良体の厚さ	
d 1	竹製杭（竹棹）の下端直径	
d 2	竹製杭（竹棹）の上端直径	10
G	地盤	
F P	摩擦杭	
G L	地表面	
H	穴部	
h	杭支持穴（貫通穴）	
L	竹製杭（竹棹）の長さ	
S	節間の内部空間	
T	止め栓	
W L	地下水位（地下水面）	
1	竹製杭	20
2	竹棹	
3	樹脂発泡体	
4	節	
5	注入孔（通孔）	
6	空気抜き孔（通孔）	
7	充填装置	
8 A	第 1 容器	
8 B	第 2 容器	
9 A	第 1 チューブ	
9 B	第 2 チューブ	30
1 0	注入装置	
1 1	下部地盤改良体	
1 1 A	上面	
1 1 B	下面	
1 2	上部地盤改良体	
1 2 A	上面	
1 2 B	下面	
1 3	建築物の基礎	

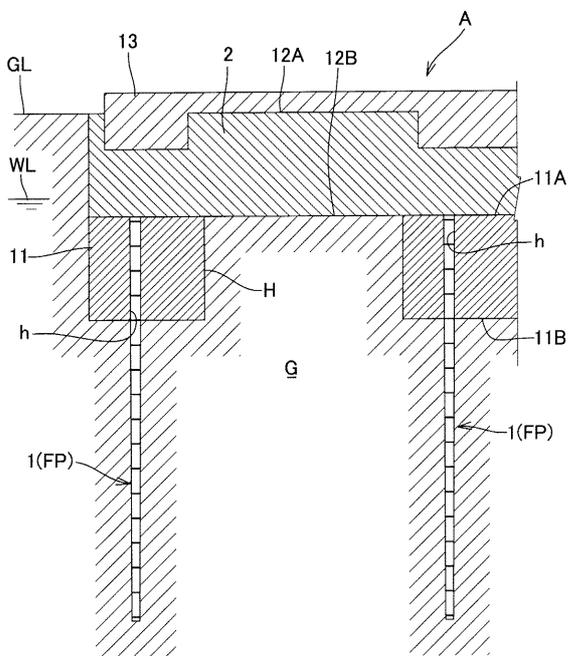
【図 1】



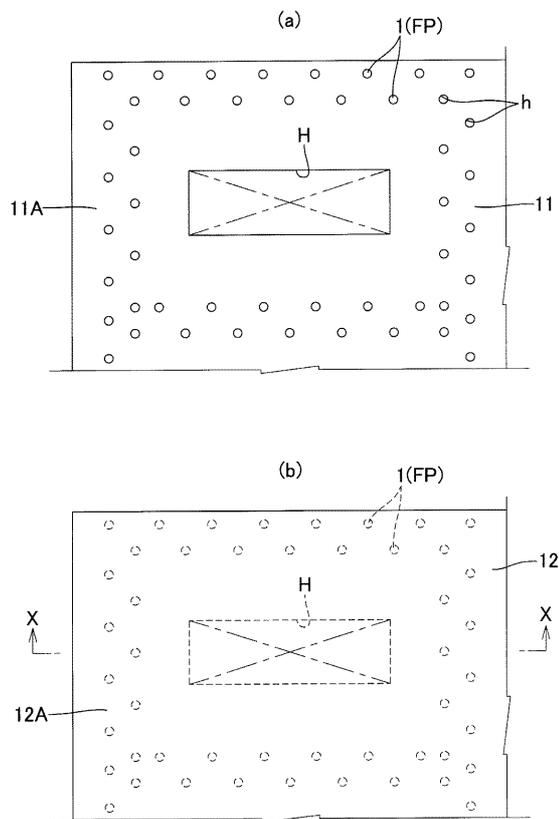
【図 2】



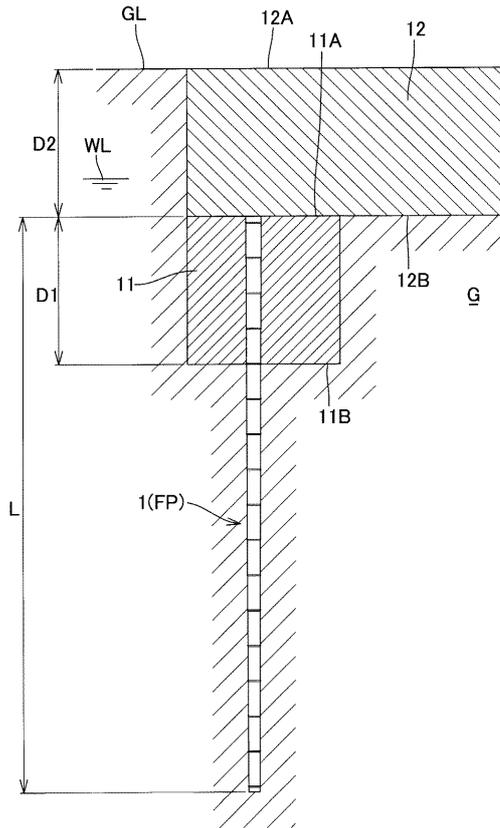
【図 3】



【図 4】



【 図 5 】



フロントページの続き

(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

(72)発明者 佐藤 寿彦
広島県三原市西野二丁目4-10

審査官 石川 信也

(56)参考文献 特許第5494880(JP, B1)
特開昭61-146915(JP, A)
特開平03-250113(JP, A)
特開昭49-120408(JP, A)
特開2007-090536(JP, A)
特開平11-147205(JP, A)
特開2010-236249(JP, A)
特開平06-081333(JP, A)
中国特許出願公開第103572752(CN, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
E02D 5/22 - 5/80
E02D 27/00 - 27/52