

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6158555号
(P6158555)

(45) 発行日 平成29年7月5日(2017.7.5)

(24) 登録日 平成29年6月16日(2017.6.16)

(51) Int. Cl. F 1
 E O 2 D 3/02 (2006.01) E O 2 D 3/02 1 O 1
 E O 2 D 3/10 (2006.01) E O 2 D 3/10 1 O 2

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2013-72651 (P2013-72651)	(73) 特許権者	000002299
(22) 出願日	平成25年3月29日 (2013. 3. 29)		清水建設株式会社
(65) 公開番号	特開2014-196614 (P2014-196614A)		東京都中央区京橋二丁目16番1号
(43) 公開日	平成26年10月16日 (2014.10.16)	(73) 特許権者	599090062
審査請求日	平成28年1月12日 (2016. 1. 12)		株式会社アサヒテクノ
			岩手県北上市和賀町岩崎新田5地割16番地81
		(74) 代理人	100090033
			弁理士 荒船 博司
		(74) 代理人	100093045
			弁理士 荒船 良男
		(72) 発明者	河田 雅也
			東京都中央区京橋二丁目16番1号 清水建設株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 地盤の改良工法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

地盤に埋設され下端に透水性のストレーナ部を有して外周にフィルターが形成されたストレーナ管に、真空ポンプで排気することにより地下水を流入させ、地下水をストレーナ管内に配置された排水ポンプで吸引することにより排水管を通して地上に排水する地下水位低下装置を対象地盤に埋設して、地盤の間隙水を吸引することにより地下水位を低下して、真空気化を促進させて地盤を沈下させるとともに、

地盤に透水性改善のための吸送気管を打設して、地盤内への空気の送り込みと地盤内の空気の吸引を交互に行う地盤の改良工法であって、

前記地下水位低下装置の前記真空ポンプによる排気及び前記排水ポンプによる排水と、前記吸送気管による空気の送り込み及び吸引とによって地盤の土粒子間の間隙水が真空気化した空気で置換された土粒子骨格を、対象地盤上に計画盛土による上載荷重を載荷して圧縮することにより地盤の沈下を促進することを特徴とする地盤の改良工法。

【請求項2】

前記吸送気管を、前記地下水位低下装置を中心とする同心円状に順次配置していくことを特徴とする請求項1に記載の地盤の改良工法。

【請求項3】

前記中心側と最外側の吸送気管から送気と吸気を行って、その間に順次配置される吸送気管に送気と吸気を順次展開していくことを特徴とする請求項2に記載の地盤の改良工法。

10

20

【請求項 4】

前記吸送気管を上下移動させることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の地盤の改良工法。

【請求項 5】

地盤に透水性改善のための鉛直ドレーンを打設しておくことを特徴とする請求項 1 に記載の地盤の改良工法。

【請求項 6】

地盤上に計画盛土の範囲で予め盛土して上載荷重を載荷しておくことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の地盤の改良工法。

【請求項 7】

地盤に振動を付与すること等により上載荷重を載荷することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の地盤の改良工法。

【請求項 8】

対象地盤の周囲に送気管を打設して、地盤内に圧気を供給することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の地盤の改良工法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、間隙水吸引と上載荷重載荷による軟弱地盤の改良工法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 において、地盤圧密工法が提案されている。

この工法は、地盤に地下水位低下装置を埋設し、次いで、地盤表面を気密シートで覆い、その後、地下水位低下装置により地下水位を低下させることで、地下水面と気密シートとの間の気圧を低減させ、地下水面と気密シートとの間の気圧と大気圧との差分の圧力を、気密シートを介して地盤に作用させ、地盤の圧密を行うものである。

【0003】

また、従来の大部分の地盤改良は、例えば図 8 に示すように、各種バーチカルドレーンを打設し、計画盛土 + サーチージ（余盛）にて加圧しながら間隙水圧を高め、沈下させる方法であった。

【0004】

そして、特許文献 2 において、地盤の改良工法が提案されている。

この工法は、SWP（スーパーウェルポイント）を用いて飽和地下水を負圧伝播で揚水することで、主に目的のエリアのみ集中してスポット的に水位低下が望め不飽和ゾーンを作り出す。その後、SWPのパキユームポンプや、ボルテックスポンプを用いて、不飽和ゾーンの範囲で真空気化を促進して水分の除去やVOCs（揮発性有機化合物）、油分など気化性のものを地中から除去し、地盤改良や土壌浄化を進める。

要するに、この工法は、地下水を低下して、真空気化を促進させて沈下させる工法である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2007 - 247184 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 303095（特許第 4114944）号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献 1 の工法では、改良対象地盤が透水性の低い粘性土の場合、地下水位の低下に要する時間が長く、工期が遅延するリスクが大きい。

また、対象地盤の均一な改良が困難である場合や、気密シートや周辺地盤からの漏気が

10

20

30

40

50

ある場合、十分な改良効果が得られないといった問題がある。

【0007】

また、バ-チカルドレーンでは、通常、ドレーン打設後に、静水圧状態で盛土による加圧 間隙水圧上昇 脱水 沈下の過程を組むが、ドレーン打設に工期を要し、コストアップにもなっている。

なお、N & H工法や各種大気圧工法では、粘性土の下部透水層（砂層等）までドレーン材を貫入すると、バキュームがブローして維持できなかった。

よって、ドレーン材を粘性土内に1.0m程残して打設していた。

【0008】

そして、特許文献2の工法では、地下水を低下して、真空気化を促進させて沈下させるのに伴い、隣接する地盤の沈下が場所によっては問題となり、鋼矢板やSMW壁等の止水壁を設ける方法もあるが、コストアップとなるといった問題がある。

【0009】

また、図8において、計画盛土は、元々必要な工程であり、全体の工程の中ではコストアップにはならないが、サーチャージは、一度高く盛土して、沈下後に除去して計画レベルに仕上げる必要があり、コストアップとなる。

【0010】

本発明の課題は、地盤の改良工法において、工期短縮・コスト削減が図れて、対象地盤の均一な改良を可能とすることである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

以上の課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、

地盤に埋設され下端に透水性のストレーナ部を有して外周にフィルターが形成されたストレーナ管に、真空ポンプで排気することにより地下水を流入させ、地下水をストレーナ管内に配置された排水ポンプで吸引することにより排水管を通して地上に排水する地下水位低下装置を対象地盤に埋設して、地盤の間隙水を吸引することにより地下水位を低下して、真空気化を促進させて地盤を沈下させるとともに、

地盤に透水性改善のための吸送気管を打設して、地盤内への空気の送り込みと地盤内の空気の吸引を交互に行う地盤の改良工法であって、

前記地下水位低下装置の前記真空ポンプによる排気及び前記排水ポンプによる排水と、前記吸送気管による空気の送り込み及び吸引とによって地盤の土粒子間の間隙水が真空気化した空気で置換された土粒子骨格を、対象地盤上に計画盛土による上載荷重を載荷して圧縮することにより地盤の沈下を促進することを特徴とする。

【0014】

請求項2に記載の発明は、

請求項1に記載の地盤の改良工法であって、

前記吸送気管を、前記地下水位低下装置を中心とする同心円状に順次配置していくことを特徴とする。

【0015】

請求項3に記載の発明は、

請求項2に記載の地盤の改良工法であって、

前記中心側と最外側の吸送気管から送気と吸気を行って、その間に順次配置される吸送気管に送気と吸気を順次展開していくことを特徴とする。

【0016】

請求項4に記載の発明は、

請求項1から3のいずれか一項に記載の地盤の改良工法であって、

前記吸送気管を上下移動させることを特徴とする。

【0017】

請求項5に記載の発明は、

請求項1に記載の地盤の改良工法であって、

10

20

30

40

50

地盤に透水性改善のための鉛直ドレーンを打設しておくことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

請求項 6 に記載の発明は、
請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の地盤の改良工法であって、
地盤上に計画盛土の範囲で予め盛土して上載荷重を載荷しておくことを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

請求項 7 に記載の発明は、
請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の地盤の改良工法であって、
地盤に振動を付与すること等により上載荷重を載荷することを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

請求項 8 に記載の発明は、
請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の地盤の改良工法であって、
対象地盤の周囲に送気管を打設して、地盤内に圧気を供給することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【 0 0 2 1 】

本発明によれば、工期短縮・コスト削減を実現できて、対象地盤を均一に改良できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 2 】

【図 1】本発明を適用した一実施形態の工法を示す断面図である。

【図 2】図 1 の吸送気管の配置及び運転方法を示す平面配置図 (a) ~ (f) である。

20

【図 3】実施形態 2 の工法を示す断面図である。

【図 4】沈下挙動の実測値と理論値の比較を示したグラフである。

【図 5】改良前後の地盤物性比較を示すもので、自然含水比の改良前後比較を示したグラフ (a)、初期間隙比の改良前後比較を示したグラフ (b)、圧密降伏応力の改良前後比較を示したグラフ (c) である。

【図 6】実施形態 3 の工法を示す断面図である。

【図 7】実施形態 4 の工法を示す断面図である。

【図 8】従来一般的なパーティカルドレーン工法を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 3 】

以下、図を参照して本発明を実施するための形態を詳細に説明する。

30

【 0 0 2 4 】

(本発明)

本発明は、間隙水吸引による地下水位低下と上載荷重載荷による沈下促進の機能を分離させ、効率的に軟弱地盤の改良を行うものである。

【 0 0 2 5 】

(実施形態 1)

1 . 間隙水吸引機構 (地下水位低下装置と透水性改善のための吸送気管)

【 0 0 2 6 】

図 1 は本発明を適用した一実施形態の工法を示すもので、1 は地下水位低下装置、2 は固定式吸送気管、3 は移動式吸送気管、4 は計画盛土である。

40

【 0 0 2 7 】

図示のように、本発明を実施する対象地盤は、粘性土による改良対象層の下に砂質土による透水層を有しており、その中央に地下水位低下装置 1 が埋設されて、その周囲に固定式吸送気管 2 及び移動式吸送気管 3 が設置されている。そして、対象地盤の上には、計画盛土 4 による上載荷重が載荷されている。

なお、改良対象層の下が硬質の粘性土や岩盤であってもよい。

【 0 0 2 8 】

地下水位低下装置 1 は、下端に透水性のストレーナ部 1 2 を有し地盤に埋設されるストレーナ管 1 1 と、このストレーナ管 1 1 の外周に形成されるフィルター 1 3 と、ストレー

50

ナ管 1 1 内に配置された排水ポンプ 1 4 と、この排水ポンプ 1 4 により地下水を地上に排水する排水管 1 5 と、ストレーナ管 1 1 内を排気することにより地下水を流入させる真空ポンプ 1 6 と、を備えて構成される。

【 0 0 2 9 】

すなわち、地下水位低下装置 1 は SWP で、矢印で示したように、地盤に埋設されたストレーナ管 1 1 内を地上の真空ポンプ 1 6 で排気することにより、下端のストレーナ部 1 2 及び周囲のフィルター 1 3 を介して地下水をストレーナ管 1 1 内に流入させ、その流入した地下水をストレーナ管 1 1 内の排水ポンプ 1 4 で吸引することにより排水管 1 5 を通して地上に排水する。

【 0 0 3 0 】

そして、固定式吸送気管 2 及び移動式吸送気管 3 は、地上に設置された図示しないボルトテックスプルーアー及びコンプレッサーにそれぞれ接続されて、地盤内への空気の送り込み、及び地盤内の空気の吸引を交互に行うことにより、地盤内に水みちを形成し、透水性の改善を行うものである。

【 0 0 3 1 】

固定式吸送気管 2 は、地盤内に予め建て込んでおくロッドを用いて、矢印で示したように、吸送気を行う。

【 0 0 3 2 】

移動式吸送気管 3 は、ボーリングマシンを移動させて所定の位置でロッドによる削孔を行い、矢印で示したように、そのロッドを上下させて吸送気を行う。

【 0 0 3 3 】

2 . 沈下促進機構（上載荷重載荷による土粒子骨格の圧縮）

【 0 0 3 4 】

地下水位が低下すると、土粒子間の間隙水が空気で置換される。この状態で、盛土等により上載荷重を載荷すると、土粒子骨格の圧縮により、沈下が促進され、地盤強度が増加する。

【 0 0 3 5 】

図示例では、対象地盤上に予め計画盛土 4 を載荷している。

【 0 0 3 6 】

このように、計画盛土 4 による上載荷重を載荷することにより、効果的に沈下促進を行うことができるが、実際には地下水位低下装置 1 の吸引効果により大気圧との差分の圧力が載荷されることも期待できる。

【 0 0 3 7 】

実施形態においては、間隙水吸引による地下水位低下と上載荷重載荷による沈下促進を併用している。

【 0 0 3 8 】

3 . 吸送気管の配置及び運転方法

【 0 0 3 9 】

図 2 は吸送気管の配置及び運転方法を示すものである。

【 0 0 4 0 】

図示のように、固定式吸送気管 2 は改良範囲外周部に設置し、移動式吸送気管 3 は地下水位低下装置 1 を中心に、図 2 (a) ~ (e) に示すように、順次外側に展開して行く。

【 0 0 4 1 】

そして、移動式吸送気管 3 が一定の位置において、送気 吸気の順に行い、その後、同心円状に外側に展開する。

【 0 0 4 2 】

すなわち、ステップ 1 では、図 2 (a) に示すように、最外側の四隅の固定式吸送気管 2 において送気を行うとともに、ストレーナ管 1 1 の周囲に同心円状四本の移動式吸送気管 3 においても送気を行う。

【 0 0 4 3 】

10

20

30

40

50

ステップ2では、図2(b)に示すように、固定式吸送気管2の吸気を行うとともに、ストレーナ管11の周囲に同心円状四本の移動式吸送気管3も吸気を行う。

【0044】

ステップ3では、図2(c)に示すように、固定式吸送気管2の送気を行うとともに、外側第二の同心円状四本の移動式吸送気管3も送気を行う。

【0045】

ステップ4では、図2(d)に示すように、固定式吸送気管2の吸気を行うとともに、外側第二の同心円状四本の移動式吸送気管3も吸気を行う。

【0046】

ステップ5では、図2(e)に示すように、固定式吸送気管2の送気を行うとともに、外側第三の同心円状四本の移動式吸送気管3も送気を行う。

10

【0047】

ステップ6では、図2(f)に示すように、固定式吸送気管2の吸気を行うとともに、外側第三の同心円状四本の移動式吸送気管3も吸気を行う。

【0048】

なお、1つの送気または吸気のステップは3～7日とし、同心円の1段階の展開長は1～3mとする。

【0049】

(実施形態2)

4. 間隙水吸引機構(地下水位低下装置と鉛直ドレーン)

20

【0050】

図3は実施形態2の工法を示すもので、前述した実施形態1と同様、1は地下水位低下装置、11はストレーナ管、12はストレーナ部、13はフィルター、14は排水ポンプ、15は排水管、16は真空ポンプ、4は計画盛土であって、5は鉛直ドレーンである。

【0051】

図示のように、対象地盤の中央に地下水位低下装置1が埋設されて、その周囲に多数の鉛直ドレーン5が設置されている。そして、対象地盤の上には、計画盛土4による上載荷重が載荷されている。

【0052】

地下水位低下装置1は、実施形態1と同様にSWPで、ストレーナ管11、ストレーナ部12、フィルター13と、排水ポンプ14、排水管15、及び真空ポンプ16を備える。

30

ただし、本機構による場合は、図示のように、改良対象層下部の透水層にストレーナ部12を設けることが望ましい。

【0053】

そして、鉛直ドレーン5は、1～2mのピッチで改良範囲の地盤に打設し、矢印で示したように、改良対象層からの排水を促進して、排水距離の短縮を図る。

なお、鉛直ドレーン5の下端は、図示のように、改良対象層下部の透水層まで貫入させることが望ましい。

【0054】

40

(効果)

以上の間隙水吸引機構で実施した場合の沈下曲線を図4に示す。

図示のように、鉛直ドレーンを1.6mピッチで打設した場合と同等の沈下促進効果が確認された。

【0055】

そして、改良前後の地盤の物性の変化を図5に示す。図5(a)(b)(c)はいずれも、本発明を間隙水吸引機構により3ヶ月程度適用したものである。

図示のように、自然含水比・初期間隙比の低下、圧密降伏応力の上昇が確認でき、十分な改良効果が得られていることが分かる。

【0056】

50

従って、本発明により、従来技術に対し、工期短縮・コスト削減効果が期待できる。

また、対象地盤の均一な改良が可能であり、品質も向上する。

【0057】

(実施形態3)

当工法では、サーチャージ分は殆どいらず、計画盛土の範囲で予め盛土していた方が、早期沈下に効果的であることが判明したことから、計画盛土を先行施工する。

【0058】

図6は実施形態3の工法を示すもので、前述した実施形態1と同様、1は地下水位低下装置、11はストレーナ管、12はストレーナ部、13はフィルター、14は排水ポンプ、15は排水管、16は真空ポンプ、4は計画盛土であって、6は吸送気管である。

10

【0059】

図示のように、対象地盤の中央に地下水位低下装置1が埋設されて、その周囲に複数の吸送気管6が設置されている。そして、対象地盤の上には、計画盛土4による上載荷重が載荷されている。

【0060】

地下水位低下装置1は、実施形態1と同様にSWPで、ストレーナ管11、ストレーナ部12、フィルター13と、排水ポンプ14、排水管15、及び真空ポンプ16を備える。

【0061】

吸送気管6は、実施形態1と同様に地上に設置された図示しないボルテックスブローア及びコンプレッサーにそれぞれ接続されて、地盤内に予め建て込んでおくロッドを用いて、矢印で示したように、吸送気を行う。

20

【0062】

ところで、計画盛土4による上載荷重がない場合、地表面から空気がブローすることにより地盤中に圧力を加えることができず、地表面部の沈下は効果的なものでない。

【0063】

これに対し、実施形態のように、対象地盤の上に計画盛土4による上載荷重を載荷することで、効果的に沈下促進を行うことができる。

【0064】

以上において、計画盛土4は元々必要な工程であり、全体の工程の中ではコストアップにはならない。

30

また、仮にサーチャージを必要としても、少量のボリュームで済む。

【0065】

そして、負圧伝播により井戸(ストレーナ管11)のボトム付近で吸引することで、対象の粘性土の下端まで水位低下し、不飽和地盤にすることができる。

また、粘性土下部に透水層(砂層等)が堆積していれば、平面的に広い範囲で水位低下に効果があり、ドレーンを貫入してもバキュームは維持できる。

【0066】

なお、通常の種類ドレーン工法との組み合わせは最後沈下の効果も確認され、この組み合わせによるダブルの効果が期待できる。

40

【0067】

(実施形態4)

図7は実施形態4の工法を示すもので、前述した実施形態1・2と同様、1は地下水位低下装置、11はストレーナ管、12はストレーナ部、13はフィルター、14は排水ポンプ、15は排水管、16は真空ポンプ、4は計画盛土、5は鉛直ドレーン、6は吸送気管であって、7は圧気送気管である。

【0068】

図示のように、対象地盤の中央に地下水位低下装置1が埋設されて、その周囲に多数の鉛直ドレーン5が設置されるとともに、複数の吸送気管6が設置されている。そして、対象地盤の上には、計画盛土4による上載荷重が載荷されている。

50

【 0 0 6 9 】

地下水位低下装置 1 は、実施形態 1 と同様に S W P で、ストレーナ管 1 1、ストレーナ部 1 2、フィルター 1 3 と、排水ポンプ 1 4、排水管 1 5、及び真空ポンプ 1 6 を備える。

【 0 0 7 0 】

鉛直ドレーン 5 は、実施形態 2 と同様に改良範囲の地盤に打設し、矢印で示したように、改良対象層からの排水を促進して、排水距離の短縮を図る。

【 0 0 7 1 】

吸送気管 6 は、実施形態 1 と同様に地上に設置された図示しないボルテックスプロアー及びコンプレッサーにそれぞれ接続されて、地盤内に予め建て込んでおくロッドを用いて、矢印で示したように、吸送気を行う。

10

【 0 0 7 2 】

そして、対象地盤の周囲に多数の圧気送気管 7 を打設する。

この圧気送気管 7 は、地上に設置された図示しない圧力管理型のコンプレッサーに接続されて、矢印で示したように、地盤中に圧気を供給する。

【 0 0 7 3 】

このように、所定の深度に対応できる空気圧を利用して、水位低下した分の水頭を保持するために圧気送気管 7 を設け、圧力管理型のコンプレッサーに接続して水頭をコントロールし、沈下防止や井戸枯れ防止に利用できる。

また、圧気送気管 7 の圧気供給によるエアトラップ効果により、図示のように、砂質土の下に粘性土を有する地盤の場合、中間滞水層の止水性が高くなる。

20

【 0 0 7 4 】

(変形例)

以上の実施形態においては、上載荷重の載荷として盛土としたが、本発明はこれに限定されるものではなく、振動ローラをかけたり、ブルドーザを走行させたり等、他の手法によって上載荷重を載荷して圧密を促進するようにしてもよい。このように、振動ローラをかけたり、ブルドーザを走行させたりすれば沈下速度が速くなる。

また、吸送気管や鉛直ドレーンの本数も任意であり、その他、具体的な細部構造等についても適宜に変更可能であることは勿論である。

30

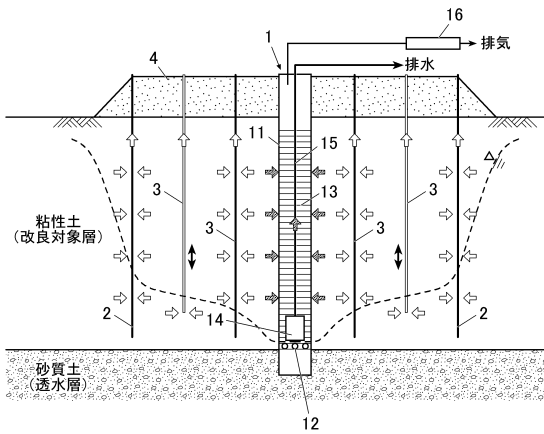
【符号の説明】

【 0 0 7 5 】

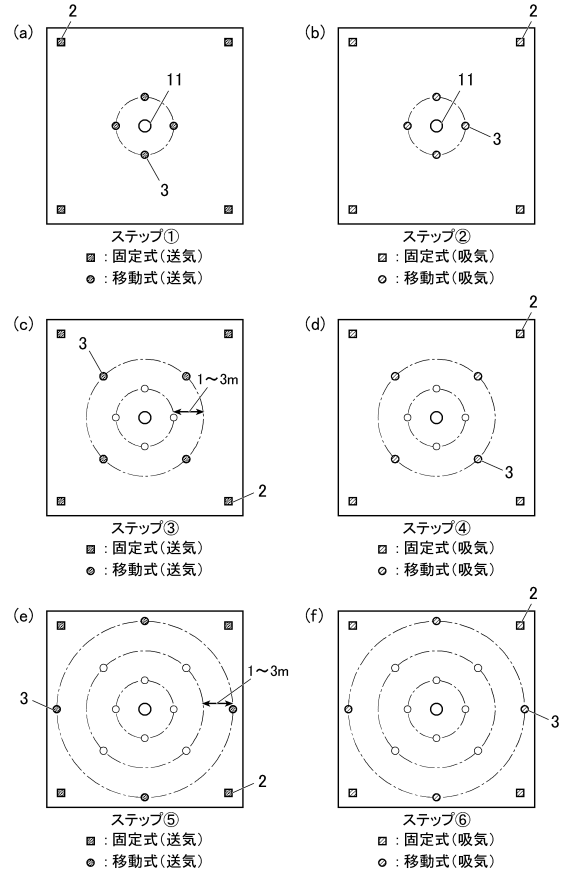
- 1 地下水位低下装置
- 1 1 ストレーナ管
- 1 2 ストレーナ部
- 1 3 フィルター
- 1 4 排水ポンプ
- 1 5 排水管
- 1 6 真空ポンプ
- 2 固定式吸送気管
- 3 移動式吸送気管
- 4 計画盛土
- 5 鉛直ドレーン
- 6 吸送気管
- 7 圧気送気管

40

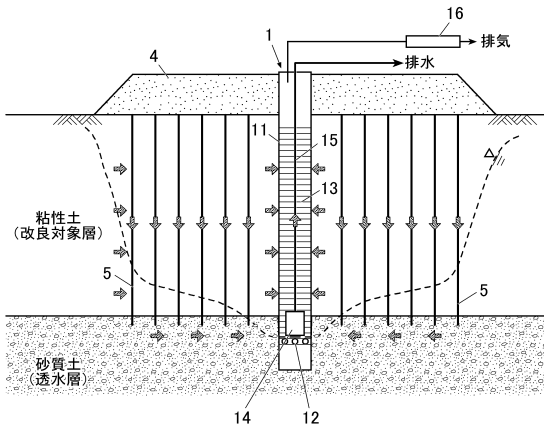
【図1】



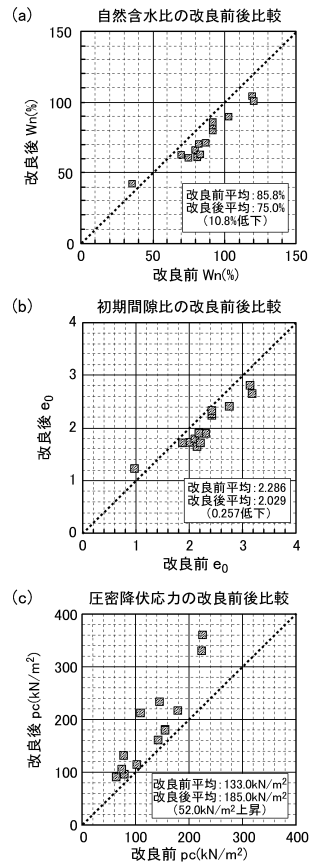
【図2】



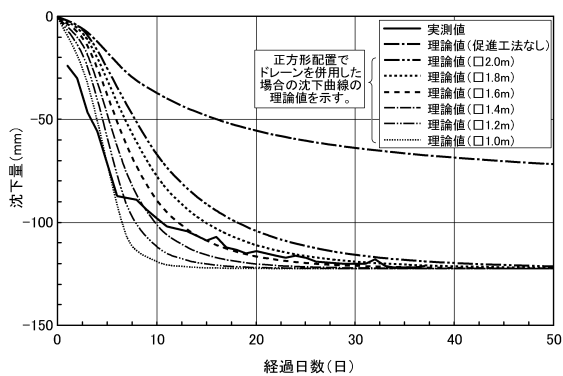
【図3】



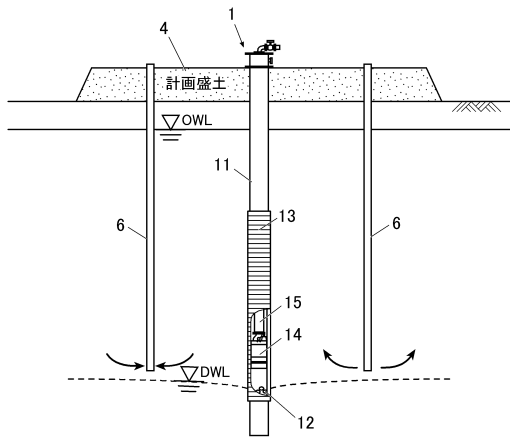
【図5】



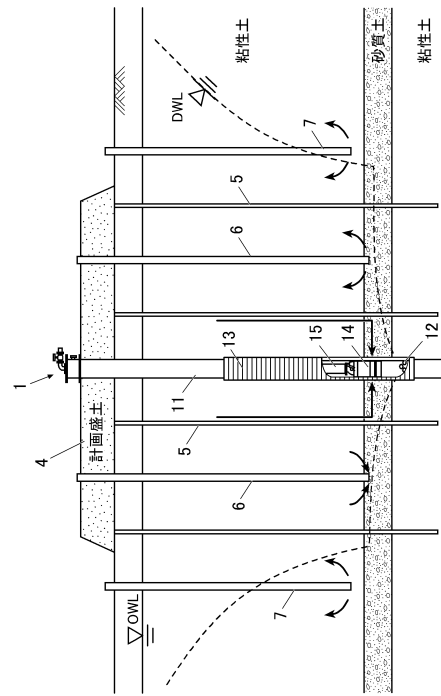
【図4】



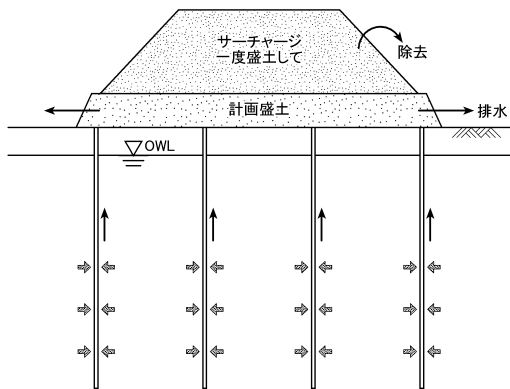
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (72)発明者 高橋 茂吉
岩手県北上市和賀町岩崎新田5地割16番地81 有限会社アサヒテクノ内
- (72)発明者 尾崎 哲二
岩手県北上市和賀町岩崎新田5地割16番地81 有限会社アサヒテクノ内

審査官 苗村 康造

- (56)参考文献 特開2007-247184(JP,A)
特開2012-225143(JP,A)
特開2007-309073(JP,A)
特開2004-052335(JP,A)
特開昭56-119023(JP,A)
特開2012-180734(JP,A)
特開2012-180735(JP,A)
特開2012-180736(JP,A)
国際公開第2012/108369(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
E02D 1/00~ 3/115