(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4391664号
(P4391664)

(45)発行日　平成21年12月24日(2009.12.24)　(24)登録日　平成21年10月16日(2009.10.16)

(51)Int.Cl.　F I
E02D 3/10 (2006.01)　E02D 3/10 103
E02D 3/10 102

請求項の数 4　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願2000-131205(P2000-131205)
(22)出願日　平成12年4月28日(2000.4.28)
(65)公開番号　特開2001-311136(P2001-311136A)
(43)公開日　平成13年11月9日(2001.11.9)
審査請求日　平成19年4月23日(2007.4.23)

(73)特許権者　303057365
株式会社間組
東京都港区虎ノ門二丁目２番５号
(74)代理人　100081514
弁理士　酒井　一
(74)代理人　100082692
弁理士　蔵合　正博
(73)特許権者　595107508
丸山工業株式会社
埼玉県入間郡三芳町竹間沢４２２番地－８
(73)特許権者　393030969
梶谷エンジニア株式会社
東京都港区西麻布３丁目１３番１４号
(74)代理人　100081514
弁理士　酒井　一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】軟弱地盤の地盤改良構造及び工法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

地盤改良対象領域は揚水区域と排水区域とからなり、

該排水区域に、上端が外気や地表面水から密封する泥土などの不透水性材料で覆われ、下端が改良対象地盤下方の透水層に達するように複数のドレーン材を設け、

前記排水区域内に配置した揚水区域には、上端が改良対象地盤上まで延び下端が改良対象地盤下方の前記透水層に達するように複数のドレーン材を設け、該ドレーン材の上端から水を所定位置まで導くための通水材を前記ドレーン材上端に接触するように敷設し、該通水材には有孔管を交差させて配置し、前記複数のドレーン材と前記通水材及び前記有孔管をシート材で気密に被覆し、

該有孔管に連通してポンプを設けたことにより、前記ポンプで前記通水材及び前記有孔管を通して前記揚水区域から前記排水区域までの水をドレーン材で吸い上げることにより対象地盤を圧密可能にした軟弱地盤の地盤改良構造。

【請求項２】

前記ドレーン材は、円筒形に形成された伸縮可能なドレーン材である請求項１に記載した軟弱地盤の地盤改良構造。

【請求項３】

前記地盤改良対象領域と非対象領域との境界域に、前記透水層を貫通する遮水壁を設けた請求項１又は２に記載した軟弱地盤の地盤改良構造。

【請求項４】

地盤改良対象領域に揚水区域と排水区域とを設定し、
該排水区域において、複数のドレーン材を上端が外気や地表面水を不透水材料で連通しないように前記ドレーン材の下端を改良対象地盤下方の透水層まで延設し、
前記排水区域内に配置した揚水区域では、複数のドレーン材を改良対象地盤下方の前記透水層から改良対象地盤上まで延設し、前記複数のドレーン材に通水材及び有孔管を介して前記揚水区域外のポンプに連通させ、前記複数のドレーン材上端、前記通水材及び前記有孔管をシート材により気密に被覆し、
前記ポンプを稼働して、前記透水層から揚水区域におけるドレーン材から前記通水材及び前記有孔管を介して前記ポンプまで水を導いて排水すると共に、前記排水区域における前記ドレーン材を通して地盤内の水を前記透水層まで導くことにより前記改良対象地盤を圧密にする軟弱地盤の地盤改良工法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、軟弱地盤に含まれる水を排出することで硬質地盤へ改良する地盤改良工法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

埋立て層、ヘドロ層、泥炭層などの軟弱な粘性土地盤を改良する工法として真空圧密工法が知られている。かかる真空圧密工法では、複数のドレーン材を改良対象地盤に打設して上端を地上まで延ばし、これらドレーン材上端に接触するようにサンドマットやドレーン材などの通水材を敷設し、通水材の下に有孔管を配設してこれにポンプを接続し、ドレーン材上端と通水材と有孔管とを気密に被覆するように改良対象地盤の全領域に気密性シート材を敷設する。そして、ポンプを稼働することにより、シート材で被覆した地盤上に真空圧が作用し、この真空圧は有孔管から通水材を介してドレーン材に伝達し、さらに地盤内に伝わる。かようにして地盤内に真空圧が作用すると、地盤内の水は真空圧により吸引されて、ドレーン材から通水材を介して有孔管に流れて地上に排出される。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の真空圧密工法には、次のような問題点がある。
▲１▼ドレーン材からの排水を促進するために、改良対象地盤の全領域にシート材を敷設しなければならず、このシート材の材料コストが高く、敷設作業の手間が煩雑である。
▲２▼道路盛土に真空圧密工法を併用する場合でも、改良域全域を気密シートで覆い、その上に盛土を行なっているため、工費や工期の面で課題があった。
▲３▼シート材で被覆した広範囲の地上面を気密に維持するためには、施工期間中の手間が煩雑であった。

【０００４】

本発明は上記従来技術の問題点に着目し、これを解決せんとしたものであり、その課題は、限られた範囲をシート材で被覆するだけで、改良対象地盤中の水分を効率的に排水することができる地盤改良構造および工法を提供することにある。

【０００５】

上記課題を解決するために、本発明では、地盤改良対象領域は揚水区域と排水区域とからなり、該排水区域に、上端が外気や地表面水から密封する泥土などの不透水性材料で覆われ、下端が改良対象地盤下方の透水層に達するように複数のドレーン材を設け、前記排水区域内に配置した揚水区域には、上端が改良対象地盤上まで延び下端が改良対象地盤下方の透水層に達するように複数のドレーン材を設け、該ドレーン材の上端から水を所定位置まで導くための通水材を前記ドレーン材上端に接触するように敷設し、該通水材には有孔管を交差させて配置し、前記複数のドレーン材と前記通水材及び前記有孔管をシート材で気密に被覆し、該有孔管に連通してポンプを設けたことにより、前記ポンプで前記通水材及び前記有孔管を通して前記揚水区域から前記排水区域までの水をドレーン材で吸い上げ

ることにより対象地盤を圧密可能にした軟弱地盤の地盤改良構造が提供される。

【０００６】

本発明の地盤改良構造では、かかる構成により、排水区域では地盤内の水がドレーン材を通って改良対象地盤下方の透水層まで降下し、一方、揚水区域では透水層の水がドレーン材を通って上昇する。

つまり、排水区域のドレーン材は、上端が外気に連通せず下端が改良対象地盤下方の透水層に達するように設置したので、外気や地表面の水がドレーン材に浸透せず、地盤内の水のみが浸透して透水層まで流れ下る。一方、揚水区域のドレーン材は、地上に突出した上端に通水材と有孔管が連通するように設けられてシートにより気密に被覆されたので、この通水材と有孔管を介して地上のポンプからの吸引力が透水層まで作用し、透水層や地盤内の水はドレーン材の下端から浸透して地上まで吸い上げられる。したがって、シートにより揚水区域のみを被覆すれば、この揚水区域を含む地盤改良対象範囲の全領域で良好な圧密効果が得られるので、シート材の材料コストは削減され、敷設作業も格段に容易になる。

【０００７】

本発明の地盤改良構造において、前記揚水区域と前記排水区域との配置関係は、地盤からの排水が効率的に行なえるものであるならば、特に限定されるものではなく、例えば、排水区域を囲むように揚水区域を配置したり、あるいは、揚水区域を排水区域内に点在するように配置することができる。また前記ポンプは前記通水材と有孔管に連通させることができれば、地盤改良対象領域の揚水区域または排水区域、または地盤改良対象領域外のいずれに設置しても良い。

【０００８】

また本発明の地盤改良構造において、ドレーン材上端が外気に連通しないように改良対象地盤中に留まるか又は不透水性材料で覆われるとは、例えば、改良対象地盤の地表付近が不透水性の粘性土からなる場合には、ドレーン孔上端を埋め戻したり、あるいは改良対象地盤の地表付近がサンドマットなどからなる場合には、ドレーン材上端をドレーン孔に落とし込み不透水性の粘性土で埋め戻せば、ドレーン材上端は外気に連通せず、地表の水がドレーン材に浸透することも防止できる。

【０００９】

本発明において、前記改良対象地盤と非改良対象地盤との境界域には、前記透水層を貫通する遮水壁を設け、非改良対象地盤からの地下水の流れを遮って、非改良対象地盤の沈下を最小限に留めることが好ましい。

【００１２】

本発明において、前記ドレーン材は、排水区域の地盤内に含まれる水分を下方の透水層まで導いたり、揚水区域の透水層や地盤内に含まれる水分を上方の通水材及び有孔管まで導くことができるものであれば良く、例えば、カードボード系ドレーン材、サンドドレーン、円筒形に形成された伸縮可能なフレキシブルパイプ系ドレーン材などを使用することができるが、前記カードボード系ドレーンとフレキシブルパイプ系ドレーン材は取り扱いや打設が比較的容易で、かつ経済性に優れており、特に、フレキシブルパイプ系ドレーン材は集水効果に優れているので最適である。

なお、前記フレキシブルパイプ系ドレーン材としては、例えば、らせん状に形成された合成樹脂製の骨部材と、この骨部材に取り付けられた繊維性フィルターとにより、伸縮可能で曲折可能な円筒形状に構成したものが使用可能であり、これは地盤の液状化防止用のドレーンとして多く利用されている。

【００１３】

また本発明では、 地盤改良対象領域に揚水区域と排水区域とを設定し、該排水区域において、複数のドレーン材を上端が外気や地表面水を不透水材料で連通しないように前記ドレーン材の下端を改良対象地盤下方の透水層まで延設し、前記排水区域内に配置した揚水区域では、複数のドレーン材を改良対象地盤下方の透水層から改良対象地盤上まで延設し、前記複数のドレーン材に通水材及び有孔管を介して前記揚水区域外のポンプに連通さ

せ、前記複数のドレーン材上端、前記通水材及び前記有孔管をシート材により気密に被覆し、前記ポンプを稼働して、前記透水層から揚水区域におけるドレーン材から前記通水材及び前記有孔管を介して前記ポンプまで水を導いて排水すると共に、前記排水区域における前記ドレーン材を通して地盤内の水を前記透水層まで導くことにより前記改良対象地盤を圧密にする軟弱地盤の地盤改良工法が提供される。

【００１５】

本発明の地盤改良工法において、前記排水区域におけるドレーン材としてカードボード系ドレーン材を使用する場合、軸材の先端に刃物を取り付けた冶具を、ドレーン材打設後の孔内に挿入して切断すれば、ドレーン材の上端は地表面から数m低く設置することができる。ここで、他の切断冶具としては、高圧ジェット、油圧シリンダー、水中ガス切断、放電、熱線、ディスクソーを利用した装置が使用可能である。

また前記排水区域におけるドレーン材が、フレキシブルパイプ系ドレーン材である場合には、打設後、ドレーン材の上端を引張りながら切断すれば、伸長したドレーン材は収縮して上端を地表面下に設置することができる。このフレキシブルパイプ系ドレーン材の上端には、土砂の円筒内への流入を防止するための蓋を取り付けることが好ましい。

さらに別の方法としては、ドレーン材を地表付近で切断した後、軸材の先端に掛止具が設けられた冶具にドレーン材の上端を掛止させて、ドレーン打設孔内の所定深さまで押し下げても良く、このとき高圧ジェットを併用することも可能である。

一方、ドレーン材として、サンドドレーンを使用する場合、孔内に投入する砂の量を調整すれば、ドレーン材の上端を地表面より数メートル下方になるように形成でき、孔の上端残部は粘性土で埋め戻す。

【００１６】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面に基づいて実施例を説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

図１は本発明に係る地盤改良構造を示した断面図であり、図２（ａ）（ｂ）は揚水区域のそれぞれ断面図と平面図である。図１及び図２において、地盤改良構造１０は排水区域２０と揚水区域２１とから構成され、排水区域２０では改良対象地盤内に複数の排水ドレーン材１５が打設され、一方、揚水区域２１では、改良対象地盤内に複数の揚水ドレーン材１６が打設され、地表面に有孔管１２ｂと複数の通水材１２ａとが敷設され、これら揚水ドレーン材上端１６ａと通水材１２ａと有孔管１２ｂとが気密に被覆されるようにシート材１１を地表面に敷設し、連結管１８を介して有孔管１２ｂに連通するように真空ポンプ１７が設けられ、さらに、図示しない遮水壁が、改良対象地盤１３と非改良対象地盤との境界域に設けられたことを特徴とする。

なお、本実施例においては、改良対象地盤下方の透水層が一層だけの場合について説明するが、透水層が多数ある地盤にも適用可能である。

【００１７】

前記排水区域２０における排水ドレーン材１５は、下端が改良対象地盤下方の透水層１４に達し、上端が外気や地表面水に連通しないように改良対象地盤１３中に留まり、この上端が不透水性材料としての泥土２４で埋め戻されて、概ね１～２m程度の間隔で配置される。

一方、揚水区域２１における前記揚水ドレーン材１６は、下端が改良対象地盤下方の透水層１４に達し、上端１６ａが改良対象地盤１３の地表面に突出するように設けられ、概ね１m程度の間隔で配置される。

【００１８】

ここで、前記排水ドレーン材１５および前記揚水ドレーン材１６としては、例えば、カードボード系ドレーン材、サンドドレーン、円筒形に形成されたフレキシブルパイプ系ドレーン材などを使用することができるが、取扱いの容易さ、経済性および集水効果から考慮すると、特に、円筒形の伸縮自在・曲折可能なフレキシブルパイプ系ドレーン材が最適である。

【００１９】
前記通水材１２ａは帯状に形成されたものを使用し、図２（ａ）（ｂ）に示したように、地表面に突出した揚水ドレーン材上端１６ａに接触するように所定間隔で敷設する。また、有孔管１２ｂは塩化ビニールパイプなどの管体に複数の孔を穿設したものを使用し、複数の通水材１２ａに交差するように延設する。なお、図２（ａ）（ｂ）では、通水材１２ａが有孔管１２ｂの上に位置するように図示したが、この上下の位置関係は逆にすることも可能である。さらに、前記シート材１１は、両端部１１ａを改良対象地盤１３に埋設し、この両端部１１ａから内部に外気が流入しないようにする。
【００２０】
また前記改良対象地盤１３と非改良対象地盤との境界域に設ける遮水壁は、ソイルモルタル、鋼矢板あるいは流動化泥土により形成することができる。
例えば、地盤改良の対象範囲に比べて透水層が大きな広がりを有する地盤において、遮水壁を設けずに地盤改良を行なった場合、非改良対象地盤からも地下水を集水してしまうため、改良対象地盤では圧密効果が低下し、一方、非改良対象地盤では地盤沈下を生じることがある。
したがって、改良対象地盤１３と非改良対象地盤との境界域に透水層を貫通する遮水壁を構築すれば、非改良対象地盤からの地下水の集水が防止されるので、上述の問題は解決される。
【００２１】
図示はしないが、前記揚水区域２１には、管体の先端にウェルポイントを接続し、この管体に配管を介して真空ポンプを連通させてなる揚水装置、いわゆるウェルポイントシステムを設けることができる。ウェルポイントシステムは、外径５～６ｃｍ、長さ約１ｍ程度の管体の先端と軸方向に孔が形成された吸水管、すなわちウェルポイントと、このウェルポイントにそれぞれ接続して地中のほぼ垂直方向に所定間隔で配設される長さ４～６ｍ程度の複数の揚水管と、これら複数の揚水管の上端に接続して地上に延設するヘッダー管と、このヘッダー管に接続する真空真空ポンプと、排出された水と空気とを分離する分離装置と、この分離装置を介して排気と排水をそれぞれ行なう排気装置と排水装置とを備える。
【００２２】
次に、図３は図１における排水区域２０と揚水区域２１との位置関係を示す平面図であり、ここでは、排水区域２０の周りを囲むように揚水区域２１を配置しており、また図４は図３と異なり、揚水区域２１を排水区域内２０に点在するように配置したものである。つまり、排水区域２０と揚水区域２１との配置関係は、地盤条件、地盤改良の対象域の形状または真空ポンプ１７の吸引能力などを勘案して、地盤からの排水が効率的に行なえる範囲内にて適宜変更可能なものである。例えば、道路盛土に本発明を適用する場合は、盛土法尻に沿って帯状の揚水区域２１を配置すれば良い（図１参照）。
【００２３】
図５は本発明に係る地盤改良工法を説明するための簡略図であって、一部の工程のみを示したものであり、以下、図５を参照して地盤改良工法を説明する。
最初に、作業性を高めるため改良対象地盤１３のうえに砂などを撒いてサンドマット２５を形成する。次に、サンドマット２５上にドレーン打設機３０を走行させて排水ドレーン材１５及び揚水ドレーン材１６を所定間隔で打設する。
このとき、排水ドレーン材１５は、下端が透水層１４に達し上端が地表から１～２ｍ程度下方の地中に留まるように打設し、一方、揚水ドレーン材１６は図５に図示していないが、下端が透水層１４に達し上端が地表に突出するように打設する。
【００２４】
さらに詳細には、排水ドレーン材１５および揚水ドレーン材１６は、それら上端を地表面まで延ばして打設し、揚水ドレーン材１６の上端１６ａはそのまま地表面に折り曲げる一方で、排水ドレーン材１５の上端１５ａは地表面まで延ばして打設し、その上端１５ａを作業員２６が押込み冶具２７で地下１～２ｍ程度まで押し込み、泥土ポンプ３１により孔

内に泥土２４を打設する。これにより、排水ドレーン材１５上端を大気や表面水から密封することができる。なお、孔内には泥土２４にかえて、例えば、発泡スチロールからなる砲弾型の蓋を挿設しても良い。また載荷重として盛土２２を併用する場合や道路盛土の場合には、排水区域２０に盛土材を配置することにより、排水ドレーン材上端１５ａの気密性の保持を盛土材（粘性土）で代替することができる。

【００２５】

なお、図示はしないが、上記以外の排水ドレーン材上端の処理方法として、改良対象地盤１３の全領域にわたり、排水ドレーン材１５の上端１５ａが地下１～２ｍ程度の深さに留まるように打設し、その後、排水ドレーン材上の粘性土層の攪拌や敷均しにより、１～２ｍ程度の厚さの不透水層を形成し、これにより、排水ドレーン材１５上端を大気や表面水から密封しても良い。

【００２６】

また排水ドレーン材の打設工程の前後または同時に、揚水ドレーン材１６の打設が終了した揚水区域２１における施工をさらに進める。すなわち、図２（ｂ）に示すように、揚水区域２１において、揚水ドレーン材上端１６ａのあいだに有孔管１２ｂを延設し、この有孔管１２ｂの上から揚水ドレーン材上端１６ａに接触するように帯状の通水材１２ａを所定間隔で敷設する。そして、連結管１８を介して有孔管１２ｂに真空ポンプ１７を接続し、揚水ドレーン材上端１６ａと通水材１２ａと有孔管１２ｂとをシート材１１で被覆し、このシート材１１の両端１１ａを地盤内に埋設する。

【００２７】

以上のようにして形成した地盤改良構造１０における作用について説明する。真空ポンプ１７を稼働すると、シート材１１で覆われた内部からは空気が排出されてここに真空圧が作用し、この真空圧が連結管１８から有孔管１２ｂを介して通水材１２ａに伝わり、さらに、真空圧は通水材１２ａから揚水ドレーン材１６に伝達する。これにより、透水層１４の水は、揚水ドレーン材１６を通って上方に吸い上げられるとともに、改良対象地盤１３に含まれる水も揚水ドレーン材１６を介して地上まで吸い上げられる。したがって、圧密沈下が進んで、揚水区域２１は地盤改良される。

【００２８】

一方、揚水ドレーン材１６から透水層１４まで伝達された真空圧は、さらに、排水ドレーン材１５を介して排水区域２０における改良対象地盤１３にも作用する。したがって、改良対象地盤１３に含まれる水は、排水ドレーン材１５に吸収されて下方に降下し、透水層１４に達し、これにより、改良対象地盤１３は圧密が進んで地盤強度が増加する。

つまり、改良対象地盤１３には、大気圧との差で５０～８０ｋＮの圧力が等方圧密荷重として作用し、圧密が促進されるとともに地盤強度が増して残留沈下が抑制される。

【００２９】

図６（ａ）～（ｃ）は本発明に係る地盤改良工法を海岸などの水域に適用する例を簡略に示した図である。

海岸などの水域を埋め立てる場合、最初に護岸壁４３を構築し、砂撒き船４２から砂を投下して水面下の地盤４６上に概ね１ｍ程度のサンドマット４５を形成してこれを透水層となし、次いで、埋立土を圧送するためのパイプ４１を海上４０に浮かべて、このパイプ４１からサンドマット４５の上に浚渫粘性土または軟弱土などの埋立て土を投下し、埋立て地盤４４を構築する。

なお、気密性を高めるためにサンドマット４５は地盤改良の範囲外に形成せず、また埋立て地盤４４のうえには表面水が残るように埋立てを行なう。

【００３０】

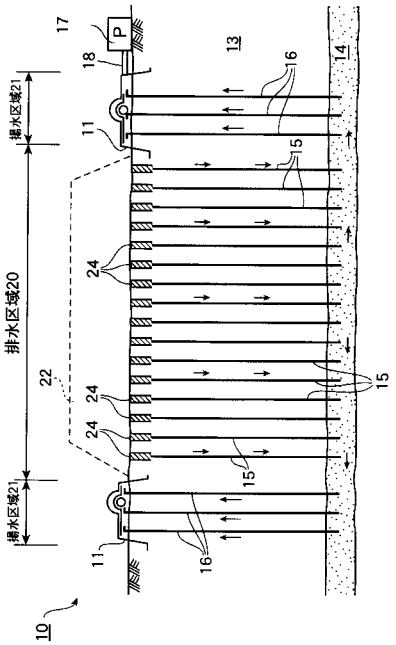
次に、埋立て地盤４４を排水区域と揚水区域とに区分けする。

そして、台船に搭載したドレーン打設機４９を表面水５４に浮かべ、これにより埋立て地盤４４の排水区域で排水ドレーン材４８を打設する。このとき、排水ドレーン材４８は下端を少なくともサンドマット４５に到達させ、上端を埋立て地盤４４上で切断する。排水ドレーン材４８を打設した後、この上に粘性土などの不透水性材料を１～２ｍ程度の厚さ

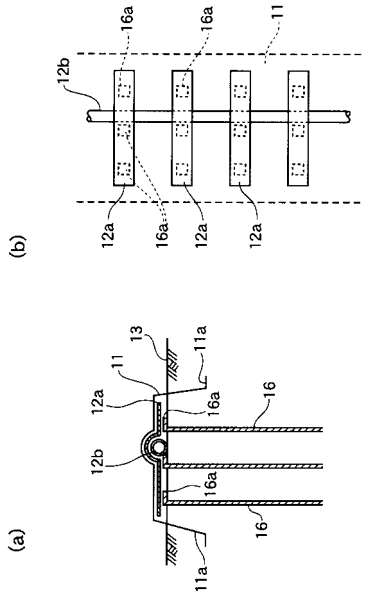
に撒き出して不透水層４７を形成する。
【００３１】
一方、埋立て地盤４４の揚水区域では、不透水層４７を形成した後に、ドレーン打設機４９により揚水ドレーン材を打設する。このとき、揚水ドレーン材は下端を少なくともサンドマット４５に到達させ、上端を不透水層４７の上まで延ばして切断する。かようにして複数の揚水ドレーン材を打設した後に、図５により説明した同じ方法で、揚水区域に不織布と有孔管とシート材とを設置し、連結管を介して有孔管に真空ポンプを連通させる。
以上のようにして地盤改良構造を構築した後、真空ポンプを稼働させて地下水を排出すれば、上記と同様に埋立て地盤４４には真空圧が作用し、圧密沈下により埋立て地盤４４の地盤改良が可能になる。
【００３２】
【発明の効果】
本発明では、改良対象地盤に排水区域と揚水区域とを設定し、排水区域のドレーン材は、上端が外気に連通せず下端が改良対象地盤下方の透水層に達するように設置し、揚水区域のドレーン材は、下端が改良対象地盤下方の透水層に達し上端が地上に突出しするように設置し、さらに揚水区域ではドレーン材にポンプからの真空圧が伝わるように、集水手段とシート材とポンプとを設けたので、地上のポンプからの真空圧が揚水区域のドレーン材を介して透水層まで作用し、この透水層からは排水区域のドレーン材を介して真空圧が改良対象地盤内に伝達する。したがって、シートによる被覆を揚水区域のみで行なえば、この揚水区域を含む地盤改良対象範囲の全領域に真空圧を及ぼすことができて、良好な圧密効果が得られるので、シート材の材料コストやシート同士の接着作業のような敷設作業の施工コストも格段に低く抑止することが可能になる。
【００３３】
また本発明では、設計条件に応じて必要最小限の範囲を揚水区域に設定すればよいので、シートの敷設や気密の維持管理が省力化され、工費の低減と工期の短縮につなげることができる。
【００３４】
さらに本発明では、排水区域のドレーン材は、上端が外気に連通せず下端が改良対象地盤下方の透水層に達するように設置したので、地表面の水や外気が、排水ドレーン材を通って下方に流れることを防止し、したがって、排水ドレーン材と透水層を介した改良対象地盤からの集水効率は高まり、改良対象地盤内の地下水位を十分低下させることができるので、載荷盛土などを排水区域に別途設ける必要が少なくなる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明に係る地盤改良構造を示した断面図である。
【図２】図１における揚水区域を拡大した図であって、（ａ）は断面図、（ｂ）は平面図である。
【図３】図１における揚水区域と排水区域の位置関係を示す平面図である。
【図４】図３とは異なる揚水区域と排水区域の位置関係を示す図である。
【図５】本発明に係る地盤改良工法を説明するための簡略図である。
【図６】（ａ）～（ｃ）は本発明に係る地盤改良工法を海岸などの水域に適用する例を簡略に示した図である。
【符号の説明】
１０　地盤改良構造
１１　シート材
１２ａ　通水材
１２ｂ　有孔管
１３　改良対象地盤
１４　透水層
１５　排水ドレーン材（ドレーン材）
１６　揚水ドレーン材（ドレーン材）

１７　真空ポンプ（ポンプ）
２０　排水区域
２１　揚水区域

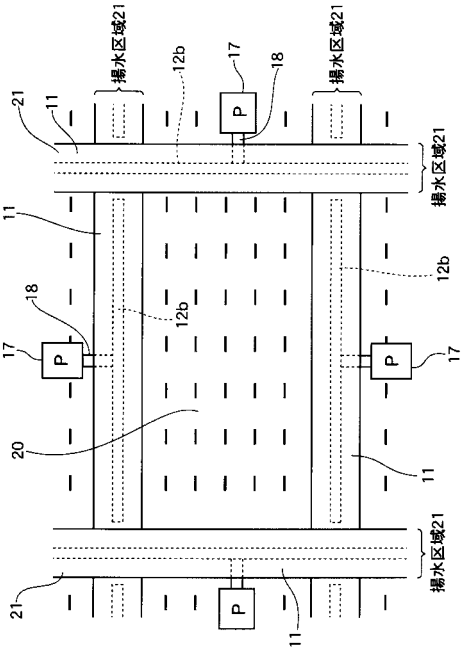
【図１】



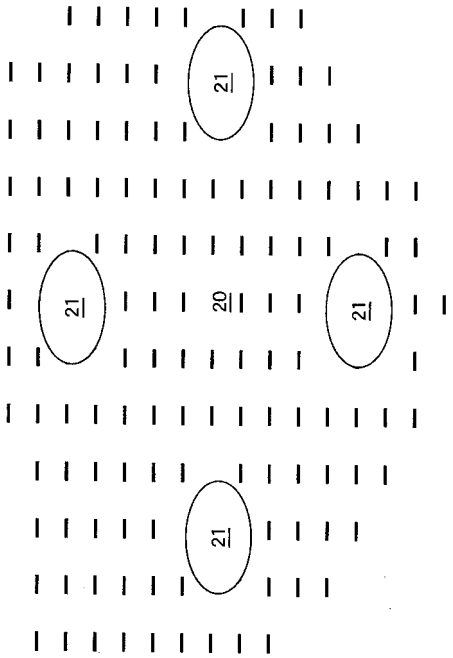
【図２】



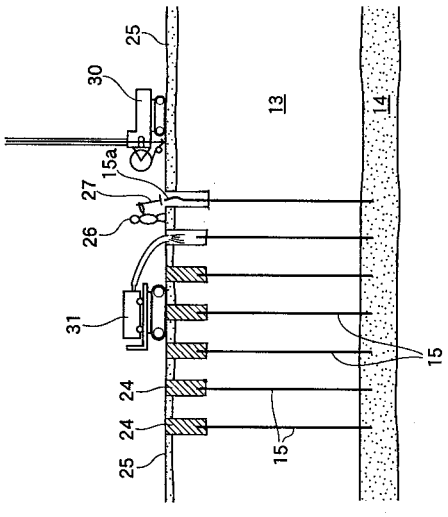
【図３】


揚水区域21
12b
17
18
P
11
20
21

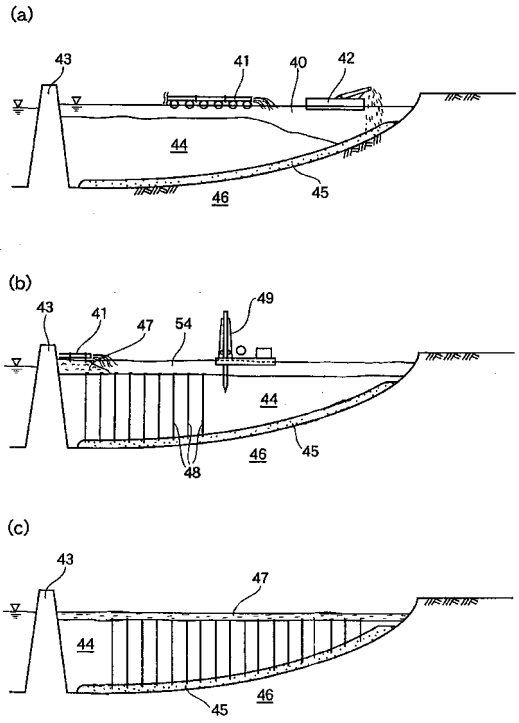
【図４】


21
20

【図５】


25
30
13
14
15a
27
26
31
15
24
25

【図６】


(a)
43
41
40
42
44
46
45
(b)
43
41
47
54
49
44
46
45
48
(c)
43
47
44
46
45

フロントページの続き

(72)発明者　古賀　哲泱
東京都港区北青山２丁目５番８号　　株式会社間組内
(72)発明者　松本　江基
東京都港区北青山２丁目５番８号　　株式会社間組内

審査官　石村　恵美子

(56)参考文献　特開昭６０－１７５６１１（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－０４５２５７（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２４７５５１（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１８７２１５（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２２５７１１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
E02D　3/10