

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6604575号

(P6604575)

(45) 発行日 令和1年11月13日(2019. 11. 13)

(24) 登録日 令和1年10月25日(2019. 10. 25)

(51) Int. Cl. F I
EO2D 1/02 (2006.01) EO2D 1/02
EO2D 1/04 (2006.01) EO2D 1/04

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-58328 (P2016-58328)	(73) 特許権者	301031392
(22) 出願日	平成28年3月23日 (2016. 3. 23)		国立研究開発法人土木研究所
(65) 公開番号	特開2017-172170 (P2017-172170A)		茨城県つくば市南原 1 番地 6
(43) 公開日	平成29年9月28日 (2017. 9. 28)	(74) 代理人	100066980
審査請求日	平成30年11月22日 (2018. 11. 22)		弁理士 森 哲也
		(74) 代理人	100108914
			弁理士 鈴木 壯兵衛
		(74) 代理人	100103850
			弁理士 田中 秀▲てつ▼
		(74) 代理人	100105854
			弁理士 廣瀬 一
		(74) 代理人	100116012
			弁理士 宮坂 徹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 試験孔の作成方法及びこの試験孔を用いた試験方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周面に有孔部を有する筒状のケーシング管を地面から対象地盤に向かって挿入するステップと、

前記ケーシング管の内側に地層が残留するように前記ケーシング管の内側の地層を選択的に採取して、採取した前記地層を調査するステップと、

残留させた前記地層により前記ケーシング管の先端より下側の地層を抑えた状態で前記地面から前記対象地盤に至る孔を試験孔として形成するステップと、

を含み、

前記有孔部を介して前記ケーシング管と前記対象地盤の間で流体を流通させて前記対象地盤の性状を調べる試験のために前記試験孔を用いることを特徴とする試験孔の作成方法。

10

【請求項 2】

前記試験は、前記有孔部を介して前記対象地盤に水を送り込む処理または前記有孔部を介して前記対象地盤中の地下水を引き込む処理を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の試験孔の作成方法。

【請求項 3】

周面に有孔部を有する筒状のケーシング管を地面から対象地盤に向かって挿入するステップと、

前記ケーシング管の内側に地層が残留するように前記ケーシング管の内側の地層を選択

20

的に採取して、採取した前記地層を調査するステップと、

残留させた前記地層により前記ケーシング管の先端より下側の地層を抑えた状態で前記地面から前記対象地盤に至る孔を試験孔として形成するステップと、

前記有孔部を介して前記ケーシング管と前記対象地盤の間で流体を流通させて前記対象地盤の性状を調べるために試験するステップと、

を含むことを特徴とする試験方法。

【請求項 4】

前記試験は、前記有孔部を介して前記対象地盤に水を送り込む処理または前記有孔部を介して前記対象地盤中の地下水を引き込む処理を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の試験方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、試験孔の作成方法及びこの試験孔を用いた試験方法、特に飽和未固結砂質地盤への試験孔の作成方法及びこの試験孔を用いた試験方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、築堤等の目的で地盤の透水性等の性状を調べるための試験が行われている。こうした試験を原位置で行う場合、通常はまず、対象地盤の位置をより正確に把握するため、サンプラー等を地中に挿入して地層のサンプル試料を採取するボーリング調査が行われる。そして対象地盤を決定した後に、今度は、サンプラーを挿入した位置の周囲で試験用の孔を別に掘削し、この試験孔に注水もしくは孔内水を揚水して、この試験孔と対象地盤との間に水位差を生じさせることにより、透水特性やパイピング特性などの対象地盤の性状を調査する（非特許文献 1 等）。

20

【0003】

しかし、このようにサンプル試料を採取する孔と試験孔とを別々に作成すると、先行するボーリング調査での削孔によって、試験孔の周囲の地盤が原位置の本来の状態から乱れる場合がある。すなわち土粒子の結合状態が大きく変動し土粒子間の隙の大きさや形状等が大きく変化する場合がある。このため、試料採取孔と試験孔は一定距離を離隔して設置することになるが、一定距離離隔しているために地盤の性状が相互に異なる可能性がある。

30

【0004】

試料採取孔と試験孔を 1 つの孔で兼ねる場合においても、一般に掘削によって周辺地盤を乱す。こうした地盤の乱れは、例えば試験対象とする地盤が地下水のレベル以下であって、地盤が飽和し且つ、未固結状態の砂質土層を含む砂質地盤のような場合には、特に生じやすい。そして試験の実施が必要とされる地盤は、乱れやすい地層であることが多い。乱れた状態の対象地盤で透水試験等を行うと、試験結果の信頼性が大きく低下するため、地盤の乱れをできる限り抑制する対策が求められていた。

【先行技術文献】

40

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】地盤工学会地盤調査規格・基準委員会編（2013）：地盤調査の方法と解説 - 二分冊の 1 - ，地盤工学会，p. 521

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、上記した問題に着目してなされたものであって、対象地盤へ注水または対象地盤から揚水するための試験孔を作成する際、試験孔の周囲の状態の乱れをできる限り抑制できる試験孔の作成方法及びこの試験孔を用いた試験方法を提供することを目的とする

50

。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る試験孔の作成方法のある態様は、(a)周面に有孔部を有する筒状のケーシング管を地面から対象地盤に向かって挿入するステップと、(b)ケーシング管の内側に地層が残留するようにケーシング管の内側の地層を選択的に採取して、採取した地層を調査するステップと、(c)残留した地層によりケーシング管の先端より下側の地層を抑えた状態で地面から対象地盤に至る孔を試験孔として形成するステップと、を含み、(d)有孔部を介してケーシング管と対象地盤の間で流体を流通させて対象地盤の性状を調べるために試験孔を用いることを要旨とする。

10

【0008】

また本発明に係る試験方法のある態様は、(a)周面に有孔部を有する筒状のケーシング管を地面から対象地盤に向かって挿入するステップと、(b)ケーシング管の内側に地層が残留するようにケーシング管の内側の地層を選択的に採取して、採取した地層を調査するステップと、(c)残留した地層によりケーシング管の先端より下側の地層を抑えた状態で地面から対象地盤に至る孔を試験孔として形成するステップと、(d)有孔部を介してケーシング管と対象地盤の間で流体を流通させて対象地盤の性状を調べるために試験するステップと、を含むことを要旨とする。

【発明の効果】

【0009】

したがって本発明によれば、試験孔の周辺の状態の乱れをできる限り抑制できる試験孔の作成方法及びこの試験孔を用いた試験方法を提供する。

20

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1(a)は本発明の実施の形態に係る有孔部を有する削孔装置を模式的に説明する正面図であり、図1(b)は図1(a)中のA-A線方向から見た断面図であり、図1(c)は図1(b)中のB-B線方向から見た断面図である。

【図2】図1(b)中のC部分の拡大図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る試験孔の作成方法を模式的に説明する工程断面図である(その1)。

30

【図4】本発明の実施の形態に係る試験孔の作成方法を模式的に説明する工程断面図である(その2)。

【図5】本発明の実施の形態に係る試験孔の作成方法を模式的に説明する工程断面図である(その3)。

【図6】本発明の実施の形態に係る試験孔の作成方法を模式的に説明する工程断面図である(その4)。

【図7】本発明の実施の形態に係る試験孔の作成方法を模式的に説明する工程断面図である(その5)。

【図8】本発明の実施の形態に係る試験孔の作成方法を模式的に説明する工程断面図である(その6)。

40

【図9】本発明の実施の形態に係る試験孔の作成方法を模式的に説明する工程断面図である(その7)。

【図10】本発明の実施の形態に係る試験孔の作成方法を模式的に説明する工程断面図である(その8)。

【図11】本発明の実施の形態に係る試験孔の作成方法を模式的に説明する工程断面図である(その9)。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に本発明の実施の形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。但し、図面は模式的なものであり、厚みと平面

50

寸法との関係、各装置や各部材の厚みの比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。したがって、具体的な厚みや寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。

又、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。又、以下の説明における「左右」や「上下」の方向は、単に説明の便宜上の定義であって、本発明の技術的思想を限定するものではない。よって、例えば、紙面を90度回転すれば「左右」と「上下」とは交換して読まれ、紙面を180度回転すれば「左」が「右」に、「右」が「左」になることは勿論である。

【0012】

<有孔部を有する削孔装置>

10

まず本発明の実施の形態に係る試験孔の作成方法及び試験方法で用いる、有孔部を有する削孔装置を説明する。有孔部を有する削孔装置(11, 21)は、図1(a)に示すように、本体をなす略円筒状のケーシング管11と、このケーシング管11の外周面上における長手方向の中央の領域に設けられた網状部材21とを備える。

ケーシング管11は、鋼管や強化プラスチック複合管等の素材を用いた管状部材を母材として製造できる。またケーシング管11の長さは、対象地盤の深度等を考慮して、適宜設定できるが、図1に例示したものの場合、1.0m程度~1.5m程度の長さである。

【0013】

ケーシング管11の、図1中の下側の、地盤への挿入方向の前側に位置する先端は、地盤への挿入時の抵抗を軽減するように、中央側から端面に向かって尖鋭化されている。また図1(b)に示すように、ケーシング管11の先端から中央に向かって一定の距離離隔した位置から、図1中の上側の後端に向かって一定の幅を有する領域に、管壁の厚みを他の箇所より薄くした凹部が段差をなすように形成されている。

20

【0014】

厚みを薄くした管壁の領域には、ケーシング管11の長手方向及び周方向のそれぞれに沿って、管壁を貫通する複数の孔が設けられ、複数の孔全体によってケーシング管11の有孔部11aが形成されている。またケーシング管11の先端と有孔部11aの間の領域は、管壁を貫通する孔が設けられていない無孔部11bをなしている。

有孔部11aの高さ方向に沿って測った幅 W_{hole} は、対象地盤の厚みや、予定される透水試験等で目標とされる注水または揚水の範囲の厚みを考慮して適宜設定可能である。図1に示したケーシング管11の有孔部11aの場合、幅 W_{hole} は30cm程度である。

30

【0015】

ここで例えば掘削の対象となる地盤が砂質土層であり、砂質土層の上側に粘性土層が配置されているような地盤を掘削する場合、無孔部11bの幅 W_{solid} は40cm程度~60cm程度、より好ましくは50cm程度で設定され得る。無孔部11bの幅 W_{solid} が40cm未満であると、ケーシング管11の内側で、有孔部11aと有孔部11aの下側に残留させる地層との離隔距離を十分に確保できず、有孔部11a付近の地盤の乱れが大きくなる場合がある。

【0016】

40

また無孔部11bの幅 W_{solid} が長くなると、ケーシング管11を地盤へ圧入する際に、無孔部11bの外壁および内壁と、地盤との間の摩擦力の増大によって、ケーシング管11の地盤への圧入時の抵抗力が大きくなる。50cmを超えると、地盤への圧入時の抵抗力が大きくなりすぎるため、挿入時にケーシング管11に上側から衝撃を加えたり回転させたりして、地盤により負荷を加える作業が必要となる。そのため試験孔の周囲の地盤の乱れを誘発する可能性が高まる。

【0017】

有孔部11aの複数の孔は、図1(c)に示すように、ケーシング管11の管壁の周面全体に亘ってほぼ等間隔で設けられ、削孔に続く注水または揚水作業の際、ケーシング管11の内側に注がれた水をケーシング管11の有孔部11aを介して対象地盤に水平に送

50

り込む、または対象地盤の地下水をケーシング管 11 の有孔部 11a を介してケーシング管 11 の内側に水平に引き込むために用いることができる。ただし、複数の孔の配置パターンは図 1 (c) に示したものに限定されることなく、予定される試験の内容や、挿入時のケーシング管 11 の回転動作の有無等に応じて適宜変更されてよい。

【0018】

網状部材 21 は、耐久性の観点から鉄やステンレススチール等の金属が材料として好適に用いられるが、これらに限定されず、強化プラスチック等他の素材であってもよい。網状部材 21 は、図 1 (b) に示したように、ケーシング管 11 の外周面上の凹部の中に嵌め込まれて固着されている。

凹部の深さは網状部材 21 の厚みにほぼ相当するように設定されており、凹部に取り付けられた網状部材 21 の外面の位置はケーシング管 11 の外周面の位置とほぼ揃う。図 1 (b) 及び図 1 (c) 中では、網状部材 21 の厚みに対応する凹部の深さは実際よりも深く誇張して表されている。

【0019】

網状部材 21 は、凹部の領域のほぼすべてを覆うようにケーシング管 11 の外周面に巻き付けた状態で取り付けられているので、図 2 に示すように、ケーシング管 11 の有孔部 11a に含まれる複数の孔はすべて、上側の網状部材 21 の網目と重なっている。

有孔部 11a の孔の形状は円形、楕円形又は矩形状等任意であるが、有孔部 11a に含まれる孔のそれぞれの開口面積の和は、ケーシング管 11 の強度を考慮して設定される。

【0020】

有孔部 11a の 1 個の孔の寸法は任意である。また、網状部材 21 の網目の目開きは、ケーシング管 11 の外側から土砂の細粒分がケーシング管 11 の内側に侵入することを防止できる大きさとする。具体的には経験上、網状部材 21 の網目の目開きは $150\ \mu\text{m}$ 程度とすることが好ましい。また、有孔部 11a の開口率と網状部材 21 の開口率を掛け合わせた、有効開口率は試験の実施上、大きいことが望ましい。例えば、有効開口率を 10 % 程度確保して部材の選定や有孔部の形状や寸法を工夫することが考えられる。

このように有孔部 11a の孔径及び網状部材 21 の目開きを設定することにより、ケーシング管 11 の外側から、土砂の細粒分がケーシング管 11 の内側に侵入することを効果的に防止できる。

【0021】

< 試験孔の作成方法及び試験方法 >

次に、図 1 に示した有孔部を有する削孔装置 (11, 21) を用いた試験孔の作成方法及び試験方法を、図 3 ~ 図 11 を参照して例示的に説明する。この削孔及び試験が行われる対象地盤は砂質土層 G であり、砂質土層 G と地面との間には粘性土層 F が存在して砂質土層 G の上層をなすものと設定する。

よって本発明の実施の形態に係る試験孔の作成方法は、粘性土層 F 及び砂質土層 G を掘削して、試験孔の周囲の地盤を乱さずに、砂質土層 G に注水または砂質土層 G から揚水するための孔を作成するために用いられる。また図 3 中の粘性土層 F の上部の左寄りに描かれた水位線で示すように、砂質土層 G は地下水レベルの下に存在し、飽和状態である。

【0022】

(ステップ 1)

まず、地中の砂質土層 G の上面の大まかな深さ位置及び砂質土層 G の厚みを、近傍でのボーリング等を行って事前に調査しておく。その際、地盤の試験を行おうとする地点から極端に近い位置で事前にボーリング調査を行うと、試験を行おうとする地盤を乱し、試験結果に影響を与える可能性があるので注意する。次に、砂質土層 G の近傍までケーシング管 11 を地中に挿入する。

挿入は、基本的にゆっくりと押し込む圧入作業により、ケーシング管 11 の周囲の地盤の乱れを抑えるように考慮しつつ行う。圧入の最中、ケーシング管 11 が砂質土層 G の硬い部位に接触した際には、例えば上側から振動貫入機構等による振動を加えてもよいが、振動作業による周囲の地盤への影響を抑えるため、限定的に用いることが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

また、ケーシング管 1 1 を回転させて挿入させてもよいが、網状部材 2 1 が金属等の素材であると、ケーシング管 1 1 の周囲の地層が、網状部材 2 1 と回転接触することで摩擦熱が増大し、地層が大きく加熱される場合がある。その場合、加熱された地層の土粒子によって網状部材 2 1 の網目が目詰まりを起こし易くなる。特に挿入する地盤が粘性土層の場合、目詰まりが非常に生じ易くなる。そのため回転挿入は、目詰まりを抑制するように、ケーシング管 1 1 の回転数を制御しながら行うことが好ましい。図 3 中には、このようにケーシング管 1 1 を挿入した後、ケーシング管 1 1 の先端が砂質土層 G の内部に到達した状態が例示されている。

【 0 0 2 4 】

(ステップ 2)

次に図 4 に示すように、挿入したケーシング管 1 1 の内側にサンプラー 4 0 を挿入する。ケーシング管 1 1 の内側においてはサンプラー 4 0 と砂質土層 G との間はケーシング管 1 1 が存在するのでサンプラー 4 0 の挿入は例えば回転を用いて速やかに行っても、ケーシング管 1 1 の外側で地盤の乱れを誘起させることがない。

【 0 0 2 5 】

サンプラー 4 0 は、先端が、有孔部 1 1 a の下端から下側に一定の距離 $\Delta D 1$ で離隔すると共に、ケーシング管 1 1 の先端の上側に一定の距離 $\Delta D 2$ で離隔した位置に到達するように挿入される。すなわちサンプラー 4 0 による地層の採取は、ケーシング管 1 1 の内側の地層全体を採取するのではなく、ケーシング管 1 1 の内側に、一定の距離 $\Delta D 2$ に相

当する厚みを有して地層が残留するように、選択的に採取する。
この距離 $\Delta D 2$ は、経験則で、30 cm 程度以上 50 cm 程度以下の範囲で設定される。そしてサンプラー 4 0 による地層の切り取り位置が、有孔部 1 1 a の下端から一定距離 $\Delta D 1$ 離隔する。これにより、サンプラー 4 0 による地層の切り取りに誘起される、有孔部 1 1 a の周囲の地盤の乱れを抑制することができる。

【 0 0 2 6 】

そしてケーシング管 1 1 の内側に残留した地層の上面は、図 5 に示すように、ケーシング管 1 1 の有孔部 1 1 a 及び先端の間に位置する孔底をなす。また残留した地層がケーシング管 1 1 の先端より下側の地層を抑える「蓋」をなす。そして残留した地層の自重と、残留した地層のケーシング管 1 1 の内周面との摩擦力とを用いて、ケーシング管 1 1 の内側の孔底が隆起することを抑え、周囲の地盤の乱れを抑制することができる。

【 0 0 2 7 】

(ステップ 3)

次に、図 5 に示すように、ケーシング管 1 1 の内側からサンプラー 4 0 を地上に回収して地層を採取する。地上では回収した地層をサンプル試料として分析する。分析の結果、回収した地層が、砂質土層 G の土砂を含んでいた場合、ケーシング管 1 1 が砂質土層 G に到達したことが分かると共に、採取した砂質土層 G の厚みを、有孔部 1 1 a の存在範囲の目当てとしての網状部材 2 1 の幅と比較する。

そして土中におけるケーシング管 1 1 の有孔部 1 1 a の存在範囲が、砂質土層 G の予定される注水または揚水の範囲の厚みにどの程度重なっているか、すなわちケーシング管 1 1 の現時点の位置でそのまま直ちに試験可能かどうかを判定する。注水または揚水可能な場合、図 7 に示すステップ 5 に移行する。

【 0 0 2 8 】

(ステップ 4)

一方、注水または揚水が不可能の場合、図 6 に示すように、有孔部 1 1 a が予定される注水または揚水の範囲に充分重なる位置に到達するように、ケーシング管 1 1 を更に深く挿入し、更にケーシング管 1 1 の内側にサンプラー 4 0 を挿入、回収して地層を採取する。

図 6 中では、砂質土層 G の厚みが網状部材 2 1 の幅より十分厚いように例示されているが、これに限定されず、例えば砂質土層 G の厚みが網状部材 2 1 の幅と同程度となるよう

10

20

30

40

50

な構成でも構わない。また網状部材 2 1 の上端が砂質土層 G の上面と揃うようにケーシング管 1 1 が配置されているが、網状部材 2 1 が更に深い位置となるようにケーシング管 1 1 を配置することもできる。

採取したサンプル試料により、ケーシング管 1 1 の有孔部 1 1 a が試験対象とする地盤の位置に挿入されているかを確認する。仮に、砂質土層 G の厚みが網状部材 2 1 の幅より小さいなど、注水または揚水が不可能と判断された場合、ステップ 2 から 4 を繰り返す。

【 0 0 2 9 】

またケーシング管 1 1 は、有孔部 1 1 a の深度を調節したときに、後端が地面から約 5 c m 程度以上 5 0 c m 程度以下の突出高さ Δh の位置であることが好ましい。突出高さ Δh が 5 c m 程度未満であると、孔内への異物の混入や作業者の安全性等の点で不具合が生じる可能性がある。また突出高さ Δh が 5 0 c m 程度を超えるとケーシング管 1 1 の取り扱いが煩雑になると共に、後述する試験装置の配管の長さや形状も対応させて大きくせざるを得ない場合が生じるため、作業性が悪化する。

【 0 0 3 0 】

(ステップ 5)

次に図 7 に示すように、ケーシング管 1 1 の内側に、注水装置 1 0 により注水を行うとともに、ワイヤブラシ 1 9 をケーシング管 1 1 の内部に挿入し、上下方向に往復動作させてケーシング管 1 1 の内周面の有孔部 1 1 a、無孔部 1 1 b 及び網状部材 2 1 を洗浄する。この際、有孔部 1 1 a、無孔部 1 1 b 及び網状部材 2 1 等に付着していた土砂が孔内水に混入して孔内水は濁水化する。尚、図 7 中には、地上側でケーシング管 1 1 に開口する蛇口を有する注水装置 1 0 が示されているが、これは模式的な例示である。実際にはケーシング管 1 2 から離隔した水源から、水源に接続されたホース等を介して、ポンプ等により水を圧送して注水できることは勿論である。

【 0 0 3 1 】

(ステップ 6)

次に、図 8 に示すように、揚水ポンプ 2 7 と、この揚水ポンプ 2 7 にチューブ 2 6 を介して取り付けられたノズル 2 9 とを用意する。ノズル 2 9 は、例えば V P 1 3 等の塩ビ管で構成できる。その後、地面に揚水ポンプ 2 7 を設置し、ノズル 2 9 の汲み上げ側の先端を、ケーシング管 1 1 の内側に張られた水 W a の内部に位置するように挿入する。

そして揚水ポンプ 2 7 を駆動しケーシング管 1 1 の内側の濁水 G t を攪拌しつつ汲み上げて排出すると共に、汲み上げと並行して注水装置 1 0 により注水を行い、孔内水を入れ替える。これにより有孔部 1 1 a、無孔部 1 1 b 及び網状部材 2 1 の網目に付着した土砂を細粒分も含めて除去する。

【 0 0 3 2 】

(ステップ 7)

こうした濁水 G t の汲み上げ及び継続注水により、ケーシング管 1 1 の内側に存在する濁水 G t の量は漸減する。濁水 G t の排出は、図 9 に示すように、孔内水が清浄化するまで行う。この清浄度としては、例えば、汲み上げた水についての透視度を測定し、5 0 度 (5 0 c m) 以上を確認するなど設定できる。図 9 中には、孔内水が清浄化されると共に、ケーシング管 1 1 の内側に残留させた一定の厚みを有する地層は流動化させずにそのまま残した状態が例示されている。

【 0 0 3 3 】

(ステップ 8)

次に図 1 0 に示すように、注水及び揚水を停止し、水 W a の中のノズル 2 9 を孔内から引き揚げて孔内水位の回復状況を観察する。このとき、ケーシング管 1 1 の有孔部 1 1 a 及び網状部材 2 1 の網目の目詰まり状況の確認や砂質土層 G の透水性状を予測する作業を行える。

また地下水のレベルが一定の水位に自然回復した後、この水位 (一般に「平衡水位」と呼ばれる。) を記録しておくことにより、後で予定される試験での参照データとして役立てることができる。ただし、引き続きステップ 9 の作業を行う場合においては、注水また

は揚水試験機を挿入することで、孔内水位が変動することから、注水または揚水試験機を挿入し、パッカーを膨らませた後に平衡水位を確認することがある。

【 0 0 3 4 】

(ステップ 9)

次に孔内に注水または揚水を行い、例えば砂質土層 G の透水性を調べるような試験のための準備を行う。まず、試験に用いる注水または揚水試験機 (3 6 , 3 7 , 3 8 , 3 9) を、図 1 1 に示すように用意する。注水または揚水試験機 (3 6 , 3 7 , 3 8 , 3 9) は、例えば圧送及び吸引が可能なポンプ 3 7 と、このポンプ 3 7 に一端が接続された注水管または揚水管 3 6 と、この注水管または揚水管 3 6 の他端に注水管または揚水管 3 6 と同心で設けられたダブルパッカー (3 8 、 3 9) とを備えている。

10

【 0 0 3 5 】

注水管または揚水管 3 6 の他端のダブルパッカー (3 8 、 3 9) に挟まれた領域には、注水部または揚水部 3 6 a をなす複数の孔が設けられ、注水の場合、ポンプ 3 7 から圧送された水は、注水部または揚水部 3 6 a から注水管または揚水管 3 6 の外側に送り出されることになる。また揚水の場合、ポンプ 3 7 によって吸引されると、注水部または揚水部 3 6 a を介して注水管または揚水管 3 6 の内側に水が吸引されることになる。具体的な注水または揚水の手順としては、注水管または揚水管 3 6 の注水部または揚水部 3 6 a 側の他端を、注水部または揚水部 3 6 a がケーシング管 1 1 の有孔部 1 1 a の存在範囲に重なるようにダブルパッカー (3 8 、 3 9) と共に孔内に挿入する。

【 0 0 3 6 】

20

そして例えば図 1 1 に示すように、ダブルパッカー (3 8 、 3 9) をなす上側のパッカー 3 8 を有孔部 1 1 a より上の位置で、また下側のパッカー 3 9 を有孔部 1 1 a より下の位置でそれぞれ膨らませてケーシング管 1 1 の内周面に圧着させる。そしてケーシング管 1 1 の内側での注水部または揚水部 3 6 a の位置を有孔部 1 1 a と重なるように固定する。そして上側のパッカー 3 8 と下側のパッカー 3 9 の間の空間を密閉する。

【 0 0 3 7 】

その後、ポンプ 3 7 を駆動して注水管または揚水管 3 6 に水を圧送もしくは吸い上げを行い、ダブルパッカー (3 8 、 3 9) の間の密閉空間に、水を注水部または揚水部 3 6 a を介して送り出す、ないしは密閉空間より吸い上げる。密閉空間に送り出された水は、ケーシング管 1 1 の有孔部 1 1 a の孔を経由して、ケーシング管 1 1 の外側の砂質土層 G の内部でほぼ水平に流れるように送り込まれる。あるいは、密閉空間からの水吸い上げによってケーシング管 1 1 の有孔部 1 1 a の孔を経由して、ケーシング管 1 1 の外側の砂質土層 G の内部の水が密閉空間に引き込まれる。

30

尚、図 1 1 中には、砂質土層 G へ注水する場合の様子が例示されているが、図 1 1 中の矢印で示す水の向きを反対方向に置換して見れば明らかであるように、砂質土層 G から地下水を揚水することもできる。以下、所定の試験プロセスを実施すれば、砂質土層 G の透水性状等を調べることが可能になる。

【 0 0 3 8 】

本発明の実施の形態に係る試験孔の作成方法によれば、対象地盤のサンプル試料の採取による対象地盤の確認作業と、その後に続く対象地盤への注水または揚水作業とを 1 つの孔で連続的に行う。すなわち、サンプル試料の採取のための孔と、試験孔とを兼ねる 1 つの孔を掘削するだけで済むので、削孔による試験孔の周辺の地盤の乱れを大きく抑制することができる。

40

また削孔に際しては、ケーシング管 1 1 の内側の地層をすべて採取することなく、地層の一部が残留するように選択的に採取し、残留させた地層の自重及び周面摩擦を用いて下側の地層を抑える。そのためサンプル試料の採取後に孔底が隆起して周囲の地盤が乱れる状態の発生を抑制することができる。

【 0 0 3 9 】

特に、周囲の地盤が乱れると、土粒子の再配列が生じ、土粒子間の空隙構造を変化させる。土粒子間の空隙構造が変化すると地盤の透水性状が変化してしまうことから、試験の

50

目的である、地盤の原位置での透水性状が正しく把握できない。本発明の実施の形態に係る試験孔の作成方法によれば、このような支障の発生が有効に防止することができる点で有利である。

このように本発明の実施の形態に係る試験孔の作成方法によれば、削孔作業の開始の時点から注水または揚水の開始の時点に至るまで、試験孔の周囲の地盤の乱れを全体的に抑制するので、掘削後に予定される各種の原位置試験のために好適な試験孔を作成することができる。

【 0 0 4 0 】

また本発明の実施の形態に係る試験方法によれば、有孔部 1 1 a を介してケーシング管 1 1 と砂質土層 G の間で流体として水を流通させることにより、サンプル試料の採取に用いた孔をそのまま注水孔または揚水孔として連続的に用いることができるので、削孔の手間を大きく省ける。よって全体の作業負担を抑えて試験準備を迅速に行うことが可能になる。また試験前に、試験孔の周囲の地盤の乱れが抑制されているので、注水または揚水動作を含む各種の原位置試験の試験結果の信頼性を高めることができる。尚、流通させる流体としては、水以外にも各種の薬品を溶解させた水溶液等であってもよいし、或いはガス等の気体であってもよい。

【 0 0 4 1 】

< その他の実施の形態 >

本発明は上記のとおり開示した実施の形態によって説明したが、この開示の一部をなす論述及び図面は、本発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から本発明には様々な代替実施の形態、実施形態及び運用技術が明らかになると考えられるべきである。例えば本発明に係る試験孔の作成方法は、砂質土層 G 及び粘性土層 F の掘削に限定されるものではなく、対象地盤が、れき層、シルト層等の他の地層であっても適用可能である。

また例えば網状部材 2 1 は、図 1 (b) 及び図 1 (c) 中では説明の便宜のため 1 層構造として表示されているが、これに限定されず、2 層のダブルメッシュ構造、更には 3 層以上の複数層構造としてもよい。2 層以上の構造を採用することにより、強度が向上し、ケーシング管 1 1 の挿入時の抵抗に対する耐性を高めることができる。

【 0 0 4 2 】

また図 3 ~ 図 1 1 に示した試験孔の作成方法の説明では、有孔部 1 1 a を有する削孔装置 (1 1 , 2 1) に含まれる 1 本のケーシング管 1 1 の先端が砂質土層 G を通過して内部に到達した状態を初期状態として説明した。しかし砂質土層 G の存在深さが、1 本のケーシング管 1 1 の長さよりも深く、1 本のケーシング管 1 1 を挿入するだけでは、先端が砂質土層 G に到達できないような場合も起こり得る。

その場合、例えばまずは 1 本のケーシング管 1 1 を挿入してサンプル試料を採取した後、このケーシング管 1 1 の深度を更に深めて挿入する。そしてケーシング管 1 1 の地上側の後端に連結可能な構造を有する別のケーシング管を用意し、連結構造を介して 2 本のケーシング管を連結させて有孔部を有する削孔装置 (1 1 , 2 1) 全体の長さを伸張する。

【 0 0 4 3 】

こうした連結構造の一例としては、先行するケーシング管 1 1 の後端の内周面に雌ネジを設けると共に、この雌ネジに対応する雄ネジを後続のケーシング管 1 1 の先端に設けるようにすることができる。またネジによる締結構造以外に、例えば嵌め合い構造やピン結合等、他の連結構造が用いられても構わない。

そして伸張したケーシング管 1 1 の内側にサンプラー 4 0 を送り込んでサンプル試料を採取して削孔する。このようなケーシング掘りを、ケーシング管 1 1 及びサンプラー 4 0 のそれぞれの先端が図 3 に示したような位置に到達するまで逐次的に繰り返せばよい。

このように本発明は、上記に記載していない様々な実施の形態等を含むとともに、本発明の技術的範囲は、上記の説明から妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ定められるものである。

【 産業上の利用可能性 】

10

20

30

40

【 0 0 4 4 】

本発明は、地盤の透水係数を求める試験に用いられる孔の掘削に広く利用できる。例えば、単孔式透水試験方法のうちのパッカー法（非特許文献 1）により、砂質土層の透水性を調べる場合に好適である。

【 0 0 4 5 】

また本発明は、例えば河川堤防の基礎地盤のパイピング対策の必要性の精査や優先順位付けを行う試験に用いられる孔の掘削等に広く利用できる。例えば特願 2 0 1 5 - 1 0 4 6 6 8 号に開示されているような、砂質土層の透水性を調べる試験を行う際に、互いに離隔して削孔される 2 個の孔のうち、注水孔を形成する場合に好適である。

【 符号の説明 】

10

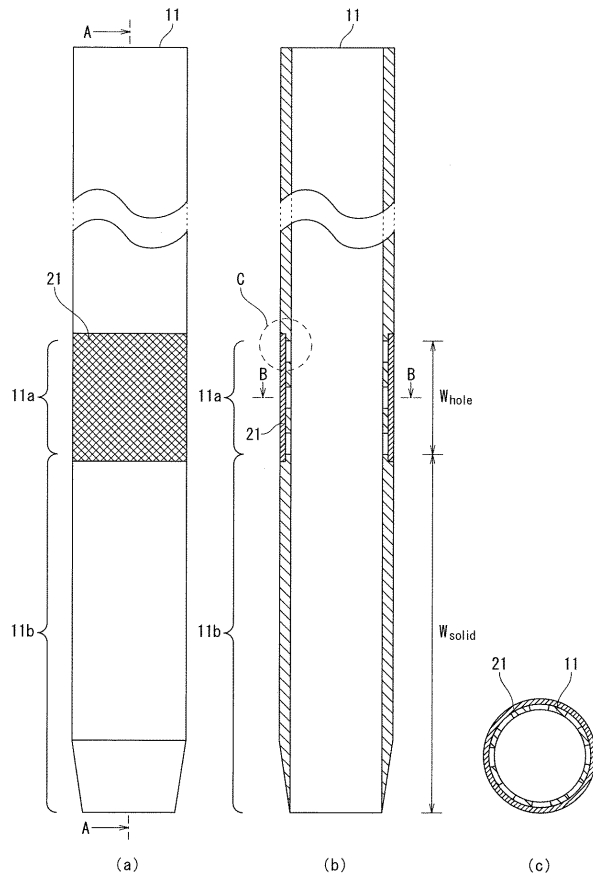
【 0 0 4 6 】

- 1 0 注水装置
- 1 1 ケーシング管
- 1 1 a 有孔部
- 1 1 b 無孔部
- 1 9 ワイヤブラシ
- 2 1 網状部材
- 2 6 チューブ
- 2 7 揚水ポンプ
- 2 9 ノズル
- 3 6 注水管または揚水管
- 3 6 a 注水部または揚水部
- 3 7 ポンプ
- 3 8 パッカー
- 3 9 パッカー
- 4 0 サンプラー
- F 粘性土層
- G 砂質土層
- G t 濁水
- W a 水
- W_{hole} 有孔部の幅
- W_{solid} 無孔部の幅
- Δ D 1 有孔部の下端とサンプラーの先端の間の距離
- Δ D 2 ケーシング管の先端とサンプラーの先端の間の距離
- Δ h ケーシング管の突出高さ

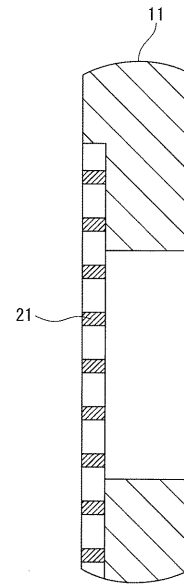
20

30

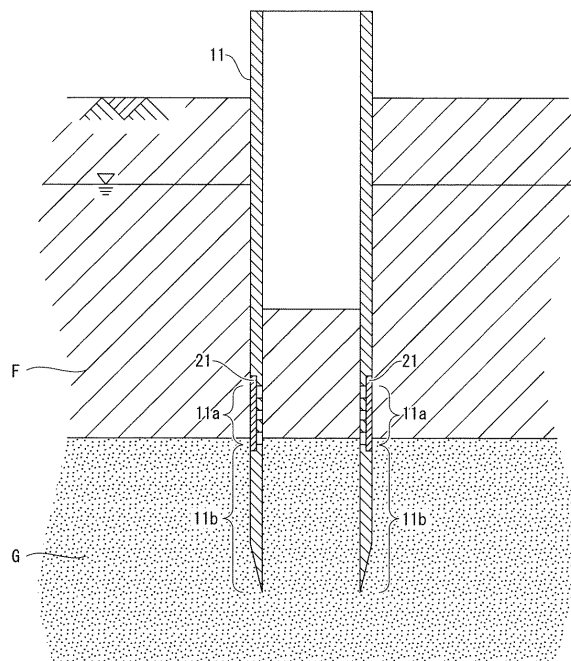
【図 1】



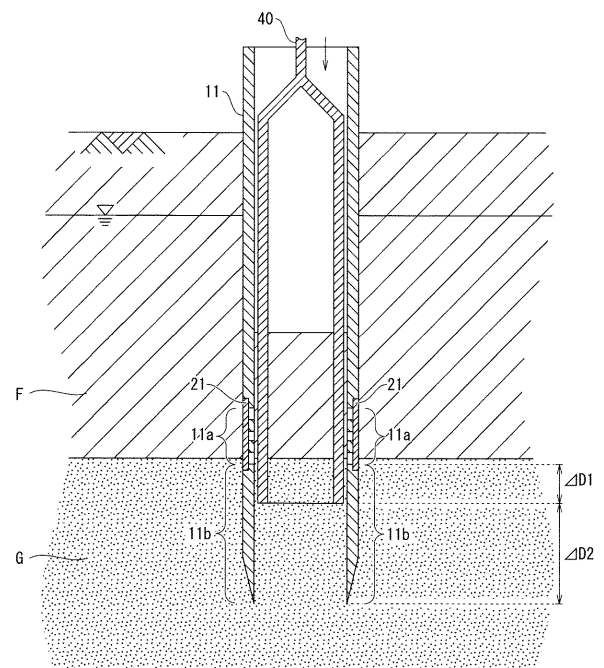
【図 2】



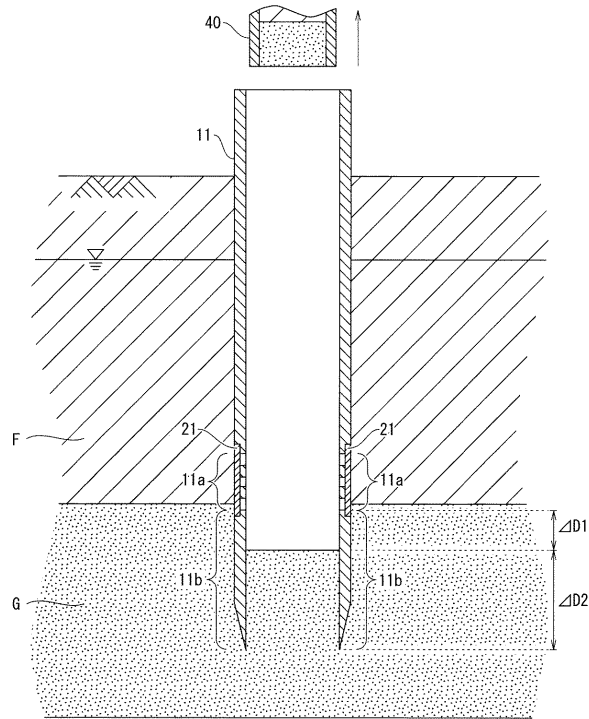
【図 3】



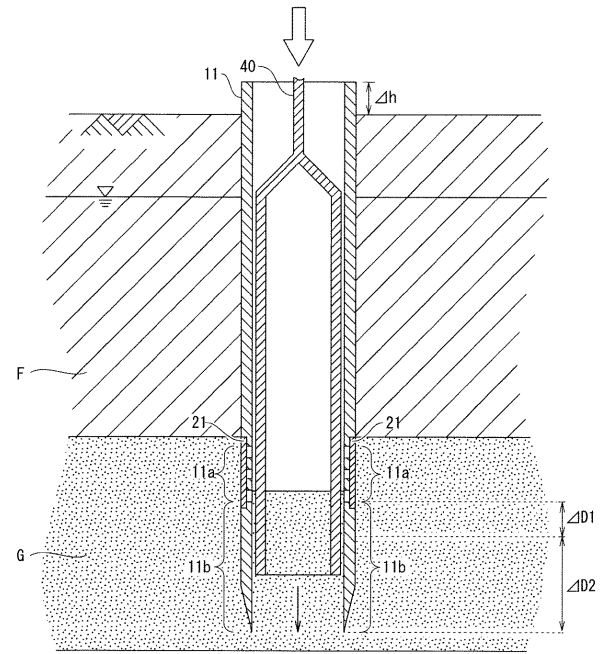
【図 4】



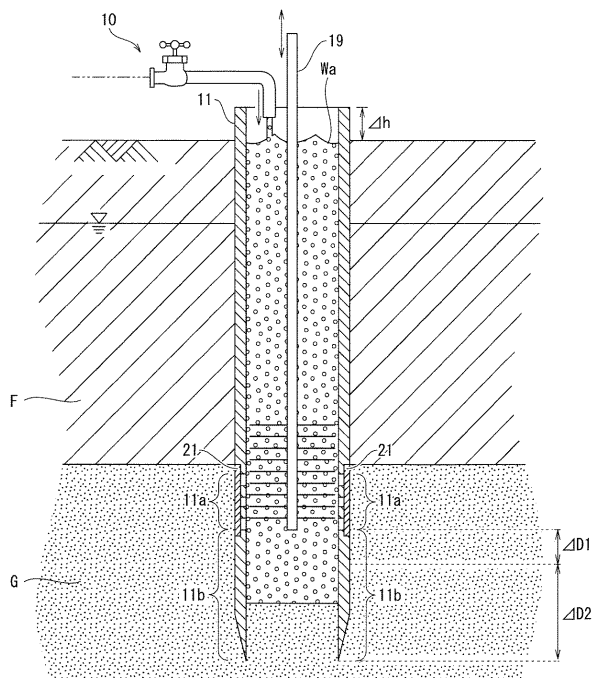
【図 5】



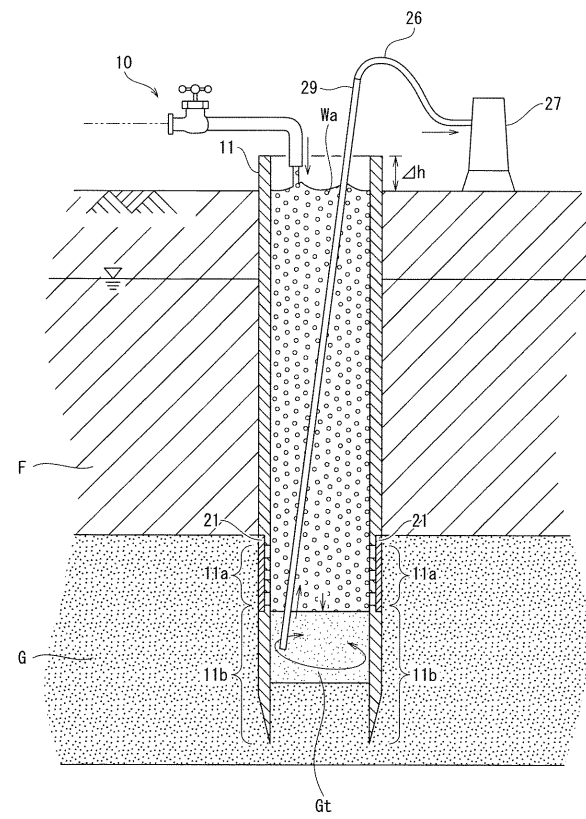
【図 6】



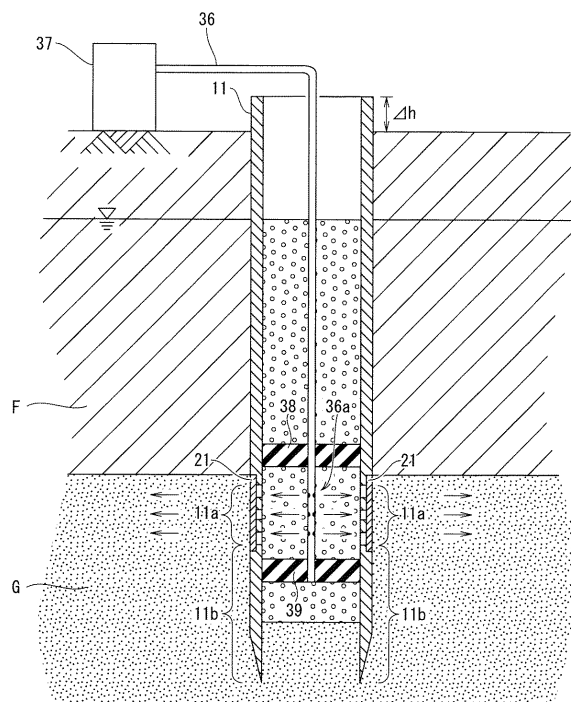
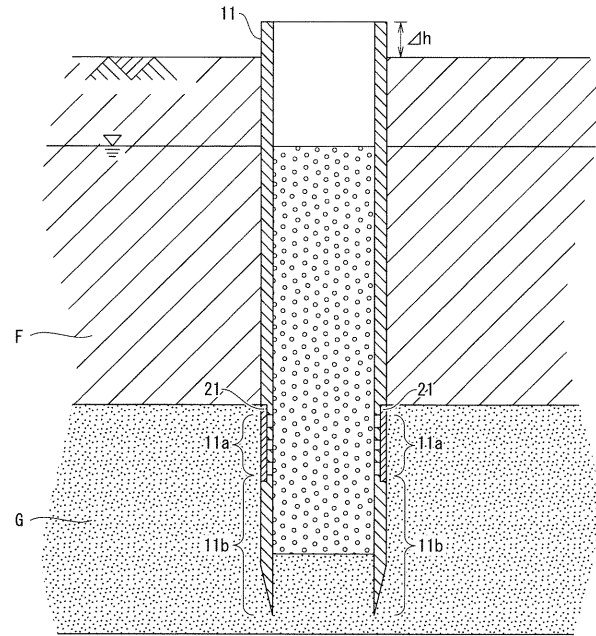
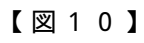
【図 7】



【図 8】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 日外 勝仁

茨城県つくば市南原 1 番地 6 国立研究開発法人土木研究所内

(72)発明者 品川 俊介

茨城県つくば市南原 1 番地 6 国立研究開発法人土木研究所内

審査官 神尾 寧

(56)参考文献 特開平 1 1 - 0 4 3 9 2 8 (J P , A)

特開平 0 6 - 3 2 2 7 6 5 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 0 2 0 5 3 1 (J P , A)

中国特許出願公開第 1 0 5 9 5 1 7 0 4 (C N , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

E 0 2 D 1 / 0 2

E 0 2 D 1 / 0 4