

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6631953号
(P6631953)

(45) 発行日 令和2年1月15日(2020.1.15)

(24) 登録日 令和1年12月20日(2019.12.20)

(51) Int. Cl. F 1
E O 2 D 1/04 (2006.01) E O 2 D 1/04

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2016-58329 (P2016-58329)	(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2017-172171 (P2017-172171A)		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】 地盤の削孔方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ケーシング管を地面から対象地盤の深さに先端が位置するように挿入するステップと、前記ケーシング管の内側の地層を選択的に採取して、前記ケーシング管の内側に一定の厚みを備えた非採取層を残留させるステップと、

前記非採取層を前記ケーシング管の内側から排出して、前記ケーシング管の内側で前記対象地盤を露出させて、前記地面から前記対象地盤に至る孔を形成するステップと、を含むことを特徴とする地盤の削孔方法。

【請求項2】

前記非採取層を排出する処理は、前記ケーシング管の内側に液体を注入し、前記液体により前記非採取層を流動化させる段階を含むことを特徴とする請求項1に記載の地盤の削孔方法。

【請求項3】

前記液体の高さが地下水レベル以上となるように、前記流動化した非採取層を排出する処理と前記液体を注入する処理とを並行して実施し、前記液体の高さを維持することを特徴とする請求項2に記載の地盤の削孔方法。

【請求項4】

前記非採取層を排出する処理を、前記液体が透明になるまで継続して行うことを特徴とする請求項3に記載の地盤の削孔方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、地盤の削孔方法、特に飽和未固結砂質地盤を乱さずに削孔する方法に関する

【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ものとしては、例えば、地面から対象地盤に至る孔を掘削して形成し、孔内水位を変化させることによって、形成された孔の底部に露出した対象地盤の透水性を調査する試験（単孔式透水試験方法のうちのチューブ法（非特許文献1））がある。試験に用いられる孔を形成する方法としては、例えばケーシング管を地盤に挿入して、ケーシング管の内側の地層を除去して孔を形成する地盤の削孔方法がある。

【0003】

しかし、例えば対象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、対象地盤の上側の地層を掘削すると、掘削に連動して下側の対象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間隙の大きさや形状等が大きく変化するような場合がある。そして、このように乱れた対象地盤を用いて試験を行うと、たとえ乱れが小さな変化であっても、試験結果に大きな影響を及ぼすという問題がある。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【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】

【0005】

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、地面から対象地盤に至る孔を掘削する際、対象地盤の乱れを抑制できる、地盤の削孔方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る地盤の削孔方法のある態様は、（a）ケーシング管を地面から対象地盤の深さに先端が位置するように挿入するステップと、（b）ケーシング管の内側の地層を選択的に採取して、ケーシング管の内側に一定の厚みを備えた非採取層を残留させるステップと、（c）非採取層をケーシング管の内側から排出して、ケーシング管の内側で対象地盤を露出させて、地面から対象地盤に至る孔を形成するステップと、を含むことを要旨とする。

【発明の効果】

【0007】

したがって本発明に係る地盤の削孔方法によれば、地面から対象地盤に至る孔を掘削する際、対象地盤の乱れを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施の形態に係る地盤の削孔方法を模式的に説明する工程断面図である（その1）。

【図2】本発明の実施の形態に係る地盤の削孔方法を模式的に説明する工程断面図である（その2）。

【図3】本発明の実施の形態に係る地盤の削孔方法を模式的に説明する工程断面図である

(その3)。

【図4】本発明の実施の形態に係る地盤の削孔方法を模式的に説明する工程断面図である(その4)。

【図5】本発明の実施の形態に係る地盤の削孔方法を模式的に説明する工程断面図である(その5)。

【図6】本発明の実施の形態に係る地盤の削孔方法を模式的に説明する工程断面図である(その6)。

【発明を実施するための形態】

【0009】

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。

【0010】

<地盤の削孔方法>

本発明の実施の形態に係る地盤の削孔方法を、図1～図6を参照して例示的に説明する。露出させ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の上層をなしている。本発明の実施の形態に係る地盤の削孔方法は、粘性土層Fを主に掘削して、砂質土層Gの上面を乱さずに、地面から砂質土層Gに至る孔として削孔するために用いられる。また図1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。

なお図1～図6では、対象地盤である砂質土層Gの上面を露出させるように例示しているが、本発明は地層の境界以外を対象として削孔することができることは勿論である。さらに、図5～図6では、ケーシング管12の内側に残留する地層をすべて取り去るように例示しているが、本発明は残留する地層の一部のみを取り去るように削孔することができることは勿論である。

【0011】

(ステップ1)

まず、地中の砂質土層Gの大まかな深さ位置を、近傍で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。

次に図1に示すように、ケーシング管12を地中に、ケーシング管12の下側の先端が砂質土層Gの上面に到達するように挿入する。図1中に例示したケーシング管12は、ほぼ円筒形であって、先端が先鋭化され刃先状であり、地盤への挿入時の抵抗が軽減されている。

【0012】

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12の周囲の地盤の乱れを抑えるように考慮しつつ行う。挿入には、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。またケーシング管12の上部に回転機械等を設けて、ケーシング管12を回転させながら挿入する方法の場合、砂質土層Gに伝達される掘削時の振動を低減でき、地盤の乱れをより抑えられるので望ましい。

【0013】

10

20

30

40

50

ケーシング管 12 は、先端（下端）が砂質土層 G の上面に揃うときに、後端（上端）が地面から約 5 cm 程度以上 50 cm 程度以下の突出高さ h の位置であることが好ましい。突出高さ h が 5 cm 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。

またケーシング管 12 は、突出高さ h が長ければ長い方が内側に張れる水量を多くでき、後述する砂質土層 G の蓋として効果的である。しかし、突出高さ h が 50 cm 程度を超えるとケーシング管 11 の取り扱いが煩雑になるため、作業性が悪化する。

【0014】

（ステップ 2）

次に図 2 に示すように、挿入したケーシング管 12 の内側にサンプラー 40 を、サンプラー 40 の下端が砂質土層 G の上面から一定の距離 D をなして離隔する位置に到達するように挿入する。挿入は、ケーシング管 12 の挿入の場合と同様に、回転により挿入する方法が望ましい。

この距離 D は、砂質土層 G の上層が粘性土層 F の場合、30 cm 程度以上 50 cm 程度以下であることが好ましい。30 cm 程度未満であると、砂質土層 G を抑える蓋としての力が弱くなる。また 50 cm 程度を超えると、後述するステップ 3 において、ケーシング管 12 の内側に残留させる非採取層 F a の量が多くなり過ぎて、後で排出する作業の負担が大きくなる。

【0015】

（ステップ 3）

次に図 3 に示すように、ケーシング管 12 の内側からサンプラー 40 を回収して地層を採取する。一方、挿入時のサンプラー 40 の下端とケーシング管 12 の下端との間に残留した粘性土層 F の一部は非採取層 F a となる。

すなわちサンプラー 40 による地層の採取は、ケーシング管 12 の内側の粘性土層 F 全体を採取するのではなく、距離 D に相当する厚みを有する非採取層 F a が残るように選択的に採取する。非採取層 F a は砂質土層 G の上で砂質土層 G を抑える「蓋」をなし、非採取層 F a の自重と、非採取層 F a とケーシング管 12 の内周面との間の摩擦力とを用いて、砂質土層 G の乱れを抑制する。

【0016】

（ステップ 4）

次に図 4 に示すように、ケーシング管 12 の内側に、注水装置 10 により注水を行う。注水により非採取層 F a の上に水 $W a$ を張ることで、砂質土層 G の上の「蓋」に、張った水 $W a$ の重みを加え、砂質土層 G の乱れを更に抑制する。また、この注水処理を、サンプラー 40 の抜き取り後、可能な限り速やかに行うことにより、砂質土層 G 上の除荷による孔底の隆起を抑制できる。

尚、図 4 中には、地上側でケーシング管 12 に開口する蛇口を有する注水装置 10 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 12 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。

【0017】

（ステップ 5）

次に図 5 に示すように、ケーシング管 12 の下部に残留している非採取層 F a を、攪拌棒 19 により突き崩しつつ攪拌して泥水化し、流動性を高める。図 5 中には、流動化された非採取層 F a と水 $W a$ との境界線が平坦な水平線で例示されているが、実際には土粒子が水中に浮遊して、境界位置は流動している。

次に揚水ポンプ 27 と、この揚水ポンプ 27 にチューブ 26 を介して取り付けられたノズル 29 とを用意する。ノズル 29 は、例えば VP13 等の塩ビ管で構成でき、その場合、攪拌棒 19 とノズル 29 を兼ねることも可能である。その後、地面に揚水ポンプ 27 を設置し、ノズル 29 の汲み上げ側の先端を、ケーシング管 12 の内側に張られた水 $W a$ の中に、流動化した非採取層 F a の内部に位置するように挿入する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

そして揚水ポンプ 27 を駆動してケーシング管 12 の内側の泥水を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 10 により注水を行い、孔内水位を高く保持する。図 5 中では、孔内水位が地下水位より高くなるように水 Wa を張った状態が例示されている。孔内水位を高めることにより、泥水を汲み上げても蓋の重みを可能な限り低下させることなく、砂質土層 G への負荷を高レベルで維持し、孔底の隆起を防止することができる。

【 0 0 1 9 】

ノズル 29 は、先端が砂質土層 G の上面から例えば 1 cm 程度以上 2 cm 程度以下のクリアランスを有するように、上面と離隔させて配置されている。このように僅かなクリアランスを設けて離隔させることにより、砂質土層 G が泥水の回収によって乱れることを抑制する。また揚水の勢いにより、砂質土層 G に乱れが生じないように、揚水ポンプ 27 の揚水量も制御する。なお、ノズル 29 の先端と砂質土層の上面との間の離隔距離は、揚水ポンプ 27 の能力によって適宜調整されるべきものである。

【 0 0 2 0 】

こうした泥水の汲み上げ及び継続注水により、ケーシング管 11 の内側に存在する泥水の量は漸減する。泥水の排出は、図 6 に示すように、非採取層 Fa に含まれる土粒子がケーシング管 12 の外側に十分に排出され、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、50 度 (50 cm) 以上を確認するなど設定できる。

十分に清浄化されず、一定の濁りが残った状態のまま、掘削した孔を、後で試験に用いた場合、濁りをなす土粒子の細粒分が孔底に沈殿することにより、例えば砂質土層 G の試験に支障が生じる可能性が高まる。また、この孔に注水と揚水を同時に行うような試験の場合、揚水時にチューブやポンプに細粒分が詰まる可能性が高まるため、これらの装置の準備やメンテナンスの負担が大きくなる。

【 0 0 2 1 】

本発明の実施の形態に係る地盤の削孔方法によれば、サンプラー 40 でケーシング管 12 の内側の粘性土層 F をすべて採取することなく、非採取層 Fa が残留するように選択的に採取し、残留した非採取層 Fa 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。

またサンプル試料の採取の直後に、ケーシング管 12 の内側に水を投入して孔内水位を高く保ち、砂質土層 G に十分な重みを加えるので、サンプラー 40 による回収後の砂質土層 G の乱れを防止できる。

【 0 0 2 2 】

またケーシング管 12 の内側に残留した非採取層 Fa の排出に際しては、内側に水を投入して攪拌することにより、非採取層 Fa の流動性を高めてから、ノズル 29 の位置及び揚水量を制御した揚水により行う。よって非採取層 Fa と、非採取層 Fa の下側の砂質土層 G との結合状態を緩めて、穏やかに分離でき、試験孔の周囲の地盤を乱すことがない。

【 0 0 2 3 】

この点、粘性土層 F のような、砂質土層 G を構成する土粒子との結合力が比較的強い、すなわちネバネバした地層を、両層の境界位置付近で採取して、両層を分離させる場合、引き揚げに連動して砂質土層 G の上部の領域が大きく引き上げられる場合がある。このことは、砂質土層 G が飽和未固結の状態であると一層顕著になり、内部の土粒子の結合状態が原位置状態から大きく変動するため、後の試験の際に大きな問題となり得る。そのため本発明の実施の形態に係る地盤の削孔方法によれば、砂質土層 G の上の粘性土層 F を掘削する場合に適用して特に有効である。

【 0 0 2 4 】

また非採取層 Fa の排出作業中も、孔内水位を高く維持するので、ケーシング管 12 の内側の砂質土層 G の上面に対して十分な重みを加えることが可能になり、試験対象の地盤

の乱れを更に効果的に抑制する。

このように本発明の実施の形態に係る地盤の削孔方法を用いて試験孔を形成すれば、削孔作業の開始の時点から終了の時点に至るまで、砂質土層G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孔として削孔することができる。

【0025】

<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、試験孔の形成に用いられるような本発明に係る地盤の削孔方法は、砂質土層G及び粘性土層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、更には砂質土層G等の他の地層であっても適用可能である。

【0026】

また非採取層Faを流動化させるために注入する液体は、必ずしも水Waだけに限定されるものではなく、各種の薬品等の溶質を含んだ水溶液等であってもよい。ただし、こうした特段の溶質を含んだ水溶液でない、例えば水道水や河川水のような水Waであれば、調達の利便性やコストの点で他の液体より有効性が高い。

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るのみ定められるものである。

【産業上の利用可能性】

【0027】

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チューブ法（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。

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2015-104668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、揚水孔を形成する場合に用いて好適である。

【符号の説明】

【0028】

- 10 注水装置
- 12 ケーシング管
- 19 攪拌棒
- 26 チューブ
- 27 揚水ポンプ
- 29, 29a ノズル
- 29a1 開口部
- 40 サンプラー
- G 砂質土層
- F 粘性土層
- Fa 非採取層
- Wa 水
- D ケーシング管の先端とサンプラーの先端の間の距離
- h ケーシング管の突出高さ

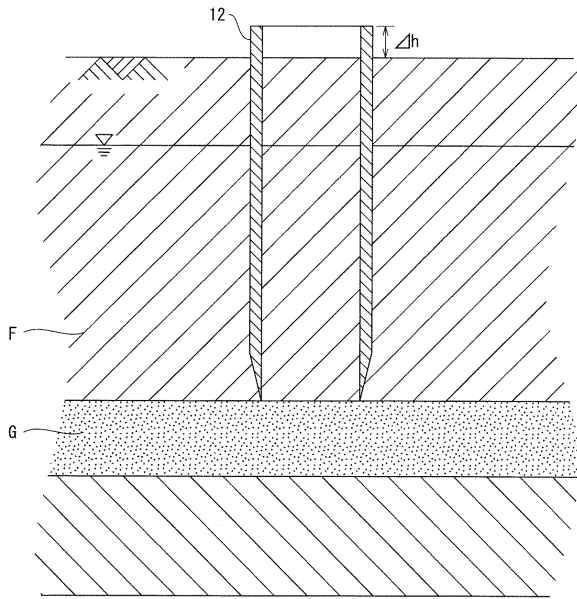
10

20

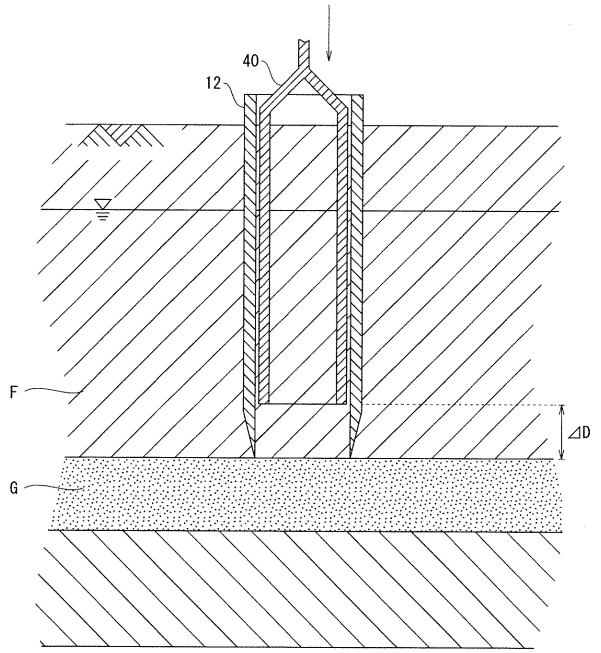
30

40

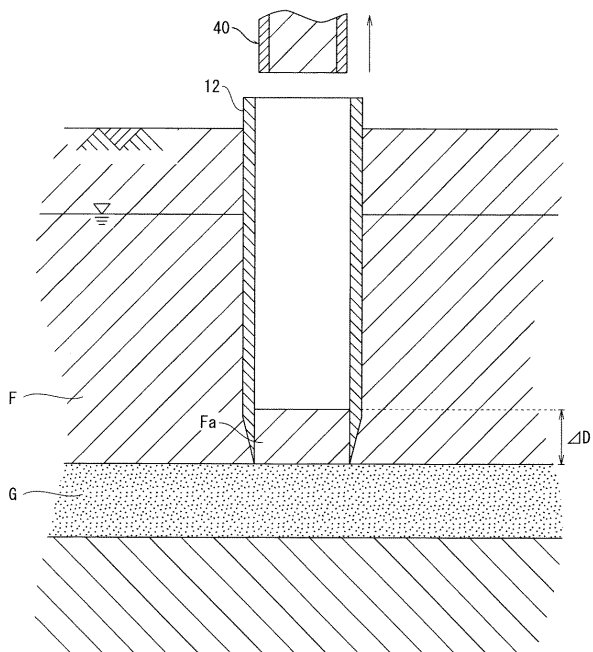
【図 1】



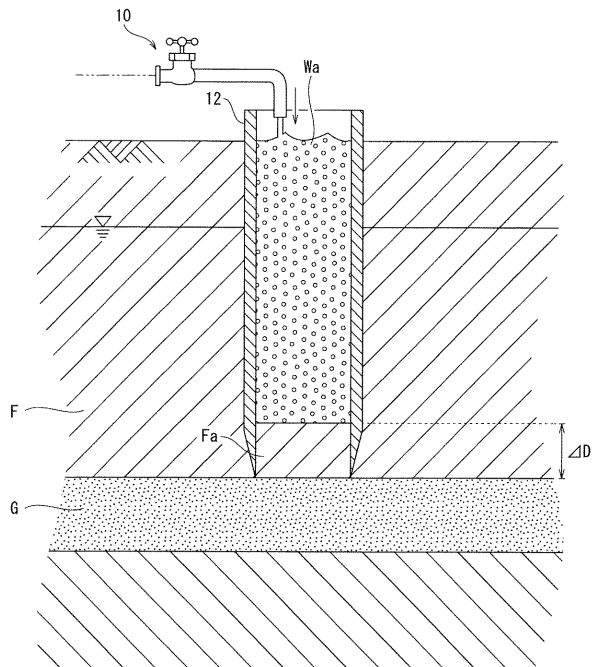
【図 2】



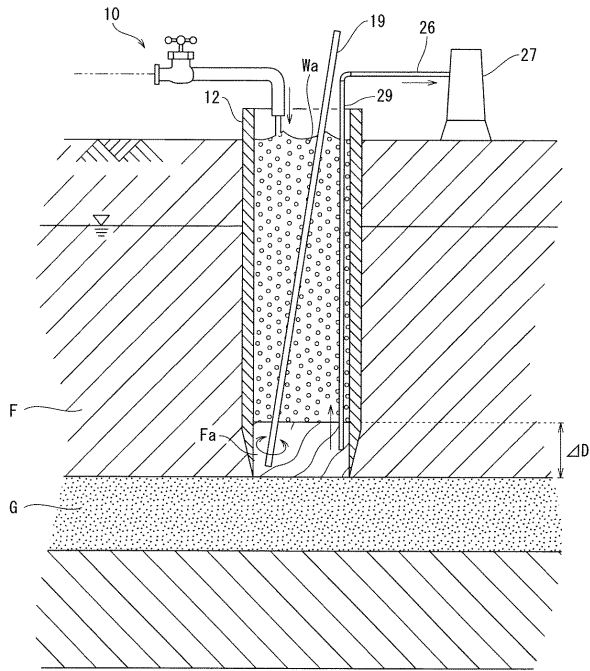
【図 3】



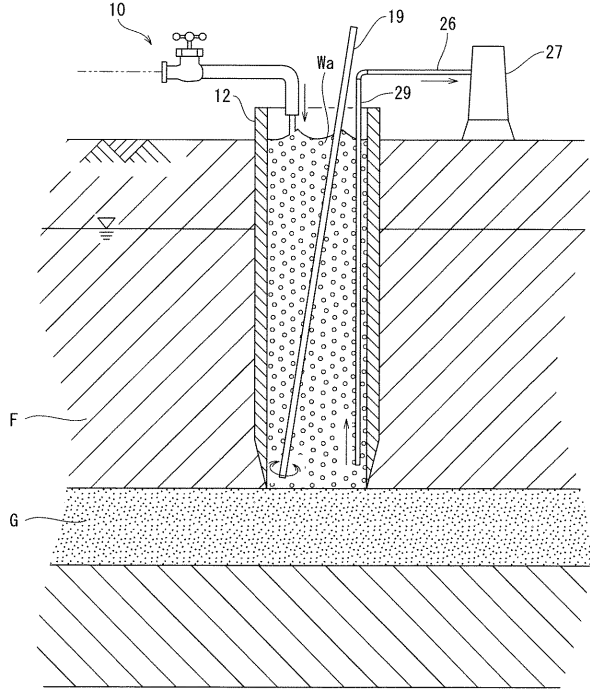
【図 4】



【図 5】



【図 6】



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06-322765(JP,A)

特開平05-156623(JP,A)

特開昭52-058207(JP,A)

特開平09-264015(JP,A)

米国特許出願公開第2011/0094801(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E02D 1/04