

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5813066号
(P5813066)

(45) 発行日 平成27年11月17日(2015.11.17)

(24) 登録日 平成27年10月2日(2015.10.2)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 N 33/24 (2006.01) GO 1 N 33/24 C
EO 2 D 1/00 (2006.01) EO 2 D 1/00

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2013-175866 (P2013-175866)
 (22) 出願日 平成25年8月27日(2013.8.27)
 (65) 公開番号 特開2015-45527 (P2015-45527A)
 (43) 公開日 平成27年3月12日(2015.3.12)
 審査請求日 平成27年3月27日(2015.3.27)

(73) 特許権者 592250698
 株式会社四電技術コンサルタント
 香川県高松市牟礼町牟礼1007-3
 (74) 代理人 100092875
 弁理士 白川 孝治
 (72) 発明者 久保 慶徳
 香川県高松市牟礼町牟礼1007番地3
 株式会社四電技術コンサルタント内
 審査官 三木 隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 透水試験装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

測定用の水が溜められる筒体構造の気密水槽と、この機密水槽の下端側に設けられたシール可能な開口とからなり、同構成の上記気密水槽を所定量の水を貯留した地盤側試験孔内に設置するとともに、上記下端側の開口をマリオットサイフォン式の定水位保持管および注水管として機能させ、上記気密水槽内の水位量の減少から対象となる地盤の透水性を測定するようにしてなる透水試験装置であって、上記気密水槽を容積の異なる複数の筒体空間よりなるものとし、それら各筒体空間の下端側に上記定水位保持管および注水管として機能する開口を設け、対象となる地盤の透水性に応じて、同容積の異なる複数の筒体空間のいずれかを選択して測定することにより、測定しようとする地盤の透水性に対応した適切な測定時間で透水性を測定することができるようにしたことを特徴とする透水試験装置。

【請求項2】

容積の異なる複数の筒体空間は、上下方向の高さを共通にし、筒体部の内径または断面積を異ならせることにより、容積を異にするようにしたことを特徴とする請求項1記載の透水試験装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願発明は、透水性を異にする各種地盤の透水性を効率良く測定できるようにした透水

試験装置の構成に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ため池堤防や河川堤防などの盛土構造物（堤体）には、その重要な機能の一つとして、水位変動と降雨時の雨水の浸透に対する安全性が要求される。この水理学的な安全性を支配するのは地盤の透水性であり、これを適切に管理し検査するためには、当該地盤の透水性を、簡便に、精度よく測定できる透水試験装置が必要となる。

【0003】

最近では、このような透水試験装置として、装置本体となる円筒体よりなる気密水槽と、該気密水槽の上端側に設けられたシール可能な給水口と、上記気密水槽の下端側に設けられたシール可能な開口とからなり、同構成の気密水槽を所定量の水を貯留した地盤側試験孔内に設置し、上記気密水槽下端側の開口をマリオットサイフォン式の定水位保持管および注水管として機能させることにより、上記試験孔を設けた地盤の透水性に応じて上記気密水槽内の水位量を減少させ、同水位量の減少度合から透水性を測定するようにしたものが提供されている（例えば特許文献1を参照）。

10

【0004】

このような装置によると、装置本体となる気密水槽の下端側に設けられた開口が、従来のマリオットサイフォン式透水試験装置の定水位保持管および注水管として機能することになり、従来のような定水位保持管や注水管が不要となる。

【0005】

その結果、同装置では、装置が基本的に小径の1本の円筒体で構成されることになり、大きくコストが低減される。また、持ち運びも便利で、それを対象地盤の試験孔内に挿入し、同試験孔内に充填した砕石上等に水平に設置しさえすれば足りるから、測定試験作業も著しく容易になる、などの大きなメリットがある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2012-127673号公報（明細書第5～7頁、図1～図3）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0007】

上記透水試験装置の場合、装置本体である筒体構造の気密水槽が1本であり、対象地盤の透水性如何に関係なく、常に1本の気密水槽内全体に測定用の水を溜めて、透水試験がなされる。したがって、通常、同気密水槽の筒体容積は、砂礫層など透水性の高い地盤に対応した大きな容積に設定されている。

【0008】

このため、同装置を用いて、例えば粘土層など極めて透水性の低い地盤（不透水性地盤）の透水性を測定しようとする、試験孔内の水の地盤内への浸透が非常に遅いために、気密水槽内の水位の低下量も極めて少なく、測定に極めて長い時間（数時間～数日）がかかる問題がある。

40

【0009】

このような不透水性地盤をも含めた対象地盤の透水性の相違に応じて、適正な測定時間を実現しようとする場合、一つの方法として、たとえば大、中、小と容積（測定水量）の異なる複数種の機密水槽を用いて複数の種類の透水装置を構成することが考えられる。

【0010】

しかし、そのようにした場合、地質調査会社などは、多くの台数の透水試験装置を購入し、携行しなければならず、経費が高むだけでなく、測定作業自体にも煩雑さを伴う。

【0011】

本願発明は、このような問題を解決するためになされたもので、当該装置における気密水槽を容積の異なる複数の筒体空間よりなるものとし、それら各筒体空間の下端側に定水

50

位保持管および注水管として機能する開口を設け、対象となる地盤の透水性に応じて、同容積の異なる複数の筒体空間のいずれかを選択して測定することにより、測定しようとする地盤の透水性に対応した適切な測定時間で透水性を測定することができるようにした透水試験装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本願発明は、そのために、次のような有効な課題解決手段を備えて構成されている。

(1) 請求項1の発明の課題解決手段

この発明の課題解決手段は、測定用の水が溜められる筒体構造の気密水槽と、この機密水槽の下端側に設けられたシール可能な開口とからなり、同構成の上記気密水槽を所定量の水を貯留した地盤側試験孔内に設置するとともに、上記下端側の開口をマリオットサイフォン式の定水位保持管および注水管として機能させ、上記気密水槽内の水位量の減少から対象となる地盤の透水性を測定するようにしてなる透水試験装置であって、上記気密水槽を容積の異なる複数の筒体空間よりなるものとし、それら各筒体空間の下端側に上記定水位保持管および注水管として機能する開口を設け、対象となる地盤の透水性に応じて、同容積の異なる複数の筒体空間のいずれかを選択して測定することにより、測定しようとする地盤の透水性に対応した適切な測定時間で透水性を測定することができるようにしたことを特徴としている。

10

【0013】

このような構成によると、測定用の水が溜められるとともに、装置本体となると筒体構造の気密水槽部分が、容積の異なる複数の筒体空間よりなっており、それら各筒体空間の下端側に、マリオットサイフォン式の定水位保持管および注水管として機能する開口が各々設けられている。

20

【0014】

したがって、対象となる地盤の透水性に応じて、たとえば透水性が高い地盤の測定を行う場合には容積の大きな筒体空間、透水性が低い地盤の測定を行う場合には容積の小さな筒体空間というように、容積の異なる複数の筒体空間の最適な容積空間のものを任意に選択して測定することにより、それぞれ適切な測定時間で透水性を測定することができるようになる。そして、その場合における容積差を十分に大きなものとするれば、上述した不透水性地盤の測定にも有効に対応することができ、測定時間を大きく短縮することができる。

30

【0015】

この場合、上記装置本体となる筒体構造の気密水槽における容積の異なる複数の筒体空間は、たとえば1本の筒体の内部を容積の異なる複数の筒体空間に仕切ることにより形成しても良いし、容積の異なる複数本の筒体を一体化することにより形成しても良い。

(2) 請求項2の発明の課題解決手段

この発明の課題解決手段は、上記請求項1の発明の課題解決手段において、容積の異なる複数の筒体空間は、上下方向の高さを共通にし、筒体部の内径または断面積を異ならせることにより、容積を異にするようにしたことを特徴としている。

【0016】

このような構成によると、透水性が一定の場合でも、筒体空間の内径または断面積が小さければ小さいほど、水位低下の変化量を大きくすることができる。したがって、透水性が低い地盤の場合に、内径または断面積が小さい筒体空間を選んで水を入れ、測定するようにすると、その分だけ水位目盛りに対応した水位の変化量を大きく、かつ速くすることができるようになり、測定時間自体も有効に短縮することができる。

40

【0017】

また、このような構成の場合、各筒体空間が上下方向の高さを共通にして構成されることから、水位目盛を各筒体間で共通に使用することができ、複数の水位目盛を設ける必要はなくなる。

【発明の効果】

50

【 0 0 1 8 】

以上の結果、本願発明の透水試験装置によると、粘土層のような極めて透水性が低い不透水性地盤の場合にも、有効に気密水槽部における水位量の変化を大きく、かつ速くすることができ、従来に比べて遥かに短い測定時間で正確に透水性を測定することができるようになる。

【 0 0 1 9 】

この結果、同透水試験装置では、一つの試験装置で、対象地盤の透水性が高い場合から極度に低い場合まで、幅広く、高精度に対応して測定できるようになる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】本願発明の実施の形態 1 に係る透水試験装置の構成を示す試験装置本体の正面図である。

【 図 2 】同試験装置本体の平面図である。

【 図 3 】同試験装置本体の前後方向中央部での縦断面図である（図 2 の A - A 線切断部の断面図）。

【 図 4 】同試験装置本体の下端側注水口部分での水平断面図である（図 1 の B - B 線切断部の断面図）である。

【 図 5 】同試験装置本体の下端側第 2 の注水口部分の構成を示す要部の拡大断面図である。

【 図 6 】同試験装置本体を測定対象である地盤側の試験孔内に設置し、実際に透水試験を行っている状態における試験装置本体および地盤側試験孔の構成を示す説明図である（装置本体側第 2 の筒体空間 S 2 を使用した不透水性地盤の透水性試験状態の図）。

【 図 7 】同試験装置本体を用いた図 6 の透水試験状態における地盤側試験孔内外周部の構成（水位低下促進マット敷設状態）を示す一部切欠平面図である。

【 図 8 】同試験装置本体を地盤側の試験孔内に設置し、実際に透水試験を行っている状態における試験装置本体および地盤側試験孔の構成を示す説明図である（装置本体側第 1 の筒体空間 S 1 を使用した通常地盤の透水試験状態の図）。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 1 】

図 1 ~ 図 8 は、本願発明の実施の形態に係る地盤の透水試験装置の構成および同試験装置を用いた透水試験の実施状態を示している。

< 透水試験装置本体部の構成 >

まず図 1 ~ 図 5 は、同透水試験装置の装置本体部および同装置本体各部分の構成をそれぞれ示している。

【 0 0 2 2 】

すなわち、本実施の形態 1 に係る透水試験装置 1 0 は、例えば図 1 ~ 図 4 に示すように、材質が透明度の高いアクリル樹脂、全体の長さ（高さ）が h 1、内径が 1 の円筒体よりなり、内側に第 1 の筒体空間 S 1 を形成した第 1 の筒体（円筒体）1 0 a と、該第 1 の筒体 1 0 a の筒体部内側に設けられ、全体の長さが h 1、内部の直径が 2 の半円筒体よりなり、内側に第 2 の筒体空間 S 2 を形成した第 2 の筒体（半円筒体）1 4 と、上記第 1、第 2 の筒体 1 0 a、1 4 の底部を形成する厚さ t 1 で円板状の底部材 1 0 b と、上記第 1、第 2 の筒体 1 0 a、1 4 の蓋部を形成する厚さ t 2 で円板状の着脱可能な蓋部材 1 0 c とからなっている。

【 0 0 2 3 】

上記第 1、第 2 の筒体 1 0 a、1 4 は、内径、外径共に下端側から上端側までの全体に亘って等しい径のものとなっている。また、上記底部材 1 0 b および蓋部材 1 0 c は、いずれも上記第 1 の筒体 1 0 a の外径よりも所定寸法大径のものに形成されている。そして、上記第 1 の筒体 1 0 a の底部材 1 0 b 側端部の所定の高さ位置 h 2 部分には、第 1、第 2、第 3、第 4、第 5、第 6 の注水口 1 1 a、1 1 b、1 1 c、1 1 d、1 1 e、1 1 f が、周方向に所定の間隔（この実施の形態では、例えば 6 0 度間隔：図 2、図 4 参照）を

10

20

30

40

50

置いて、かつ半径方向の内側から外側に貫通する状態で設けられている。これら第1～第6の注水口11a～11fは、それぞれ上記底部材10bの上面から開口部上端側（後述する定水位に対応）までの高さ位置h2を同一にして設けられているとともに、それらの各々には、それぞれシール手段として、挿脱可能な注水栓（図示省略）が設けられている。

【0024】

これら第1～第6の注水口11a～11fのうち、第2の注水口11bを除く、第1、第3～第6の注水口11a、11c～11fは、例えば口径が14mm前後の比較的大きな口径のものに形成され、中心軸位置から半径方向外方に向けてストレート（水平）に形成されている。他方、第2の注水口11bのみは、上述した第2の筒体14内の第2の筒体空間S2に対応して設けられており、その口径は3～5mm程度の相当に小さな口径のものに形成され、例えば図5に詳細に示されているように、上記第1の筒体10aの外周面側開口部から内側第2の筒体14の第2の筒体空間S2側に、所定の上り傾斜角を有して形成されている。

10

【0025】

この上り傾斜角は、後述するように、注水される水の表面張力を考慮し、上記のような小さな口径にすることによって、表面張力を小さくし、それによって上記第2の筒体空間S2内の測定水中に生じる注水時の気泡の径を小さくし、連続した多数の気泡がスムーズに生じるようにして、効率的な空気の流入、水の注出を可能とした上で、さらに同注水作用が、後述する試験孔2内の水位低下に応答性良く追従して行なわれるようにしたもので、たとえば水の接触角20度前後の値に設定されている。

20

【0026】

このように、口径を小さくして水の表面張力を小さくした注水口11bを、さらに水の接触角に応じて導入口側から排出口側に下降するように傾斜させると、通路長自体は長くなるが、導入口と排出口間の高さの差が生じ、導入口部分における水が位置のエネルギーをもつことになり、それが測定水の圧力を受けながら排出口側に移動し、下降することによって、次第に運動のエネルギーを増大させながら流出することになる。また、上記導入口部分における水の表面張力は、同部分における上記傾斜角を水の接触角20度前後とした場合が最も小さくなる。

30

【0027】

このため、同構成によると、後述する試験孔2側の水位（定水位）の低下に対する追従性、応答性も大きく向上し、上述のように注水口11bの口径を絞ったとしても十分に試験孔2側の水位変動に追従させることができる。

【0028】

なお、この第2の注水口11bにも、上記第1、第3～第6の注水口11a、11c～11f同様の注水栓が設けられている。

【0029】

上記蓋部材10cは、上記第1の筒体10aの上端側開口部に対して着脱可能な状態で嵌合されており、上記第1の筒体10aの上端から取り外され、かつ上記第1、第3～第6の注水口11a、11c～11fに注水栓が挿入された状態で、上記第1の筒体10a内の第1の筒体空間S1部分に満水位置まで透水性測定用の水（測定水）W2が入れると、その後嵌合される。また、上記蓋部材10cの上面部中央には、後述する地盤1側試験孔2内に当該装置を設置するときの水平状態を確認するための水準器12が設けられており、該水準器12を用いて正確に設置時の水平状態が確認されるようになっている。

40

【0030】

上記第1、第3～第6の注水口11a、11c～11fは、測定対象たる通常地盤（不透水性地盤以外の地盤）の透水性の大きさに対応して、その開口状態（挿入されている注水栓を抜く数）が調整される。

【0031】

すなわち、それにより上記内径の大きな第1の筒体10aを用いて透水試験を行なう時

50

に、測定対象である地盤 1 の透水性の大きさ（相違）に応じて、試験孔 2 内の水位の低下に対応し、単位時間内に試験孔 2 内に注水しうる注水量（注水速度）を最適なものに調整する（後述する図 8 の説明を参照）。

【 0 0 3 2 】

このように、この実施形態の構成では、上記第 1 の筒体 1 0 a の周方向に複数の注水口 1 1 a、1 1 c ~ 1 1 f を設け、その数を選択することにより、一定の範囲で対象となる地盤の透水性、すなわち後述する試験孔 2 から測定地盤 1 内へしみ込んでゆく単位時間内の水の量の相違に応じた試験孔 2 内への注水量（注水速度）の調節を行い、測定する地盤の透水性に応じた適切で効率の良い測定時間での測定を可能としている。

【 0 0 3 3 】

しかし、この場合、それだけだと、ある程度は地盤 1 の透水性の相違に対応できるとしても、使用する気密水槽が第 1 の筒体 1 0 a 内の第 1 の筒体空間 S 1 のみであり、その容積、内径、断面積自体は一定であり、測定対象地盤 1 の透水性如何に関係なく、常に第 1 の筒体空間 S 1 内全体に測定用の水 W 2 を溜めて透水試験がなされる。したがって、同第 1 の筒体空間 S 1 の容積、内径、断面積は、通常砂礫層など透水性の高い地盤に対応した大きな容積、内径、断面積に設定されている。

【 0 0 3 4 】

このため、同第 1 の筒体空間 S 1 のみを用いて、例えば粘土層など極めて透水性の低い不透水性地盤の透水性を測定しようとする、試験孔 2 内の水の地盤 1 内への浸透が極めて遅いために、第 1 の筒体空間 S 1 内の水位の低下量も極端に少なく（たとえば数時間で 1 mm）、測定に極めて長い時間（数時間 ~ 数日）がかかる。すなわち、すでに述べた従来例の課題が残されていることになる。

【 0 0 3 5 】

このような測定対象地盤 1 の透水性の差に応じて、適正な（実用的な）測定時間を実現しようとする場合、すでに述べたように、例えば大、中、小と筒体容積、筒体内径の異なる複数種の透水試験装置を製作し、それら内の最適なものを用いて透水試験を行なうことが考えられる。しかし、そのようにした場合、地質調査会社などは、多くの台数の透水試験装置を購入し、携行しなければならず、経費が高むだけでなく、測定作業自体にも相当な煩雑さを伴う欠点がある。

【 0 0 3 6 】

そこで、この実施の形態では、そのような問題を解決するために、上述のように、上記第 1 の筒体 1 0 a の内側、第 1 の筒体空間 S 1 内に、上記第 1 の筒体 1 0 a と上下方向の長さ（高さ）が同じで、上記第 1 の筒体 1 0 a よりも遥かに内径が小さい断面半円形状の第 2 の筒体 1 4 を設け、この第 2 の筒体 1 4 の両端部 1 4 a、1 4 b を上記第 1 の筒体 1 0 a の内周面に接合一体化することによって、相互の間に上記第 1 の筒体空間 S 1 と上下方向の長さ（高さ） h_1 が同じで、上記第 1 の筒体空間 S 1 よりも容積および内径（断面積）が遥かに小さい第 2 の筒体空間 S 2 を設け、該第 2 の筒体空間 S 2 の下端側所定の高さ位置 h_2 部分に上記第 1 の筒体空間 S 1 用の第 1、第 3 ~ 第 6 の注水口 1 1 a、1 1 c ~ 1 1 f よりも相当に口径が小さく、しかも、上記第 2 の筒体空間 S 2 内に所定角 上り傾斜（逆方向に見ると、下降傾斜）して連通開口する図 5 のような第 2 の注水口 1 1 b を設け、それら第 2 の筒体空間 S 2 および第 2 の注水口 1 1 b を用いて透水性を測定することにより、測定しようとする地盤 1 が粘土層などで極めて透水性が低く、上記第 1 の筒体空間 S 1 および第 1、第 3 ~ 第 6 の注水口 1 1 a、1 1 c ~ 1 1 f を用いて測定したのでは、仮に第 1、第 3 ~ 第 6 の注水口 1 1 a、1 1 c ~ 1 1 f の殆どのものに注水栓をし、いずれか 1 個だけにしたとしても、測定に数時間から数日を要するような場合にも、可能な限り迅速な測定ができるように構成している。

【 0 0 3 7 】

そして、この実施の形態では、上記第 1 の筒体 1 0 a の外周面には、その下端側から上端側にかけて上記第 1 の筒体空間 S 1 内に測定用の水 W 2 を入れた透水試験時において、減少する測定水 W 2 の水量の変化 W 2 を読み取るための水量目盛（水位目盛）1 3 が設

10

20

30

40

50

けられているが、この水量目盛 13 は、上記第 2 の筒体 14 の正面視左側の端部 14 b 部分に接する状態で設けられており、上記第 1、第 2 の筒体空間で共通に兼用されるようになっている（後述する測定状態図 6 と図 8 を参照）。

【 0 0 3 8 】

このように構成された透水試験装置 10 は、その底部材 10 b 部分を介して、例えば図 6 および図 7 または図 8 に示すように、従来と同様の試験孔 2 内に鉛直状態に設置して使用される。

【 0 0 3 9 】

ここで、まず図 6 および図 7 は、測定対象である地盤 1 の透水性が極度に低く、上述した内径、断面積の大きい第 1 の筒体空間 S 1 を用いて測定したのでは余りに時間がかかりすぎて、実用に耐えない不透水性地盤の場合の測定状態（第 1 の筒体空間 S 1 よりも遥かに内径、断面積が小さい第 2 の筒体空間 S 2 を用いて測定する場合）を示している。

【 0 0 4 0 】

次に図 8 は、測定対象である地盤 1 の透水性が極端に低いわけではなく、上述した第 1 の筒体空間 S 1 を用いても、比較的通常の測定時間で測定することができる場合の測定状態を示している。

< 図 6 および図 7 における測定の手順：透水性が極端に低い不透水性地盤の場合の測定 >

(1) 試験孔の作成

一例として、例えば図 6 に示すように、測定対象となる地盤 1 上に、地盤工学会の基準に基づく直径約 0.3 m、深さ約 0.3 m 程度の有底円筒状の試験孔（定水位槽）2 を掘り、掘った試験孔 2 の実際の半径、地表面からの深さを測定記録する。

(2) 碎石の充填

上記試験孔 2 内に、底面から約 2 / 3 程度の高さまで、水洗いした多数個の碎石（粒径 10 mm 程度）3, 3・・・を敷き詰め、上述した透水試験装置 10 の設置面を形成すると共に、試験孔 2 内に溜まる測定水の絶対量が可能な限り少なくして済むようにする。

【 0 0 4 1 】

この場合、測定終了後の碎石 3, 3・・・の取り出し、また収納設置時の取扱いの容易さ、設置面の安定度などから、図示のように、碎石 3, 3・・・を小分け状態で網袋に収納したものを使用する。

(3) 試験孔 2 内への所定量の水の注入

試験孔 2 は定水位槽として機能する。そこで、同試験孔 2 内にバケツなどを用いて所定量の水 W 1 を注入する。そして、しばらく時間をおき、注入した水 W 1 がある程度地盤 1 に浸透して、注入した水 W 1 の減少度合が小さくなり、貯溜状態が安定するのを待つ。

(4) 透水試験装置 10 の第 2 の筒体空間 S 2 内への給水

その間に、上記透水試験装置 10 の第 2 の筒体空間 S 2 内への測定水 W 2 の給水を行なう。同給水は、略上端部まで行なう。この状態では、上記第 2 の注水口 11 b には注水栓が挿入されている。

(5) 試験孔 2 内への透水試験装置 10 の設置

所定の時間が経過して、試験孔 2 内の水 W 1 の減少度合が小さくなり、貯溜状態が安定すると、例えば図 6 に示すように、上記測定水 W 2 を入れた透水試験装置 10 が試験孔 2 内に挿入され、上述した碎石 3, 3・・・面上に設置される。同設置状態では、上述した水準器 12 を用いて確実に水平な状態となるように調整される。

【 0 0 4 2 】

そして、以後の設置状態においては、図示のように、その第 2 の注水口 11 b の上端が水没する程度の水量レベル（定水位）に維持される。しかし、この場合にも、当該試験孔 2 内の絶対水量が少ないほど試験孔 2 内の水の減少が速く、透水装置 10 側の第 2 の筒体空間 S 2 内の水位の低下も速くなる。

【 0 0 4 3 】

そこで、この実施の形態では、例えば図 6 および図 7 に示すように、設置された透水装置 10 の下端側底部材 10 b の上面側周囲に、上述した試験孔 2 内の碎石 3, 3・・・上

10

20

30

40

50

方部の 1 / 3 程度の水貯留空間をシールするだけの体積（厚さと幅）を持った扇形のブロック構造をした水位低下促進マット 4 , 4 . . . を、例えば相互の間に注水用の隙間 4 a , 4 a . . . を保った状態で充填することにより、試験孔 2 内に貯留される水 W 1 の絶対量を可及的に少なくするようにしている。

【 0 0 4 4 】

この場合、上記水位低下促進マット 4 , 4 . . . は、もちろん水に沈むゴム材などで一体に形成し、隙間 4 a , 4 a . . . を形成したものでよい。また、掘り起こした粘土を、同様の形態にして使用することもできる。

(6) 第 2 の注水口 1 1 b の注水栓を抜く

その後、上記第 2 の注水口 1 1 b の注水栓を抜いて、上記第 2 の筒体空間 S 2 内の測定水 W 1 を出し、同第 2 の注水口 1 1 b を開けた状態で、上記試験孔 2 内の水 W 1 の水位が確実に図示定水位（仮想線参照）状態で安定するようにする。

(7) 本試験

そして、その後、上記第 2 の筒体空間 S 2 から上記試験孔 2 内への測定水 W 2 の流出が停止した時点で、測定試験を開始する。

【 0 0 4 5 】

測定試験では、一定の時間（単位時間）の経過と気密水槽である第 2 の筒体空間 S 2 内の測定水位の変化量（減少量） W 2 の読み取りを 3 回程度行う。そして、それらの平均値に基いて、当該地盤 1 の透水度合を判定する。

【 0 0 4 6 】

もちろん、この場合、上記 3 回の読取値の内の 1 つが異常であった場合には、再度試験を行い、3 回の値がほぼ同様の値になるまで繰返し試験をする。

< 図 8 における測定の手順：透水性が極端に低くはない通常地盤 1 の測定の場合 >

(1) 試験孔の作成

一例として、例えば図 8 に示すように、測定対象となる地盤 1 上に、地盤工学会の基準に基づく直径約 0 . 3 m、深さ約 0 . 3 m 程度の有底円筒状の試験孔（定水位槽）2 を掘り、掘った試験孔 2 の実際の半径、地表面からの深さを測定し記録する。

(2) 碎石の充填

上記試験孔 2 内に、底面から約 2 / 3 程度の高さまで、水洗いした多数個の碎石（粒径 1 0 m m 程度）3 , 3 . . . を敷き詰め、上述した透水試験装置 1 0 の設置面を形成すると共に、試験孔 2 内に溜まる測定水の絶対量が少なくて済むようにする。

【 0 0 4 7 】

この場合、測定終了後の碎石 3 , 3 . . . の取り出し、また収納設置時の取扱いの容易さ、設置面の安定度などから、図示のように、碎石 3 , 3 . . . を小分け状態で網袋に収納したものを使用する。

(3) 試験孔 2 内への所定量の水の注入

試験孔 2 は定水位槽として機能する。そこで、同試験孔 2 内にバケツなどを用いて所定量の水 W 1 を注入する。そして、しばらく時間をおき、注入した水 W 1 がある程度地盤 1 に浸透して、注入した水 W 1 の減少度合が小さくなり、貯溜状態が安定するのを待つ。

(4) 透水試験装置 1 0 の第 1 の筒体空間 S 1 内への給水

その間に、上記透水試験装置 1 0 の第 1 の筒体空間 S 1 内への測定水 W 2 の給水を行なう。同給水は、略上端部まで行なう。この状態では、上記複数の注水口 1 1 a , 1 1 c ~ 1 1 f には全て注水栓が挿入されている。

(5) 試験孔 2 内への透水試験装置 1 0 の設置

所定の時間が経過して、試験孔 2 内の水の減少度合が小さくなり、貯溜状態が安定すると、例えば図 8 に示すように、上記測定水 W 2 を入れた透水試験装置 1 0 が試験孔 2 内に挿入され、上述した碎石 3 , 3 . . . 面上に設置される。同設置状態では、上述した水準器 1 2 を用いて確実に水平な状態となるように調整される。

【 0 0 4 8 】

そして、以後の設置状態においては、図示のように、それら各注水口 1 1 a , 1 1 c ~

10

20

30

40

50

1 1 f の上端が水没する程度の水量レベル（定水位）に維持される。

【 0 0 4 9 】

なお、この場合、上述の不透水性地盤の測定に際しては、試験孔 2 内の水 W 1 の減少度が極端に低いことから、水位低下を促進するために水位低下促進マット 4、4・・・を敷設するようにしたが、通常地盤の場合には十分な透水性があり、試験孔 2 内の水の減少度も高いので、水位低下促進マット 4、4・・・は必要としない。

【 0 0 5 0 】

もっとも、通常地盤の中でも、特に透水性が低い地盤の場合には、必要に応じて使用することもできる。

(6) 注水栓を抜く数を調整

その後、当該測定対象地盤 1 自体の透水性の大きさ（差）に対応して、上記試験孔 2 内に貯留される水 W 1 の水位が一定（定水位）となるように、上記第 1 の筒体空間 S 1 の下端側に設けられている第 1、第 3～第 6 の注水口 1 1 a、1 1 c～1 1 f の内の注水栓を抜くべき数（対象）を調整する。

【 0 0 5 1 】

すなわち、砂地等で透水性が大きい場合には、試験孔 2 内の水の減少も速いので、それに対応して第 1、第 3～第 6 の全ての注水口 1 1 a、1 1 c～1 1 f の注水栓を抜いて注水量を多くする一方、逆に相対的に透水性が小さい場合には、第 1 の注水口 1 1 a または第 3 の注水口 1 1 c の注水栓、あるいは第 3 の注水口 1 1 c のみの注水栓を抜くなどして、細かく注水量を調整する。

(7) 本試験

そして、その後、上記第 1 の筒体空間 S 1 から上記試験孔 2 内への測定水 W 2 の流出が停止した時点で、測定試験を開始する。

【 0 0 5 2 】

測定試験では、一定の時間（単位時間）の経過と気密水槽である第 1 の筒体空間 S 1 内の測定水位の変化量（減少量） W 2 の読み取りを 3 回程度行う。そして、それらの平均値に基づいて、当該地盤 1 の透水性を判定する。

【 0 0 5 3 】

もちろん、この場合、上記 3 回の読取値の内の 1 つが異常であった場合には、再度試験を行い、3 回の値がほぼ同様の値になるまで繰返し試験をする。

< 本実施の形態の構成上の特徴と作用および効果 >

以上のような構成によると、測定用の水が溜められるとともに、装置本体となる筒体構造の気密水槽部分に、容積が大きく異なる第 1、第 2 の複数の筒体空間 S 1、S 2 が設けられることになり、これら各筒体空間 S 1、S 2 が各々気密水槽として機能する。そして、それらの下端側には、それぞれマリオットサイフォン式の定水位保持管および注水管として機能する空気流入用および空気の流入に対応して水を排出する注水口 1 1 a、1 1 c～1 1 f、1 1 b が設けられている。

【 0 0 5 4 】

したがって、対象となる地盤の透水性の差に応じて、たとえば透水性が高い地盤の測定を行なう場合には容積、内径、断面積の大きな筒体空間 S 1、透水性が極めて低い地盤の測定を行う場合には容積、内径、断面積の小さな筒体空間 S 2 というように、容積、内径、断面積の異なる複数の筒体空間 S 1、S 2 の最適な容積、内径、断面積のものを任意に選択して測定することにより、それぞれ適切な測定時間で透水性を測定することができるようになる。

【 0 0 5 5 】

また、以上の構成では、上記複数の筒体空間 S 1、S 2 は、それぞれ上下方向の高さ h 1 を共通にし、筒体部の内径または断面積（もしくはそれらの両方）を異にすることにより、それぞれ容積を異にするようにしている。

【 0 0 5 6 】

このような構成によると、透水性が一定の場合でも、筒体空間 S 1、S 2 の内径または

10

20

30

40

50

断面積が小さければ小さいほど、水位低下の変化量を大きくすることができる。したがって、極めて透水性が低い粘土層などの地盤の場合に、内径または断面積が特に小さい筒体空間 S 2 を選んで測定用の水 W 2 を入れ、測定するようにすると、その分だけ水位目盛 1 3 に対応した水位の変化量を大きく、かつ速くすることができるようになり、測定時間自体も大幅に短縮することができる。

【 0 0 5 7 】

また、このような構成にした場合、各筒体空間 S 1、S 2 が上下方向の高さを共通にして構成されていることから、水位目盛 1 3 を各筒体空間 S 1、S 2 間で相互に共通に使用することができ、複数の水位目盛を設ける必要もなくなる。

【 0 0 5 8 】

しかも、この実施の形態の場合、上記第 2 の筒体 1 4 内の第 2 の筒体空間 S 2 に対応して設けられている第 2 の注水口 1 1 b は、上述のように、その口径が 3 ~ 5 mm の相当に小さな口径のものに形成され、可及的に表面張力が小さくなるように構成されている。

【 0 0 5 9 】

したがって、空気の流入によって筒体空間 S 2 内に発生する気泡の大きさが小さくなり、その数も多くなって、発生する時間間隔も非常に短かい、連続したものとなる。その結果、水位の低下も促進される。

【 0 0 6 0 】

この場合において、さらに図 5 に示されるように、該第 2 の注水口 1 1 b が、第 1 の筒体 1 0 a の外周面側開口部から内側第 2 の筒体 1 4 の第 2 の筒体空間 S 2 側に向けて、所定の上り傾斜角を有して形成されており、この上り傾斜角が、水のもつ表面張力の大きさを考慮し、水の接触角 2 0 度前後の値に設定されていると、より表面張力の影響を受けることなく、上述した位置のエネルギー、運動のエネルギーの作用によって、よりスムーズな空気の流入、水の流出状態が実現され、粒径の揃った細かい気泡が短い一定の時間間隔で極めて効率よく発生するようになる。

【 0 0 6 1 】

このため、上記のように水位低下促進マット 4、4・・・の設置により、試験孔 2 内の水位低下が促進されることと相俟って、それに効率よく追従して応答性良く、測定水 W 2 が注水されるようになる。その結果、第 2 の筒体空間 S 2 内の水位も応答性良く低下し、測定時間が大幅に短縮される。

【 0 0 6 2 】

これらの結果、同透水試験装置によると、粘土層のような極めて透水性の低い不透水性地盤の場合にも、有効に気密水槽部における水位量の変化を大きく、かつ速くすることができ、従来に比べて遥かに短い測定時間で正確に透水性を測定することができるようになる。

【 0 0 6 3 】

この結果、この実施の形態における透水試験装置では、一つの試験装置で、対象地盤の透水性が高い場合から極めて低い不透水性地盤の場合まで、幅広く、高精度に対応して測定できるようになる。

< その他の実施の形態 >

本願発明の場合、上記装置本体となる筒体構造の気密水槽における容積、内径、断面積の異なる複数の筒体空間 S 1、S 2 は、上記の実施の形態のように、従来と同様の 1 本の筒体である大径の第 1 の筒体 1 0 a の内部を、高さ h 1 が同じで、遥かに内径の小さい断面半円形状の第 2 の筒体 1 4 で仕切ることにより形成しても良いが、これは、例えば高さ h 1 が同じで、内径が異なる複数本の筒体を接合一体化することにより 1 台の装置として構成したもので良い。

【 0 0 6 4 】

また、上記実施の形態の構成では、上記断面半円形状の第 2 の筒体 1 4 を 1 本だけ設けているが、これらを 2 ~ 3 本の複数本とし、それぞれ内径または断面積を異にする複数の筒体空間 S 2 ~ S 4 を形成することもできる。

10

20

30

40

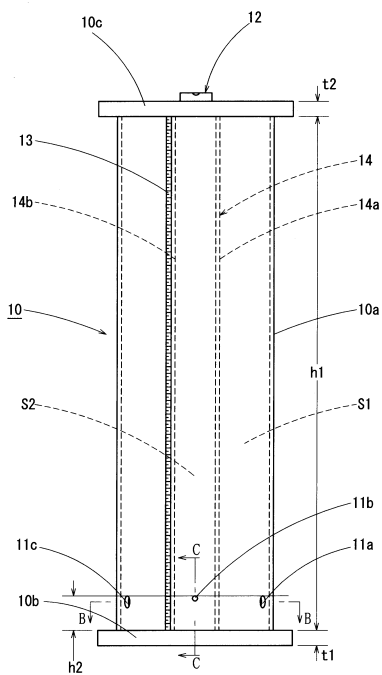
50

【符号の説明】

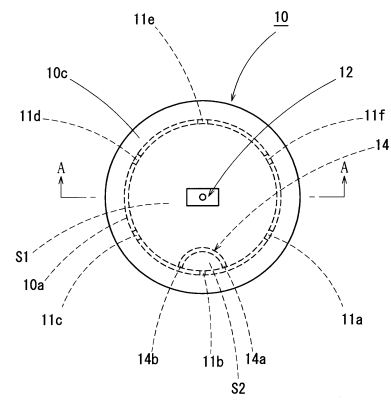
【0065】

1は地盤、2は試験孔、3は砕石、4は水位低下促進マット、10は透水試験装置、10aは第1の筒体、10bは底部材、10cは蓋部材、11a～11fは第1～第6の注水口、12は水準器、13は水量目盛である。

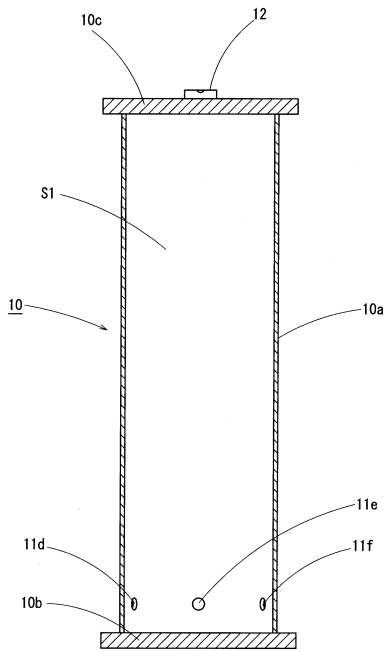
【図1】



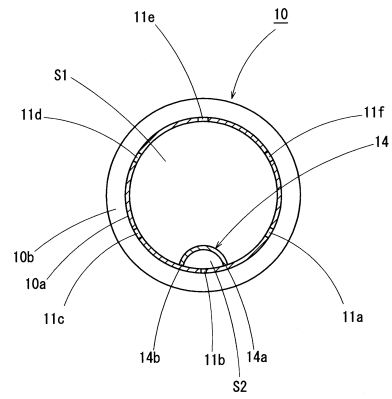
【図2】



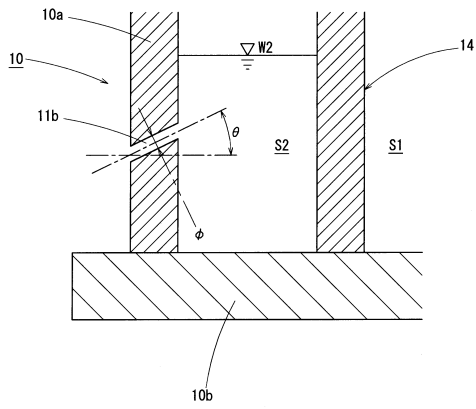
【 図 3 】



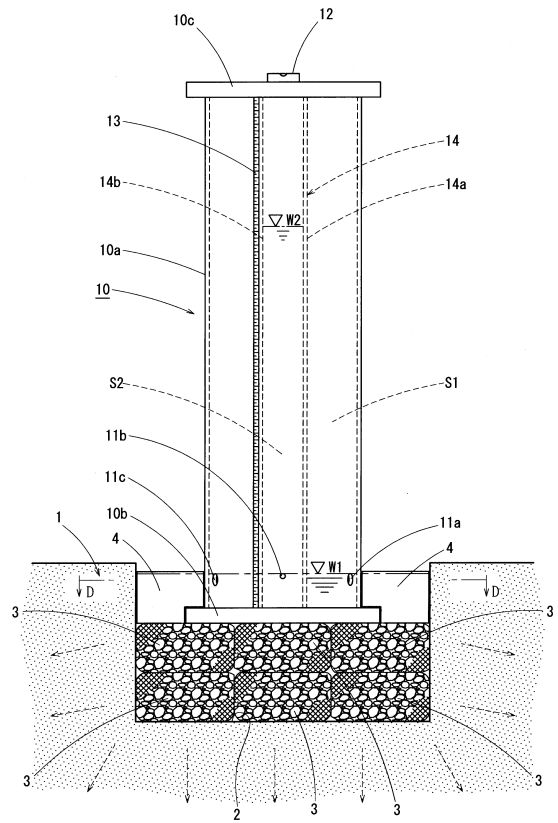
【 図 4 】



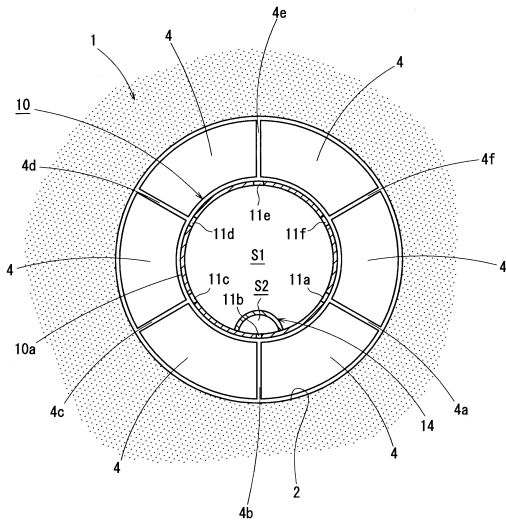
【 図 5 】



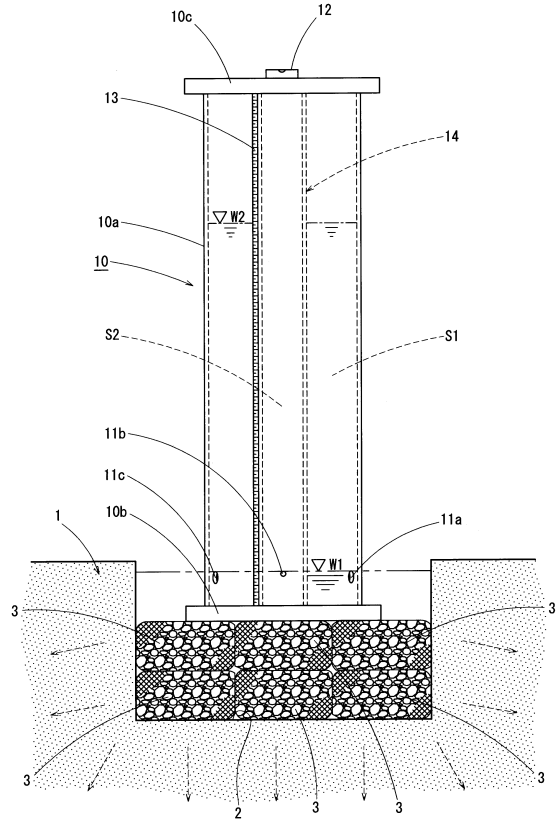
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-127673(JP,A)
特開2010-163801(JP,A)
特開2005-120609(JP,A)
実開平01-034563(JP,U)
米国特許第4956993(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 33/24

E02D 1/00