

地下水面より上の地盤を対象とした透水試験方法

Method for determination of field saturated hydraulic conductivity above the water table

1 適用範囲

この基準は、現場飽和透水係数を求める試験方法について規定する。

この試験方法は、地下水面より上の地盤を対象とする。

2 引用規格・基準

次に掲げる規格・基準は、この基準に引用されることによって、この基準の規定の一部を構成する。これらの引用規格・基準は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS A 0207 地盤工学用語

JIS A 5005 コンクリート用碎石及び砕砂

3 用語及び定義

この基準で用いる主な用語及び定義は、次によるほか、JIS A 0207 による。

3.1

現場飽和状態

地下水面より上の地盤における、封入空気を含んだ飽和に近い状態。地下水面より上の地盤においては、封入空気の影響で完全な飽和状態とならない場合があるため、地下水面より下の地盤の飽和状態と区別して定義される。

3.2

現場飽和透水係数

地下水面より上の地盤の現場飽和状態における透水係数。

注記 現場飽和状態は試験前の地盤状況及び各試験条件に応じて変化する可能性がある。

4 試験用具

試験用具には、以下のものがある。

4.1 削孔用具

試験孔で実施する場合は、試験を実施するために必要な孔径で試験を実施する深さまで試験孔を削孔できる用具を用いる。

注記 オーガー（ハンドオーガー、電動オーガー）、ボーリングマシン、スコップなどである。

4.2 整形用具

試験面の整形用具には、以下のものがある。

注記 1 本基準において、試験面とは、実際に水圧を負荷する地表面であり、試験孔で実施する場合は試験孔の表面を指す。

- a) **地表面で実施する場合** 試験面を露出・整形し、可能な限り水平にすると共に、平滑にする用具及び材料を用いる。

注記 2 スコップ、移植ゴテ、幅広の金属ヘラ、透明プラスチック板、湿った砂、小型水準器などである。

- b) **試験孔で実施する場合** 試験面を整形することが可能な場合には、削孔によって生じた試験面の鏡面化や緩みなどを除去できる用具を用いる。

注記 3 鋼製ブラシなどである。

4.3 定水位浸潤装置

試験面に一定の正圧または負圧を負荷できる機能、給水できる機能及び浸潤流量を計測できる機能を有するもの。それぞれの機能を一体化したものや、複数の機器から構成されるものもある。

注記 1 定水位浸潤装置の例を**附属書 B**に示す。

- a) **地表面で実施する場合** 試験面を構成するための給水ディスク、浸潤用円筒などを用いる。また、試験に用いた水の温度を測定するために温度計を用いる。

注記 2 給水ディスクの例を**附属書 B**の**図 B.2**に示す。

注記 3 浸潤用円筒の例を**附属書 B**の**図 B.3**に示す。

- b) **試験孔で実施する場合** 試験孔のうち試験面を特定するための測定用パイプ、パッカー、注水管及び送水管などを用いる。また、必要に応じて砕石を用いる。

注記 4 測定用パイプの例を**附属書 B**の**図 B.5**に示す。

注記 5 パッカー、注水管及び送水管の例を**附属書 B**の**図 B.6**に示す。

4.4 水温計

試験に用いる水の温度が測定できるもの。

5 試験の準備

5.1 地表面で実施する場合

地表面で実施する場合の試験方法には、負圧で浸潤させる方法と正圧で浸潤させる方法がある。それぞれの試験の準備は、次による。

5.1.1 負圧で浸潤させる方法

負圧で浸潤させる方法は、次による。

- a) 試験面を選定する。
- b) 試験面を露出・整形し、可能な限り水平にすると共に、試験面の凹凸を平滑にする。表面の凹凸は、透明プラスチック板を試験面に当てて、密着の様子を確認しながら整形する。

注記 傾斜は2度未満が望ましい。

- c) 凹部を湿った砂で埋め、給水ディスクを試験面に密着させる。

5.1.2 正圧で浸潤させる方法

正圧で浸潤させる方法は、次による。

- a) 試験面を選定する。
- b) 試験面を露出・整形し、可能な限り水平にすると共に、試験面の凹凸を平滑にする。

- c) 浸潤用円筒を水平に試験面から3～5 cm程度、ハンマー等を用いて打設する。浸潤用円筒内に3～10 cm程度の一定水位を与えて、浸潤用円筒の側面を伝って、地表面に漏水が生じないことを確認する。漏水が生じた場合は、再度浸潤用円筒の打設を行う。

注記 1 浸潤用円筒を打設することが困難な場合には、**附属書 B**の**図 B.3**に示すように、小口径のオーガー孔を削孔して湛水してもよい。

- d) 打設した浸潤用円筒の深さを測定し、貫入深さ d (m)とする。

注記 2 オーガー孔を削孔した場合、そのオーガー孔の半径 r_0 (m)及び深さを測定する。

5.2 試験孔で実施する場合

試験孔で実施する場合の試験方法には、試験孔全体を用いる方法、測定用パイプを用いる方法及びパッカーを用いる方法がある。それぞれの試験の準備は、次による。

5.2.1 試験孔全体を用いる方法

試験孔全体を用いる方法は、次による。

- a) 試験孔の位置を選定する。
 b) 試験を実施するために必要な孔径で試験を実施する深さまで試験孔を削孔する。削孔には削孔用具を用いる。
 c) 試験面を整形する。

注記 1 試験面に鏡面化や緩みなどの乱れがないか目視又はカメラで確認することが望ましい。試験面が鏡面化している場合及び緩みなどの乱れが生じている場合には、鋼製ブラシで試験面をかき乱すことが望ましい。

- d) 試験孔の深さと孔径を測定する。
 e) 孔壁が崩れる恐れがある場合には、**附属書 B**の**図 B.4**のように、碎石を充填する。碎石は **JIS A 5005**に規定される碎石で粒径5～20 mm程度のものを用いる。

注記 2 碎石の間隙が試験孔周辺から流入してくる微粒子によって詰まる恐れがある場合は、 D_{15} (碎石)/ D_{85} (試験孔周辺の土)が5未満であることを確認することが望ましい。ここに、 D_{15} 、 D_{85} はそれぞれ、粒径加積曲線において通過質量百分率の15%、85%に相当する粒径である。

5.2.2 測定用パイプを用いる方法

測定用パイプを用いる方法は、次による。

- a) 試験を実施するために必要な孔径で試験を実施する深さまで試験孔を削孔する。削孔には削孔用具を用いる。
 b) 試験孔内に測定用パイプを挿入する。
 c) 試験面を水で洗浄し、試験面の鏡面化している部分を十分に除去する。

5.2.3 パッカーを用いる方法

パッカーを用いる方法は、次による。

- a) 試験孔の位置を選定する。
 b) 試験を実施するために必要な孔径で試験を実施する深さまで試験孔を削孔する。削孔には削孔用具を用いる。
 c) 試験面を整形する。

注記 試験面に鏡面化や緩みなどの乱れがないか目視又はカメラで確認することが望ましい。試験面が鏡面化している場合及び緩みなどの乱れが生じている場合には、鋼製ブラシで試験

面をかき乱すことが望ましい。

- d) 試験孔の深さと孔径を測定する。
- e) 試験を実施する深さの上端に位置するようにパッカーを挿入する。
- f) パッカーを加圧する。

6 試験方法

試験方法は、次による。

- a) 定水位浸潤装置を用いて、試験面に一定の浸潤水頭 h (m)を与えて浸潤を開始する。測定用パイプを用いる方法では、**附属書 B**の**図 B.5**に示すように、測定用パイプ内の水位がストレーナ区間に位置するように浸潤水頭を与える。

注記 1 本基準において、浸潤水頭とは、浸潤のために試験面に負荷する水の圧力を水頭として表したものを指す。

- b) 浸潤開始後は、所定の時間間隔毎に浸潤流量を測定し、時間とともに記録する。

注記 2 タンクの水位低下量から浸潤流量を算出できる定水位浸潤装置を用いた場合には、所定の時間間隔の代わりに、所定の水位低下量毎に浸潤流量を測定することができる。また、浸潤流量の代わりに、タンク内の水位もしくは質量を測定し、結果の整理の段階で浸潤流量を算出してもよい。

注記 3 浸潤開始直後は、短い時間間隔で浸潤流量を測定し、徐々に時間間隔を延ばしてもよい。

- c) 浸潤流量が、おおむね一定になったと判断した時点で、定常浸潤流量 Q_s (m³/s)を記録して、浸潤及び測定を終了する。

注記 4 浸潤流量の代わりに、タンク内の水位を測定した場合は、時間間隔における水位低下量、または水位低下に要する時間が概ね一定になった時点で浸潤及び測定を終了してもよい。

- d) 負圧で浸潤させる方法では、一旦給水を停止し、浸潤水頭を変更した後に、a)～c)の作業を繰り返して実施する。与えた浸潤水頭 h_i (m)に対する定常浸潤流量を Q_{si} (m³/s)と表す。ここに、 h_i (m)は i 段階目の浸潤水頭、 Q_{si} (m³/s)は i 段階目の定常浸潤流量を表す。

注記 5 浸潤水頭は、3 段階又はそれ以上が望ましい。

- e) 試験に用いた水の温度を測定する。
- f) 試験後は、それぞれ次の方法による。

1) 負圧で浸潤させる方法

給水ディスクを取り除いた後、試験面における浸透が面的に均質であったかどうかを確認するために、写真を撮影する。

注記 6 直径に沿って鉛直の断面を作成し、給水ディスクからの浸潤が想定しているような球根型のものであるかどうかを確認することが望ましい。

注記 7 体積含水率、乾燥密度等物理特性を測定するために乱れの少ない試料を採取することが望ましい。

2) 正圧で浸潤させる方法

注記 8 試験終了後に、浸潤用円筒直下あるいはオーガー孔周縁を掘削し、浸潤に影響を及ぼす水みちや大きな空隙、あるいは大きな礫などの有無を確認することが望ましい。

3) 試験孔全体を用いる方法

碎石を用いた場合には、碎石を完全に除去する。試験後の試験孔の深さと孔径を測定し、試験前

の孔径が保たれていることを確認する。その後、試験孔を適切に閉塞する。再試験を行う場合で、試験面に細粒分が付着している場合には、鋼製ブラシで試験面から細粒分を掻き取る。

4) 測定用パイプを用いる方法

測定用パイプを抜いた後、試験孔を適切に閉塞する。

5) パッカーを用いる方法

引き上げたパッカーの湿り具合から試験区間の長さ l (m) を測定する。その後、試験孔を適切に閉塞する。通常は、**附属書 B** の **図 B.6** に示すように、パッカー下端から孔底までの長さを測定して、試験区間の長さとする。しかし、引き上げたパッカーの湿り具合から、試験中の水位がパッカーの途中に位置すると判断した場合には、その位置から孔底までの長さを測定して、試験区間の長さ l (m) とする。

7 結果の整理

結果の解析方法を**附属書 A**に示す。

8 報告事項

次の事項を報告する。

a) 位置及び地盤高

注記 1 地盤高として標高を報告することが望ましい。

b) 試験日時及び天候

c) 試験方法

用いた試験方法を、負圧で浸潤させる方法、正圧で浸潤させる方法、試験孔全体を用いる方法、測定用パイプを用いる方法、パッカーを用いる方法から選択して報告する。

d) 定水位浸潤装置の構造

e) 浸潤水頭

f) 浸潤流量の測定記録

g) 定常浸潤流量

h) 現場飽和透水係数

i) 試験に用いた水の温度

j) この基準と部分的に異なる方法を用いた場合には、その内容

k) その他特記すべき事項

負圧で浸潤させた場合は、a)~k)に加えて以下の内容を報告する。

l) 給水ディスクの半径

m) 試験後に撮影した写真

正圧で浸潤させた場合は、a)~k)に加えて以下の内容を報告する。

n) 浸潤用円筒の半径

オーガー孔で実施した場合は、オーガー孔の半径を報告する。

p) 浸潤用円筒の貫入深さ

オーガー孔で実施した場合は、オーガー孔の深さを報告する。

p) 土の種類に応じて設定される土壌パラメータと浸潤用円筒の半径と貫入深さから算定される形状係数

オーガー孔で実施した場合は、土の種類に応じて設定される土壌パラメータと浸潤水頭から算定さ

れる形状係数を報告する。

試験孔全体を用いる方法で実施した場合には、a)~k)に加えて以下の内容を報告する。

q) 試験前の試験孔の深さ及び孔径

r) 試験後の試験孔の深さ及び孔径

測定用パイプを用いる方法で実施した場合には、a)~k)に加えて以下の内容を報告する。

s) 試験孔の深さ及び孔径

パッカーを用いる方法で実施した場合には、a)~k)に加えて以下の内容を報告する。

t) 試験孔の深さ及び孔径

u) 試験区間の長さ

注記 2 試験区間の長さのほかに、パッカー区間の深さを報告することが望ましい。

附属書 A (規定) 結果の解析方法

A.1 地表面で実施する場合の負圧で浸潤させる方法による現場飽和透水係数の算定

現場飽和透水係数 k_{fs} (m/s) の算定は、次による。

- a) 片対数グラフの常用対数目盛（縦軸）に各段階の定常浸潤流量 Q_{si} (m³/s) を、算術目盛（横軸）に各段階の浸潤水頭 h_i (m) をとり、**附属書 B** の **図 B.7** に示すように $h - \log_{10}(Q_s)$ 図を作成する。
- b) 作成した $h - \log_{10}(Q_s)$ 図の直線部分の勾配 a (1/m) と縦軸との切片 b (m³/s) を求める。
- c) 現場飽和透水係数 k_{fs} (m/s) を次式で算定する。

$$k_{fs} = \frac{2.3b}{\pi r_0^2 + \frac{4r_0}{a}}$$

ここに、 r_0 : 給水ディスクの半径(m)

注記 $h - \log_{10}(Q_s)$ 図の縦軸との切片 b (m³/s) は、浸潤水頭がゼロのときの浸潤流量を意味する。

A.2 地表面で実施する場合の正圧で浸潤させる方法による現場飽和透水係数の算定

現場飽和透水係数 k_{fs} (m/s) を次式で算定する。

$$k_{fs} = \frac{\alpha G Q_s}{r_0 \alpha h + r_0 + G \alpha \pi r_0^2}$$

ここに、 Q_s : 定常浸潤流量(m³/s)

h : 浸潤水頭(m)

r_0 : 浸潤用円筒の半径(m)

α : 土の種類に応じて設定される土壌パラメータ(m⁻¹)であり、**附属書 B** の **表 B.1** に例を示す。

G : 浸潤用円筒の半径 r_0 (m) と貫入深さ d (m) から次式により算定される形状係数

$$G = 0.316 \left(\frac{d}{r_0} \right) + 0.184$$

オーガー孔で実施した場合には、次式を用いる。

$$k_{fs} = \frac{C Q_s}{2\pi h^2 + C \pi r_0^2 + 2\pi h / \alpha}$$

ここに、 Q_s : 定常浸潤流量(m³/s)

h : 浸潤水頭(m)

r_0 : オーガー孔の半径(m)

α : 土の種類に応じて設定される土壌パラメータ(m⁻¹)であり、**附属書 B** の **表 B.1** に例を示す。

C : オーガー孔の壁面と底面からの浸潤を考慮するための形状係数

$$C = b_0 + b_1 \cdot \sqrt{h/r_0} + b_2 \cdot \left(\sqrt{h/r_0} \right)^2 + b_3 \cdot \left(\sqrt{h/r_0} \right)^3 + b_4 \cdot \left(\sqrt{h/r_0} \right)^4$$

ここに、 $b_0 \sim b_4$: 上式に与える係数であり、**附属書 B** の **表 B.2** に例を示す。

A.3 試験孔で実施する場合の試験孔全体を用いる方法および測定用パイプを用いる方法による現場飽和透水係数の算定

地下水面が試験孔の孔底よりも十分に深い位置にあり、浸潤流量が地下水面の影響を受けない条件においては、現場飽和透水係数 k_{fs} (m/s) を次式で算定する。

$$k_{fs} = \frac{Q_s}{2\pi h^2} \left[\log_e \left[\frac{h}{r_0} + \left\{ \left(\frac{h}{r_0} \right)^2 + 1 \right\}^{1/2} \right] - \left\{ \left(\frac{r_0}{h} \right)^2 + 1 \right\}^{1/2} + \left(\frac{r_0}{h} \right) \right]$$

ここに、 Q_s : 定常浸潤流量(m³/s)

h : 浸潤水頭 (試験孔内水深) (m)

r_0 : 試験孔の半径(m)

A.4 試験孔で実施する場合のパッカーを用いる方法による現場飽和透水係数の算定

地下水面が試験孔の孔底よりも十分に深い位置にあり、浸潤流量が地下水面の影響を受けない条件においては、現場飽和透水係数 k_{fs} (m/s) を次式で算定する。

$$k_{fs} = \frac{Q_s}{4\pi(hl - l^2/2)} \left[\log_e \left[\frac{l}{r_0} + \left\{ \left(\frac{l}{r_0} \right)^2 + 1 \right\}^{1/2} \right] - \left\{ \left(\frac{r_0}{h} \right)^2 + \left(\frac{l}{h} \right)^2 \right\}^{1/2} + \left(\frac{r_0}{h} \right) \right]$$

ここに、 Q_s : 定常浸潤流量(m³/s)

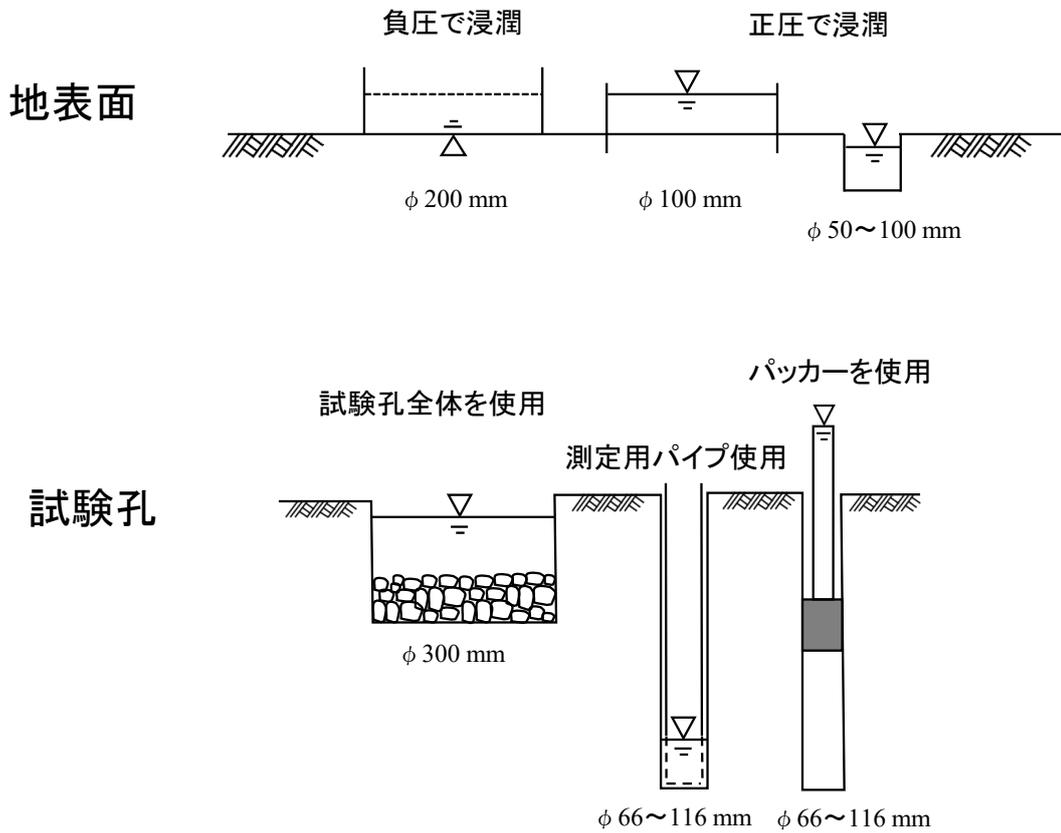
h : 浸潤水頭 (試験孔内水深) (m)

r_0 : 試験孔の半径(m)

l : 試験区間の長さ(m)

附属書 B
(参考)
定水位浸潤装置及び試験結果整理の例

B.1 地表面で実施する場合と試験孔で実施する場合の試験方法の例

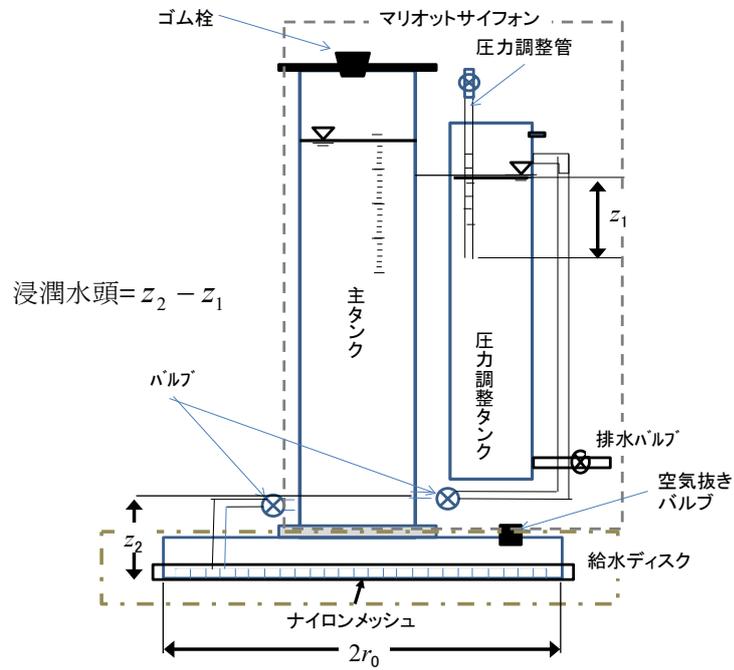


注記 図中の数値は、試験面の直径の例を参考として示している。

図 B.1—地表面で実施する場合と試験孔で実施する場合の試験方法の例

B.2 地表面で実施する場合の試験装置の例

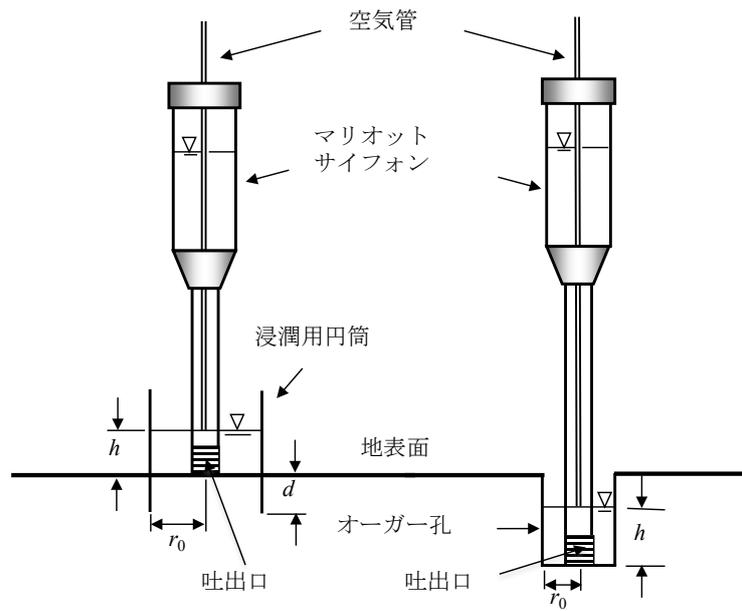
図 B.2～図 B.3 に地表面で実施する場合の定水位浸潤装置の例を示す。



注記 1 図中の $z_2 - z_1$ が試験面における浸潤水頭である。

注記 2 給水ディスクとは、下面に沢山の小孔が開いている中空の円盤を浸潤水頭程度の負圧では空気が入らない細かい目開き(5～20 μm 程度)のナイロンメッシュで覆ったものである。

図 B.2—地表面で実施する場合の定水位浸潤装置の例（負圧で浸潤させる方法）



注記 3 浸潤用円筒とは、任意の水位を試験面上に維持して、浸潤させるための円筒である。

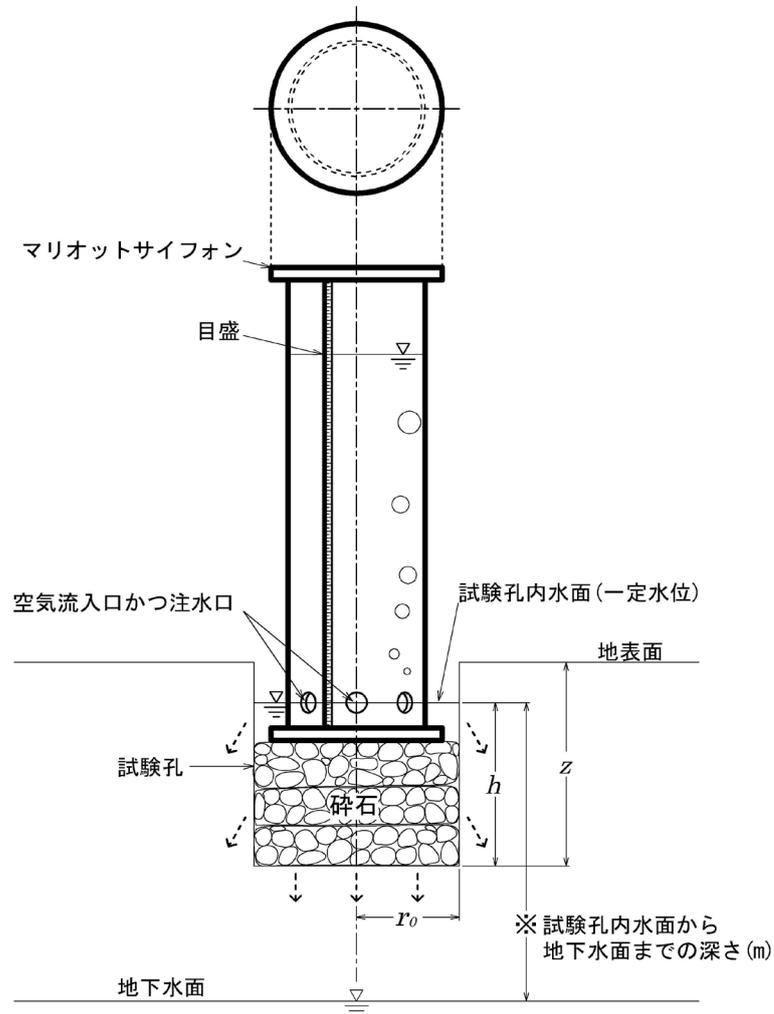
注記 4 浸潤用円筒を用いる場合には、マリオットサイフォン内の空気管を浸潤水頭 h (m) に相当する高さに固定して、吐出口から浸潤用円筒内に定水位で給水している。

注記 5 オーガー孔を用いる場合には、マリオットサイフォン内の空気管を浸潤水頭 h (m) に相当する高さに固定して、吐出口からオーガー孔内に定水位で給水している。

図 B.3—地表面で実施する場合の定水位浸潤装置の例（正圧で浸潤させる方法）

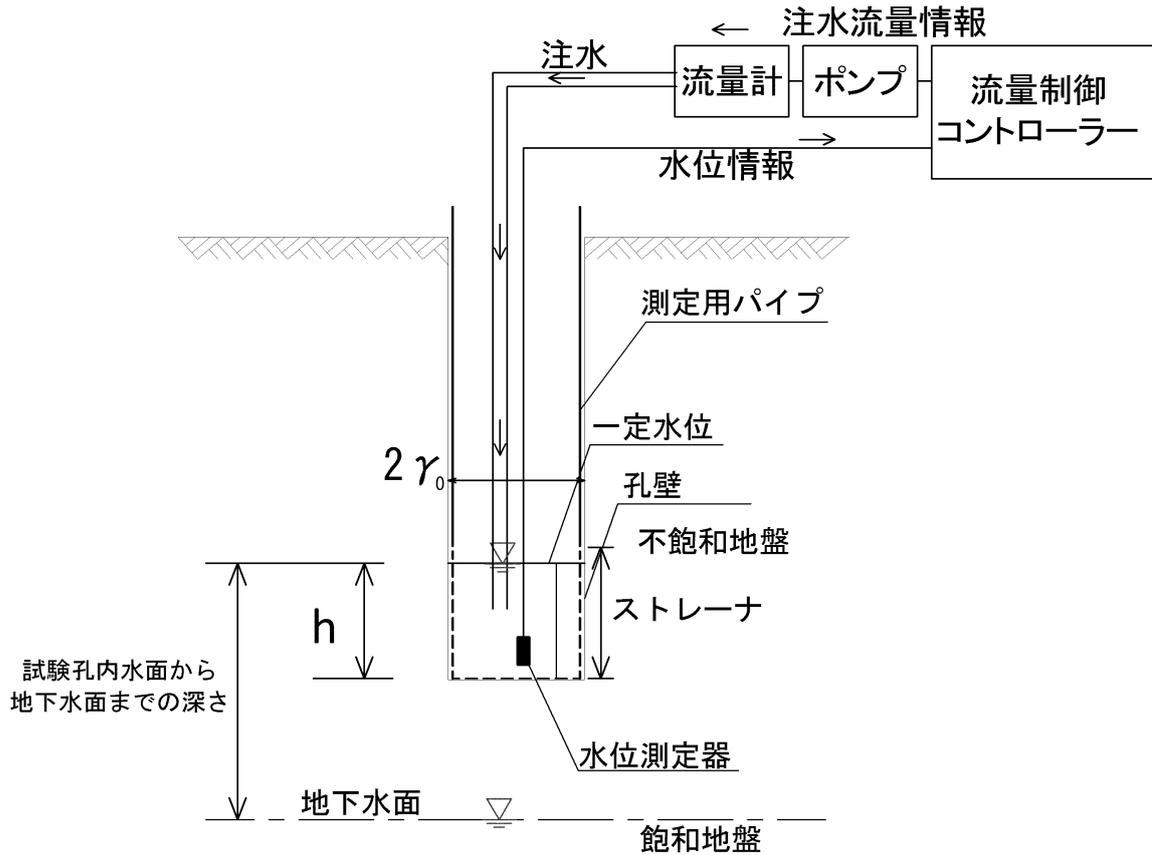
B.3 試験孔で実施する場合の定水位浸潤装置の例

図 B.4～図 B.6 に試験孔で実施する場合の定水位浸潤装置の例を示す。



注記 1 図中のマリオットサイフォンは、透明な円筒容器に複数個の空気流入口かつ注水口を設けた装置である。

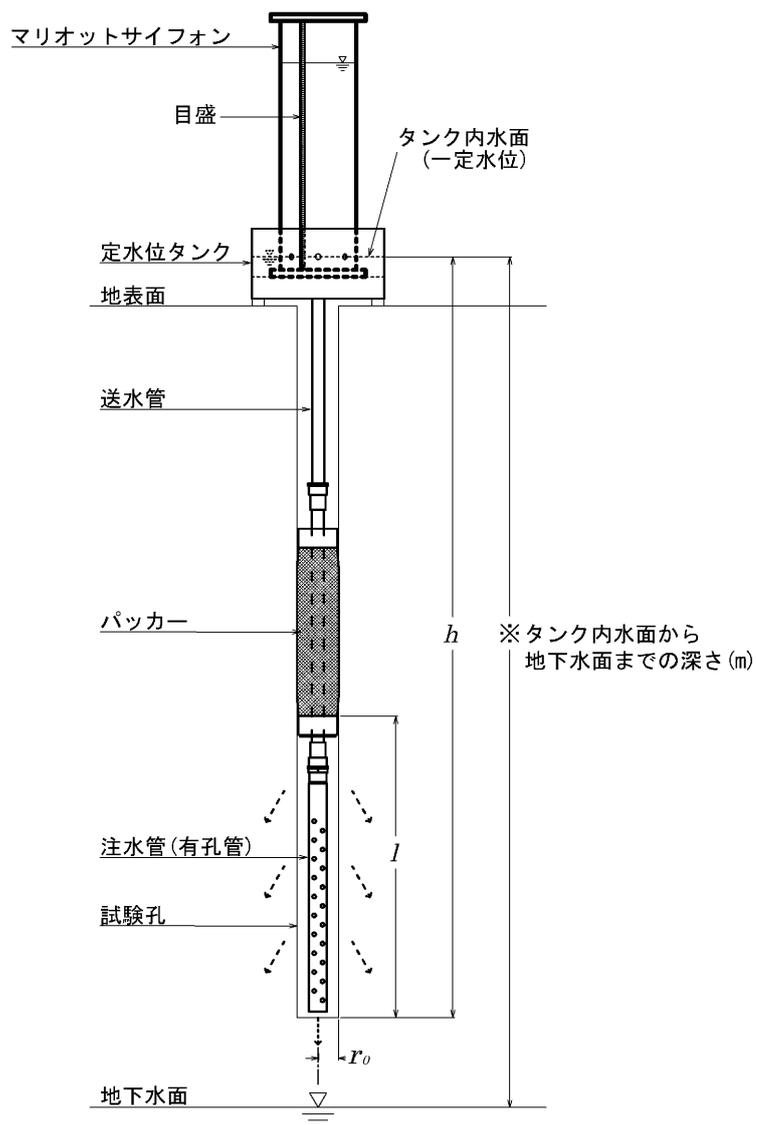
図 B.4—試験孔で実施する場合の定水位浸潤装置の例 (試験孔全体を用いる方法)



注記 2 測定用パイプとは、試験孔の側面と底面に注水可能なストレーナを設けたパイプである。

注記 3 流量制御コントローラーとは、測定用パイプ内の水位を一定に保つために、ポンプを制御するための機器である。

図 B.5—試験孔で実施する場合の定水位浸潤装置の例（測定用パイプを用いる方法）



注記 4 図中のマリオットサイフォンは、透明な円筒容器に複数個の空気流入口かつ注水口を設けた装置である。

図 B.6—試験孔で実施する場合の定水位浸潤装置の例 (パッカーを用いる方法)

B.4 $h - \log_{10}(Q_s)$ 図

図 B.7 に、負圧で浸潤させる方法の結果の整理で用いる $h - \log_{10}(Q_s)$ 図の例を示す。

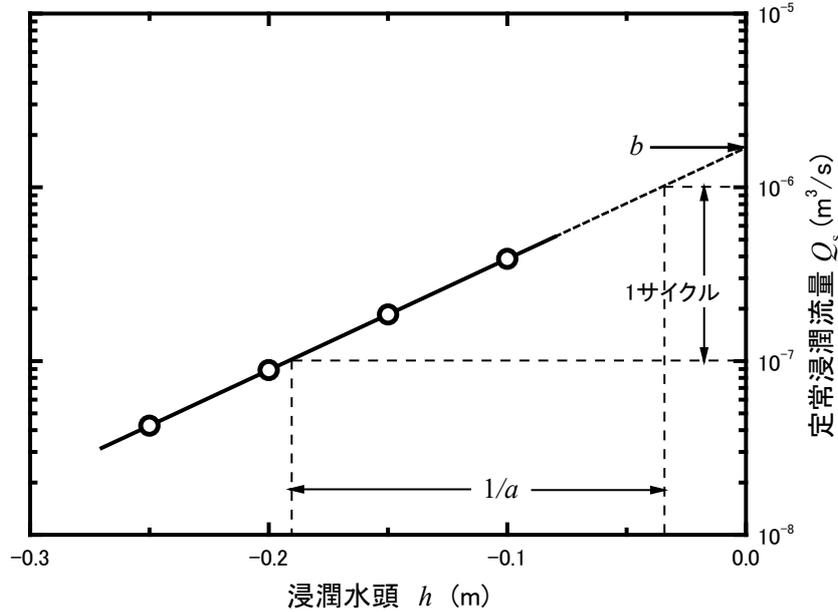


図 B.7- $h - \log_{10}(Q_s)$ 図の例 (負圧で浸潤させる方法)

B.5 土の種類に応じて設定される土壌パラメータ

表 B.1 に、正圧で浸潤させる方法の結果の整理で用いる、土の種類に応じて設定される土壌パラメータ α (m^{-1}) の推奨値の例を示す。

表 B.1- 土の種類に応じて設定される土壌パラメータ α (m^{-1}) の推奨値の例

埋立て被覆材やライナーなどの締固められた構造のない粘性材料，湖成または海成堆積土	1
細粒組織（粘性）で非構造的な土	4
非構造的な材料と細砂を含む，粘土からロームまでのたいていの土，および一般の土の最初の選択値	12
粗砂と礫質砂，および大きな亀裂やマクロポアをもつ高度に構造化された土も含む	36

B.6 オーガー孔の壁面と底面からの浸潤を考慮するための形状係数

表 B.2 に、オーガー孔の壁面と底面からの浸潤を考慮するための形状係数 C を与える式の係数の例を示す。

表 B.2- オーガー孔の壁面と底面からの浸潤を考慮するための形状係数 C を与える式の係数の例

土	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4
粘性土	-0.0069	0.2124	0.5542	-0.2137	0.0260
ローム	-0.0039	0.1989	0.5760	-0.2100	0.0259
砂	-0.0055	0.2550	0.4735	-0.1447	0.0150

JGS1319「地下水面より上の地盤を対象とした透水試験方法」改定新旧対照表

No.	番号	現行基準	改定案	改定理由
1	2		JIS A 0207 地盤工学用語	新規規格制定のため。
2	3	この基準で用いる主な用語及び定義は、次による。	この基準で用いる主な用語及び定義は、次によるほか、JIS A 0207 による。	
3	3	3.1 地下水面より上の地盤を対象とした透水試験方法 地下水面より上の地盤を浸潤により現場飽和状態にして、現場飽和透水係数を求める試験方法。附属書Bの図B.1に示すように、地表面で実施する場合と試験孔で実施する場合があります、前者には負圧で浸潤させる方法、正圧で浸潤させる方法、後者には、試験孔全体を用いる方法、測定用パイプを用いる方法、パッカーを用いる方法の5種類がある。主として、地表面からの浸潤を対象とする場合には地表面で実施し、水平方向の浸潤を対象とする場合には試験孔で実施する。	削除	試験法のタイトルであり、用語として本文でも引用されていないため。
4	4 5	「掘削」	「削孔」	JIS A 0207 地盤工学用語における「掘削」の定義と異なるため。
5	5.2.1 e)	JIS A 5005 に規定される砕石1505（粒径 20～5mm）程度のもの。	JIS A 5005 に規定される砕石で粒径 20～5mm 程度のもの。	砕石 1505 は取扱いがない地域があり、より汎用性の高い表記が必要なため。

以上