

地盤のプレボーリング低圧プレッシャーメータ 試験方法

Method for prebored low pressure pressuremeter test of the ground

1 適用範囲

この基準は、ボーリング孔において孔壁面を一様な圧力で載荷することによって、地盤の変形係数、降伏圧力及び極限圧力を求める方法について規定する。ボーリング孔壁面が滑らかでかつ自立する土質地盤を対象とする。

2 引用規格・基準

次に掲げる規格及び基準は、この基準に引用されることによって、その一部又は全部がこの基準の要求事項を構成している。これらの引用規格及び基準は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS A 0207 地盤工学用語

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

プレッシャーメータ試験

試験孔の孔壁面に対して垂直方向に載荷し、そのときの有効孔壁圧力及び孔壁面の変位量から、地盤の変形係数、降伏圧力、極限圧力を求める試験

3.2

孔壁圧力

加圧部がゴムチューブを介して孔壁に加える載荷圧力

3.3

有効孔壁圧力

孔壁圧力から、試験深さにおける孔内の流体圧力を減じた値

3.4

変形係数, E

有効孔壁圧力と孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量との関係における直線部の勾配を用いて地盤の剛性を表す値として算出したもの

3.5

降伏圧力, p_y

有効孔壁圧力と孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量との関係において勾配が急変するときの有効

孔壁圧力

3.6

極限圧力, p_l

地盤が耐え得る最大の有効孔壁圧力

3.7

試験深さ

地表からプローブ中央までの深さ

3.8

クリープ量

載荷時の各有効孔壁圧力段階の測定時間1分及び30秒に対応する孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量の差

4 試験装置

4.1 試験装置の構成

プレッシャーメータ試験機は、孔壁面を加圧するプローブ、孔壁圧力及び変位量の制御・測定部、圧力発生装置及びこれらを接続するホース・ケーブル類から構成される。装置の基本構成を図1に示す。

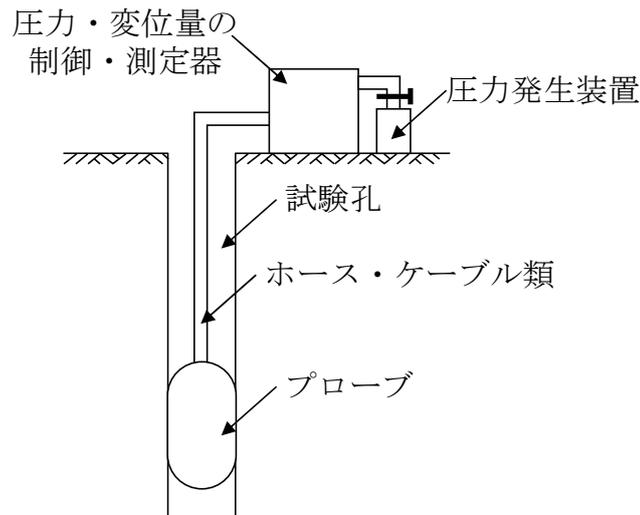


図1-プレッシャーメータ試験装置基本構成図

4.2 プローブ

プローブは、1室のゴムチューブ製の測定用セルで構成される1室型及びゴムチューブ製の測定用メインセル及び上下のガードセルから構成される3室型の2種類がある。プローブは、計測区間を平面ひずみ状態とみなせる十分な長さとし、直径の6倍以上とする。プローブの例を図2に示す。

単位 mm

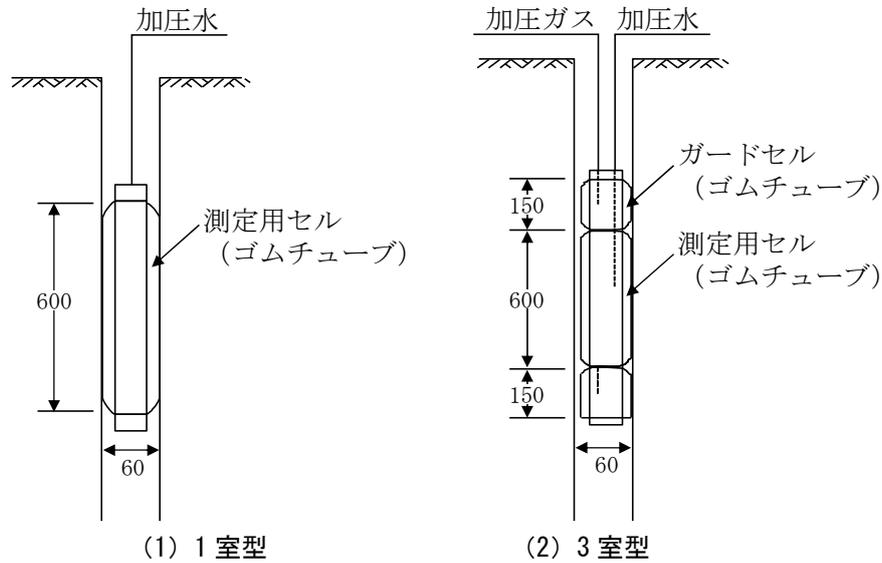


図 2—プローブの例

4.3 孔壁圧力の制御及び測定器

孔壁圧力の測定は圧力計で行う。孔壁圧力の制御は次の条件を満たすものとする。

- a) 1 室型の場合は加圧コックの開閉などを利用して圧力発生部からの孔壁圧力を制御する能力があるもの。
- b) 3 室型の場合は減圧制御弁を用い、メインセルとガードセルとの圧力差は自動制御弁によって一定に保持されるもの。

4.4 変位量の測定

- a) 変位量の測定は次の 2 種類がある。
 - 1) 変位量測定用の容積計によって測定用セルの容積変化を測定し、変位量を算定する。
 - 2) 測定用セルに設置した変位計によって直径の変化を測定し、変位量を算定する。
- b) 変位量の測定精度は 1/10 mm 以下のものとする。

4.5 圧力発生部

高圧ガスボンベやポンプなど、規定の範囲の孔壁圧力を供給する能力があるもの。

4.6 ホース・ケーブル類

- a) ホースは加圧に対する膨張量の少ないものを用い、圧力発生部からプローブまで圧力の伝達ロスが生じないように十分な断面を有するものとする。
- b) ケーブル類は耐圧・耐水性能が十分に高いものとする。

5 試験方法

5.1 試験孔の掘削

試験孔の径はプローブ径とほぼ同じ大きさに仕上げるものとし、乱れの少ない平滑な孔壁面に仕上げる。試験孔を掘削した後、試験は速やかに実施しなければならない。

5.2 プローブ及びホースの気泡の除去

プローブ及びその地上測定部をつなぐホース中の気泡は測定前に除去しておく。

5.3 キャリブレーション

5.3.1 一般事項

キャリブレーションは、孔壁圧力の計測値に対するゴムチューブの張力補正及び孔壁面の変位量の計測値に対する補正がある。ゴムチューブの張力補正は一連の試験に先立って、また、ゴムチューブを交換した場合にも実施する。孔壁面の変位量の計測値に対する補正は必要に応じて実施する。

キャリブレーション時の圧力増分、保持時間は本試験に対応させて設定する。

5.3.2 キャリブレーションの方法

キャリブレーションの方法は次による。

- a) 孔壁圧力の計測値に対するゴムチューブの張力補正
 - 1) プローブゴムチューブを空气中又は水中で最大測定範囲まで3回以上膨張させた後に、キャリブレーションを行う。
 - 2) ゴムチューブの張力補正を各変位量又はプローブの体積変化量に対して実施し、補正量を求めておく。
- b) 孔壁面の変位量の計測値に対する補正
 - 1) プローブの体積変化量を測定する場合、各圧力に対するプローブ系の体積変化補正を実施し、補正量を求めておく。プローブの外径にほぼ等しい内径をもつ硬い厚肉円筒中にプローブを入れ、プローブを加圧する。厚肉円筒の変形を場合は、プローブ系の体積変化量が求める体積補正量となる。
 - 2) 測定用セルに設置した変位計により変位量を求める場合には、十分な剛性を持つパイプ中でプローブの外径を拘束した状態で加圧するキャリブレーションを行い、載荷圧力の変化に対する内径変化として求める。

5.4 試験箇所

5.4.1 試験箇所の選定

試験の目的や数量、地盤の状況を考慮して試験箇所を選定する。

5.4.2 試験箇所の間隔

試験箇所の間隔は隣接する試験箇所の載荷の影響がないように、試験深さの最小間隔をプローブ長の1.5倍以上とする。

5.4.3 試験箇所の深度

試験箇所は試験孔口から0.75 m以上、又はプローブの上端が試験孔口から0.5 m以上の深さなるように設置する。

5.5 プローブの設置

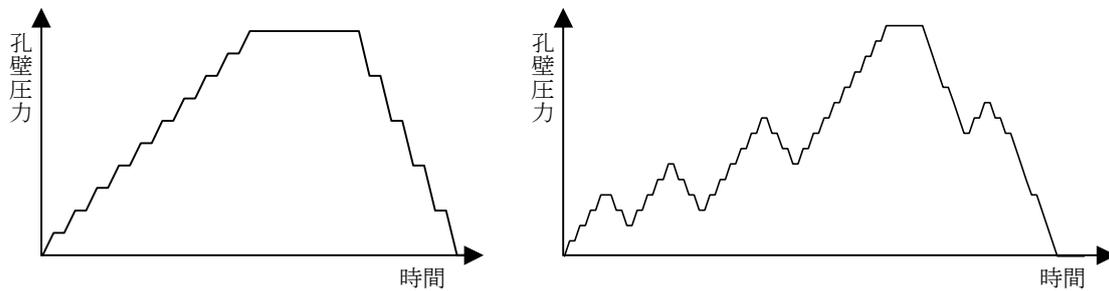
挿入前にプローブをゴムチューブのたるみのない状態で地表面に置き、容積計又は変位計、圧力計などの値を記録し、これを初期値とする。プローブを試験孔中に挿入し、測定深さに達した後、容積計又は変位計、圧力計などの値を記録する。

5.6 載荷及び測定

載荷及び測定の方法は次による。

- a) プローブを段階的に加圧する。孔壁圧力増分は予想最大加圧力の1/10以下とする。載荷パターンの例を図3に示す。必要に応じて、単調載荷の中に、除荷・再載荷のループを含めた繰返し載荷を行う。
- b) 各孔壁圧力段階で一定孔壁圧力を一定時間保持し、孔壁圧力及び変位量を測定する。測定間隔は加圧後15秒、30秒、1分とする。孔壁圧力保持時間は1分間を標準とし、試験位置が深い場合や孔壁圧力が一定値に落ち着くまでに時間を要する場合には、孔壁圧力保持時間を2分間に延長してもよい。

c) クリープ特性を対象とする場合は、孔壁圧力保持時間を長時間とする。



(1) 段階的な単調載荷

(2) 段階的な繰返し載荷

図3—載荷パターンの例

5.7 試験の終了

極限圧力 p_l が測定できればその時点で試験を終了する。極限圧力が確認できない場合にはプローブゴムチューブの破断圧力に達する前に試験を終了する。

5.8 プローブの回収

一連の載荷試験が終了した後、加圧力を開放し、プローブに注水した水を元の状態に戻し、プローブを回収する。プローブを回収した時にゴムチューブに異常がないかどうかを観察・点検する。

6 試験結果の整理

6.1 有効孔壁圧力の算出

有効孔壁圧力 p' は、各孔壁圧力段階で加圧 1 分後に対応する孔壁圧力に基づいて、張力補正などを考慮した孔壁面に作用する全孔壁圧力からプローブの深さでの静（泥）水圧を引いた値とする。

6.2 孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量及びクリープ量の算出

初期値からの孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量を求める。各有効孔壁圧力段階におけるクリープ量を測定時間 1 分及び 30 秒に対応する孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量から求める。

6.3 有効孔壁圧力と孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量との関係図の作成

有効孔壁圧力と孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量との関係図及び有効孔壁圧力とクリープ量との関係図を作成する。有効孔壁圧力と孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量との関係図及び有効孔壁圧力とクリープ量関係図の例を図 4 に示す。

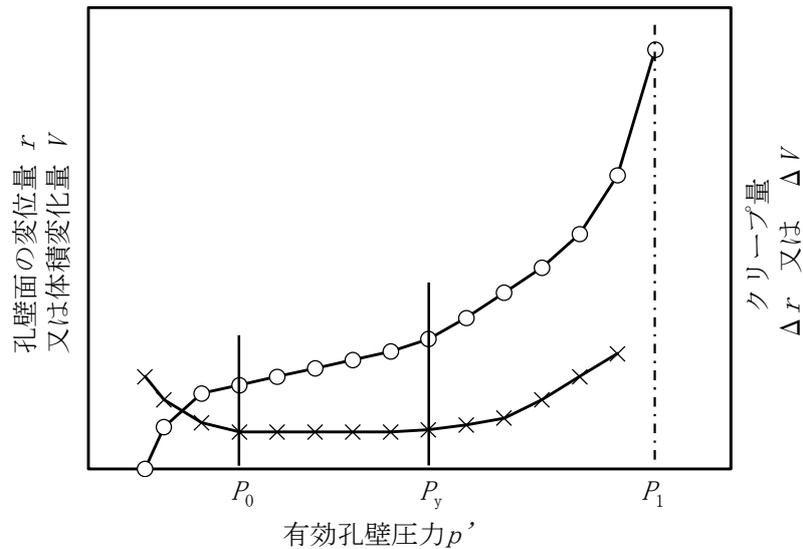


図 4—有効孔壁圧力と孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量との関係，及び有効孔壁圧力とクリープ量との関係の例

6.4 初期圧力の算出

有効孔壁圧力とクリープ量との関係においてクリープ量が一定値に落ち着き始めたときの有効孔壁圧力を初期圧力 p_0 とする。

6.5 降伏圧力の算出

有効孔壁圧力とクリープ量との関係においてクリープ量が一定値から増加し始めたときの有効孔壁圧力を降伏圧力 p_y とする。

6.6 極限圧力の算出

一加圧段階において変位が急激に進行するときの有効孔壁圧力を極限圧力 p_1 とする。便宜的にある限界注入量を定めてその時点の有効孔壁圧力から求めることがある。

6.7 変形係数の算出

有効孔壁圧力と孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量との関係における p_0 と p_y 間の直線部の勾配から変形係数を式(1) 又は式(2)で算定する。繰返し載荷過程から変形係数を算定する場合は、除荷—再載荷曲線のループの割線の勾配を利用する。

ポアソン比は地盤に応じて適切に定める。なお、ポアソン比は 0.3 とすることが多い。

a) 1 室型の場合

$$E = (1 + \nu) r_m \frac{\Delta p'}{\Delta r} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、

- E : 変形係数(kN/m²)
- ν : ポアソン比
- $\Delta p'$: 有効孔壁圧力と孔壁面の変位量との関係の直線部分における有効孔壁圧力増分 (kN/m²)
- Δr : $\Delta p'$ に対応する変位量の増分 (m)
- r_m : $\Delta p'/\Delta r$ 算定区間の中間における半径 (m)

b) 3 室型の場合

$$E = 2(1+\nu)(V_c + V_m) \frac{\Delta p'}{\Delta V} \dots\dots\dots (2)$$

- ここで、
- V_c : 無加圧時のメインセルの体積 (m³)
 - $\Delta p'/\Delta V$: 有効孔壁圧力とプローブの体積変化量との関係の直線部分の勾配 (kN/m²/m³)
 - V_m : $\Delta p'/\Delta V$ 算定区間の中間に対応する注入量 (m³)

7 報告事項

試験結果について、次の事項を報告する。

- a) 地点番号及び位置
- b) 試験深さ、試験孔径及び孔内水位
- c) 試験日時
- d) プローブの種類、直径及び高さ
- e) 孔壁圧力増分及び各測定時間における孔壁面の変位量又は体積変化量
- f) 試験結果

有効孔壁圧力と孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量との関係図及び有効孔壁圧力とクリープ量との関係図及びこれらより得られる地盤の初期圧力、降伏圧力、極限圧力及び変形係数。変形係数を求める際に仮定したポアソン比の値。

- g) キャリブレーション試験結果
- h) 本基準と部分的に異なる試験方法を用いた場合には、その内容
- i) その他特記すべき事項

地盤工学会基準 (JGS) の改正について

地盤工学会基準部

地盤のプレボーリング低圧プレッシャーメータ試験方法(JGS 1531)

項目	改正案	現行基準	備考
1 適用範囲	この基準は、ボーリング孔において孔壁面を一律な圧力で載荷することによって、地盤の変形係数、降伏圧力及び極限圧力を求める方法について規定する。ボーリング孔壁面が滑らかでかつ自立する土質地盤を対象とする。	この基準は、ボーリング孔において孔壁面を一律な圧力で載荷することによって、指標値としての地盤の変形係数、降伏圧力及び極限圧力を求める方法について規定する。ボーリング孔壁面が滑らかでかつ自立する地盤を対象とする。	・試験対象をボーリング孔壁面が自立する土質地盤を対象とし、低圧力で載荷する試験を適用範囲とした。
2 引用規格	次に掲げる規格及び基準は、この基準に引用されることによって、その一部又は全部がこの基準の要求事項を構成している。これらの引用規格及び基準は、その最新版(追補を含む。)を適用する。 JIS A0207 地盤工学用語	なし	・必要な規格(JIS A 0207 地盤工学用語)を追記した。
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 A0207 による。 3.1 プレッシャーメータ試験 試験孔の孔壁面に対して垂直方向に載荷し、そのときの有効孔壁圧力及び孔壁面の変位量から、地盤の変形係数、降伏圧力、極限圧力を求める試験	この基準で用いる主な用語及び定義は、次による。 3.1 地盤の指標値を求めるためのプレッシャーメータ試験 試験孔の孔壁面に対して垂直方向に載荷し、そのときの有効孔壁圧力と孔壁面の変位量から、地盤の指標値としての変形係数、降伏圧力、極限圧力を求める試験。	・JIS A 0207 地盤工学用語を引用した。 ・3.2 以降変更なし
4.4 変位量の測定	a)変位量の測定は次の2種類がある。 1)変位量測定用の容積計によって測定用セルの容積変化を測定し、変位量を算定する。 2)測定用セルに設置した変位計によって直径の変化を測定し、変位量を算定する。 b)変位量の測定精度は1/10 mm以下のものとする。	a)変位量の測定は次の2種類がある。 1)変位量測定用の容積計によって測定用セルの容積変化を測定し、変位量を算定する。 2)測定用セルに設置した変位計によって直径の変化を測定し、変位量を算定する。 b)変位量の測定精度は1/10 mm よりもよいものとする。 注記 軟岩の場合は1/100 mm 程度、硬岩の場合1/1 000 mm 程度の測定精度が望ましい。	・軟岩、硬岩の記載を削除
5.1 試験孔の掘削	試験孔の径はプローブ径とほぼ同じ大きさに仕上げるものとし、乱れの少ない平滑な孔壁面に仕上げる。試験孔を掘削した後、試験は速やかに実施しなければならない。	試験孔の径はプローブ径とほぼ同じ大きさに仕上げるものとし、乱れの少ない平滑な孔壁面に仕上げる。試験孔を掘削した後、試験は速やかに実施しなければならない。 注記 硬質土や岩盤では試験数回分までの先行掘削を行った後、試験を実施してもよい。	・軟岩、硬岩の記載を削除
5.6 載荷及び測定	載荷及び測定の方法は次による。 a)プローブを段階的に加圧する。孔壁圧力増分は予想最大加圧力の 1/10 以下とする。載荷パターン例を図 3 に示す。必要に応じて、単調載荷の中に、除荷・再載荷のル	載荷及び測定の方法は次による。 a)プローブを段階的に加圧する。各孔壁圧力段階で一定孔壁圧力を一定時間保持し、孔壁圧力と変位量を測定する。測定間隔は加圧後 15 秒, 30 秒, 1分とする。孔壁圧力保	・載荷方法と測定間隔の記載が混在したため、整理して記載した

	<p>ープを含めた繰返し载荷を行う。</p> <p>b)各孔壁圧力段階で一定孔壁圧力を一定時間保持し、孔壁圧力及び変位量を測定する。測定間隔は加圧後 15 秒, 30 秒, 1 分とする。孔壁圧力保持時間は 1 分間を標準とし、試験位置が深い場合や孔壁圧力が一定値に落ち着くまでに時間を要する場合には、孔壁圧力保持時間を 2 分間に延長してもよい。</p> <p>c)クリープ特性を対象とする場合は、孔壁圧力保持時間を長時間とする。</p>	<p>持時間は1分間を標準とする。孔壁圧力増分は予想最大加圧力の1/10 以下とする。</p> <p>注記1 载荷パターンの例を図3に示す。必要に応じて、単調载荷の中に、除荷・再载荷のループを含めた繰返し载荷を行うことができる。</p> <p>注記2 試験位置が深い場合や孔壁圧力が一定値に落ち着くまでに時間を要する場合には、孔壁圧力保持時間を2分間に延長してもよい。</p> <p>注記3 クリープ特性を対象とする場合は、孔壁圧力保持時間を長時間とする。</p>	
<p>6.2 孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量及びクリープ量の算出</p>	<p>初期値からの孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量を求める。各有効孔壁圧力段階におけるクリープ量を測定時間 1 分及び 30 秒に対応する孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量から求める。</p>	<p>初期値からの孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量を求める。各有効孔壁圧力段階におけるクリープ量を孔壁圧力保持時間(1分又は2分)と測定時間1分と 30 秒に対応する孔壁面の変位量又はプローブの体積変化量から求める。</p>	<p>・孔壁圧力保持時間は 1 分間を標準としたため、「孔壁圧力保持時間(1分又は2分)」の記載を削除</p>