

【付帯条項】

4.1

- (1) 必要に応じて、供試体作製時の含水比 w_0 (%) を用いてもよい。その場合、4.1(3)の供試体間隙比 e_0 、飽和度 S_{r0} (%) はそれぞれ次式で算定する。

$$e_0 = \frac{\rho_s}{\rho_w} \times \frac{1 + \frac{w_0}{100}}{m_0} \times V_0 - 1$$

$$s_{r0} = \frac{w_0 \rho_s}{e_0 \rho_w}$$

4.2(1), 4.3(2)

内セルの水位変化で供試体の体積変化を測定する場合、体積変化量 ΔV (cm³) は、次式で算定する。

$$\Delta V = \Delta D_P \times (A - a) + \Delta D_G \times a$$

ここに、

ΔD_P : 内セルの水位変化量 (cm)

A : 内セルの水位測定部断面積 (cm²)

a : 載荷ピストンの断面積 (cm²)

ΔD_G : 供試体の軸変位量 (cm)

5. 報告事項

試験結果について次の事項を報告する。

- (1) 供試体の作製方法
- (2) 試験前の供試体の寸法、質量、含水比、間隙比、飽和度
- (3) 圧密過程の応力径路
- (4) 圧密過程の排水量、体積変化量および軸変位量と時間の関係
- (5) 軸圧縮過程のひずみ速度、排水条件、側圧条件
- (6) 主応力差・体積ひずみ—軸ひずみ関係および排水試験の場合は含水比—軸ひずみ関係、非排水試験の場合はサクシヨン—軸ひずみ関係
- (7) 供試体の破壊状況

- (8) 主応力差の最大値 $(\sigma_a - \sigma_r)_{\max}$ およびその時の基底応力 $\sigma_{r\text{net}}$ 、サクシヨン s_f
- (9) 基底応力に基づく主応力差の最大時のモール円およびサクシヨン s_f 関係
- (10) 圧縮強さ—サクシヨンおよび基底応力 $\sigma_{r\text{net}}$ 関係
- (11) 本基準と部分的に異なる方法を用いた場合は、その内容
- (12) その他特記すべき事項

【付帯条項】

5.

- (2) 測定した場合には、供試体の初期サクシヨンを報告する。
- (3) 圧密過程の応力径路は、間隙空気圧—セル圧関係、あるいはサクシヨン—平均基底応力関係により表示する。平均基底応力は次式で算定する。

$$p_{\text{net}} = \frac{\sigma_a + 2\sigma_r}{3} - u_a$$

ここに、 p_{net} : 平均基底応力。

- (4) 必要に応じて、以下の項目について報告する。
 - a. 間隙比、飽和度、含水比と時間の関係
 - b. 段階載荷を行った場合は、各段階終了時の間隙比、飽和度、含水比と平均基底応力との関係。
 - c. サクシヨンを変化させた場合の各段階終了時の間隙比、飽和度、含水比とサクシヨンの関係。飽和度、含水比とサクシヨンの関係は JGS T 151「土の保水性試験方法」と同じ意味をもつ。
- (9) 圧縮強さを縦軸に、基底応力を横軸にとって図示する。排水条件で軸圧縮時のサクシヨンが一定である場合には、サクシヨンごとにモール円を図示する。この時必要に応じて、モール円の包絡線から求めたせん断抵抗角 ϕ_{net} および縦軸切片 c_{net} を報告する。同図中に、排水条件の場合は設定したサクシヨンを、非排水条件の場合には主応力差最大値の時のサクシヨン s_f を表示する。

「JGS T 145 土の収縮定数試験方法」, 「JGS T 151 土の保水性試験方法」, 「JGS M 111 地盤材料の工学的分類方法」の一部改正案について

地盤工学会基準部

1. まえがき

標記の試験方法に関する地盤工学会基準（以下、基準という）は、1990年の改正あるいは制定以降、内容を変更することなく現在に至っているが、今般、計量法によるSIへの移行猶予期限（1999年9月30日）を考慮した単位のSI化、関連する規格・基準の改正・制定に伴う表記や用語の変更、その他軽微な変更事由により内容を見直す必要が生じたため、基準部、土質試験基準検討委員会およびこれに所属する物理試験・分類小委員会において見直しの検討を行った。よってここに改正案を提

案する。

「土の収縮定数試験方法」については、対応するJISの改正案が本号に全文公示されている。本試験方法のJISとJGSとは本質的な違いがないことから、JISとの相違点を説明する¹⁾。

上記の3試験方法のうち、「地盤材料の工学的分類方法」は比較的軽微な改正であり、変更点のみを対比表で示す。現行の基準の詳細については1995年11月に発行された「改正地盤工学会基準・同解説」を参考にされたい。

また、「土の保水性試験方法」は変更点が多く、対比

表のみでは理解しにくいために、その全文を提示する。

これらの改正案についてのご意見は、書面にて平成10年4月末日までに地盤工学会基準部宛にご提出いただきたい。提出いただいたご意見は関係委員会および基準部で検討し、改正基準は理事会において確定する。

2. 基準改正の経緯と概要

2.1 土の収縮定数試験方法

土の収縮定数試験方法の基準改正事由は、本号に掲載した「JIS A 1209 土の収縮定数試験方法」一部改正についてと同じであるので、これを参照していただきたい。

JGS 改正案では、JIS 改正素案との整合性を保つように現行基準から変更しており、基本的な内容は JIS 改正素案と同じであるが、様式や構成は地盤工学会の所定のものとし、JIS 改正素案における備考、参考は付帯条項に記述した。なお、公示案（全文）は、63～65ページに掲載した。

2.2 土の保水性試験方法

土の保水性試験の主な変更は以下のとおりである。

(1) SI 単位への移行

現行の基準である JGS T 151-1990「土の pF 試験方法」では、化学ポテンシャルを圧力水頭 (cmH₂O) に換算し常用対数で表したものを pF と定義していた。しかし、土中水の化学ポテンシャルを圧力水頭で表すことは SI 化になじむものではなく、また海外の基準との整合性、あるいは最近、ポテンシャルの単位を Pa または kPa で表す事例も多くなってきていることから、改正する基準は全面的に SI 単位に移行した。

このため、土中水のポテンシャル値は、pF を用いるのではなく、Pa を用いることにした。これに伴って、ポテンシャル値の算定方法も変更した。

(2) 基準名称の変更

SI 化に伴い、基準の名称を「土の pF 試験方法」から「土の保水性試験方法」に変更した。

(3) 基準構成の変更

基準の構成は、吸引法と加圧法、蒸気圧法とサイクロメーター法のように原理的に同じ試験についてはまとめて記述するように変更した。

(4) 不飽和供試体による試験方法の追加

従来は、供試体を吸水飽和させて排水過程のもとで試験を実施することを原則としていた。しかし、工学的な見地からの水分保水性を得るために、不飽和供試体における吸水あるいは排水過程のもとで試験が必要であり、不飽和供試体による試験方法を吸引法、加圧法に追加した。

なお、公示案（全文）は、75～80ページに掲載した。

2.3 JGS M 111：地盤材料の工学的分類方法

「3. 地盤材料の分類」の条項における条文構成の変更、粒径単位の統一、関連基準の引用の追加、細粒土の小分類における液性限界・塑性限界試験の試験結果が NP となる場合の取り扱いの明確化、等の修正を行った。対比表を下記に示す。

参 考 文 献

- 1) 地盤工学会基準部：新規制定 JIS「土の収縮定数試験方法」の一部改正について、土と基礎、Vol. 46, No. 2, pp. 63～65, 1998.

「JGS M 111 地盤材料の工学的分類方法」の変更点

項 目	現 行 基 準	改 正 案	備 考
付帯条項1.3の図-1 付帯条項4.(3)の図-6	粒径の単位は μm と mm の2種類で表記	粒径の単位はすべて mm で表記	同一図表の中に用いる単位は統一する
付帯条項(2)		土の液性限界は、JGS T 142「フォールコーンを用いた土の液性限界試験方法」によってもよい。	JGS T 142 フォールコーンを用いた土の液性限界試験方法の新規制定による。
3.地盤材料の分類		3.3土質材料 図-2に従って、石分を含まず粒径75mm未満の土粒子で構成されるものを「土質材料」とする	3.1および3.2と同様の構成とした
	3.3土質材料の大分類	(1)土質材料の大分類	条文構成の変更
	石分を除く75mm未満粒径で構成される…	削除	3.3土質材料の冒頭で定義したため
	3.4土質材料の中分類	(2)土質材料の中分類	条文構成の変更
	3.5土質材料の小分類 …図-4に従って小分類する。	(3)土質材料の小分類 …図-4に従って小分類する。なお、小分類では、質量割合で2番目以降の構成粒子を、その割合に応じて、表-3に従い「質」と「まじり」を表記する。	
	3.6質とまじり	全文削除	
		3.4土質材料別の分類	

	3.7礫質土の分類	(1)礫質土の分類	
	3.8砂質土の分類, 3.7礫質土〔G〕の分類と同じ方法で分類する。	(2)砂質土の分類* (表下に変更内容を示す)	
	3.9細粒土の分類	(3)細粒土の分類	
	図—5 塑性図	図—5 塑性図の液性限界の値<塑性指数の値の範囲の目盛り線を削除	会員の意見を踏まえて検討
	表—3 質とまじり	表—3 小分類における「質」と「まじり」	表記の訂正
	3.10高有機質土の分類	(4)高有機質土の分類	条文構成の変更
	3.11人工材料	(5)人工材料	
付帯条項3.5	3.5	3.3(3)	
付帯条項3.6	3.6a, b, c	3.6を削除し, d, e, fとする。	
付帯条項3.9	3.9	3.4(3) b.液性限界・塑性限界試験を行って, 「NP」となった場合は「シルト {M}」である。	NPとなった場合の取り扱いの明確化
付帯条項3.11	3.11	(5)	条文構成の変更

* 3.4(2)砂質土の分類の表記は以下のとおりとする。

- ① 「砂質土〔S〕」は中分類によって, 「砂 {S}」「礫質砂 {SG}」および「細粒分まじり砂 {SF}」に3分類する。
- ② 粒度試験結果がある場合, 「砂質土〔S〕」で中分類された, 「砂 {S}」「礫質砂 {SG}」および「細粒分まじり砂 {SF}」は, さらに表—3に示す「質」と「まじり」で表記した「細粒分」「礫分」の含有率によって図—4に従って小分類する。

地盤工学会基準案

JGS

土の保水性試験方法

T 151-199X

Test Method for Water Retentivity of Soils

1. 総則

1.1 試験の目的

この試験は, 土中水のポテンシャルまたは土の水分特性曲線を求めることを目的とする。

1.2 適用範囲

主として4.75 mmふるいを通じた土, および乱さない状態で採取された土を対象とする。

1.3 用語の定義

土中水のポテンシャルとは, 単位体積 (あるいは質量) 当たりの土中水のポテンシャルエネルギーをいい, 等温でかつ大気圧下にある「同じ化学組成の水」を基準状態にとる場合は, 土中水のマトリックポテンシャルという。「純水」を基準状態にとる場合は, 土中水の化学ポテンシャルという。水分特性曲線とは土の保水特性を示し, 含水比と土中水のマトリックポテンシャルとの関係を表す曲線をいう。

V_w : 供試体中の水の体積 (cm³)

w : 含水比 (%)

ρ_d : 供試体の乾燥密度 (g/cm³)

ρ_w : 水の密度 (g/cm³)

2. 試験方法の種類

土中水のポテンシャルを測定するには, 表—1に示す方法があり, 測定範囲に応じて使い分ける。

表—1 試験の種類

試験方法	測定するポテンシャル
吸引法	マトリックポテンシャル
加圧法	
遠心法	
蒸気圧法	化学ポテンシャル
サイクロメーター法	

【付帯条項】

2. a. 土中水のポテンシャルの全範囲を一つの試験方法で測定することはできない。一般に, 表—2に示す測定範囲が目安となる。

表—2 試験方法と測定範囲

試験方法	ポテンシャルの測定範囲 (kPa)
吸引法	水頭法 -0.1 ~ -30
	減圧法 -0.1 ~ -50
加圧法	加圧板法 -10 ~ -1 500
	加圧膜法 -10 ~ -1 500
遠心法	-10 ~ -1 500
蒸気圧法	-3 000 ~ -300 000
サイクロメーター法	-300 ~ -150 000

【付帯条項】

1. 本基準と部分的に異なる方法を用いた場合には, その内容を報告事項に明記しなければならない。
- 1.3 a. 土中水のポテンシャルの単位は, Paを原則として用いる。
- b. 水分特性曲線はヒステリシスを持ち, 脱水過程と吸水過程では, 一般に異なった曲線となる。
- c. 供試体の体積変化を測定する場合, 含水比のかわりに次の体積含水率 θ (%) を用いてもよい。

$$\theta = \frac{V_w}{V} \times 100 = \frac{w \cdot \rho_d}{\rho_w}$$

ここに,

V : 供試体の体積 (cm³)

3. 吸引法と加圧法

吸引法は供試体を大気圧下に置き、土中水に負圧を与える方法であり、加圧法は加圧した圧力室内に供試体を置き、土中水の圧力を大気圧と等しくする方法である。加圧法には、適用するフィルター材料により、加圧板法と加圧膜法がある。

3.1 試験用具

(1) フィルター

セラミック板（吸引法および加圧板法）

セルロース膜（加圧膜法）

(2) 吸引式（加圧式）測定装置

フィルター、負の水圧（加圧式の場合は正の空気圧）を一定に保つ器具、排水量測定器具から構成され、フィルターを介して測定装置の水に土中水を接触させ得るものとする。

(3) 容器 供試体を入れるもの。

(4) 含水比測定用具 JIS A 1203「土の含水比試験方法」の4.試験器具に規定するもの。

(5) 脱気水

3.2 供試体の作製

試料準備および供試体の作製方法は、試験の目的に応じて関連する土質試験に準拠する。

3.3 試験方法

3.3.1 毛管飽和供試体の試験方法

(1) 吸引法・加圧板法の排水過程

① 排水量測定器具およびこれを接続する測定装置の排水用管路を脱気水により飽和するとともに、あらかじめ飽和しておいたセラミック板付きペDESTALを測定装置に接続する。

② 供試体をセラミック板の上に置き、セラミック板の下方から脱気水を供給し、毛管飽和させる。測定装置を組立てるとともに、供試体の乾燥を防ぐ。

③ 供試体の中心位置における土中水のポテンシャルがゼロになるように排水位などを調整する。そのまま放置して余剰水分を十分に排水させる。

④ 所定の土中水のポテンシャルを負荷する。

⑤ 水分平衡に達し排水が終了するまで、排水を続ける。

⑥ 排水量 (ml) をはかり、排水質量 d_i (g) に換算する。

⑦ 水分特性曲線を描く場合は、毛管飽和状態から目標のポテンシャルまで、4~6のポテンシャル段階で④~⑥の操作を繰り返す。

⑧ 最終ポテンシャル段階終了後に供試体質量 m (g)、炉乾燥質量 m_s (g) をはかる。

(2) 加圧膜法の排水過程

① セルロース膜を脱気水に1~2時間以上浸して完全飽和させる。

② セルロース膜をしわがでないようにして圧力チャンパー内に敷く。

③ 供試体をセルロース膜上に置き、膜上に湛水させ毛管飽和させる。

④ 圧力チャンパーのふたを閉じる。

⑤ 3.3.1(1)の④の加圧板法と同じ操作を行い、⑤~⑧の測定を行う。

3.3.2 不飽和供試体の試験方法

(1) 吸引法・加圧板法の排水/吸水過程

① 排水量測定器具・間隙水圧測定管路およびこれを接続する測定装置の管路を脱気水により飽和するとともに、

あらかじめ飽和しておいたセラミック板付きペDESTALを接続する。

② 間隙水圧計の値がゼロであることを確認する。

③ 排水量測定器具に通じるバルブを閉じ、間隙水圧が測定できる状態にする。

④ ペDESTALの周囲およびセラミック板表面の余分な水分を拭き取る。

⑤ 乾いた布で軽くセラミック板表面の水分を拭き取った後、セラミック板上に供試体を設置し、セラミック板との密着性をよくするため供試体を軽く押さえる。

⑥ 測定装置を組立てるとともに、供試体の乾燥を防ぐ。

⑦ セラミック板上に供試体を設置した直後から間隙水圧計の読みをとり、平衡状態を確認する。平衡状態の間隙水圧 p_i を供試体の初期ポテンシャル値とする。

⑧ 水分特性曲線を描く場合は、供試体の初期ポテンシャル値を基準に、排水過程あるいは吸水過程に対応するポテンシャル値を設定する。

⑨ 3.3.1(1)の④と同じ操作を行い、⑤~⑧の測定を行う。

3.4 試験結果の整理

(1) 各ポテンシャルの段階での含水比 w_i (%) を次式で算定する。

$$w_i = \frac{m_{i+1} + d_{i+1} - m_s}{m_s} \times 100$$

ここに、

m_{i+1} : 第 $i+1$ 段階の供試体質量 (g)

d_{i+1} : 第 $i+1$ 段階の排水質量 (g)

m_s : 供試体の炉乾燥質量 (g)

(2) 土中水のポテンシャルとそれに対応する含水比の関係を整理する。

【付帯条項】

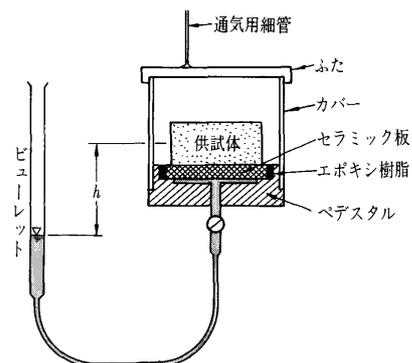
3.1

(1) セラミック板の空気侵入圧は、高ポテンシャル測定用には1500 kPa、中ポテンシャル用では500 kPa、低ポテンシャル用では100 kPa程度のもとし、測定範囲によりセラミック板を使い分けることが望ましい。セルロース膜は空気侵入圧が10000 kPa程度のもとする。

(2) a. 吸引法（水頭法）測定装置（図—1）では、供試体中心とビューレットの水位との高低差 h (m) を変えることにより、所定のポテンシャルを負荷する。

b. 吸引法の減圧法による測定装置の例を図—2に示す。減圧法ではレギュレーターにより、所定のポテンシャル値が得られるように負圧を調整する。

c. 加圧板法と加圧膜法の圧力チャンパーの例を図—3お



図—1 吸引法（水頭法）測定装置の例

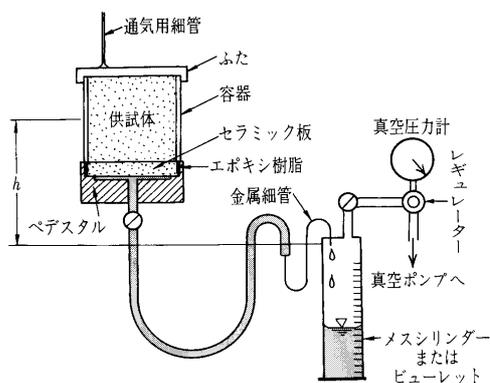


図-2 吸引法(減圧法)測定装置の例

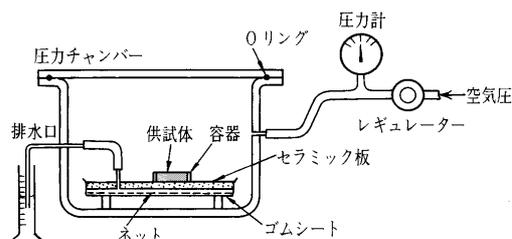


図-3 加圧法(加圧板法)測定装置の例

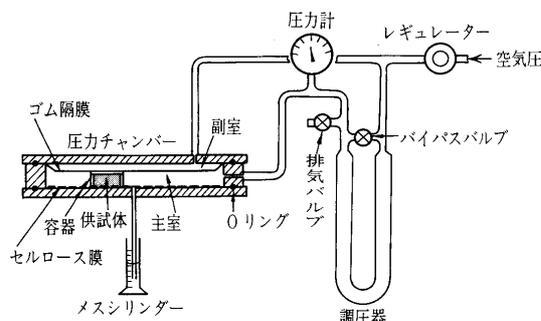


図-4 加圧法(加圧膜法)測定装置の例

および図-4に示す。チャンバーは高ポテンシャル用には2000 kPa、中・低ポテンシャル用には500 kPaに耐え得るものとする。

- (3) 容器の内径はセラミック板の直径程度が望ましい。乱さない試料では定容積コアサンプラー(容積が一定の試料容器)を用いてもよい。また、自立する供試体の場合には容器を用いなくてもよい。
- (4) 粒径約10 mm以下の土の場合は、JGS T 122「電子レンジを用いた土の含水比試験方法」の2.試験用具に規定するものを用いて含水比を測定してもよい。

- 3.2 a. 供試体の毛管飽和に長時間を要する場合は、あらかじめ別の装置で毛管飽和させておく。
- b. 加圧膜法では、礫が含まれているとセルロース膜を傷つける恐れがあるので注意する。

3.3.1 (1)

- ③ 供試体中心で土中水のポテンシャルがゼロとは、図-1および図-2において $h=0(\text{m})$ のことである。
- ④ a. 水頭法では供試体中心とビューレットの水位との高低差 $h(\text{m})$ を変えることにより、減圧法および加圧板法の場合は、レギュレーターを通じて所定のポテンシャルに相当する圧力 $p(\text{kPa})$ を負荷する。
- b. 各測定段階での土中水のポテンシャル $\phi(\text{kPa})$ は次式で算定する。

$$\text{水頭法: } \phi = -\rho_w \cdot h \times 9.8$$

$$\text{減圧法: } \phi = p$$

$$\text{加圧法: } \phi = -p$$

ここに、

$$\rho_w: \text{水の密度 (g/cm}^3\text{)}$$

h : 供試体中心とビューレットの水位との高低差 (m)

p : 減圧法および加圧法で負荷した圧力 (kPa)

- c. 減圧法および加圧法において、ビューレットの水位(あるいは図-2のメスシリンダーの排水口)が供試体中心にない場合には水頭法に準拠し、土中水のポテンシャル値を補正する。

- ⑤ 平衡時間は土の種類や供試体の高さなどにより大きく異なるが、ポテンシャル値が $-1 \sim -3 \text{ kPa}$ のときは3~4時間以上、 $-10 \sim -30 \text{ kPa}$ のときは12~24時間以上を目安とする。ただし、数日以上要することもあり。ビューレットなどからの水分の蒸発が無視し得ない場合には、水面に油を浮かせるなどの工夫が必要である。

- ⑥ a. 供試体をセラミック板上に載せたまま供試体の一部を取り、含水比をはかってもよい。
- b. 供試体とセラミック板の密着が十分に保たれるならば、供試体質量 $m_i(\text{g})$ をはかった後、その供試体をセラミック板上に戻し、引き続き操作を繰り返してもよい。
- ⑧ 各ポテンシャル段階で含水比 $w_i(\%)$ を求めた場合は、供試体質量 $m(\text{g})$ 、炉乾燥質量 $m_s(\text{g})$ の測定を省略してもよい。

3.3.1 (2)

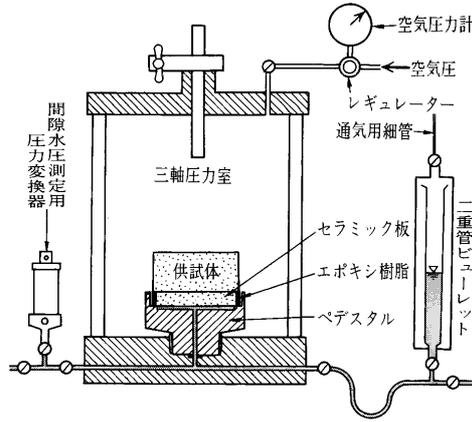
- ③ 加圧膜法の容器はゴム製の(加圧膜法用)リングとし、高さは1.0~2.5 cm、直径は5 cm程度のものとする。
- ④ 加圧膜用のチャンバーは、ゴム隔膜で隔てられた副室の圧力を主室の圧力よりも約30 kPa程度高め、ゴム隔膜で供試体を押し付けてセルロース膜との密着を保ちうる機能を備えたものが多い。その場合、主室に加圧して2~3時間経過し、供試体からの排水が進んでから副室に加圧する。
- ⑤ 平衡時間は土の種類、供試体の高さ、ポテンシャル値などにより異なり、数日以上要することもあり。

3.3.2 (1)

- ① セラミック板付きペDESTALは、脱気水容器内で水浸させ、それをデシケーターなどに入れて減圧脱気することが望ましい。
- ⑤ a. 供試体の初期ポテンシャルを測定するための操作手順では、常に間隙水圧計(図-5)の表示を監視し、 -30 kPa 以上の負圧が生ずる状態となった場合には、セラミック板表面へ速やかに給水し、いったん負圧を開放する。引き続き、同様の操作をやり直す。
- b. 間隙水圧計が -30 kPa を示したならば、供試体をセラミック板上に速やかに設置する。
- c. セラミック板表面の過剰な水分を乾いた布で拭きとってほとんど負圧が生じない場合は、セラミック板または水圧測定システム内の脱気が不十分ことが多い。
- ⑧ 加圧板法では、測定された供試体の初期ポテンシャル値に相当する空気圧(正圧)を圧力室に負荷し、排水側を大気圧に設定することにより、保水性試験の初期状態となる(図-5参照)。

3.4

- (1) a. 含水比の計算において、各段階の供試体の質量は最終段階の質量に各段階の排水質量を順次加える逆算によって求める。
- b. 各ポテンシャル段階で含水比を測定した場合には、そ



図—5 三軸圧力室を用いた加圧法（加圧板法）測定装置の例
の値を含水比 w_i (%) とする。

4. 遠心法

4.1 試験用具

- (1) 遠心機
- (2) 容器
- (3) ろ紙
- (4) 含水比測定用具 JIS A 1203「土の含水比試験方法」の4.試験器具に規定するもの。
- (5) 脱気水

4.2 供試体の作製

- (1) 供試体の作製は吸引法に準ずる。
- (2) ろ過筒を用いる場合は底に湿ったろ紙を入れ、その上に試料を所定の密度になるように詰める。

4.3 試験方法

- (1) 供試体を毛管飽和させる。
- (2) 毛管飽和した供試体を容器ごと遠心機のローターにセットし、容器には蒸発防止のふたをする。
- (3) 供試体下端のろ紙面の回転半径 r_0 (cm)、供試体中央の回転半径 r_1 (cm) をはかり、所要のポテンシャル値 ϕ になる回転数 n (min^{-1}) を次式で算定する。

$$\phi = r \left(r_1 - \frac{r}{2} \right) n^2 \times 1.097 \times 10^{-6} \quad (\text{kPa})$$

ただし、 $r = (r_1 - r_0)$

- (4) 回転数を徐々に上げ、求めた回転数 n に達したならば、水分平衡に達するまで回転を続ける。
- (5) 回転停止後、再び r_1 (cm) を測定し、これを用いて正しい土中水のポテンシャル値を算定する。
- (6) 供試体質量 m_i (g) をはかる。
- (7) 水分特性曲線を描く場合は、目標とするポテンシャルまで、4~6のポテンシャル段階で(2)~(6)の操作を繰り返す。
- (8) 最終ポテンシャル段階終了後に供試体の炉乾燥質量 m_s (g) をはかる。

4.4 試験結果の整理

- (1) 各ポテンシャル段階での含水比 w_i (%) を次式で算定する。

$$w_i = \frac{m_i - m_s}{m_s} \times 100$$

ここに、

m_i : 第 i 段階の供試体質量 (g)

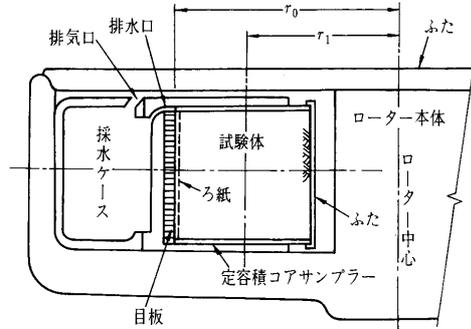
m_s : 供試体の炉乾燥質量 (g)

- (2) 土中水のポテンシャルとそれに対応する含水比の関係を整理する。

【付帯条項】

4.1

- (1) 遠心機は、原則としてスイング式または固定式の水平ローター（容器が水平に回転する形式）のものを用いる（図—6参照）。高ポテンシャルの測定では、回転数が高く機内の温度が高まるので、冷却装置を備えたものが望ましい。



図—6 遠心機の固定式水平ローター部の例

- (2) 容器には遠心機の機種により、ろ過筒あるいは定容積コアサンプラーを使用するものがある。
- (4) 粒径約10 mm以下の土の場合、JGS T 122「電子レンジを用いた土の含水比試験方法」の2.試験用具に規定するものを用いて含水比を測定してもよい。

4.3

- (2) a. 遠心機のバランスを崩さないようにするため、ローターの相対する位置にセットするものは質量が変わらないように調整する。
- b. 容器に定容積コアサンプラーを使う場合には、供試体下端面にろ紙をつけたままセットする。
- (4) 回転初期には回転数変動することがあるので注意する。

4.4

- (1) 供試体の一部をとって含水比を求めた場合は、その値を含水比 w_i (%) とする。

5. 蒸気圧法とサイクロメーター法

5.1 試験用具

(1) 蒸気圧法

- デシケーター
- シャーレ
- 各種塩の飽和溶液

(2) サイクロメーター法

- 熱電対サイクロメーター装置
- 断熱箱
- ろ紙、ピンセット、蒸留水

(3) 含水比測定用具 JIS A 1203「土の含水比試験方法」の4.試験器具に規定するもの。

5.2 試料

- (1) 蒸気圧法 シャーレの中に3~5 gの試料を薄く敷くように入れる、または小型のブロック試料を設置する。
- (2) サイクロメーター法 サンプルホルダーに入る量の試料を用意する。

5.3 試験方法

5.3.1 蒸気圧法の試験方法

- (1) 所定の土中水のポテンシャルに相当する塩の飽和溶液をデシケーターの底に入れる。
- (2) 試料が入ったシャーレのふたを取ってデシケーターの中に入れる。
- (3) デシケーターを恒温室に静置する。
- (4) デシケーターからシャーレを取り出し、吸湿を防ぐようにふたをして試料の質量をはかる。
- (5) 測定した試料を再びデシケーター内に戻し数日間静置する。
- (6) 試料の質量が一定になるまで(4)~(5)の操作を繰り返す。
- (7) 試料の含水比を求める。
- (8) 水分特性曲線を描く場合は、各種塩の飽和溶液で(1)~(7)の操作を繰り返す。

5.3.2 サイクロメーター法の試験方法

- (1) 蒸留水で洗って乾燥させたサンプルホルダーに試料を入れ、サンプルチャンパー内に密閉する。チャンパーを断熱箱に入れて恒温室内に静置し試料が水分平衡に達するのを待つ。
- (2) 熱電対湿度計の出力電圧をはかる。
- (3) 試料の含水比を求める。
- (4) 水分特性曲線を求める場合は、各種の水分状態の試料について(1)~(3)の操作を繰り返す。

5.4 試験結果の整理

- (1) サイクロメーター法では、水のポテンシャルと出力電圧とのキャリブレーションカーブを用いて、得られた出力電圧から試料の土中水のポテンシャルを求める。
- (2) 土中水のポテンシャルとそれに対応する含水比の関係を整理する。

【付帯条項】

5.1

- (1) a. 蒸気圧法による保水性測定装置の例を図-7に示す。水分平衡を早めるために P_2O_5 の入った除湿装置を介して真空ポンプでデシケーター内を -1 kPa 程度に減圧してもよい。
- b. シャーレは直径 5 cm 程度でふた付きのものとする。
- c. 各種塩の飽和溶液は、表-3を参照する。
- (2) a. 熱電対サイクロメーター装置は、マイクロボルトメーターと熱電対湿度計を備えたサンプルチャンパー（試料箱）からなる。マイクロボルトメーターは $1\mu V$ 以下の検出精度を持つものとする。サンプルチャンパーの概念図を図-8および図-9に示す。
- b. 断熱箱は壁厚 5 cm 程度の発砲スチロールなどの箱でサンプルチャンパーが入るものとする。
- c. 蒸留水または、電気伝導度 1.0 mS/m 以下のイオン交換水を使用する。
- (3) 粒径約 10 mm 以下の土の場合は、JGS T 122「電子レンジを用いた土の含水比試験方法」の2.試験用具に規定するものを用いて含水比を測定してもよい。

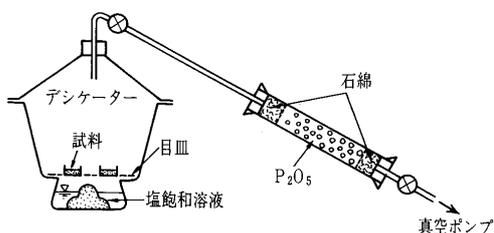


図-7 蒸気圧法測定装置の例

表-3 塩飽和溶液の相対湿度と水のポテンシャル値 ϕ ($20^\circ C$)

塩	湿度 (%)	ϕ (kPa)
K_2SO_4	98	-2 830
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	98	-2 830
KNO_3	95	-6 940
$NH_4H_2PO_4$	93.1	-9 800
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	90	-14 200
$KHSO_4$	86	-20 000
KCl	85	-21 900
$(NH_4)_2SO_4$	81.0	-28 300
NH_4Cl	79.2	-31 700
$NaCl$	75	-39 000
$NaNO_2$	66	-56 400
$Mg(C_2H_3O_2)_2 \cdot 4H_2O$	65	-57 700
$NaBr$	59	-71 000
$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	54	-83 400
$NaCr_2O_7 \cdot 2H_2O$	52	-87 300
$NaHSO_4 \cdot H_2O$	52	-87 300
$K_2CO_3 \cdot 2H_2O$	43	-115 000
CrO_3	35	-142 000
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	33	-148 000
$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	32.3	-152 000
$LiCl$	11	-296 000

5.3.1

- (1) 溶液を常に飽和に保つため、溶液中に未溶解の結晶が残っていることを確認する
- (3) 通常は 2 週間以上静置する。恒温室の温度は $20 \pm 1^\circ C$ 程度に保つことが望ましい。 $-10\ 000$ kPa 以下の測定をする場合には、わずかな温度変化でもデシケーター内壁に結露し、誤差の原因となる。
- (6) 水分平衡に達するまで、1 か月以上要することが多い。

5.3.2

- (1) a. サンプルチャンパー内の微小な温度差を測定するために、測定中に装置ならびに装置周辺の温度環境が変動しないことが望ましい。
- b. 装置周辺の温度環境が適切であるかどうかは、熱電対接点が乾いた状態で試料容器に試料を入れずに測定を行ったときに、出力電圧がほとんど一定でゼロを示すことで確認できる。
- (2) a. 熱電対湿度計は、熱電対を使い露点または湿球温度に対応する出力電圧を測定する装置である。露点あるいは湿球温度をはかるには、チャンパー内の熱電対接点に微量の蒸留水を附着させる必要がある。これには、熱電対に電流を流して接点の温度を下げ水蒸気を凝縮させる方

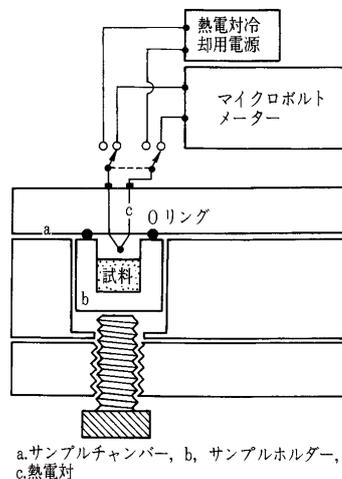


図-8 サイクロメーター法のサンプルチャンパーの概念図（水蒸気を凝縮させる方法）

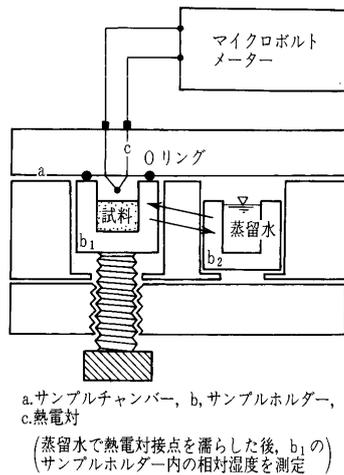


図-9 サイクロメーター法のサンプルチャンバーの概念図（接点を蒸留水に浸す方法）

法（図-8）と、接点を蒸留水中に浸す方法（図-9）の2種類がある。いずれの方法も水分を附着させた後、露点または湿球温度をはかり、相対湿度を求める。

- b. 湿球型のサイクロメーターは、湿球の汚染が重大な測定誤差を生む。したがって、湿球の汚染を生じさせるような試料の入れすぎやチャンバーの静置状態に十分留意する必要がある。標準溶液による測定から湿球の汚染が疑われる場合には、純水でよく洗い流し、再度測定を行う。
- (4) キャリブレーションカーブは5.3.2 (1)の試料のかわりに水のポテンシャル値のわかっている数種類の標準溶液（表-3参照）を用いて、5.3.2 (1), (2)の操作を繰り返し、出力電圧とポテンシャル値の関係を求める。標準溶液としては表-1のほか、各種濃度に調整したNaClやKCl溶液などを用いてもよい。キャリブレーションカーブの例を図-10に示す。

5.4

- (2) a. 蒸気圧法およびサイクロメーター法で測定するのは、土中水の化学ポテンシャルである。土中水に塩類など溶質がとけている場合には、化学ポテンシャルに占める浸透ポテンシャル成分の影響が大きくなるため、水分特性曲線を描く場合は浸透ポテンシャルの影響を補正する。
- b. 土中水の組成が詳しく分からない場合には、電気伝導度から浸透ポテンシャルを推定することができ、多くの土では、次の式で推定する。

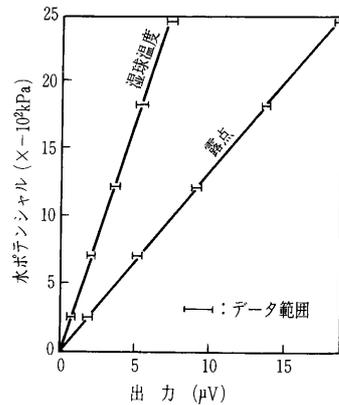


図-10 サイクロメーター法のキャリブレーションカーブの例

浸透ポテンシャル (kPa) = $-0.36 \times (E_c \text{ 値})$

ここに、 $(E_c \text{ 値})$: 土中水の電気伝導度 (mS/m)

電気伝導度の測定は、JGS T XXX「土懸濁液の電気伝導度試験方法」により行う。

- c. 化学ポテンシャル (kPa) は浸透ポテンシャルとマトリックポテンシャルの和として求まる。

6. 報告事項

試験結果について次の事項を報告する。

- (1) 土中水のポテンシャルを求めるために用いた試験方法の種類
- (2) 土中水のポテンシャルとそれに対応する含水比
- (3) 水分特性曲線
- (4) 本基準と部分的に異なる方法を用いた場合は、その内容
- (5) その他特記すべき事項

【付帯条項】

6.

- (1) 水分特性曲線を描く場合は、実施した試験が脱水過程であるのか吸水過程かを明記する。
- (2) 不飽和供試体について供試体の初期ポテンシャルを測定した場合には、初期ポテンシャル値を報告する。
- (3) 土中水のポテンシャル測定が主目的の場合には、水分特性曲線の報告を省略してよい。

「JGS T 231 土の有機物含有量試験」の改正案と「JGS T 232 土の腐植含有量試験」の廃止について

地盤工学会基準部

1. まえがき

「土の有機物含有量試験」および「土の腐植含有量試験」は、1990年の改正以降、内容を変更することなく現在に至っている。今般、関連する規格や基準の新規制

定・改正、化学試験機器の急速な進歩、試験後の排出液の有害性などの事由により見直しをする必要性が生じた。基準部、土質試験基準検討委員会および関連する小委員会（化学試験小委員会）では、見直しの作業を進め、以下の提案をまとめた。