

土質工学会基準（案）

「土の三軸圧縮（CU）試験方法」,

「土の三軸圧縮（CD）試験方法」および「土の工学的分類方法」について

土質工学会基準部長 ^あ足 ^{だち}立 ^{かく いち ろう}格 一 郎

土質試験に関する現行の規格・基準を新しく制定された学会基準統一様式に従って書き直す作業は「土質試験基準検討委員会」（箭内寛治委員長）により精力的に続けられている。今回ここに報告する「土の工学的分類方法」はこのような経緯によって作成された基準案である。また「土の三軸圧縮（CU）試験方法」および「土の三軸圧縮（CD）試験方法」は4月号で報告したUUとCU試験方法に続き、「三軸圧縮試験方法基準化委員会」（軽部大蔵委員長）において原案が作成され、「土質試験基準検討委員会」による様式統一などの作業を経た基準案である。

ここに公示した上記基準案についてのご意見は、書面によって平成元年8月31日までに土質工学会基準部宛ご提出いただきたい。学会基準案は、会員からの意見をいただいた後、土質試験基準検討委員会等で検討し、最終的には理事会における審議・決定によって正式に土質工学会基準となる予定である。

この機会に、ご多忙の中を精力的に基準案を作成していただいた箭内・軽部両委員長、および関係委員会委員各位に深甚の謝意を表する次第である。

土質工学会基準（案）

「土の三軸圧縮（CU）試験方法」,

「土の三軸圧縮（CD）試験方法」および「土の工学的分類方法」

土質試験基準検討委員会委員長 ^や箭 ^{ない}内 ^{かん}寛 ^じ治

「土質試験法—第2回改訂版—」に掲載されている「土の三軸圧縮試験方法(案)」は、昭和50年に当時の三軸圧縮試験法基準化委員会が発表したものを第20回土質工学シンポジウムなどで検討し、一部手直しをしたものである。その後、同試験方法（案）は学会基準とする手続きが取られないままになっていた。土質試験基準検討委員会は今回の学会基準の統一作業の一環として、同試験方法（案）の見直しを行った結果、発表当時に比べて試験機や試験技術にかなりの進歩が認められ、いろいろな試験方法が実施されていることから、改めて基準化委員会を組織して新しい基準案を作成することにした。

一方、現行の「土質分類法ならびに分類結果表示法（日本統一土質分類法）」は当時の土の判別分類法委員会、土の判別分類法基準化委員会が数年にわたって調査・研究を行って作成し、昭和48年に学会基準として初めて制定された。その後54年に用語表記法などの改訂に伴って一部修正して今日に至っている。この間に、実務ではこの分類方法が定着しつつあり、分野によっては設計などの指標として使われるようになってきている。

ここに示す三つの基準案の作成経緯や主な変更点などは

つぎのとおりである。基準案と合せてお読みいただき、基準案に対して忌憚のないご意見をお寄せ下さるようお願いするのである。

1. 「土の三軸圧縮試験方法」

4月号に公示した分を含め計4種類の基準案を作成しようとする理由は、それぞれの試験で用具、試験操作、測定項目に部分的な相違があり、一つの基準にまとめると極めて複雑になるので、各試験方法ごとに基準を設ける方が使いやすくなるためである。

現行の基準案は、粘性土のCUおよび砂のCD試験方法を規定しており、 $\overline{CU}$ 試験方法は規定されていない。しかし、 $\overline{CU}$ 試験はCU試験の軸圧縮過程において間隙水圧の測定を付加した試験方法であるので、この観点から $\overline{CU}$ 試験方法案と現行案を比較することにする。

1.1 全基準案共通の変更点

- 1) キャップ（上部加圧板）とピストンが一体化した試験機に関する規定を明確にした。
- 2) ゴムスリーブとこれを締め付けるためのOリングの内径について規定した。

資料-447

- 3) 圧密による体積圧縮量をビューレットへの排水量から求めることにした。
- 4) 圧密終了時期の決定方法を具体的に付帯条項に示した。
- 5) モールの応力円による結果の表示を認めた。

1.2 「土の三軸圧縮 ($\bar{CU}$) 試験方法

- 1) 適用範囲を「飽和した粘性土」とし、付帯条項に（飽和した）砂質土にも準用できるとした。
- 2) 背圧を用いることを標準とした。
- 3) 間隙水圧測定系の圧縮性および試験室の温度制御の望ましい範囲を付帯条項に示した。
- 4) 軸圧縮過程の直前における B 値を測定することとしたが、その基準値は特に規定していない。
- 5) 軸圧縮過程における有効応力経路を図示することとした。

1.3 「土の三軸圧縮 (CD) 試験方法」

- 1) 砂に限定していた適用範囲を「飽和した土（供試体作製後に飽和させる場合を含む）」に広げた。
- 2) 背圧を用いる場合の操作を付帯条項で示した。
- 3) 適用する軸圧縮速度を一次圧密の所要時間から求める方法を付帯条項に示した。

2. 「土の工学的分類方法(日本統一土質分類法)」

現行の「土質分類法ならびに分類結果表示法」はいくつ

かの問題点が指摘されており、抜本的な見直しを行うために近く研究委員会が発足する予定になっている。このような事情から、統一様式に従っての書き直しは、分類体系上の大きな変更はしないことにし、主として体裁や表現上の内容に限定した。

- 1) 現行の分類結果の表示方法はあまり使用されておらず、最近のデータベース構築の動向もあって、それぞれ独自の方法が用いられており、十分な検討をせずに踏襲すると混乱を招く恐れがあると判断した。そのため、基準案は土の分類方法を主体にして、分類結果の表示方法は解説に回し、名称を「土の工学的分類方法」に改めた。
- 2) 現行の基準は分類体系や結果の表示方法が詳細に記述されているために、逆に分かりにくい面もあるので、簡潔で分かりやすい表現に改めた。
- 3) 基本的な事項を厳選して条文に入れ、補足的な内容は付帯条項に入れた。
- 4) 従来、分類の手順が文章で示されていたものを改め、主に分類が塑性図を含めた三つの図からできるようにした。
- 5) 従来の簡易分類の名称は受け取り方がまちまちであるため、簡易分類を中分類に、中分類を小分類に、詳細分類を細分類の名称に変更した。
- 6) 分類記号の意味を付帯条項の表にまとめて示した。

土質工学会基準 (案)

JSF

土の三軸圧縮 ($\bar{CU}$) 試験方法

E 523—1989

Method for Consolidated-Undrained Triaxial Compression Test on Soils
with Pore Water Pressure Measurement

1. 総 則

1.1 試験の目的

この試験は等方応力状態で圧密された土に対して、圧密応力と非排水状態における圧縮強さの関係、および主応力差最大時の有効応力を求めることを目的とする。

1.2 適用範囲

飽和した粘性土を対象とする。

1.3 用語の定義

軸方向応力とは、供試体の長軸方向に作用する応力をいい、側方向応力とは、供試体の半径方向に作用する応力をいう。応力の値は供試体中央高さで定義する。また、両応力の差を主応力差とい

う。等方応力状態とは、軸方向応力と側方向応力の等しい応力状態をいう。

背圧とは、供試体の飽和度を高める手段として、供試体内部の間隙水圧と供試体外部から作用している等方応力に同量ずつ付加される圧力増分をいう。

圧密応力とは、圧密過程において供試体の外側から作用している応力から背圧を差し引いたものをいう。

土の非排水状態における圧縮強さとは、間隙水の出入りが許されない状態で、供試体に加え得る最大の主応力差をいう。

1.4 必要関連基準

この試験に用いる供試体は次の基準によって作製する。

JSF E 520「土の三軸試験の供試体作製方法」

【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。

1.1

- a. 同一試料から作製した3個以上の供試体について、必要とされる圧密応力の範囲内の相異なる圧密応力のもとで試験を行う。
- b. 圧密中の排水量（および可能な場合は軸変位量）と時間の関係、非排水圧縮時の主応力差と軸ひずみ、および間隙水圧と軸ひずみの関係も求めるものとする。

- 1.2 本基準は、砂質土にも準用できる。

2. 試験用具

2.1 三軸圧縮試験機

三軸圧縮試験機は三軸圧力室、セル圧・背圧供給装置、圧縮装置、および応力、変位、排水量測定装置ならびに間隙水圧測定装置から構成され、次に示す条件を満たすものとする。

- (1) 最大セル圧、背圧および供試体の最大軸圧縮力に対し、十分な耐荷容量と負荷能力を有すること。
- (2) 所定の圧力を 2.0 kgf/cm^2 未満では $\pm 0.04 \text{ kgf/cm}^2$ 、 2.0 kgf/cm^2 以上では $\pm 2\%$ の圧力変動の範囲内で1供試体の試験が終了するまで連続して加え得ること。
- (3) 供試体の高さの15%を越えるまで軸方向変位を連続して与え得ること。
- (4) 圧力を 2.0 kgf/cm^2 未満では $\pm 0.02 \text{ kgf/cm}^2$ 、 2.0 kgf/cm^2 以上では $\pm 1\%$ の許容差ではかり得ること。
- (5) 軸圧縮力を供試体の最大軸圧縮力の $\pm 1\%$ の許容差ではかり得ること。
- (6) 軸変位量を供試体高さの $\pm 0.1\%$ の許容差ではかり得ること。
- (7) 供試体からの排水量を供試体初期体積の $\pm 0.1\%$ の許容差ではかり得ること。
- (8) 供試体内の間隙水圧を 2.0 kgf/cm^2 未満では $\pm 0.02 \text{ kgf/cm}^2$ 、 2.0 kgf/cm^2 以上では $\pm 1\%$ の許容差ではかり得ること。

2.2 その他の用具

- (1) ゴムスリーブ
- (2) ゴムスリーブ拡大器
- (3) ろ紙
- (4) Oリングまたはゴムひも
- (5) ストップウォッチまたは時計

【付帯条項】

- 2.1 三軸圧縮試験機の構成例を図-1に示す。三軸圧力室の構造を模式的に示したものが図-2で、(a)はピストンとキャップが一体化している形式、(b)は両者が個別の形式の例である。いずれの形式も同一直径のキャップとペDESTALの間に供試体を設置して、ゴムスリーブで覆い、Oリングなどで密閉できるものとする。

- (1) セル圧に関する耐荷容量と負荷能力は $5 \sim 10 \text{ kgf/cm}^2$ 必要である。

- (5) a. 軸圧縮力測定用の荷重計はプルービングリングまたはロードセルを用いるものとし、種々の容量のものを用意しておき、予想される最大軸圧縮力に応じて使い分ける。

- b. 荷重計を三軸圧力室の外に設置する形式の試験機の場合は、ピストンと圧力室の摺動部の摩擦力を測定して軸圧縮力の測定値を補正する。

- c. 荷重計を三軸圧力室の内側に設置する場合は、セル圧の影響を検定して軸圧縮力の測定値を補正する。

- (6) 軸変位量測定用の変位計は供試体高さの15%以上の変位がはかれるものとし、最小目盛 $1/100 \text{ mm}$ のダイヤルゲージまたはこれと同等以上の性能を有する電気式変位計を用いる。

- (7) 供試体の排水量の最小読取値は、直径 3.5 cm の供試体の場合 0.1 ml 以下、直径 5 cm 以上の供試体の場合 0.2 ml 以下とする。排水量はビューレットまたはこれと同等以上の性能を有する装置で測定する。以下の各条項において、排水量測定装置はビューレットで代表する。

- (8) 間隙水圧測定装置としては通常ダイヤフラム型の電気式圧力変換器を用いるが、必要な電気出力に対して容積変化が最小となるように圧力変換器の最大出力と

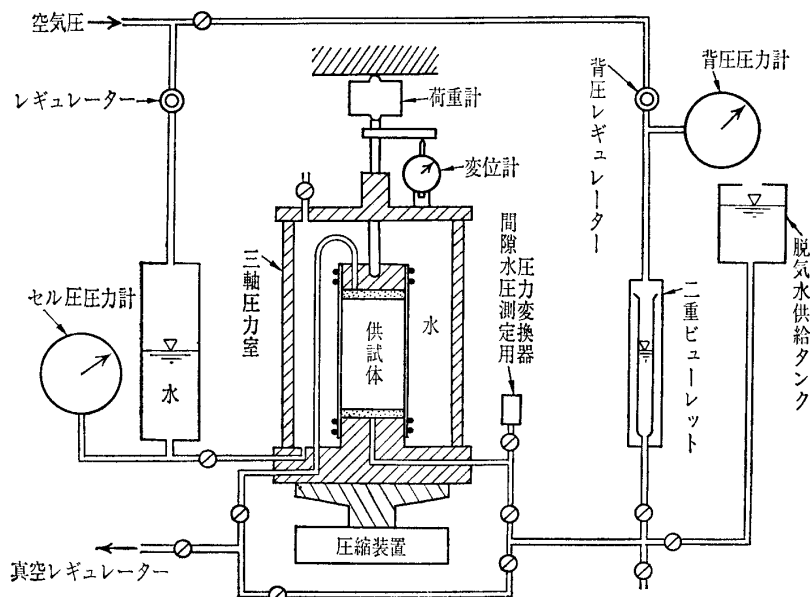
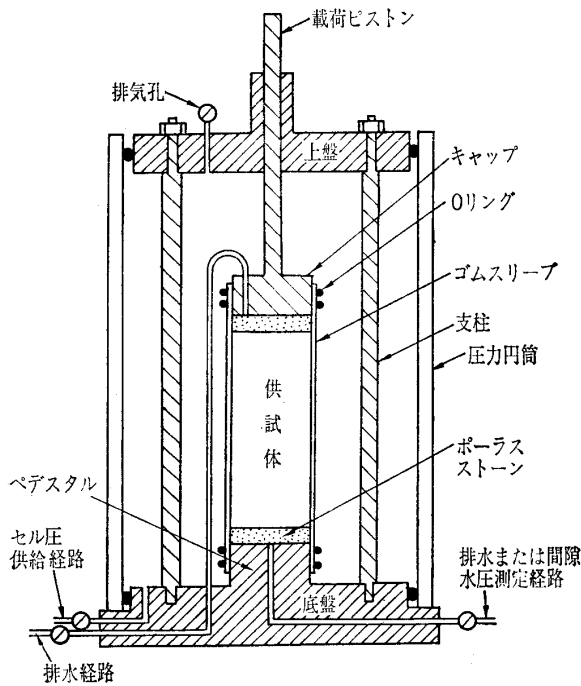
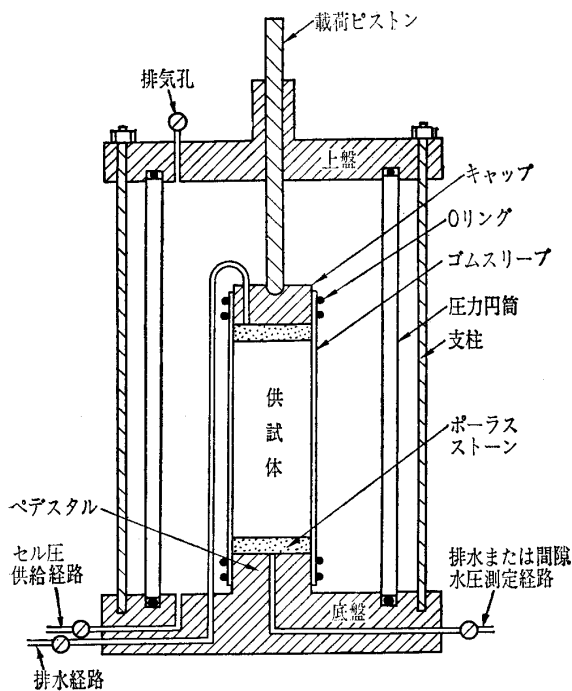


図-1 三軸圧縮 (CU) 試験機の構成例



(a) 载荷ピストンとキャップが一体化している場合



(b) 载荷ピストンとキャップが個別の場合

図-2 三軸圧力室の例

精度を選ぶ（供試体の体積を V とし、 Δu の間隙水圧の変化に対する圧力変換器を含む測定系の容積変化を ΔV とするとき $\{(\Delta V/V)/\Delta u\} < 5 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{kgf}$ であることが望ましい）。また、間隙水圧の測定値は温度変化の影響を受けやすいので、試験室内の温度変化を $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内に制御することが望ましい。

2.2

- (1) ゴムスリーブは、長さがゴムスリーブ拡大器より長く、内径が供試体直径よりわずかに小さいもので、厚

さは $0.15 \sim 0.30 \text{ mm}$ 程度のものとする。

- (2) ゴムスリーブ拡大器は円筒形とし、その長さおよび内径は供試体の高さおよび直径より多少大きいものとする。また、負圧を与えることによりゴムスリーブを拡大器の内面に密着できる構造とする。キャップがピストンと一体化している場合は、二つ割りの構造のものを用いる。この場合、二つ割り部分は気密構造になるものとする。
- (3) ろ紙は $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$ 程度の厚さで、供試体の透水性に比べて十分に大きな透水性を有するものとする。圧密時間短縮の目的で供試体側面に巻くろ紙はスリットを入れて用いる。
- (4) Oリングは、その内径がキャップおよびペDESTALの直径の 80% 程度で、試験中、供試体へのセル液の漏洩を防止するに十分な締め付け力を有するものとする。

3. 供試体の設置

3.1 供試体

供試体は JSF E 520「土の三軸試験の供試体作製方法」のトリミング法によって作製したものを用いる。

3.2 供試体の設置

供試体の上下面および側面に排水用のろ紙を付け、これをペDESTAL上に置き、キャップを載せ、側面をゴムスリーブで覆い、ゴムスリーブの両端部をキャップおよびペDESTALにOリングなどで締め付ける。

【付帯条項】

- 3.2 JSF E 522「土の三軸圧縮 (CU) 試験方法」の付帯条項 3.2 による。

4. 試験方法

4.1 圧密過程

- (1) 三軸圧力室を組み立て、水で満たす。
- (2) ビューレットを通じて供試体内部に背圧を、同時に三軸圧力室に背圧よりもわずかに大きな等方応力を作用させる。背圧は圧密中、一定に保つ。
- (3) ビューレットに通じる排水バルブを閉じ、等方応力と背圧との差が所定の圧密応力になるように等方応力のみを増加する。
- (4) バルブを開いて圧密を開始する。圧密中は等方応力も一定に保つ。
- (5) 圧密中の排水量 $\Delta V(\text{cm}^3)$ および可能な場合は合せて軸変位量 $\Delta H(\text{cm})$ を適当な経過時間ごとに測定し、図示する。少なくとも一次圧密が終了す

るまで圧密を続け、圧密による排水量を ΔV_e (cm^3)、および軸変位量を ΔH_e (cm) とする。

- (6) ビューレットに通じる排水バルブを一たん閉じ、等方応力を $\Delta\sigma_3$ だけ減少させ、それによって生じる間隙水圧の変化が落ち着くのを待って、その時間および間隙水圧の降下量 Δu (kgf/cm^2) を測定する。
- (7) 等方応力を元の値に戻し、間隙水圧の値が落ち着くのを待って、排水バルブを開く。

4.2 軸圧縮過程

- (1) 荷重計と変位計の原点の確認、調整を行う。
- (2) 排水バルブを閉じる。
- (3) セル圧を一定として、ひずみ速度が一定になるように連続的に供試体を圧縮する。
- (4) 圧縮中は軸圧縮力 P (kgf)、軸変位量 ΔH (cm) および間隙水圧 u (kgf/cm^2) を測定する。
- (5) 荷重計の読みが最大となってから引続き軸ひずみが3%以上生じるか、荷重計の読みが最大値の2/3程度に減少するか、または軸ひずみが15%に達したら圧縮を終了する。
- (6) 供試体を三軸圧力室から取り出し、供試体の変形・破壊状況などを観察、記録する。
- (7) 供試体の炉乾燥質量 m_s (g) を測定する。

【付帯条項】

4.1

- (1) 装置の組立ての手順はそれぞれの試験機の構造に合わせて行うものとする。以下では荷重計と変位計が三軸圧力室の外にある場合の組立て手順を示す。
 - a. ピストンとキャップが一体化している形式の場合は、底盤と上盤の間に圧力円筒を設置する。
 - b. ピストンとキャップが個別の場合は、上盤と一体化した圧力円筒を底盤に固定した後、ピストンを上盤に挿入し、ピストンがキャップに所定の位置で接触することを確認して固定する。
 - c. 三軸圧力室を水で満たした後、排気孔を閉じる。
- (2)
 - a. キャップとピストンが個別の場合は三軸圧力室に加えたセル圧が供試体に作用する等方応力になるが、キャップとピストンが一体化している場合は、所定の等方応力状態にするために、ピストンの三軸圧力室への固定を解除し、セル圧とともに、ピストンを介して軸圧縮力を加える。加える軸圧縮力とセル圧の関係はピストンの直径と自重により異なるので、あらかじめこれらの関係を求めておく必要がある。
 - b. 背圧の値は $0.5 \sim 2 \text{ kgf/cm}^2$ 程度とし、加圧に際しては、供試体の有効応力の変動を避けるために、つぎのように徐々に加えることが望ましい。

まず三軸圧力室に 0.1 kgf/cm^2 程度の等方応力を作用させ、ビューレットに通じる排水バルブを数分間開いて供試体周辺の余分な水を排出する。

その後、ビューレットに通じる排水バルブを閉じて、最終的な背圧の値の1/4~1/2程度に相当する等方応力の増分を供試体に加える。つぎに同量の背圧をビューレットに加えておいてバルブを開く。このように、常に供試体に作用する等方応力と背圧との差を最初に設定した圧力差 (0.1 kgf/cm^2 程度) に保ちながら、背圧が所定の値に達するまでこの操作を繰り返す。セル圧と背圧は供試体中央高さにおける圧力と定義しているので、各圧力を測定する圧力計の位置水頭を考慮する必要がある。

- (3)(4) 圧密の開始に先立って変位計および間隙水圧計を取付け、原点を合せる。ピストンとキャップが個別の形式の場合は、この作業の前に荷重計、ピストンおよびキャップを接触させる。続いて、ビューレットの初期値を読み取り、供試体に所定の等方応力を加え、ビューレットに通じるバルブを開いて圧密を開始する。
- (5)
 - a. 測定は JSF E 411「土の圧密試験方法」に準じて行う。圧密試験の $\sqrt{t}$ 法における100%圧密量 d_{100} に相当する時間を図上で求め、その時間を越えてから100分程度圧密を継続することを標準とする。過圧密状態などのように一次圧密が明確に認められない場合、直径 3.5 cm の供試体は圧密開始から100分、直径 5 cm 以上の供試体は150分を越える適当な時間で打ち切る。
 - b. ピストンとキャップが一体化していないために圧密中の軸変位量を測定しなかった場合は、供試体に余分な力を加えないよう荷重計の読みに注意しながらピストンをキャップに接触させ、変位計の読みを取り、この値を圧密による軸変位量 ΔH_e (cm) とする。
- (6) B値測定の模式図を図-3に示す。 $\Delta\sigma_3$ としては背圧の1/2程度の値を用いる。

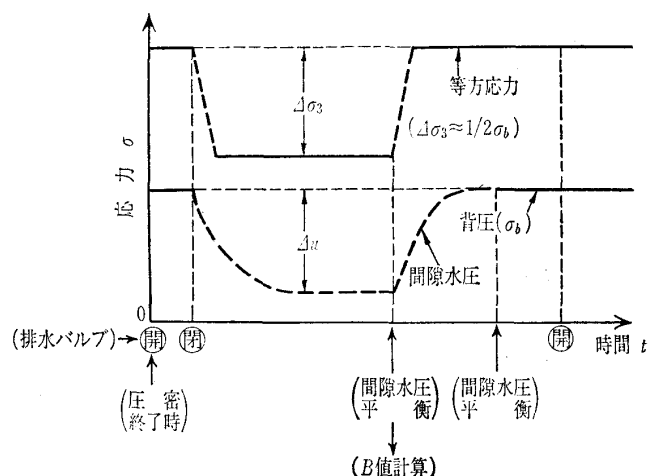


図-3 B値の測定方法

資料—447

4.2

- (3) 供試体内の間隙水圧分布の一樣化をはかるために、ひずみ速度はシルト分の多い試料で0.1%/min程度、粘土分の多い試料で0.05%/min程度を目安とする。
- (4) 軸圧縮力、軸変位量および間隙水圧を連続記録しない場合は、これらの測定間隔は、主応力差-軸ひずみ曲線および間隙水圧-軸ひずみ曲線を滑らかに描くことのできる程度とする。例えば、軸圧縮力の最大値までは軸変位量を0.2mm間隔、それ以降は0.5mmを越えない間隔が望ましい。
- (6) 圧縮終了後の供試体の変形・破壊状況は、それらの状況が最も顕著に見える方向から観察を行い、記録する。また、すべり面が見られる場合は、勾配が最も急に見える方向から観察を行い、大まかな角度が読み取れる程度に記録する。供試体の不均質状態や異物の混入状況などを観察し、記録する。
- (7) 削り屑による含水比の測定を行った場合はこれを省いてよい。

5. 試験結果の整理

5.1 供試体の初期状態

- (1) 試験前の供試体の含水比 $w(\%)$ を次式で算定する。

$$w = \frac{m_0 - m_s}{m_s} \times 100$$

ここに、

m_0 : 試験前の供試体質量 (g)

m_s : 供試体の炉乾燥質量 (g)

- (2) 試験前の供試体体積 $V_0(\text{cm}^3)$ を次式で算定する。

$$V_0 = \frac{\pi}{4} D_0^2 H_0$$

ここに、

D_0 : 試験前の供試体直径 (cm)

H_0 : 試験前の供試体高さ (cm)

5.2 圧密過程

- (1) 圧密後の供試体体積 $V_c(\text{cm}^3)$ を次式で算定する。

$$V_c = V_0 - \Delta V$$

ここに、

ΔV : 圧密による排水量 (cm^3)

- (2) 圧密後の供試体高さ $H_c(\text{cm})$ を次式で算定する。

$$H_c = H_0 - \Delta H_c$$

ここに、

ΔH_c : 圧密による軸変位量 (cm)

- (3) 圧密後の供試体断面積 $A_c(\text{cm}^2)$ を次式で算定する。

$$A_c = \frac{V_c}{H_c}$$

5.3 間隙圧係数 B 値

圧密後の供試体の B 値を次式で算定する。

$$B = \frac{\Delta u}{\Delta \sigma_3}$$

ここに、

$\Delta \sigma_3$: 等方応力の減少量 (kgf/cm^2)

Δu : $\Delta \sigma_3$ に伴う間隙水圧の降下量 (kgf/cm^2)

5.4 軸圧縮過程

- (1) 供試体の軸ひずみ $\varepsilon(\%)$ を次式で算定する。

$$\varepsilon = \frac{\Delta H}{H_c} \times 100$$

ここに、

ΔH : 供試体の軸変位量 (cm)

- (2) 軸ひずみ ε のときの主応力差 $(\sigma_1 - \sigma_3)(\text{kgf/cm}^2)$ を次式で算定する。

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{P}{A_c} \left(1 - \frac{\varepsilon}{100} \right)$$

ここに、

P : 軸ひずみ ε のときに供試体に加えられた軸圧縮力 (kgf)、ただし、等方圧密中は $P=0$

σ_1 : 供試体に作用する軸方向応力 (kgf/cm^2)

σ_3 : 供試体に作用する側方向応力 (kgf/cm^2)

- (3) 主応力差-軸ひずみ曲線および間隙水圧-軸ひずみ曲線を、軸ひずみを横軸にとって描く。

- (4) $0 \leq \varepsilon \leq 15\%$ の範囲の主応力差の最大値 $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$ を図上から求め、圧縮強さとする。

- (5) 軸圧縮過程の有効主応力 $\sigma_1'(\text{kgf/cm}^2)$ および $\sigma_3'(\text{kgf/cm}^2)$ を次式で算定し、 $(\sigma_1' + \sigma_3')/2$ を横軸に、 $(\sigma_1 - \sigma_3)/2$ を縦軸にとって、有効応力経路図を描く。

$$\sigma_1' = \sigma_1 - u$$

$$\sigma_3' = \sigma_3 - u$$

ここに、

u : 供試体に作用する間隙水圧 (kgf/cm^2)

- (6) 主応力差最大時の有効主応力 $\sigma_{1f}'(\text{kgf/cm}^2)$ および $\sigma_{3f}'(\text{kgf/cm}^2)$ を次式で算定する。

$$\sigma_{1f}' = (\sigma_1 - \sigma_3)_{\max} + \sigma_{3f}'$$

$$\sigma_{3f}' = \sigma_{3f} - u_f$$

ここに、

σ_{3f} : 主応力差最大時の側方向応力 (kgf/cm^2)

u_f : 主応力差最大時の間隙水圧 (kgf/cm^2)

【付帯条項】

- 5.1 必要に応じて、試験前(圧密前)の供試体の湿潤密度 $\rho_t(\text{g/cm}^3)$ 、間隙比 e 、飽和度 $S_r(\%)$ を次式で算定する。

$$\rho_t = \frac{m_0}{V_0}$$

ここに,

V_0 : 試験前の供試体体積 (cm^3)

m_0 : 試験前の供試体質量 (g)

$$e = \frac{V_0}{V_s} - 1$$

ただし,

$$V_s = \frac{m_s}{\rho_s}$$

ここに,

V_s : 供試体の土粒子の体積 (cm^3)

m_s : 供試体の炉乾燥質量 (g)

ρ_s : 土粒子の密度 (g/cm^3)

$$S_r = \frac{V_w}{V_0 - V_s} \times 100$$

ただし,

$$V_w = \frac{m_0 - m_s}{\rho_w}$$

ここに,

V_w : 試験前の供試体の水の体積 (cm^3)

- (1) 供試体作製の際に求めた場合は省略してよい。

5.2

- (1) 必要に応じて, 圧密後(軸圧縮前)の供試体の間隙比 e_c を次式で算定する。

$$e_c = \frac{V_c}{V_s} - 1$$

ここに,

V_c : 圧密後の供試体体積 (cm^3)

- (2) ピストンとキャップが一体化していない形式の場合, 圧密による軸変位量 ΔH_c の測定が不確実と判断されるときは, 供試体に等方的なひずみが生じたものと仮定して, 圧密後の高さ $H_c(\text{cm})$ を次式で算定する。この式から求めた H_c を使用したときは報告事項に明記する。

$$H_c = \left(1 - \frac{\Delta V}{3V_0}\right) \times H_0$$

5.4

- (6) 必要に応じて, $(\sigma_1'/\sigma_3')_{\max}$ ときの σ_1' および σ_3' を求める。

6. 報告事項

試験結果についてつぎの事項を報告する。

- (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
- (3) セル圧と背圧の大きさ
- (4) 圧密中の排水量(および測定した場合は軸変位量)と時間の関係
- (5) B 値および間隙水圧が落ち着くまでに要した時間
- (6) 軸圧縮過程のひずみ速度
- (7) 主応力差-軸ひずみ曲線, 間隙水圧-軸ひずみ曲線
- (8) 有効応力経路
- (9) 供試体の破壊状況
- (10) 圧縮強さ-圧密応力関係
- (11) 主応力差最大時の有効主応力
- (12) 本基準と部分的に異なる方法を用いた場合は, その内容
- (13) その他特記すべき事項

【付帯条項】

- (2) 必要に応じて, 試験前の供試体の湿潤密度, 間隙比, 飽和度および圧密後の間隙比を報告する。
- (4) 4.1(5)において描いた図。
- (7) 5.4(3)において描いた図。
- (8) 5.4(5)において描いた図。
- (9) 4.2(6)において行った記録。
- (10) 圧密応力を横軸に, 圧縮強さを縦軸にとって図示するか, または $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$ のときの $(\sigma_1 - \sigma_b)$ および $(\sigma_3 - \sigma_b)$ によるモールの応力円で図示する。ただし, σ_b は背圧である。
- (11) 必要に応じて $(\sigma_1'/\sigma_3')_{\max}$ のときの σ_1' および σ_3' の値を報告する。

土質工学会基準 (案)

土の三軸圧縮 (CD) 試験方法

JSF
E 524—1989

Method for Consolidated-Drained Triaxial Compression Test on Soils

1. 総 則

1.1 試験の目的

この試験は、等方応力状態で圧密された土に対して、圧密応力と排水状態における圧縮強さの関係を求めることを目的とする。

1.2 適用範囲

飽和した土を対象とする。

1.3 用語の定義

軸方向応力とは、供試体の長軸方向に作用する応力をいい、側方向応力とは、供試体の半径方向に作用する応力をいう。応力の値は、供試体中央高さで定義する。また、両応力の差を主応力差という。等方応力状態とは、軸方向応力と側方向応力の等しい応力状態をいう。

土の排水状態における圧縮強さとは、圧密終了時の側方向応力と間隙水圧を維持した状態で、供試体に加え得る最大の主応力差をいう。

1.4 必要関連基準

この試験に用いる供試体は、次の基準によって作製する。

JSF E 520「土の三軸試験の供試体作製方法」

【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。

1.1

a. 同一試料から作製した3個以上の供試体について、必要とされる圧密応力の範囲内の相異なる圧密応力のもとで試験を行う。

b. 圧密排水量と圧密応力の関係および軸圧縮時の軸ひずみと主応力差および体積ひずみの関係も求めるものとする。

1.2 供試体作製後に飽和させた土を含む。

1.3 排水状態における間隙水圧は、通常大気圧に等しいが、背圧を用いた場合は背圧に等しい。ただし、背圧とは、供試体の飽和度を高める手段として、供試体内部の間隙水圧と供試体外部から作用している等方応力に同量ずつ付加される圧力増分をいう。

2. 試験用具

2.1 三軸圧縮試験機

三軸圧縮試験機は三軸圧力室、セル圧供給装置、圧縮装置、および応力、変位、排水量測定装置から構成され、次に示す条件を満たすものとする。

- (1) 最大セル圧および供試体の最大軸圧縮力に対し十分な耐荷容量と負荷能力を有すること。
- (2) 所定の圧力を 2.0 kgf/cm^2 未満では $\pm 0.04 \text{ kgf/cm}^2$ 、 2.0 kgf/cm^2 以上では $\pm 2\%$ の圧力変動の範囲内で1供試体の試験が終了するまで連続して加え得ること。
- (3) 供試体の高さの15%を越えるまで軸方向変位を連続して与え得ること。
- (4) 圧力を 2.0 kgf/cm^2 未満では $\pm 0.02 \text{ kgf/cm}^2$ 、 2.0 kgf/cm^2 以上では $\pm 1\%$ の許容差ではかり得ること。
- (5) 軸圧縮力を供試体の最大圧縮力の $\pm 1\%$ の許容差ではかり得ること。
- (6) 軸変位量を供試体高さの $\pm 0.1\%$ の許容差ではかり得ること。
- (7) 供試体からの排水量を供試体初期体積の $\pm 0.1\%$ の許容差ではかり得ること。

2.2 その他の用具

- (1) ゴムスリーブ
- (2) ゴムスリーブ拡大器
- (3) ろ紙
- (4) Oリングまたはゴムひも
- (5) ストップウォッチまたは時計

【付帯条項】

2.1 三軸圧縮試験機の構成例を図-1に示す。ただし、図中に破線で示した背圧用レギュレーター、背圧圧力計および二重管ビューレットは、背圧を用いる場合のみ必要であり、また、これらの装置の満たすべき条件は、2.1(2), (4)に準じるものとする。三軸圧力室の構造を模式的に示したものが図-2で、(a)はピストンとキャップが一体化している形式、(b)は両者が個別の

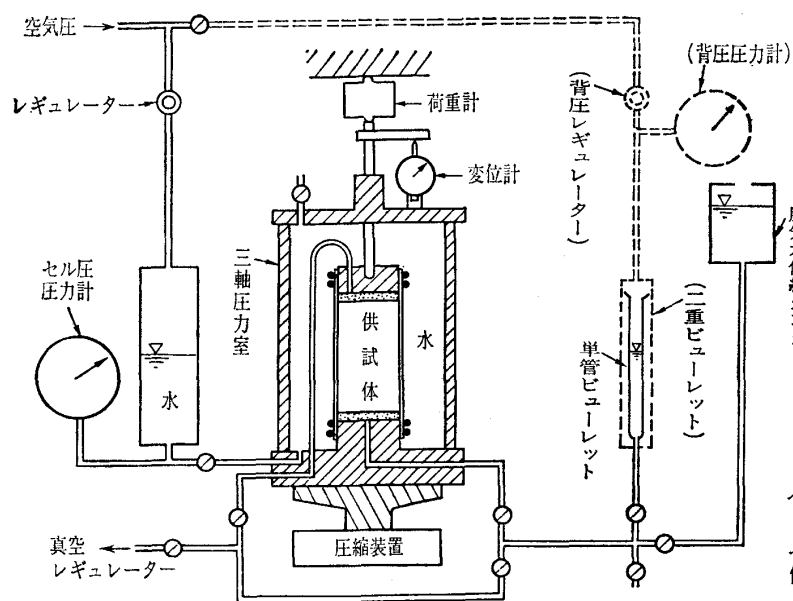


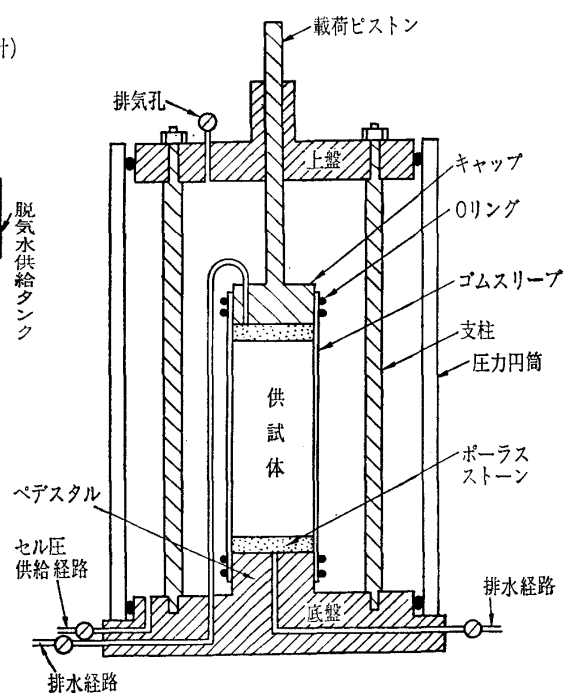
図-1 三軸圧縮 (CD) 試験機の構成例 (破線：背圧装置)

形式の例である。いずれの形式も同一直径のキャップとペダスタルの間に供試体を設置して、ゴムスリーブで覆い、Oリングなどで密閉できるものとする。

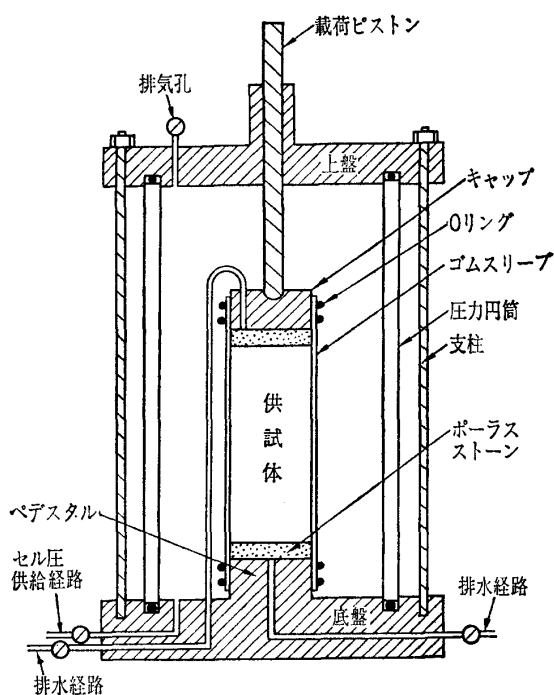
- (1) セル圧に関する耐荷容量と負荷能力は $5 \sim 10 \text{ kgf/cm}^2$ 必要である。
- (5) a. 軸圧縮力測定用の荷重計はプルービングリングまたはロードセルを用いるものとし、種々の測定容量のものを用意しておき、予想される最大圧縮力に応じて使い分ける。
- b. 荷重計を圧力室の外に設置する形式の試験機の場合は、ピストンと三軸圧力室の摺動部の摩擦力を測定して軸圧縮力の測定値を補正する。
- c. 荷重計を三軸圧力室の内側に設置する場合は、セル圧の影響を検定して軸圧縮力の測定値を補正する。
- (6) 軸変位量測定用の変位計は供試体高さの15%以上の変位がはかれるものとし、最小目盛 $1/100 \text{ mm}$ のダイヤルゲージまたはこれと同等以上の性能を有する電気式変位計を用いる。
- (7) 供試体の排水量の最小読取値は、直径 3.5 cm の供試体の場合 0.1 ml 以下、直径 5 cm 以上の供試体の場合 0.2 ml 以下とする。排水量は、ビュレットまたはこれと同等以上の性能を有する装置で測定する。以下の各条項において、排水量測定装置はビュレットで代表する。

2.2

- (1) ゴムスリーブは、長さがゴムスリーブ拡大器より長く、内径が供試体直径よりわずかに小さいもので、厚さは $0.15 \sim 0.30 \text{ mm}$ 程度のものとする。
- (2) ゴムスリーブ拡大器は円筒形とし、その長さおよび内径は供試体の高さおよび直径より多少大きいものとする。また、負圧を与えることによりゴムスリーブを



(a) 载荷ピストンとキャップが一体化している場合



(b) 载荷ピストンとキャップが個別の場合

図-2 三軸圧力室の例

拡大器の内面に密着できる構造とする。キャップがピストンと一体化している場合は、二つ割りの構造のものを用いる。この場合、二つ割り部分は気密構造になるものとする。

- (3) ろ紙は「トリミング法」で作製された供試体に用い、 $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$ 程度の厚さで、供試体の透水性に比べて十分に大きな透水性を有するものとする。圧密時間短縮の目的で供試体側面に巻くろ紙はスリットを入れて用いる。

資料-447

- (4) Oリングは、その内径がキャップおよびペDESTALの直径の80%程度で、試験中、供試体へのセル液の漏洩を防止するに十分な締め付け力を有するものとする。

3. 供試体の設置

3.1 供試体

- (1) 供試体は、JSF E 520「土の三軸試験の供試体作製方法」によって作製したものを用いる。
- (2) 負圧法によって作製した供試体が飽和している場合は、ただちに4. 試験方法に移る。

3.2 トリミング法により作製した供試体の設置

供試体の上下面および側面に排水用のろ紙を付け、これをペDESTAL上に置き、キャップを載せ、側面をゴムスリーブで覆い、ゴムスリーブの両端部をキャップおよびペDESTALにOリングなどで締め付ける。

【付帯条項】

- 3.2 JSF E 522「土の三軸圧縮(CU)試験方法」の付帯条項 3.2 による。

4. 試験方法

4.1 圧密過程

- (1) 三軸圧力室を組み立て、水で満たす。
- (2) 三軸圧力室に所定の等方応力を作用させる。以降の試験中、セル圧を一定に保つ。
- (3) ビューレットに通じる排水バルブを開いて圧密を開始する。
- (4) 少なくとも一次圧密が終了するまで圧密を続け、圧密による排水量 $\Delta V(\text{cm}^3)$ および軸変位量 $\Delta H_e(\text{cm})$ を読みとる。

4.2 軸圧縮過程

- (1) 荷重計と変位計の原点の確認、調整を行う。
- (2) セル圧を一定として、ひずみ速度が一定になるように連続的に供試体を圧縮する。
- (3) 圧縮中は軸圧縮力 $P(\text{kgf})$ 、軸変位量 $\Delta H(\text{cm})$ および排水量 $\Delta V(\text{cm}^3)$ を測定する。
- (4) 荷重計の読みが最大となってから引続き軸ひずみが3%以上生じるか、荷重計の読みが最大値の2/3程度に減少するか、または軸ひずみが15%に達したら圧縮を終了する。
- (5) 供試体を三軸圧力室から取り出し、供試体の変形・破壊状況などを観察、記録する。
- (6) 供試体の炉乾燥質量 $m_s(\text{g})$ を測定する。

【付帯条項】

4.1

- (1) 装置の組立ての手順はそれぞれの試験機の構造に合

せて行うものとする。以下では荷重計および変位計が三軸圧力室の外にある場合の組立て手順を示す。

- a. ピストンとキャップが一体化している形式の場合は、底盤と上盤の間に圧力円筒を設置する。
 - b. ピストンとキャップが個別の場合は、上盤と一体化した圧力円筒を底盤に固定した後、ピストンを上盤に挿入し、ピストンがキャップに所定の位置で接触することを確認して固定する。
 - c. 三軸圧力室を水で満たした後、排気孔を閉じる。
- (2) a. キャップとピストンが個別の場合は三軸圧力室に加えたセル圧が供試体に作用する等方応力になるが、キャップとピストンが一体化している場合は、所定の等方応力状態にするために、ピストンの三軸圧力室への固定を解除し、セル圧とともに、ピストンを介して軸圧縮力を加える。加える軸圧縮力とセル圧の関係はピストンの直径と自重により異なるので、あらかじめこれらの関係を求めておく必要がある。
- b. 三軸圧力室に 0.1 kgf/cm^2 程度の等方応力を作用させる。飽和供試体の場合は、供試体周辺の余分な水を排出するために、あるいは負圧を解除するためにビューレットに通じる排水バルブを数分間開く。乾燥試料を用いて負圧法によって供試体を作製した場合は、キャップの排水孔にわずかな負圧を与えながらペDESTALの排水孔に水を供給するなどの方法により供試体を飽和させる。
- c. 排水バルブを閉じて、三軸圧力室に所定の圧密応力に等しい等方応力を作用させる。ただし、背圧を用いる場合は、これに先立って、JSF E 522「土の三軸圧縮(CU)試験方法」付帯条項 4.1(2)d. に準じて背圧を作用させる。
- d. 変位計を取り付け、原点を合せる。また、ビューレットの初期値を読み取る。ただし、ピストンとキャップが個別の形式の場合は、これらの作業の前に荷重計、ピストンおよびキャップを接触させる。
- (4) a. 粘性土の場合など、圧密に長時間を要する場合は、排水量の時間的な推移を測定して、JSF E 411「土の圧密試験方法」の $\sqrt{t}$ 法における100%圧密量 d_{100} に相当する時間 $t_e(\text{min})$ を図上で求め、その時間を越えてから100分程度圧密を継続することを標準とする。ただし、過圧密状態などのように一次圧密が明確に認められない場合、直径3.5 cmの供試体は圧密開始から100分、直径5 cm以上の供試体は150分を越える適当な時間で打ち切る。
- b. ピストンとキャップが一体化していないために、圧密中の軸変位量を測定しなかった場合は、供試体に余分な力を加えないよう荷重計の読みに注意しながらピストンをキャップに接触させ、変位計の読みを取り、この値を圧密による軸変位量 $\Delta H_e(\text{cm})$ と

する。

4.2

- (2) 軸圧縮に要する時間 $t_f(\text{min})$ は、 $t_f \geq 15 t_c$ を満たすようにする。したがって、軸圧縮のひずみ速度 $\dot{\epsilon}$ の目安は、次式で算定できる。

$$\dot{\epsilon} \leq \frac{\epsilon_f}{t_f} = \frac{\epsilon_f}{15 t_c}$$

ここに、

ϵ_f : 主応力差最大時の軸ひずみ (%)

ただし、上式の計算結果にかかわらず、軸圧縮速度は毎分 0.5% を越えないものとする。

- (3) 軸圧縮力と軸変位量を連続記録しない場合は、これらの測定間隔は、主応力差-軸ひずみ曲線を滑らかに描くことのできる程度とする。例えば、軸圧縮力の最大値までは軸変位量を 0.2 mm 間隔、それ以降は 0.5 mm を越えない間隔が望ましい。
- (5) 圧縮終了後の供試体の変形・破壊状況は、それらの状況が最も顕著に見える方向から観察を行い、記録する。また、すべり面が見られる場合は、勾配が最も急に見える方向から観察を行い、大まかな角度が読み取れる程度に記録する。供試体の不均質状態や異物の混入状況などを観察し、記録する。
- (6) 削り屑による含水比の測定を行った場合は、これを省いてよい。

5. 試験結果の整理

5.1 供試体の初期状態

- (1) 試験前の供試体の含水比 $w(\%)$ を次式で算定する。

$$w = \frac{m_0 - m_s}{m_s} \times 100$$

ここに、

m_0 : 試験前の供試体質量 (g)

m_s : 供試体の炉乾燥質量 (g)

- (2) 試験前の供試体体積 $V_0(\text{cm}^3)$ を次式で算定する。

$$V_0 = \frac{\pi}{4} D_0^2 H_0$$

ここに、

D_0 : 試験前の供試体直径 (cm)

H_0 : 試験前の供試体高さ (cm)

5.2 圧密過程

- (1) 圧密後の供試体体積 $V_c(\text{cm}^3)$ を次式で算定する。

$$V_c = V_0 - \Delta V_c$$

ここに、

ΔV_c : 圧密による排水量 (cm^3)

- (2) 圧密後の供試体高さ $H_c(\text{cm})$ を次式で算定する。

$$H_c = H_0 - \Delta H_c$$

ここに、

ΔH_c : 圧密による軸変位量 (cm)

- (3) 圧密後の供試体断面積 $A_c(\text{cm}^2)$ を次式で算定する。

$$A_c = \frac{V_c}{H_c}$$

5.3 軸圧縮過程

- (1) 供試体の軸ひずみ $\epsilon(\%)$ を次式で算定する。

$$\epsilon = \frac{\Delta H}{H_c} \times 100$$

ここに、

ΔH : 供試体の軸変位量 (cm)

- (2) 軸ひずみ ϵ のときの体積ひずみ $v(\%)$ (圧縮を正とする) を次式で算定する。

$$v = \frac{\Delta V}{V_c} \times 100$$

ここに、

ΔV : 軸圧縮過程における排水量 (cm^3)

- (3) 軸ひずみ ϵ のときの主応力差 $(\sigma_1 - \sigma_3)(\text{kgf/cm}^2)$ を次式で算定する。

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{P}{A_c} \times \frac{1 - \frac{\epsilon}{100}}{1 - \frac{v}{100}}$$

ここに、

P : 軸ひずみ ϵ のときに供試体に加えられた軸圧縮力 (kgf), ただし、等方圧密中は、 $P = 0$

σ_1 : 供試体に作用する軸方向応力 (kgf/cm^2)

σ_3 : 供試体に作用する側方向応力 (kgf/cm^2)

- (4) 主応力差-軸ひずみ曲線、および体積ひずみ-軸ひずみ曲線を軸ひずみを横軸にとって描く。
- (5) $0 < \epsilon \leq 15\%$ の範囲の主応力差の最大値 $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$ を図上から求め、圧縮強さとする。

【付帯条項】

- 5.1 必要に応じて、試験前 (圧密前) の供試体の湿潤密度 $\rho_t(\text{g/cm}^3)$ 、間隙比 e 、飽和度 $S_r(\%)$ を次式で算定する。

$$\rho_t = \frac{m_0}{V_0}$$

ここに、

V_0 : 試験前の供試体体積 (cm^3)

m_0 : 試験前の供試体質量 (g)

$$e = \frac{V_0}{V_s} - 1$$

ただし、

$$V_s = \frac{m_s}{\rho_s}$$

ここに,

V_s : 供試体の土粒子の体積 (cm^3)

m_s : 供試体の炉乾燥質量 (g)

ρ_s : 土粒子の密度 (g/cm^3)

$$S_r = \frac{V_w}{V_0 - V_s} \times 100$$

ただし,

$$V_w = \frac{m_0 - m_s}{\rho_w}$$

ここに,

V_w : 試験前の供試体の水の体積 (cm^3)

- (1) 供試体作製の際に求めた場合は省略してよい。

5.2

- (1) a. セル圧の载荷に伴うゴムスリーブの貫入量を測定または算定した場合は、 ΔV_c を補正する。
b. 必要に応じて、圧密後（軸圧縮前）の供試体の間隙比 e_c を次式で算定する。

$$e_c = \frac{V_c}{V_s} - 1$$

ここに,

V_c : 圧密後の供試体体積 (cm^3)

- (2) ピストンとキャップが一体化していない形式の場合、圧密による軸変位量 ΔH_c の測定が不確実と判断されるときは、供試体に等方的なひずみが生じたものと仮定して、圧密後の高さ $H_c(\text{cm})$ を次式によって算定する。この式から求めた H_c を使用したときは報告事項に明記する。

$$H_c = \left(1 - \frac{\Delta V_c}{3V_0}\right) \times H_0$$

- 5.3 必要に応じて、供試体の主応力差最大時の間隙比 e_f を次式で算定する。

$$e_f = \frac{V_f}{V_s} - 1$$

ここに,

V_f : 主応力差最大時の供試体体積 (cm^3)

6. 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
- (3) 圧密応力の大きさ
- (4) 圧密による排水量および軸変位量
- (5) 軸圧縮過程のひずみ速度
- (6) 主応力差-軸ひずみ曲線、および体積ひずみ-軸ひずみ曲線
- (7) 供試体の破壊状況
- (8) 圧縮強さ-圧密応力関係
- (9) 本基準と部分的に異なる方法を用いた場合は、その内容
- (10) その他特記すべき事項

【付帯条項】

6.

- (2) 必要に応じて、試験前の供試体の湿潤密度および間隙比、圧密後および主応力差最大時の間隙比を報告する。
- (3) 背圧を用いた場合は、その大きさを報告する。
- (4) 粘性土の場合など、圧密に長時間を要した場合は、時間と排水量および軸変位量の関係も報告する。
- (6) 5.3(4)において描いた図。
- (7) 4.2(5)において行った記録。
- (8) 圧密応力を横軸に、圧縮強さを縦軸に取って図示するか、または、モールの応力円を図示する。後者において、背圧を用いた場合は各全応力から背圧を差し引いた有効応力で表示する。また、必要に応じて、モールの応力円に対する包絡線と包絡線から求めたせん断抵抗角 ϕ_a および縦軸切片 c_a を報告する。

土質工学会基準（案）

JSF

土の工学的分類方法

M 111—1989

（日本統一土質分類法）

Soil Classification System

1. 総 則

1.1 基準の目的

この基準は、土の物理的性質などに基づいて土を土質工学的に分類することを目的とする。

1.2 適用範囲

土質材料を対象とする。

1.3 用語の定義

本基準における土の工学的分類とは、土の観察、粒度組成、液性限界、および塑性指数などに基づいて、土質材料を分類することをいう。

土質材料とは、地盤の構成材料のうち粒径 75 mm 以下のものをいう。

【付帯条項】

1.3 土質材料は、図—1 に示す各粒径を境にして粒径区分をし、各々の区分範囲の粒子を図—1 に示す呼び名で表す。ある区分に属する構成粒子を意味するときは、各呼び名にそれぞれ「粒子」という言葉をつけ、またある区分に属する構成成分を意味するときは、各呼び名にそれぞれ「分」という言葉をつけて表す。

土 質 材 料						
粘 土	シルト	砂		礫		
		細 砂	粗 砂	細 礫	中 礫	粗 礫
5 μ m	75 μ m	425 μ m	2mm	4.75mm	19mm	75mm

図—1 粒径区分とその呼び名

2. 分類のために必要な試験

土を分類するために、観察結果とつぎの試験結果を用いる。

- (1) JSF E 131「土の粒度試験方法」
- (2) JSF E 135「土の細粒分含有率試験方法」
- (3) JSF E 141「土の液性限界・塑性限界試験方法」
- (4) ダイレイタンシー試験、乾燥強さ試験、ポスト法などの判別試験

【付帯条項】

(4)

a. ダイレイタンシー試験と乾燥強さ試験はシルトと粘性土を判別する場合に用いる。

① ダイレイタンシーとは、水を十分に含んだ土塊を手のひらにのせて振動すると土の表面に水が現れ、つぎに手のひらをすぼめると水が消える現象をいう。ダイレイタンシー試験では、この操作を行うことにより、ダイレイタンシー現象が顕著であるか、見られないかを判別する。

② 乾燥強さとは、十分に乾燥した土塊を指の間でつぶすときの強さをいう。乾燥強さ試験では、この強さが低い、中くらい、高いかを判別する。

b. ポスト (Von Post) 法は高有機質土を手で握りしめて指の間から出る水や土の色、手に残った繊維などから有機物の分解度を判断し、ピートと黒泥を判別する。

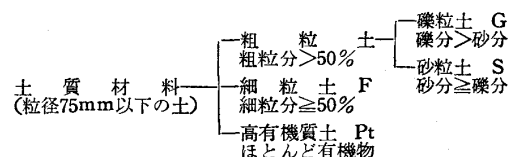
3. 土の分類

土の分類は、大分類、中分類、小分類、細分類の4段階とし、目的に応じた分類段階まで分類するものとする。

土の観察等、土の粒度組成、液性限界および塑性指数に基づいて、土の工学分類体系(図—2, 3)および塑性図(図—4)に従って分類を行い、土の分類名と分類記号を求める。

3.1 大分類

粗粒分と細粒分の含有率、および有機物の含有割合によって、図—2 に従って大分類を行う。こ



図—2 土の工学的分類体系（大分類）

こでいう粗粒分は 75 μ m～75 mm の構成成分の含有率、細粒分は 75 μ m 以下の構成成分の含有率をいう。また、礫分は 2 mm～75 mm の構成成分の含有率、砂分は 75 μ m～2 mm の構成成分の含有率をいう。

3.2 中分類、小分類、細分類

大分類した土は、図—3 に示す土の工学的分類

大分類	中分類	小分類	細分類
粗粒土 粗粒分 $\geq 50\%$	礫粒土 G 礫分 $\geq$ 砂分	礫 {G} 細粒分 $< 15\%$	きれいな礫 [G] 細粒分 $< 5\%$ $U_c \geq 10, 1 < U_c' \leq \sqrt{U_c}$ 粒度のよい礫 (GW)
			上記以外 粒度のわるい礫 (GP)
		細粒分まじり礫 [G-F] $5\% \leq$ 細粒分 $< 15\%$	細粒分が主に {M} シルトまじり礫 (G-M)
			{C} 粘土まじり礫 (G-C)
			{O} 有機質土まじり礫 (G-O)
			{V} 火山灰質土まじり礫 (G-V)
		礫質土 {GF} $15\% \leq$ 細粒分 $< 50\%$	細粒分が主に {M} シルト質礫 (GM)
			{C} 粘土質礫 (GC)
			{O} 有機質礫 (GO)
			{V} 火山灰質礫 (GV)
粗粒土 粗粒分 $\geq 50\%$	砂粒土 S 砂分 $\geq$ 礫分	砂 {S} 細粒分 $< 15\%$	きれいな砂 [S] 細粒分 $< 5\%$ $U_c \geq 10, 1 < U_c' \leq \sqrt{U_c}$ 粒度のよい砂 (SW)
			上記以外 粒度のわるい砂 (SP)
		細粒分まじり砂 [S-F] $5\% \leq$ 細粒分 $< 15\%$	細粒分が主に {M} シルトまじり砂 (S-M)
			{C} 粘土まじり砂 (S-C)
			{O} 有機質土まじり砂 (S-O)
			{V} 火山灰質土まじり砂 (S-V)
		砂質土 {SF} $15\% \leq$ 細粒分 $< 50\%$	細粒分が主に {M} シルト質砂 (SM)
			{C} 粘土質砂 (SC)
			{O} 有機質砂 (SO)
			{V} 火山灰質砂 (SV)
細粒土 F 細粒分 $\geq 50\%$		シルト {M} (ダイレイタンス現象が顕著、乾燥強さが低い)	$w_L < 50\%$ シルト (低液性限界) (ML)
			$w_L \geq 50\%$ シルト (高液性限界) (MH)
		粘性土 {C} (ダイレイタンス現象がなく、乾燥強さが高い、または中くらい)	$w_L < 50\%$ 粘質土 (CL)
			$w_L \geq 50\%$ 粘土 (CH)
		有機質土 {O} (有機質、暗色で有機臭あり)	$w_L < 50\%$ 有機質粘質土 (OL)
			$w_L \geq 50\%$ 有機質粘土 (OH)
		火山灰質粘性土 {V} (地質的背景、火山灰放出物)	$w_L < 80\%$ 火山灰質粘性土 (I型) (VH ₁)
			$w_L \geq 80\%$ 火山灰質粘性土 (II型) (VH ₂)
		高有機質土 Pt ほとんど有機物	未分解で繊維質 ビート (Pt)
			分解が進み黒色 黒泥 (Mk)

U_c : 均等係数, U_c' : 曲率係数, w_L : 液性限界

図-3 土の工学的分類体系

体系に従って、中分類、小分類、細分類する。

(1) 礫粒土 G の分類

- ① 礫粒土 G は細粒分によって、「礫 {G}」と「礫質土 {GF}」に中分類し、さらに「礫 {G}」を小分類する。
- ② 小分類の「きれいな礫 [G]」は、均等係数 U_c と曲率係数 U_c' によって「粒度のよい礫 (GW)」と「粒度のわるい礫 (GP)」に細分類する。
- ③ 小分類の「細粒分まじり礫 [G-F]」は、塑性図 (図-4) および観察等に基づいて、細粒分が主にシルト {M}、粘性土 {C}、有機質土 {O}、火山灰質粘性土 {V} のいずれであるかによって細分類する。
- ④ 中分類の「礫質土 {GF}」は、③と同じ方法で細分類する。

(2) 砂粒土 S の分類

- (1) 礫粒土 G の分類と同じ方法で分類する。

(3) 細粒土 F の分類

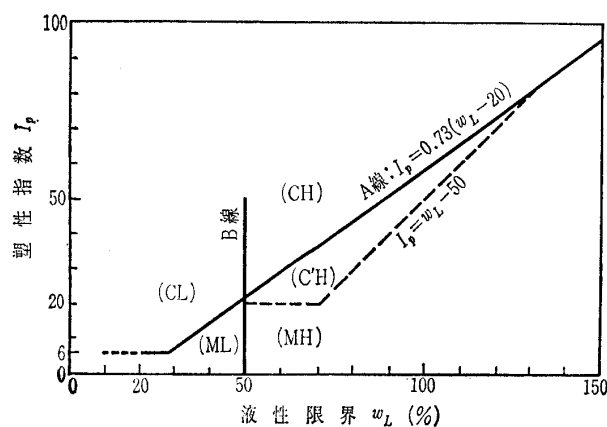


図-4 塑性図

細粒土 F は観察等によって中分類し、さらに塑性図 (図-4) および観察等に基づいて細分類する。

(4) 高有機質土 Pt の分類

高有機質土 Pt は観察等に基づいて細分類する。

【付帯条項】

3.

- ここでいう観察等とは、原位置や室内における試料などの工学的な観察、および2.(4)の判別試験をいう。

表—1 分類記号の意味

記 号	意 味
主 記 号	
G	礫粒土 (G-soils) または礫 (Gravel)
S	砂粒土 (S-soils) または砂 (Sand)
F	細粒土 (Fine soils)
M	シルト (Mo: スウェーデン語のシルト)
C	粘性土 (Cohesive soils) または粘土 (Clay)
O	有機質土 (Organic soils)
V	火山灰質粘性土 (Volcanic cohesive soils)
Pt	高有機質土 (Highly organic soils) またはPEAT (Peat)
Mk	黒泥 (Muck)
副 記 号	
W	粒度のよい (Well-graded)
P	粒度のわるい (Poorly-graded)
L	低液性限界 ($w_L < 50\%$) (Low liquid limit)
H	高液性限界 ($w_L \geq 50\%$) (High liquid limit)
H ₁	火山灰質粘性土のⅠ型 ($w < 80\%$)
H ₂	火山灰質粘性土のⅡ型 ($w \geq 80\%$)
(W)	廃棄物 (Wastes)
—	……まじり……
補 助 記 号	
Pu	均等粒度の ($U_c < 10$) (Uniformly graded)
Ps	階段粒度の ($U_c \geq 10$ で, $U_c' \leq 1$ または $U_c' > \sqrt{U_c}$) (Skip-graded)
g	礫まじり (with gravel)
〇〇	観察などによる分類 (*〇〇と表示してもよい)
〇〇	自然堆積でなく, 盛土, 埋立などによる土や地盤 (#〇〇と表示してもよい)

b. 土の工学的分類体系 (図—3) において, 分類記号の括弧のないものは大分類, { } は中分類, [] は小分類, () は細分類を示す。

3.2

a. 分類記号は表—1 に示す英語の頭文字で表す。必要に応じて, 副記号と補助記号を用いて次の表示ができる。

- ① 表—1 の Pu, Ps は, 礫または砂に対して用い, 例えば, (GPu)(SPs) と表示する。
- ② 「まじり」を表す場合は, 分類記号と分類記号との間にハイフンを挿入し, 例えば, [G-F] (G-M) と表示する。
- ③ [S-F] および (S-M) において, 「まじり」と合せて「粒度のよい」「粒度のわるい」を表す場合は, ハイフンを副記号の W, P で置き換え, 例えば, [GWF] (GPM) [SWF] (SPM) と表示する。
- ④ 礫粒子を少量含む場合は, 「礫まじり」の言葉を分類名につけ, 分類記号の末尾に g を添え, 例えば, [Sg] {Cg} (CLg) (SWMg) と表示する。

b. 廃棄物の分類記号は, 一般廃棄物, 産業廃棄物とも {W} と表示する。

c. 粒度試験, 液性限界・塑性限界試験の結果を用いなく, 観察等のみによって分類する場合は, 分類記号に上線または記号の前に * をつけ, 試験結果に基づいた分類と区別する。例えば, ($\overline{GP}$) または (*GP) と表示する。ただし, 大分類, 中分類の分類記号, およ

び細分類の「有機質火山灰土 (OV)」「PEAT (Pt)」「黒泥(Mk)」の分類記号には使用しない。

d. 必要に応じて, 埋立, 盛土などによる人工地盤の土は, 分類記号に下線または記号の前に # をつけ, 自然堆積地盤の土と区別する。例えば, ($\underline{SW}$) または (#SW) と表示する。

(3) 観察等によって「粘性土 {C}」と判別された土において, 液性限界と塑性指数を塑性図にプロットしたとき, A線と破線の間に入ることがある。この場合は「粘土 (C'H)」と表示する。

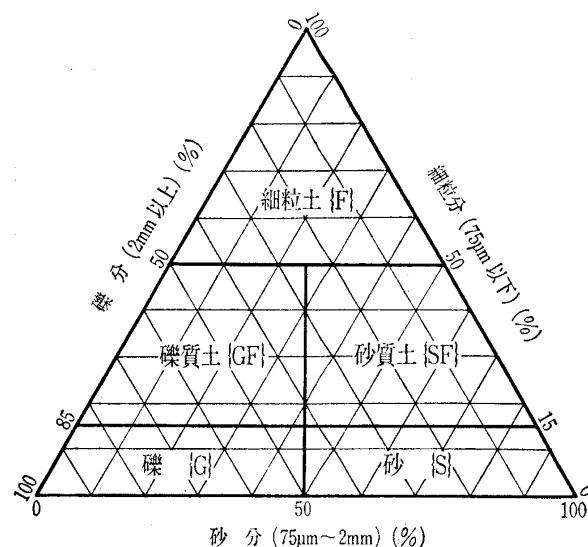
4. 報告事項

分類結果について, 次の事項を報告する。

- (1) 分類に使用した粒度組成, 液性限界, 塑性指数
- (2) 土の分類名と分類記号
- (3) その他特記すべき事項

【付帯条項】

- (2)
 - a. 土の分類名と分類記号を合せて報告することを標準とする。例えば, 細粒分まじり礫 [G-F], 粘土 (CH) とする。
 - b. 必要に応じて, 次のように報告することができる。
 - ① 地層名や土の工学的な性質を表す一般的な土質名と分類記号によって表す。例えば, しらす (SV), まさ土 (SM), 関東ローム (VH₂) である。
 - ② 土の分類名と付帯条項 3.2 に示す分類記号によって表す。
- (3) 礫分, 砂分, 細粒分の含有割合を図—5 の三角座標に表示して報告できる。



図—5 三角座標による表示