

新規制定の地盤工学会基準

「岩石の供試体の作製方法」素案について

地盤工学会基準部

1. はじめに

ここに公示する学会基準案は、新たに制定することを提案する「岩石の供試体の作製方法」に関するものである。原案は、「室内試験規格・基準委員会 WG4：力学特性」の澁谷 WG リーダー（神戸大学）、川口 WG 幹事（北見工業大学）のもと、岩石の力学特性に関する試験の改定作業メンバー（委員構成は表-1）により作成され、「室内試験規格・基準委員会」及び「基準部」において審議されたものである。以下に基準案の作成の経緯及び基準案の概要を述べる。

基準案については、学会のホームページに掲載するとともに、本部図書館においても閲覧可能とした。ここに公示された基準案に対する意見は、平成 30 年-月 日までに書面にて基準部宛にご提出いただきたい。会員から意見が出された場合には、その内容を慎重に検討したうえで、基準部及び理事会における所定の審議手続きを経た後、学会基準として制定される。

表-1 岩石の力学特性に関する試験の改定作業メンバー

委員	岡本 敏郎	芝浦工業大学
委員	谷 和夫	東京海洋大学
委員	小野 正樹	応用地質
委員	城下 学	西日本技術開発
委員	吉田 淳	サンコーコンサルタント
委員	納谷 朋広	ダイヤコンサルタント
委員	島田 徹也	基礎地盤コンサルタンツ
幹事	岡田 哲実	電力中央研究所

2. 基準案作成の経緯

供試体の作製方法については、土の三軸試験では「土の三軸試験の供試体作製・設置方法 (JGS0520)」として試験と分離して基準化されていたが、岩石の試験では各試験基準の中に含まれていた。しかも、試験により供試体の整形精度が異なる場合があり、誤解を招きやすいこと、また整形精度が記載されているにもかかわらず、その確認方法が記載されていない等の問題もあった。そこで、これまで一軸圧縮試験、一軸引張り試験、圧裂試験、超音波速度測定、各種三軸試験等の中に別々に存在した供試体の作製部分を抜き出して基準化することにした。

改定作業メンバーは、計 8 回の WG を開催し、内容に

ついて議論を重ねた。供試体の作製方法については、使用器具、形状、寸法、測定方法について各基準で共通な部分も多く、また各基準間で精度等の規定に不整合や確認方法が曖昧で不都合な点があった。具体的には、各基準の供試体の作製に関する記載を比較した時に、JGS 2534「岩石の圧密排水 (CD) 三軸圧縮試験方法」には側面精度の数値の規定がないことがわかった。また、直径について、「岩石の非圧密非排水 (UU) 三軸圧縮試験方法 (JGS 2531)」、「軟石の圧密非排水 (CU) 三軸圧縮試験方法 (JGS 2532)」、「軟岩の圧密非排水 (CU-) 三軸圧縮試験方法 (JGS 2533)」、「岩石の多段階繰返し非排水三軸圧縮試験方法 (JGS 2561)」、「岩石の疲労特性を求めるための繰返し非排水三軸圧縮試験方法 (JGS 2562)」には準用範囲の記載がないことがわかった。さらに、各基準では端面の平面度を規定していたが、供試体の平面度のみの測定は困難である。このため、素案では、平面度と平行度を含んだ状態の規定に見直しを行い、これまでの基準の精度等を参考にしつつ統一を図った。また、これまでの基準では示されていなかった精度の確認方法を明示するとともに、字句の修正も行った。

この「岩石の供試体の作製方法」素案の作成に伴い、平成 30 年度の改定時に各基準の中にあつた供試体の作製方法に関する記載は削除したものを提案する予定である。

3. 基準案の概要

本基準案は、岩石の一軸・三軸試験、圧裂試験及び弾性波速度計測に用いる直円柱の供試体の作製方法について規定するものであり、以下の 7 章で構成されている。

- 1 適用範囲
- 2 引用規格及び基準
- 3 用語及び定義
- 4 器具
- 5 供試体の形状及び寸法
- 6 供試体の作製と測定
- 7 報告

岩石の供試体の作製方法

Method for preparation of rock specimens

1 適用範囲

この基準は、岩石の一軸・三軸試験、圧裂試験及び弾性波速度計測に用いる直円柱の供試体の作製方法について規定する。主として岩石及び岩石質地盤材料を対象とする。

注記 破砕帯のように岩盤中に存在する固結度の低い地盤材料にも準用できる。

2 引用規格及び基準

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、この基準の規定の一部を構成する。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
- JIS B 7503 ダイヤルゲージ
- JIS B 7507 ノギス
- JIS B 7513 精密定盤
- JIS B 7524 すきまゲージ
- JIS B 7526 直角定規
- JIS B 7540 Vブロック
- JGS 2132 岩石の密度試験方法
- JGS 2134 岩石の含水比試験方法

3 用語及び定義

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

3.1 岩石

不連続面を含まない岩盤の実質部分。様々な程度に固結又は結合した鉱物の集合体（JIS A 0207 参照）。

3.2 岩石質地盤材料

岩石と同程度の一軸圧縮強さを有するように改良あるいは人工的につくられた地盤材料。

3.3 端面の平面度・平行度

定盤上で計測した、供試体の両端面間の距離の最大値と最小値の差。供試体の下側端面を定盤の上で滑らせて、上側端面の高さを鉛直下方に向けて固定した変位計又はダイヤルゲージにより測定する。

3.4 側面の平面度・平行度

定盤に載せたVブロック上で計測した、供試体の側面高さの最大値と最小値の差。供試体を載せたVブロックを定盤の上で供試体の軸方向に滑らせて、上側側面の高さを鉛直下方に向けて固定した変位計又はダイヤルゲージにより測定する。

3.5 端面と側面の垂直度

定盤に載せた直角定規で計測した、供試体の側面が最も傾斜した部分の定盤上面の法線方向からの角度。供試体を定盤の上に立てて、直角定規と側面のすき間をすき間ゲージ等により測定する。

4 器具

供試体の作製で使用する器具は、以下の要求に従ったものを用いる。

4.1 供試体の寸法測定器具

供試体の直径及び高さの測定はノギスによる。ノギスは、**JIS B 7507**による。

注記 バーニア付きスチールテープなどを用いても良い。

4.2 供試体の作製精度の測定器具

a)ダイヤルゲージは、**JIS B 7503**による。

b)変位計の精度は、**JIS B 7503**相当とする。

c)精密定盤は、**JIS B 7513**による。

d)すきまゲージは、**JIS B 7524**による。

e)直角定規は、**JIS B 7526**による。

f)Vブロックは、**JIS B 7540**による。

4.3 はかり

供試体質量が 100g 未満では 0.01g まで、100g 以上では 0.1g まで読み取ることができるもの。

注記 供試体の直径が 100mm を超える場合には、質量の 0.1%まで読み取れるものを用いる。

4.4 供試体の作製器具

供試体の作製器具には、切断機、コアリング装置、研磨機、トリマー、マイターボックス、直ナイフなどを用いる。

5 供試体の形状及び寸法

5.1 形状

供試体の形状は、次による。

a) 供試体の形状は直円柱とする。

注記 本基準は、直四角柱、中空円筒、ドッグボーン型の供試体にも準用できる。

5.2 寸法

a) 供試体の直径は 50mm～100mm を標準とする。

b) 供試体の高さ、長さは、次による。

1) 一軸・三軸圧縮試験の供試体の高さは、直径の 2 倍を標準とし、直径の 1.8～2.5 倍を許容範囲とする。

2) 圧裂試験に用いる供試体の長さは、直径の 0.5～1.0 倍を標準とする。

3) 一軸引張り試験に用いる供試体の高さは、直径の 1～2 倍を標準とし、直径の 0.5～2.5 倍を許容範囲とする。

4) 弾性波速度計測に用いる供試体の寸法は、力学試験に用いる供試体に準じることとし、円柱もしくは直方体とする。供試体の長さもしくは長辺の長さ l は供試体の直径もしくは短辺の長さ d の 0.5～2.5 倍とする。 d は波長の 5 倍以上とする。供試体に礫や欠陥などが含まれ、不均質性が見られる場合には、 d と l は礫や欠陥などの大きさの 5 倍以上とする。

注記 1 直径 20mm～150mm の直円柱供試体にも準用できる。

注記 2 粗粒結晶を持つ岩石や礫岩を対象とする場合には、供試体の直径、高さは、構成粒子の最大寸法の 5 倍以上が望ましい。

6 供試体の作製と測定

6.1 試料の取り扱い

- a) 軟岩試料では採取後、直ちに成形し試験を行うことが望ましいが、試験実施までに期間を要する場合には、試料を傷つけたり、含水比を変化させるなど原位置での性状を著しく変化させることのないようにしなければならない。

6.2 供試体の作製

a) 供試体側面を成形しない場合

試験に用いるボーリングコアが、所定の供試体直径である場合には、供試体の端面を切断機により切断し、端面の平面度・平行度の程度に応じて研磨機にかける。

注記 端面整形を行うとき、水の影響を受け易い試料の場合には、試料にビニールフィルムを巻き少量の水か油を用いて切断機により端面を切断する。

b) トリミング法による場合

試験に用いる試料が、試験時の供試体直径より大きいボーリングコアあるいはブロックで、水の影響を受け易い場合に適用する。

- 1) 供試体側面を、所定の直径の円柱になるようにトリマー、直ナイフなどを用いて成形する。
- 2) 供試体の端面を、マイターボックス、直ナイフなどを用いて整形する。

c) コアリング法による場合

コアリング法は、試料が供試体直径より大きいボーリングコアあるいはブロックで、水の影響を受けにくい場合に適用する。

- 1) 試料ブロックから供試体を所定の直径になるようにコアリングする。
- 2) 供試体の端面を切断機により切断し、端面の平面度・平行度の程度に応じて研磨機にかける。

6.3 供試体が満たすべき条件とその確認方法

供試体の作製については、次による。

- a) 供試体の作製には、サンプリングなどで明らかに乱されていると判断される部分を取り除いたものを用いる。
- b) 供試体の作製は、試料の含水比を変化させないように手際良く行い、また、試料に乱れを与えないように十分注意しなければならない。
- c) 供試体の作製時に試料の方向（上下、ブロック試料にあつては方位）が不明にならないように注意する。
- d) 供試体の両端面は、必要に応じて研磨し、互いに平行で、かつ、側面に垂直になるように作製する。
供試体の側面は、滑らかで凹凸部分がなく、供試体全長にわたってまっすぐなものとする。
- e) 供試体の上下端面の平面度・平行度を知るには、**図 1** に示すように供試体を定盤の上に立て、その上をずらしながら**変位計又はダイヤルゲージ**で供試体の高さの変化を測定する。供試体を上下逆さにして同じ操作を繰り返す。端面の平面度・平行度は、目的とする試験に応じて**表 1** に示す精度以内とする。
- f) 供試体の側面の平面度・平行度については、**図 2** に示すように、定盤の上に据えた V ブロック上に供試体を横に置き、V ブロックとともに供試体を軸方向にずらしながら**変位計又はダイヤルゲージ**で表面の凹凸を測定する。側面の平面度・平行度は、目的とする試験に応じて**表 1** に示す精度以内とする。

注記 軟岩の場合には、供試体の表面を傷つけないように、接触部（先端）にローラーを有する変

位計又はダイヤルゲージを用いるか、あるいは非接触式の変位計を用いる。

- g) 供試体の側面と端面の垂直度については図3に示すように供試体を定盤に立てて直角定規をあて、そのすき間をすき間ゲージ等で測定する。端面と側面の垂直度は、目的とする試験に応じて表1に示す精度以内とする。

表1 供試体が満たすべき条件

測定項目	一軸試験 三軸試験		圧裂試験		弾性波 速度計測		備考
	硬岩	軟岩	硬岩	軟岩	硬岩	軟岩	
端面の平面度・平行度 (mm)	0.1 ^{※1}	0.2 ^{※1}	規定なし		0.1 ^{※1}	0.2 ^{※1}	
側面の平面度・平行度 (mm)	0.4	0.8	0.2	規定なし	規定なし		圧裂試験は、載荷面の2箇所 所で測定
端面と側面の垂直度 (rad)	0.001	0.004	規定なし		0.001	0.004	最も傾斜した部分で測定

※1：一軸引張り試験の場合0.3mm

- h) 研磨ができない場合は、供試体の上下端面に1～3mm程度の厚さで石膏などを用いたキャッピングを行う。キャッピング材の強度及び剛性は、供試体より大きいものを用いる。

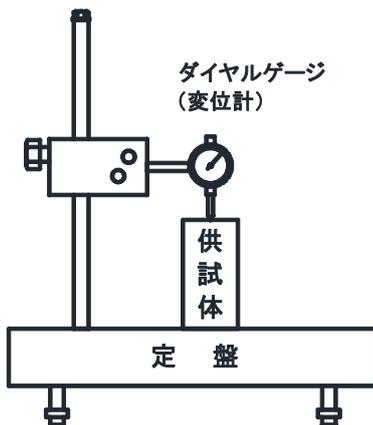


図1 端面の平面度・平行度の測定例

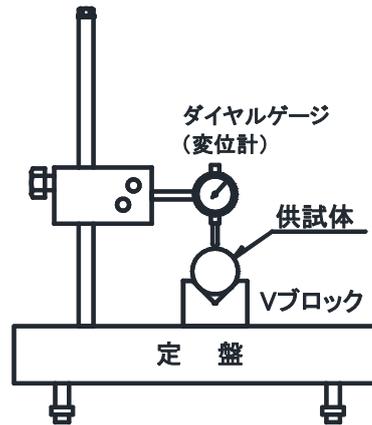


図2 側面の平面度・平行度の測定例

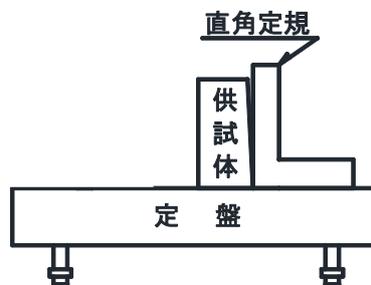


図3 端面と側面の垂直度の測定例

6.4 供試体の寸法の測定

供試体の測定については、次による。

- a) 供試体の直径を、供試体の中央付近及び両端付近において、互いに直交する 2 方向を 0.05mm まで測定し、これらの平均値を供試体の直径 D (mm) とする。
- b) 供試体の高さを、3 等分した 3 箇所以上において 0.05mm まで測定し、これらの平均値を供試体の高さ H (mm) とする。
- c) 供試体の断面積 A と供試体の体積 V を次式で算定する。

$$A = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

ここに、
 A : 供試体の断面 (mm²)
 V : 供試体の体積 (mm³)

- d) 供試体の質量 m (g) を、100g 未満では 0.01g まで、100g 以上では 0.1g まで測定する。
注記 必要に応じて、供試体のかさ密度 ρ (Mg/m³) を JGS 2132 により求める。
- e) 必要に応じて、供試体作製の際に岩片の中から代表的な試料を分取後、JGS 2134 により含水比を測定して供試体の含水比 w (%) とする。
- f) 供試体の状態を観察し、記録する。作製した供試体について岩質及び層理、葉理、亀裂などの性状、風化や変質の程度などの観察を行い、軸方向に対する層理、葉理、亀裂の角度を測定する

7 報告

試験結果について次の事項を報告する。

7.1 試料に関する事項

試料に関する事項については、次による。

- a) 採取地点：地点名、採取深度
注記 必要に応じて、採取地点の地下水位を記す。
- b) 岩石の種類
注記 例えば、砂岩、花崗岩、凝灰岩等を記す。
- c) 採取方法

7.2 供試体に関する事項

供試体に関する事項については、次による。

- a) 供試体作製方法
- b) 供試体の形状、寸法及び質量
- c) 測定した場合は、含水比、かさ密度
- d) 供試体の観察結果
 供試体の軸に対する層理、葉理、亀裂などの傾斜角、岩質などの地質性状について報告する。
- e) 端面の平面度・平行度、側面の平面度・平行度、端面と側面の垂直度

JGSXXXX_岩石の供試体の作製

現行規格		旧規格		改正理由
箇条番号及び題名	内容	箇条番号及び題名	内容	
2 引用規格	JIS A 0207 地盤工学用語 JIS B 7503 ダイヤルゲージ JIS B 7507 ノギス JIS B 7513 精密定盤 JIS B 7524 すきまゲージ JIS B 7526 直角定規 JIS B 7540 Vブロック JGS 2132 岩石の密度試験方法 JGS 2134 岩石の含水比試験方法			端面の平面度・平行度，側面の平面度・平行度，端面と側面の垂直度の測定方法の記載に併せて引用規格を追加
4.1 供試体の寸法測定器具	供試体の直径及び高さを 0.05mm まで読み取れるもの。		0.1mm 以下まで読み取れるものと 0.05mm まで読み取れるものの記載が各基準で混在	各基準で記載を統一
4.2 はかり	供試体質量が 100g 未満では 0.01g まで，100g 以上では 0.1g まで読み取ることができるもの。		0.01 g までをはかることができるもの	JGS 2134-2009 岩石の含水比試験と整合を図る
5.2 寸法	供試体の直径は 50mm～100mm を標準とする。		供試体の直径は 5.0cm を標準とする。	単位を ISO との整合を図り mm に変更 大きな供試体で試験を行う実状に併せ 50mm～100mm を標準とした。
6.3 供試体が満たすべき条件 e)	供試体の上下端面の平面度と平行度を知るには，図 1 に示すように供試体を定盤の上に立て，その上をずらしながらダイヤルゲージ（変位計）で供試体の高さの変化を測定する。供試体を上下逆さにして同じ操作を繰り返す。端面の平面度・平行度は，目的とする試験に応じて表 1 に示す精度以内とする。		<ul style="list-style-type: none"> ・供試体の両端面は，0.02mm 以上の凹凸がないように平滑にする。また，両端面は供試体の軸に直交するものとし，そのずれは 0.001 ラジアン以内あるいは 50mm で 0.05mm 以内とする。 ・両端面は供試体の軸に直交するものとし，そのずれは 0.001 ラジアン以内あるいは 50 mm で 0.05 mm 以内とする。また，供試体の両端面は，滑らかで凹凸がなく，その平滑さは 0.3mm 以内とする。 ・軟岩試料では，両端面は供試体の軸に直交するものとし，そのずれは 0.004 ラジアン以内あるいは 50 mm で 0.2 mm 以内とする。 	基本的には，各基準で規定されている値を参考にし，不合理な箇所を改めた。 具体的には旧基準では平面度のみの精度を規定していたが，確認方法がなく，実際は，JIS M 0302 に記載があるように，平面度，平行度を含む状態でしか測定ができないため，許容値の見直しと平面度，平行度の確認方法についても記載した。

JGSXXXX_岩石の供試体の作製

<p>.3 供試体が満たすべき条件 f)</p>	<p>供試体の側面の平面度・平行度については、図2に示すように、定盤の上に据えたVブロック上に供試体を横に置き、Vブロックとともに供試体を軸方向にずらしながらダイヤルゲージ（変位計）で表面の凹凸を測定する。側面の平面度・平行度は、目的とする試験に応じて表1に示す精度以内とする。</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・ 供試体の側面は、滑らかで凹凸部分がなく供試体全長にわたってまっすぐなものとし、その平滑さは0.1mm以内とすることが望ましい。 ・ 供試体の側面は、滑らかで凹凸部分がなく供試体全長にわたってまっすぐなものとし、その平滑さは0.3mm以内とする。 	<p>供試体の両端面同様、側面の精度の見直しと確認方法を記載した。</p>