

土の透水試験方法の JIS 改訂原案について

土質工学会 調査部長 土 田 肇

土の透水試験に関する日本工業規格 JIS A 1218 土の透水試験方法は1961年に制定されたもので、18年間にわたる関連研究の成果や利用の実態をふまえて、これを改訂する必要性が生じておりました。そこで、土質工学会調査部は土の透水試験方法基準化委員会（委員長：河上房義）を昭和52年3月に設置し、改訂案の検討をお願いしてまいりました。委員会のご努力により、この度改訂原案ができましたので、ここに、会員各位に報告致します。

この改訂原案は、以後の手順を経て土質工学会としての改訂案となります。まず、後に記す要領により会員各位のご意見を募り、それが検討され、必要な場合には、ここに示されている改訂原案が修正されます。その後、改訂原案

が情報委員会で審議され、必要な場合には再び改訂原案の修正が行われます。それが、理事会において審議され、土質工学会としての改訂案となり、改訂の要望とともに工業技術院に送付されます。

会員各位においては、積極的に改訂原案に対するご意見をお寄せ下さるようお願い致します。

委員会設置以来、熱心に改訂原案をご検討下さった河上房義委員長、並びに委員各位に心からお礼申し上げます。

土の透水試験法基準化委員会において、標記の改訂原案がまとめられました。この改訂原案は会員のご意見を加え、所定の審議を経て、土質工学会改訂案となります。この改訂原案の内容に関するご意見がありましたら、昭和54年12月末日までに書面をもって申し出下さるようお願いいたします。（土質工学会調査部）

日本工業規格 (JIS) 「土の透水試験方法」の改訂について

土の透水試験方法基準化委員会 委員長 河 上 房 義

土の透水試験は、いうまでもなく各種の水に接する土質構造物の構造設計や材料の選択、地下水面以下に基礎をもつ構造物の安定の検討や基礎工事の施工方法の選択、土質に関連ある災害の防御工事の計画など、土木、建築、農業工学等の実際面における設計や施工技術を扱う際に、基礎となる土の性質を求めるために必要であることは広く認められている。

この故に、土の透水試験方法が日本工業規格の中に採択されたのも比較的早く、現行の規格は1961年に公布されたものである。爾来、18年間に格別の改訂も行われずに経過し、一方この規格の基礎となる土の透水性に関して種々の研究も進んで来ているので、改めて現行の規格を見直すことが適当であると考えられるようになった。これが透水試験方法基準化委員会が設置された経緯であろう。

この委員会は、学校・官民の研究機関・コンサルタント会社などにあって現にこの試験方法を教育・研究・実務の面で使用する機会を多く持つ13名の委員で構成され、1977年3月以来活動を行って来た。

この委員会において新しい規格の改訂案を作成するに当たって、まず諸外国における土の透水試験方法に関する基準の現状を調査してみると、新たに基準化されたものは少

なく、あるいは既に基準化されていた規格が消滅したり、暫定の規格や特定の機関の定めた基準が長く使用されているなど、この試験方法の困難さや複雑さを伺わせるものがある。又、現行の規格を詳細に検討すると、最近の研究成果に鑑みて修正すべき箇所や、使用器材の進歩等で採り入れるべきこともかなり多い。改訂案にはこのような事項が盛り込まれている。

一般に土構造物や地盤を構成する材料の種類や性質は広範にわたり、それらのすべての材料にこの基準の方法が適用できないことはもちろんである。このような材料に適用される試験方法については、規格の解説で触れてある。

終わりにこの改訂案の作成に長期間にわたって尽力された委員各位に厚く感謝の意を表する。

委員長 河上 房義（宮城工業高等専門学校）

幹 事 江刺 靖行（電力中央研究所）

〃 柳沢 栄司（東北大学工学部）

委 員 安達 健司（基礎地盤コンサルタンツ㈱）

〃 伊藤徳二郎（㈱応用地質調査事務所）

〃 小田 英一（徳島大学工学部）

〃 川口 徳忠（農林水産省農業土木試験場）

〃 草間 一（国鉄鉄道技術研究所）

資料-328

委員 久楽 勝行（建設省土木研究所）
 “ 河野伊一郎（岡山大学工学部）
 “ 済木 幸平（梶谷調査工事㈱）

委員 松本 一明（運輸省港湾技術研究所）
 “ 箭内 寛治（山梨大学工学部）

土の透水試験方法基準（改訂原案）

土の透水試験方法基準化委員会

1. 総 則

1.1 適用範囲

この規格は、飽和状態の土の透水係数を実験室で求めるための試験方法について規定する。

1.2 用語の意義

透水係数とは、層流状態における浸透流の動水勾配に対する浸透流速の比をいう（図-1 参照）。

1.3 試験方法の種類と適用

透水試験には、定水位透水試験と変水位透水試験とがあり、前者は透水係数の比較的大きい材料の試験に適用し、後者は透水係数の比較的小さい材料の試験に適用する。

1.4 定水位透水試験

一定の断面と長さをもつ試料の中を、一定の水位差によって、一定時間内に浸透する水量を測定する試験で、その原理を図-2 に示す。

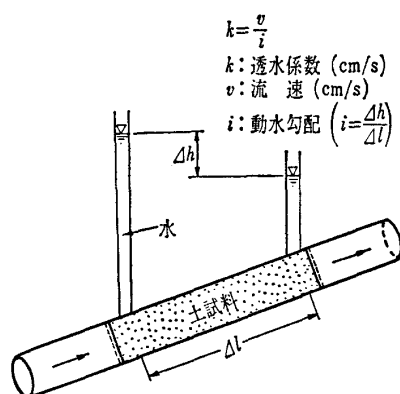


図-1 透水係数の概念図

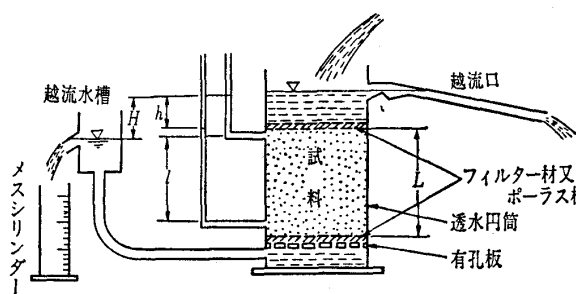


図-2 定水位透水試験の概念図

1.5 変水位透水試験

一定の断面と長さをもつ試料の中を浸透することによって生ずる水位の降下と、その経過時間との関係を観測する試験で、その原理を図-3 に示す。

2. 定水位透水試験

2.1 試験用具

2.1.1 試料容器

(1) 透水円筒 上端に越流口をもった剛性の高い円筒で、内径 10 cm、越流口までの高さ 15 cm のものを原則とする。その他の寸法の円筒を使用する場合内径及び高さは少なくとも試料の最大粒径の10倍以上とする。

(2) 有孔板 透水円筒内で試料及びポーラス板をささえる防食性金属板に小孔をあけたものとする。

(3) 金網 透水円筒の内径より、やや小さい直径に切った円形の防食性金属網で、ふるい目の開き、420 μm 程度

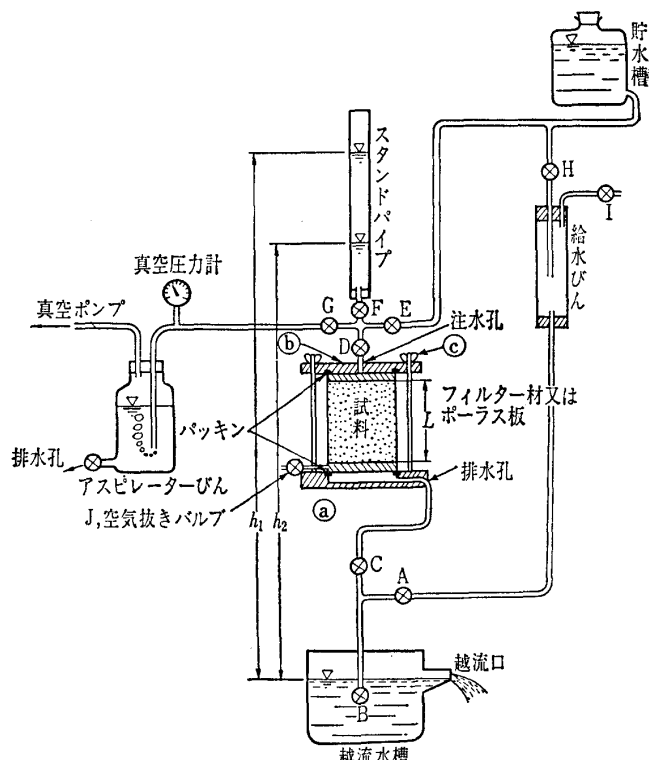


図-3 変水位透水試験の概念図

のものとする。

2.1.2 越流水槽 試料容器を入れるのに適当な大きさを持ち、動水勾配が0.3を越えない程度に水面を保ちうるような越流口を設けた水槽とする（図—2参照）。

2.1.3 棒状温度計 最小目盛 0.5℃ のもの。

2.1.4 ストップウォッチ

2.1.5 定規 鋼製のもの、又はノギス。

2.1.6 はかり 測定質量に対して 1/1000 以下の感量のもの。

2.1.7 メスシリンダー 測定水量の 1/100 の目盛を有するもの。

2.1.8 フィルター フィルター材、又はポーラス板の透水係数は測定する供試体の透水係数の10倍以上の値を有するもの。

2.2 試料の準備及び供試体の作成

2.2.1 試料をよく混合して含水比が均一となったものを準備し、その質量をはかる。

2.2.2 試料の比重 G_s 及び含水比 $w(\%)$ を、おのおの JIS A 1202 及び JIS A 1203 によって測定する。

2.2.3 透水円筒の内径をはかり、断面積 $A(\text{cm}^2)$ を計算する。

2.2.4 試料を 2.2.6 の方法で所定の密度に突き固めながら透水円筒に均等に詰める。所定の高さまで試料を入れ、定規で試料の高さ $L(\text{cm})$ をはかる。

2.2.5 透水円筒に投入する前の試料の質量から投入した残りの試料の質量を差し引いて、円筒内の試料の質量 $m(\text{g})$ を求める。

2.2.6 均等な供試体を作るため透水円筒に入れる試料の一層の厚さは締固め後最大 1.5 cm とする。しかし最大粒径が 1.0 cm 以上の試料の場合はほぼ最大粒径の 1.5 倍に相当する厚さとする。試料はポーラス板あるいはすでにできている層の上に静かに所定の厚さに敷き、試料の分離を防ぐ。

2.2.7 所定の密度の供試体を透水円筒に直接締め固めて作る方法には、端にゴムをかぶせた金属棒を用いる方法、JIS A 1210 の突固めランマーを用いる方法、振動式タンパーを用いる方法がある。所定の密度を得るための締固め程度は、同じ容器による試験に先立っての試行によって決めなければならない。

2.2.8 サンプルングによって得た乱さない試料を用いる場合、あるいは別の突固めモールドに突き固めた試料を用いる場合には 3.2 に準じて行う。

2.2.9 特別な目的で透水試験を行う場合には、JIS A 1210 によってモールド中に突き固めた試料を、そのまま透水試験用試料として使用することができる。

2.3 試験方法

2.3.1 試験装置を水平な台の上に静置する。

2.3.2 試料の上面を、フィルターでおおう。

2.3.3 試料容器に入れた試料の底部から上部に向かって徐々に水浸し、飽和させる。

2.3.4 透水円筒の上端から静かに注水し、円筒の上部の越流口から越流させ、一定の水位を保たせながら越流水槽から排水させる。

2.3.5 越流量がほぼ一定となるのを待って、時刻 t_1 から t_2 までの時間 (s) 内に越流する水量 $Q(\text{cm}^3)$ をメスシリンダーではかる。この操作を少なくとも 3 回繰り返し、透水係数を求める。

2.3.6 水槽の中の水の温度 $T^\circ\text{C}$ をはかる。

2.3.7 図—2 の水位差 $H(\text{cm})$ 、又は $h(\text{cm})$ をはかる。

2.4 試験結果の整理

2.4.1 測定温度 $T^\circ\text{C}$ に対する透水係数 k_T を次式で計算する。

ピエゾメーターのない場合

$$k_T = \frac{L}{H} \cdot \frac{Q}{A(t_2 - t_1)} (\text{cm/s}) \dots\dots\dots (1)$$

ピエゾメーターのある場合

$$k_T = \frac{l}{h} \cdot \frac{Q}{A(t_2 - t_1)} (\text{cm/s}) \dots\dots\dots (1')$$

2.4.2 温度 15°C に対する透水係数 k_{15} は、温度 $T^\circ\text{C}$ に対する水の粘性による補正係数 η_T/η_{15} を表—1 によって求め、次式によって計算する。

$$k_{15} = k_T \cdot \frac{\eta_T}{\eta_{15}} (\text{cm/s}) \dots\dots\dots (2)$$

η_T, η_{15} : それぞれ $T^\circ\text{C}, 15^\circ\text{C}$ における

水の粘性係数

2.4.3 試料の質量 $m(\text{g})$ 、含水比を $w(\%)$ 、供試体の断面積を $A(\text{cm}^2)$ 、高さを $L(\text{cm})$ として乾燥密度 ρ_d を次式によって計算する。

$$\rho_d = \frac{m}{A \cdot L \left(1 + \frac{w}{100}\right)} (\text{g/cm}^3) \dots\dots\dots (3)$$

表—1 透水係数の温度 $T^\circ\text{C}$ による補正係数 η_T/η_{15}

$T^\circ\text{C}$	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
0	1.575	1.547	1.521	1.495	1.470	1.446	1.424	1.400	1.378	1.356
5	1.336	1.315	1.295	1.275	1.255	1.237	1.217	1.200	1.182	1.165
10	1.149	1.132	1.116	1.099	1.085	1.069	1.055	1.041	1.027	1.013
15	1.000	0.987	0.975	0.962	0.950	0.936	0.925	0.914	0.902	0.891
20	0.880	0.870	0.859	0.849	0.839	0.829	0.819	0.809	0.800	0.791
25	0.782	0.773	0.764	0.757	0.748	0.740	0.731	0.723	0.715	0.707
30	0.700	0.693	0.685	0.678	0.671	0.664	0.657	0.651	0.645	0.638
35	0.632	0.626	0.620	0.613	0.607	0.602	0.596	0.591	0.584	0.579
40	0.574	0.569	0.564	0.559	0.554	0.549	0.544	0.540	0.535	0.530
45	0.525	0.521	0.517	0.511	0.507	0.503	0.498	0.494	0.490	0.486

注) この値は JIS Z 8803-1976 による。 $\eta_{15}=11.38$ ミリポアーズ ($\text{N}\cdot\text{s}/\text{cm}^2 \times 1/1000$)

資料-328

2.4.4 (3)式によって求めた ρ_a , 土粒子の比重 G_s 及び水の密度 ρ_w から供試体の間隙比 e を次式で計算する。

$$e = \frac{G_s \cdot \rho_w}{\rho_a} - 1 \quad \dots\dots\dots(4)$$

2.4.5 含水比, 比重, 間隙比から試験前の飽和度 S_r を次式で計算する。

$$S_r = \frac{w \cdot G_s}{e} (\%) \quad \dots\dots\dots(5)$$

3. 変水位透水試験

3.1 試験用具

3.1.1 試料容器

(1) 透水円筒 剛性の高い円筒で, 内径 10 cm, 高さ 12 cm のものを原則とする。内径は少なくとも試料の最大粒径の10倍以上とする。

(2) 上ぶた及び底板 透水円筒の両端を固定するもので, 図-3 のような注・排水孔を有するものとする。

(3) 金網 フィルター材を用いる場合には透水円筒の内径より, やや小さい直径に切った円形の防食性金属網で, ふるい目の開きは 420 μm 程度のもので 2 枚と 74 μm 程度のもので 2 枚とする。

3.1.2 試験用配管 水槽及び真空ポンプと試験装置とを接続する管で, 管内が真空になったとき, 大気圧に耐えることのできる内径 1 cm 程度のものである。

3.1.3 バルブ 気密で漏水しないもの。

3.1.4 スタンドパイプ 長さ 1 m のガラス管に目盛を付けるか, 又は標尺をとり付けたもので, ガラス管は試料の透水性に応じて内径が 0.5 cm, 2 cm, 5 cm 程度のものを選ぶものとする。

3.1.5 真空ポンプ 真空度 600 mmHg 以上を保ち得るもの。

3.1.6 貯水槽 試験用水をたくわえるもの。

3.1.7 給水びん 気密なふたを付けたもの。

3.1.8 越流水槽 越流口のある水槽。

3.1.9 アスピレーターびん ガラスなどの透明なビンで, 底部に排水口を付けた気密なふた付きのもの。

3.1.10 はかり 測定質量に対し 1/1000 以下の感量のもの。

3.1.11 棒状温度計 最小目盛 0.5°C のもの。

3.1.12 ストップウォッチ

3.1.13 定規 鋼製のもの, 又はノギス。

3.1.14 巻尺 鋼製のもの。

3.1.15 フィルター フィルター材又はポーラス板の透水係数は測定する供試体の透水係数の10倍以上の値を有するもの。

3.2 試料の準備及び供試体の作成

3.2.1 透水円筒の内径をはかり, 断面積 $A(\text{cm}^2)$ を計算する。

3.2.2 透水円筒を底板 (図-3 の④) に載せ, ポーラス板を敷く。

3.2.3 均等な供試体を作るため透水円筒に入れる試料の一層の厚さは締め固め後最大 1.5 cm とする。しかし最大粒径が 1.0 cm 以上の場合は, ほぼ最大粒径の 1.5 倍に相当する厚さとする。試料の締め固め方は 2.2.7 に準ずる。先に締め固めた試料の表面が滑らかな場合は表面を引っかけて試料のなじみをよくする。

3.2.4 所定の密度の供試体を試験装置から取りはずした円筒モールドに締め固める方法には, 端にゴムをかぶせた金属棒を用いる方法がある。所定の密度を得るための締め固めの程度は, 同じ容器による試験に先立っての試行によって決める。

3.2.5 透水円筒に投入する前の試料の質量から, 投入した残りの試料の質量を差し引いて, 円筒内の試料の質量を求める。

3.2.6 土粒子の比重 G_s 及び含水比 $w(\%)$ をおのの JIS A 1202 及び JIS A 1203 によって測定する。

3.2.7 サンプルングによって得た乱さない試料をそのまま供試体として使用することができる。この場合試料と円筒のすき間を漏水防止材などで密封してすき間からの漏水を防止する。この場合試料の断面積 $A(\text{cm}^2)$ をあらかじめ測定しておく。

3.2.8 特別な目的で透水試験を行う場合には, JIS A 1210 によってモールド中に突き固めた試料を, そのまま透水試験用試料として使用することができる。

3.2.9 作成した供試体の断面積 $A(\text{cm}^2)$ 及び試料の高さ $L(\text{cm})$ をはかる。

3.2.10 試料を透水試験装置に直接締め固める場合には, 底板上にポーラス板を置く。

3.2.11 試料の上面にポーラス板を置く。

3.2.12 フィルター材を用いる場合には, 試料の上にふるい目の開き 74 μm の防食性金網を載せ, その上に厚さ約 1 cm だけフィルター材を置き, フィルター材の上面が透水円筒の上端にほぼ一致するようにその上面をならす。

3.2.13 フィルター材上面にふるい目の開き 420 μm の防食性金網を載せ, 試料容器の上ぶた (図-3 の⑥) を載せてナット (図-3 の⑦) を締め, 上ぶた及び底板を透水円筒に固定する。

3.3 試験方法

3.3.1 試料容器を水平な台に静置し, 図-3 に示すように配管し, すべてのバルブを閉じる。

3.3.2 脱気した水を貯水槽にたくわえる。

3.3.3 バルブ H, I を開き, 貯水槽の水を給水びんに満たし, バルブ H を閉じる。

3.3.4 バルブ A, B を開き, A, B 間のバルブを水で満たしたのちバルブ B を閉じ, 次にバルブ C, J を開いて底板までの配管を飽和する。

3.3.5 バルブ I, J を閉じバルブ D, G を開き, 真空ポンプを作動し, 試料を損傷しないように真空度を徐々に高め, アスピレーターびんに気泡が出なくなるまで放置する。

3.3.6 バルブ G を閉じ, バルブ I をわずかに開いて給水びんの水を試料に浸透させる。水が試料の間隙を満たしてバルブ F に達したとき, バルブ D を閉じる。

3.3.7 バルブ I を大きく開き, 試料を大気圧にもどしてから, バルブ A を閉じる。

3.3.8 バルブ E, F を開き, 貯水槽の水をスタンドパイプに満たし, バルブ E を閉じる。

3.3.9 管路の気泡が残留しているときは管路の空気が完全に排除されるまで 3.3.4 から 3.3.6 の操作を繰り返す。

3.3.10 越流水槽に水を満たし, 水槽の越流水面からスタンドパイプの標尺の零点までの高さ $H(\text{cm})$ を巻尺ではかる。

3.3.11 バルブ B, D を開き水面がスタンドパイプのある高さ R_1 まで降下したとき, ストップウォッチを始動する。その後, 一定経過時間ごとに数個の読み $R_2, R_3, \dots$ などを記録する。

3.3.12 水面がスタンドパイプの下端まで降下しないうちに測定を打ち切り, バルブ C を閉じる。

3.3.13 バルブ E を開き, 再びスタンドパイプに水を満たす。

3.3.14 バルブ E を閉じ, バルブ C を開き, 3.3.11 の測定を繰り返す。

3.3.15 前項と同様に第三回以後の測定を行う。透水係

数がほぼ一定となるまでこの測定を繰り返す。

3.3.16 越流水槽の水温 $T^\circ\text{C}$ をはかる。

3.3.17 試験後の試料の含水比 $w(\%)$ 及び供試体質量 $m(\text{g})$ を測定する。

3.4 試験結果の整理

3.4.1 時刻 t_1, t_2 に対応するスタンドパイプの読み R_1, R_2 から 3.3.10 ではかった $H(\text{cm})$ を参照して, おおのの時間に対する水頭 $h_1, h_2(\text{cm})$ を計算する。

3.4.2 測定時の温度 $T^\circ\text{C}$ に対する透水係数 k_T を次式で計算する。

$$k_T = 2.30 \frac{a \cdot L}{A(t_2 - t_1)} \log \frac{h_1}{h_2} (\text{cm/s}) \dots\dots\dots (6)$$

ここに, a : スタンドパイプの断面積 (cm^2)

3.4.3 2.4.2 と同様の方法によって, 温度 15°C に対する透水係数 k_{15} を計算する。

3.4.4 (3), (4) 及び (5) 式より, 試験前後の供試体の乾燥密度, 間隙比及び飽和度を計算する。

4. 試験結果の報告

透水試験結果の報告は, 温度 15°C に対する透水係数とともに, 土粒子の比重, 試験前後の試料の含水比, 乾燥密度, 間隙比及び飽和度を報告する。なお, 定水位透水試験の場合には, 試験後の含水比及び飽和度の報告は省いてよい。

引用規格 JIS A 1202 土粒子の比重試験方法

JIS A 1203 土の含水量試験方法

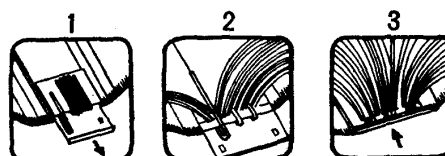
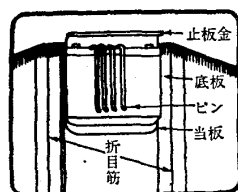
JIS A 1210 突固めによる土の締固め試験方法

学会誌「土と基礎」合本ファイル

製本のいらない表紙

1冊500円(送料別)

- ① 1図に示す様に上下の止板金を引出しますと一定のところで止ります。(尚強く引きますと取り外しもできます) 必要のPINを抜きとり
- ② 2図に示す様に合本される本の中心折目を開き底板を同時に挟み込み止金板を差込みます。
- ③ 1図, 2図を繰り返すことにより3図のように製本されます。



ピンはヘアーピンでも代用できます

お申込みは 土質工学会販売係まで