

3. 都内地盤の透水係数について

On the Permeability Coefficient of Soil in Tokyo

東京都建設局総務部技術管理課 中山 俊雄(前 東京都土木技術支援・人材育成センター技術支援課)
 東京都建設局総務部技術管理課 大澤 健二
 (公財)東京都道路整備保全公社道路部土木技術課 名兒耶 薫

1. はじめに

建設局の地盤情報システムは、庁内各局で実施された地盤・地質調査資料をデータベース化しているもので、都の建設・防災・環境行政等への地盤情報の迅速な提供を目的に運用している。
 平成 28 年度から令和 6 年度までに提供を受けた

表-1 市区町別透水試験

千代田	8	武蔵野市	28	日野市	16
中央	9	三鷹市	47	八王子市	82
港	15	調布市	15	稲城市	55
新宿	3	狛江市	0	多摩市	135
文京	25	西東京市	64	町田市	93
台東	18	小金井市	24	南多摩計	381
墨田	12	清瀬市	11		
江東	88	東村山市	45	秋川市	10
品川	16	東久留米市	0	日の出町	5
目黒	5	小平市	21	あきる野市	9
太田	66	府中市	25	檜原村	4
世田谷	81	東大和市	39	西多摩計	28
渋谷	2	国分寺市	7		
中野	58	国立市	0	大島	2
杉並	137	武蔵村山市	12	神津島	1
豊島	27	立川市	13	八丈島	25
北	88	瑞穂町	9	父島	4
荒川	3	青梅市	21	母島	8
板橋	68	福生市	2	島しょ計	40
練馬	80	羽村町	38		
足立	62	昭島市	9		
葛飾	80	北多摩計	430		
江戸川	40				
区部計	991				

報告書は 1291 件で、年間あたり約 140 件である。
 今回、これらの報告書から、現場透水試験が実施されている地盤調査報告書 332 件（現場透水試験個所数は 1841 個所）を選び出し、これら現場透水試験結果をもとに、都内地盤の透水係数についての検証を行った。

2. 現場透水試験の内訳

現場透水試験には、オーガー法、チューブ法、ピエゾメーター法、パッカー法などがあるが、収集した資料での現場透水試験は、大部分がピエゾメーター法によるものである。ピエゾメーター法

表-2 地層別透水試験数

有楽町層上部	砂	173
有楽町層下部	砂	29
沖積層基底礫	礫	2
沖積礫層	礫	84
七号地層	砂	30
立川礫層	礫	47
埋没段丘礫層	礫	14
武蔵野礫層	礫	259
東京層	砂	186
東京礫層	礫	73
江戸川層	砂	90
舎人層	砂	171
東久留米層	砂	30
ローム層	ローム	30
稲城層	砂	74
連光寺層	砂	37
上総層	砂	215
青梅砂礫層	礫	4

では、孔内の地下水位を低下又は上昇させ、平衡状態に戻るまでの水位変化を測定し透水係数を求めるものである。前者は回復法、後者は注水法と呼ばれている。
 収集した透水試験件数を、区市町別にまとめたのが表-1、地層別にまとめた

ものが表-2（試験個所の地層が不明なものは除いている）である。

3. 回復試験と注水試験の比較

同一個所で回復法と注水法の透水試験が実施されているものが113組（226件）あった。回復法と注水法で求められた透水係数を比較するため、回復法と注水法で求められた透水係数の比（回復法/注水法）を求めた。回復法と注水法で求められた透水係数比の中には、2～3桁オーダーの異なるデータが2例（1173.5、95.1）含まれており、これらは異常値として除きヒストグラムを作成した（図-

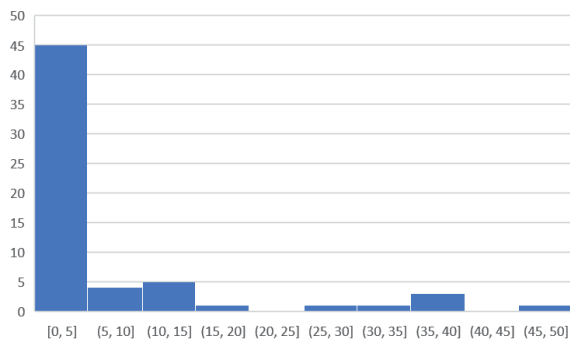


図-1 透水係数比（回復法/注水法）

1)。

一般に、回復法による透水係数は、注水法による透水係数に比べ、大きくなることが知られている。図-1では、その比が1～5倍の範囲に最頻値があるが、1から50倍までの範囲に広く分布している。最頻値の範囲は、全体の約74%にあたり、全体の平均値は約6.7である。

回復法と注水法で求められた透水係数には、かなり大きな違いが生じている。

4. 現場呼称と透水係数

透水係数は粒度組成に規定される。透水係数の得られた個所付近では粒度試験が行われていないので、ここでは透水係数を現場呼称ごとにまとめた（図-2）。地盤の透水性は一般にオーダー単位（指数単位：m/S）で論じられる。図の横軸の値は指数を示している。

回復法で得られた透水係数の最頻値に注目する

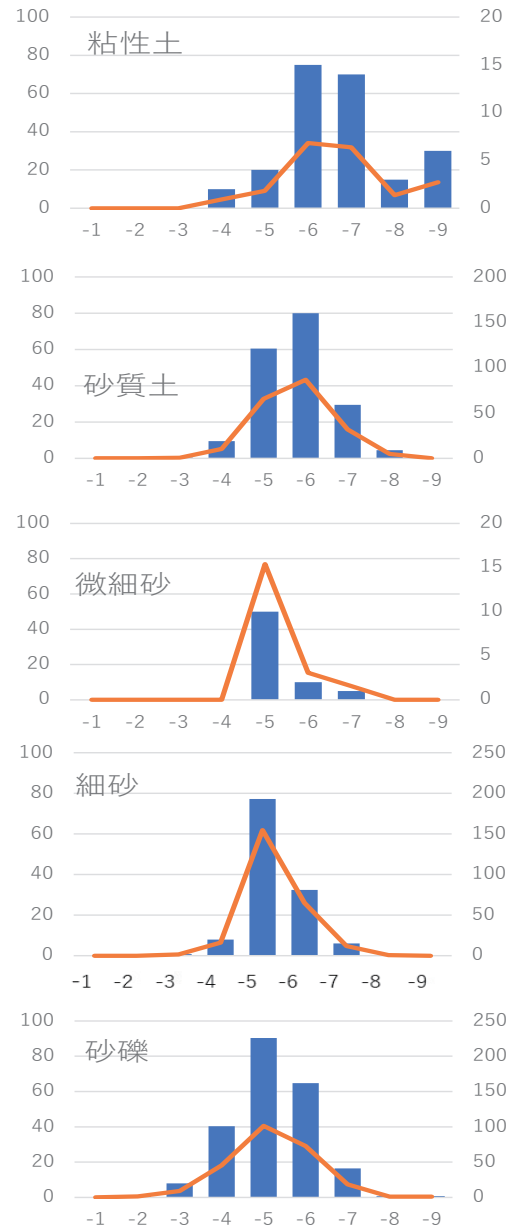


図-2 層相別透水係数（回復法）

と、粘性土では-6乗、微細砂、細砂では-5乗、砂質土では-6乗、砂礫では-5乗に最頻値がある。現場呼称と透水係数にはある程度の相関は認められるが、いずれの現場呼称でも、その指数値は大きな幅を有している。例えば、粘性土では-4～-9乗までの、砂礫では-3～-7乗オーダーの開きが見られる。

地下水位が低い地盤では、回復法では透水係数が求められないことから、注水法が用いられる。注水法による礫混じり粘性土と砂礫、あわせてローム層の透水係数を図-3に示しておく。

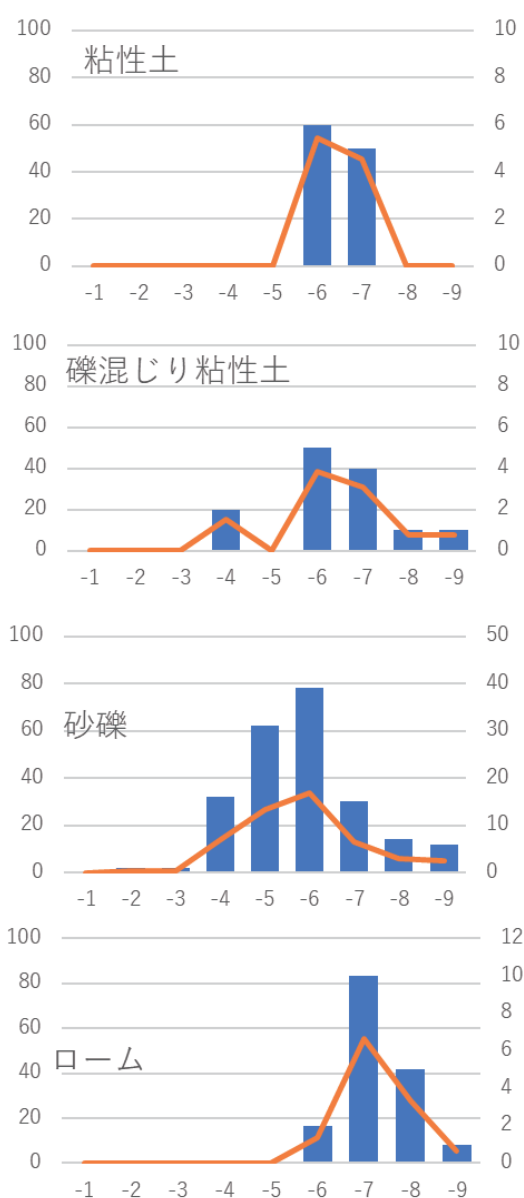


図-3 層相別透水係数（注水法）

5. 地層別透水係数

建設現場で、地盤の透水性を検討するときには、その地盤を構成する個々の地層の透水性から推定することが一般的である。そのためには、地層ごとの透水係数があらかじめわかっていると便利である。しかし、これまで見てきたように、透水係数は、試験地点の粒度組成などに大きく影響され、地点ごとに大きく変化する。そのため、地層単位ごとに透水係数をまとめるのは、やや乱暴な方法ともいえるが、ここではあえて、地層ごとに透水係数をまとめてみた。また、粒度組成は堆積場に

影響を受ける。例えば、河川堆積物であれば、同一地層であっても、一般に上流で粗く、下流に行くほど細粒になる。このことから同一地層でも、地域性を考慮する必要がある。

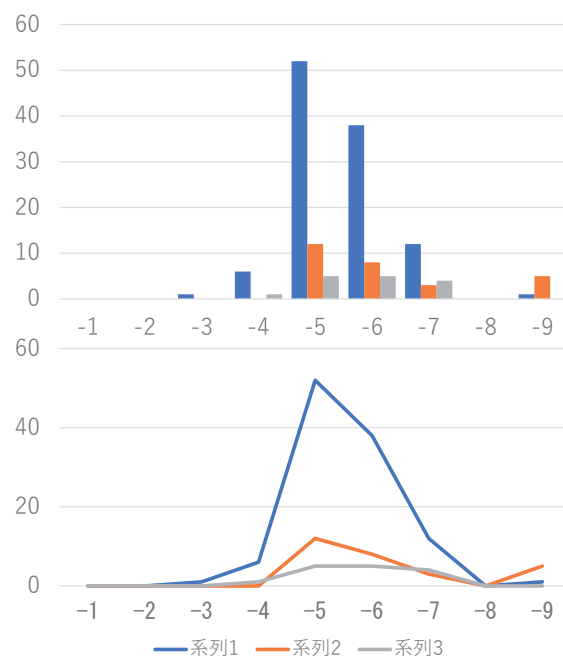


図-4 区部低地の地層別透水係数

系列 1：有楽町層上部、系列 2：有楽町層下部、
系列 3：七号地層

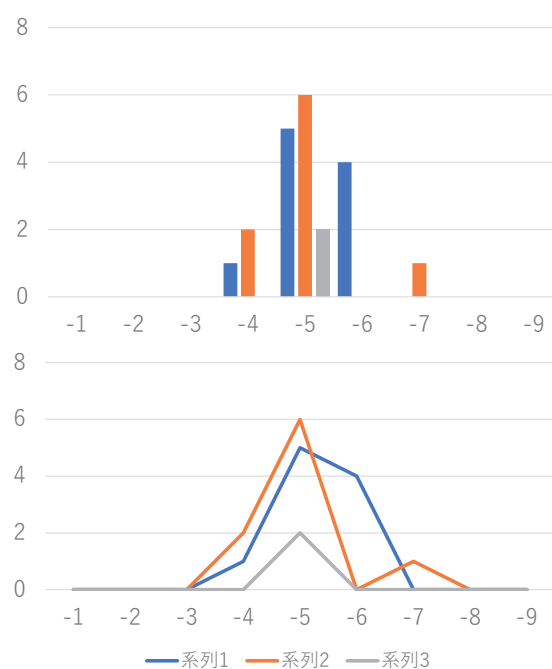


図-5 区部低地の地層別透水係数

系列 1：東京層、系列 2：東京礫層、系列 3：江戸川層

そこで、ここでは地域を区部低地、区部台地、北多摩地区、南多摩地区に分けて、地層ごとの透水係数をまとめた。試験件数が少ない地層では、地層の透水係数を論じるには問題があるが、ここでは、参考値としてグラフに示した。

(1) 区部低地

有楽町層上部と下部層（主に砂層）の透水係数指数部の最頻値は、ともに-5 乗であり、その分布の傾向も類似している。一方七号地層では最頻値は-5 乗にあり、透水係数の分布は、上記 2 層に比べ、指数の大きい方（難透水性側）にも広がっている（図-4）。

東京層・東京礫層も最頻値は-5 乗であるが、東京層は東京層礫層に比べその分布は - 6 乗まで広がっている（図-5）。

(2) 区部台地

東京層、東京礫層、江戸川層、上総層の頻度分布を図-6 に示す。いずれの地層も最頻値は - 5 乗にあるが、東京礫層はその分尾のすそ野が-1 乗まで伸びているのが特徴的である。

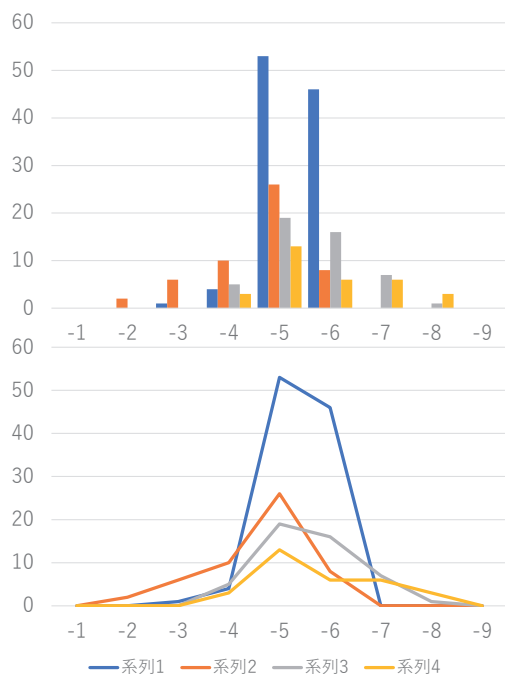


図-6 区部台地の地層別透水係数

系列 1：東京層、系列 2：東京礫層、系列 3：江戸川層、系列 4：上総層

(3) 北多摩地区台地

北多摩地区の東京層、東京礫層、江戸川層、上総層の透水係数の指数の頻度分布を図-7 に示す。

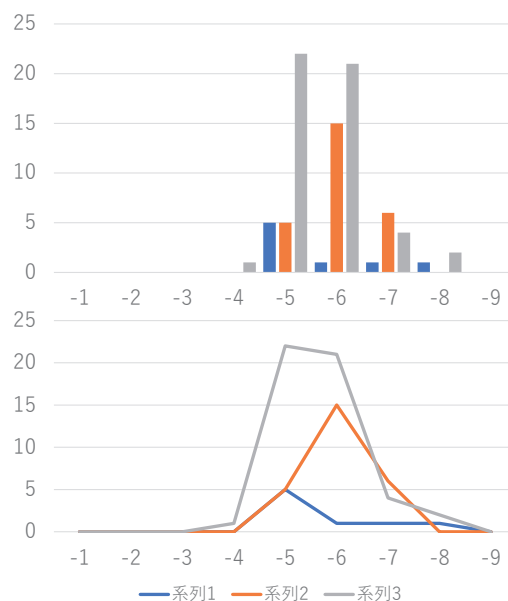


図-7 北多摩地区の地層別透水係数

系列 1：東京層、系列 2：江戸川層、系列 3：上総層

最頻値は東京層では-5 乗に、江戸川層では-6 乗にある。

(4) 南多摩地区

稲城層・連光寺層・平山層の透水係数の指数の頻度分布を図-8 に示す。最頻値は連光寺層では-5 乗に、平山層では-6 乗、稲城層は-5 乗と-7 乗にビ

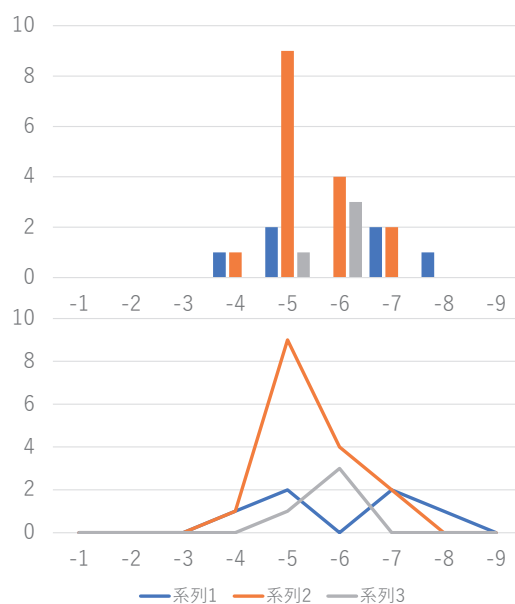


図-8 南多摩地区の地層別透水係数

系列 1：稲城層、系列 2：連光寺層、系列 3：平山層

ークのある、ふた山型を示している。

6. 地区別透水係数の比較

地層ごとの透水係数を、地区別に分けて比較した。

(1) 武蔵野礫層

区部台地と北多摩地区での武蔵野礫層の透水係数の分布を図-9 に示す。両地区で、武蔵野礫層の透水係数分布に差異は見られない。

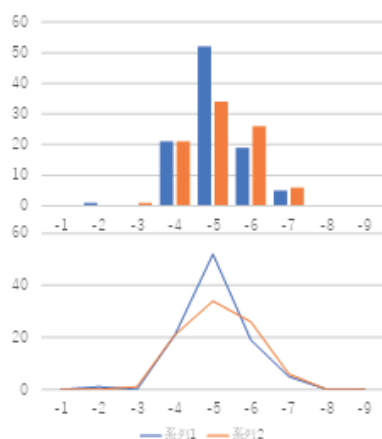


図-9 武蔵野礫層の地区別透水係数

系列 1：区部台地、系列 2：北多摩地区

(2) 東京礫層

区部の低地と台地での東京礫層の透水係数の分布を図-10 に示す。両地区での東京礫層の透水係数分布に大きな差異は見られないが、やや台地部で透水係数の分布幅が広いようにも見える。

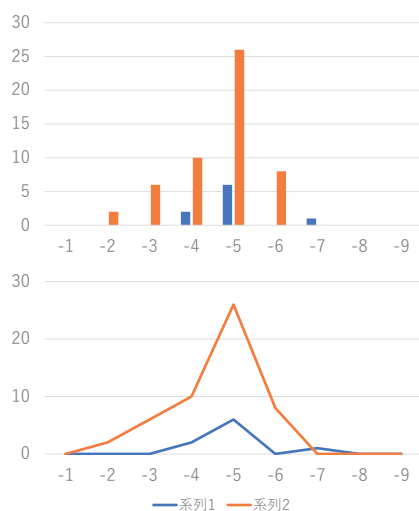


図-10 東京礫層の地区別透水係数

系列 1：区部低地、系列 2：区部台地

(3) 東京層

区部低地、区部台地、北多摩地区での東京層の透水係数図分布を図-11 に示す。区部台地、北多摩地区での透水試験数が少ないので、地域差を検討するには難しいが、いずれの地区も透水試験分布は同様の傾向が見られる。

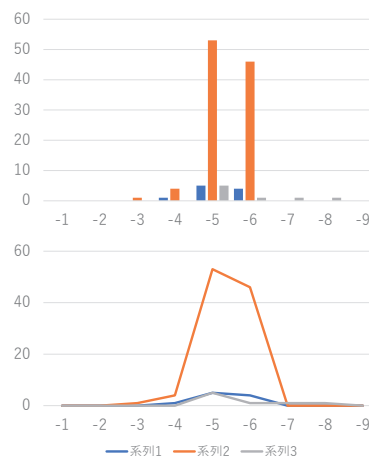


図-11 東京層の地区別透水係数

系列 1：区部低地、系列 2：区部台地、
系列 3：北多摩地区

(4) 江戸川層

区部台地と北多摩地区の江戸川層の透水係数分布を図-12 に示す。いずれも試験件数が少ないが、透水係数分布では、北多摩地区での透水係数の最頻値が小さくなっている。

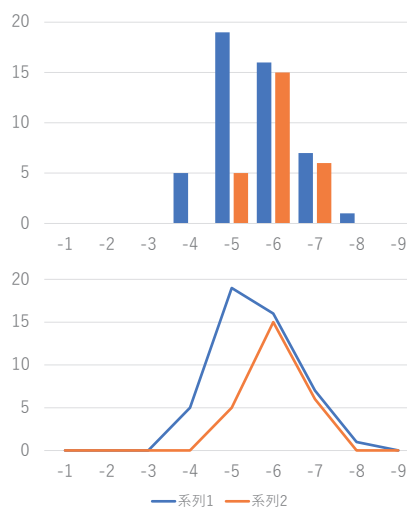


図-12 江戸川層の地区別透水係数

系列 1：区部台地、系列 2：北多摩地区

(5) 上総層

区部台地と北多摩地区の上総層の透水係数分布を図-13に示す。いずれの地区も透水試験件数が少ないのが、透水係数の分布は同様の傾向を示している。

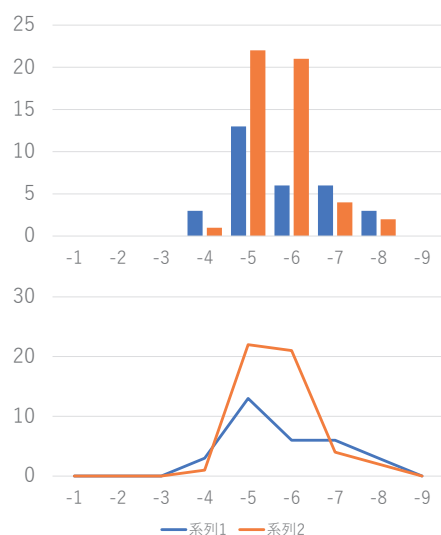


図-13 上総層の地区別透水係数

系列1：区部台地、系列2：北多摩地区

7. まとめ

収集した都内で実施された現場透水試験（ピエゾメーター法）から求められた透水係数を、層相別、地層別にまとめ、その傾向分析を行なった。

- 1) 同一個所で実施された回復法と注水法により

求められた透水係数を比較すると、注水法での値は回復法に比べ大きく、数倍から数10倍の差が見られる。

- 2) 現場呼称別に透水係数を並べると、粘性土（砂を含む）から礫層まで、透水係数が-7乗から-4乗へと変化する様子が認められるが、各層とも2～3桁の幅を有している。
- 3) 区部低地、区部台地、北多摩地区ごとに、地層の透水係数の比較を行った。武蔵野礫層、東京礫層、東京層、上総層いずれの地層でも、場所による顕著な違いは見られない。

今回の都内で実施された現場透水試験（ピエゾメーター法）による透水係数をまとめてみると、その値はオーダー単位でばらつくことが多く、透水係数の評価の難しさを物語っている。今回では触れなかったが、このばらつきには、現場透水試験の試験場の問題や解析上の問題も含まれていることも考えられる。

これらの結果、建設事業の現場で透水試験値を採用するにあたっては、きわめて慎重に対処することが望ましい。特に、対象層の粒度組成など複雑さを考慮する必要がある。それには、電気検層などの利用など、他の方法を併用するなどの工夫が必要であろう。

参 考 文 献

- 1) 松田昌宏、平井健一（2007）：異なる粒度組成分布を有する砂層地盤の透水性に関する研究
土木学会論文集C「地盤工学」
- 2) 鈴木達也、新井裕之（2005）：粘土地盤の長期透水性変化に関する研究
- 3) 地盤工学会（1997）：地盤調査法