

III-193

塩化物含有量試験による浸潤状況の確認

東洋大学 正会員 赤木 俊允

○石田 哲朗

1. まえがき

室内透水試験では、一定の断面と長さをもつ試料に対して一定の水位差での浸透量または水位の降下と時間の関係を測定する。透水係数を決めるときには、真の流れの面積を全断面積に置き換えてダルシーの法則に基づいた方法で整理されている。実際に、透水に有効な間隙分布はポロシメーター、BET法および電子顕微鏡写真を用いた測定結果から求めることができる。この有効断面部分の大きさと別に、浸透水が浸潤する状態を染料を流して視察することによって確かめることがある。この試みは、砂質土のように比較の間隙が大きく着色材の微粒子を通すものには適するが、粘性土には不向きである。通常の室内透水試験のように円柱の一定断面からの通水では、それほど問題にしくともよからうが、著者らが提案しているシンウォールチューブ試料を直接用いて、地盤に水平な方向の透水係数を得る試験機¹⁾の浸透条件(図1)では理論解法と並行して、その浸潤状況を把握する必要があると思われる。

2. 実験方法

土の塩化物含有量の測定は、土質工学会基準 JSF T12-1968 による。透水試験器は、普通に用いられる直径 $d=10\text{cm}$ 、高さ $l=12.7\text{cm}$ の定水位透水試験容器と理論的には図1に示した二次元浸透流をもつ $d=30\text{cm}$ 、 $l=35\text{cm}$ の水平方向透水試験機(以下、大型チューブ)および $d=7.5\text{cm}$ 、 $l=15\text{cm}$ のシンウォールチューブを切断した水平方向透水試験機(以下、小型チューブ)を用いた。また、小型チューブ側面の流入形状はスリット状、 $1\text{mm}\phi$ の穿孔が 2.5mm 間隔および 5.0mm 間隔に開けたものの3ケースについて比較してみた。これらの試験機における流れモデルを図2に示す。試料土は関東ロームで、その乾燥土の質量に対して3%の塩化ナトリウム(NaCl)を混合攪拌したものをを用いる。これを乾燥密度で $0.95\text{g}/\text{cm}^3$ 程度に締め固め、一定水圧($h=200\text{cm}$)を与えて放置する。ある時間通水した後に、図4に示したような区分箇所の試料を採り塩化物含有量試験を行う。

3. 試験結果と考察

図3には、定水位透水試験器で通水を行ったときの浸出水中の塩素イオン量の累計を経過時間でプロットした。試験容器内には試料が保持している塩素イオンを除いても28gほどの塩分が混合されている計算になる。その内の約12gが通水後24時間を経過すると溶出し、その後は平衡状態になることが分かる。なお、塩分混合前の試料土の塩素含有量は0.008%程度、試料液調製に用いた蒸留水500ml中の塩素イオン量は $1.4 \times 10^{-3}\text{g}$ である。図4は個々の試験機における試料土の採取区分を表す。表1にはそれぞれ別の試料ではあるが、定水位透水試験器における通水時間を変えたときの塩素イオン含有量を示した。24時間後の値でも自然状態の値より低く表れている。浸潤の状態もほぼ全域におよんでいることが分かる。透水係数は $1 \times 10^{-5}\text{cm/s}$ であった。表2は図4(a)の①部分の上面に50gの塩化ナトリウムを均一に敷き、通水した結果である。幾分、周面付近に比べ中心部の値は高いが、試験前の

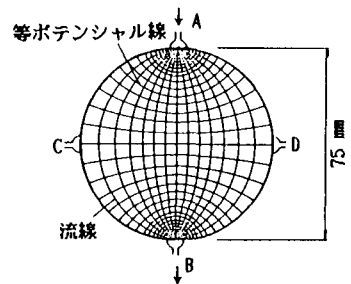


図1 理想地盤での流線網

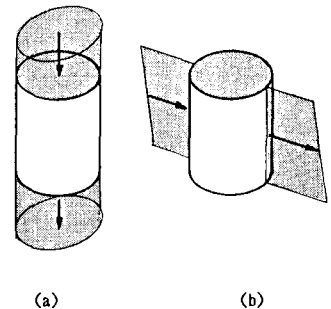


図2 流れのモデル

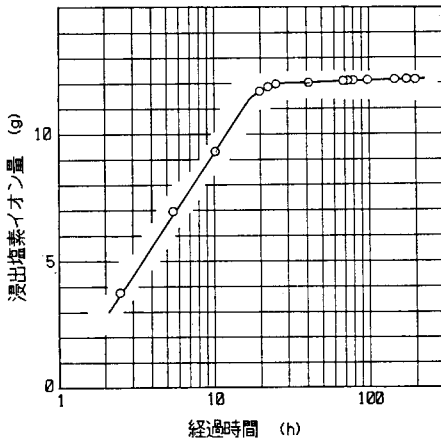


図3 浸出液の塩分濃度

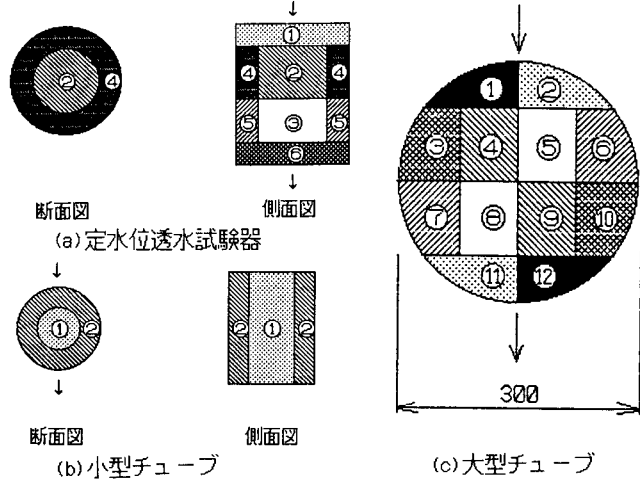


図4 試料の分割

表1 定水位透水試験器

経過時間 (h)	塩素イオン含有量 $\times 10^{-3}$ (%)					
	①	②	③	④	⑤	⑥
24	3.68	3.39	3.75	2.76	3.75	2.77
72	3.11	3.28	3.08	4.72	2.98	4.37
120	2.31	3.04	2.55	2.49	2.86	3.46
192	1.91	2.14	1.66	2.31	1.43	1.52

表2 塩分浸透による変化

経過時間 (h)	塩素イオン含有量 $\times 10^{-3}$ (%)					
	①	②	③	④	⑤	⑥
3	416.9	3437	8029	2831	890.9	4859
24	3.40	4.16	6.02	3.59	3.99	5.32

表3 小型チューブ

経過時間 (h)	塩素イオン含有量 $\times 10^{-3}$ (%)					
	スリット 巾1mm		2.5mm 間隔		5.0mm 間隔	
	①	②	①	②	①	②
24	10.79	14.54	4.53	10.99	20.60	55.53
120	4.48	3.89	3.51	2.76	4.88	3.99

表4 大型チューブ（通水24時間）

境界区分	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
塩素イオン含有量 $\times 10^{-3}$ (%)	18.19	28.92	79.60	23.73	20.97	39.81	1131	586.7	579.2	1304	3203	2108
pH	7.11	7.18	7.03	7.17	7.32	7.45	6.76	6.68	7.02	6.53	6.35	6.27

容器内の塩分量が異なるにもかかわらず、24時間後の値は表1とおおよそ一致している。表3には、給水条件の違う小型チューブの結果を示す。提案している水平方向透水試験機では、穿孔時の振動による試料への影響、作業の手間を考慮して2.5mm間隔の開孔としており、この流入形状が理論上のスリット状を近似することも確認している。²⁾ 24時間後の浸透水量は5mm間隔と他では100ml程度の差はあったが、塩分含有量が大きく異なる。また、定水位透水試験器との値の違いは、透水係数の算定式 $k = \alpha \cdot q / \Delta h$ 、 α は4と報告してある。¹⁾で形状係数 α 倍することからも理解できる。採取する試料の分割数を増すために行ったのが大型チューブによる実験である。理論的には、図1の流線網から分かるように中央に比べてチューブ面に近いほど流速は遅くなるが、流量は $q = k \Delta h$ で等しくなるはずである。結果から、動水勾配の大きい、つまり浸透水圧の大きい中心に近いところほど塩分濃度が低く表れている。しかし、チューブ面の付近も確実に浸透水が浸潤していることが確認できた。

4. あとがき

これまでに、染料などを流しても土の浸潤状態を見極めることが難しかった粘性土も可溶性の高い塩分を試料に混ぜて通水したのち、その試料の分割箇所の塩分含有量を測定することによって定量的に浸潤状況を把握できることが分かった。また、提案中の水平方向透水試験機の浸透条件においても、ほぼ理論上の流れが起こっていることが確かめられた。

参考文献 1) 森田・水平方向透水試験における浸透流線、第21回土質工学会研究発表会、633、昭和61年。
2) 東京大学林研室未発表資料。