土壤係数の簡易測定装置

豊 原 義 一

(京都帝國大學理學部)

[A Simple Apparatus for the Measurement of the Soil-constant.
By Yoshikazu TOYOHARA]

[挿 圖 1]

I

地下水の流速はその地水勾配に比例してゐる。即ち、 S なる斷面積を單位時間に流れ出る流量を Q とし、その土砂の空隙率を p 、流速を u 、土砂の長さを L 、その落差を H とすれば次の關係がある。

$$\frac{Q}{S} = pu = k \frac{H}{L}$$

之は俗に DARCY の法則と呼ばれるもので、 k はその土壤の水理學的性質を表す常數で之を土壤係數と云ふ。

この法則は多くの實驗の結果から、勾配が小なるときは非常に良く適合することが知れた。それで現今も廣く天然の地下水流に用ひらる譯である。

天然自然の狀態に於ける土壤係數を定めることは甚だ六ヶ敷いことで、これには色素や藥品を用ひて直接流速を測定して求むる方法や、ポンプで水を汲上げ乍ら周圍の地下水面の變位から求める方法等があつて、筆者も嘗て鳥取縣日野川の河原で試みたことがある。然し何れも實驗用の井戸を掘らなければならないし觀測もさう容易でない。そして求めた値が自然狀態に於ける絶對の値として甘受出来ないことは云ふまでもない。それで或資料の大體の土壤係數を知るために、又數種の土砂の水理學的性質を比較したりするために、實驗室で之等資料の土壤係數を調べる必要が屢々起る。

II

實驗室で土壤係數を測定する方法は PRINZ¹⁾ や其他の書物にあるやうに、

1) E. PRINZ 1923: Handbuch der Hydrologie. S. 128.

特殊な装置を要する。それで吾々は往年極めて簡単な方法²⁾を試みた。その後これを少し改良したものを茲に紹介する。

圖に示す様に (B) は硝子管にして一部分に砂粒を充たし、(A) によつて上方から絶えず水を注入すると、側管 (D) のために管内の水位は自動的に一定に保たれる。依つて管内を流下する水は砂層を通り、下端の金網 (C) を経て圓筒 (E) に出で、更に上流して (F) より流出する。(G) は流出量を測るべきメートルグラスである。このやうな装置を用ひて流出量を測定すれば、前の

ダルシーの法則から次の關係式が成立つ。

$$\frac{V}{t} = Q = k \cdot S \frac{h' - h}{l}$$

$$k = \frac{Q}{S} \frac{l}{h' - h} = \frac{V}{t} \frac{l}{S(h' - h)}$$

但し、V は t 秒間に流出した流量 (cc.)

S は B 管の斷面積 (cm²)

l は砂層の長さ (cm)

h' は B 管内の砂層と水層との高さ (cm)

h は圓筒内の金網 C から上方の水柱の高さ (cm)

である。

依つて、 $Q = \frac{V}{t}$ を測定すれば土壤係数 k を定めることが出来る。この装置の改良の點は砂層の下方より任意の水壓を作用せしめ得ることで、同一の資料をその状態を變へることなく、h' - h を種々に變へて數回の測定を行ひ得る便がある。B 管は餘り細きものは内壁の影響があるので、種々比較を試みた結果直径 3~4 cm 位のものが適當で、長さも 70 cm 位が手頃である。更に B 管、E 筒共に 5 cm 置き位に目盛を施して置けば、測定に際して大變便利である。

2) NOMITSU, T., TOYOHARA, Y. and R. KAMIMOTO 1927: On the Contact Surface of Fresh and Salt-water under the Ground near a Sandy Sea-Shore. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ., Ser. A, 10, p. 300.

III

B 管に砂粒を充すときはその詰め方によつて k の値は多少違つてくる。それで先づ所定量より少々少き砂を管内に入れ、指頭で軽く管を叩き乍ら砂の容積の減少に應じて少しづつ砂粒を補ふ。斯くする中に遂には管内の砂が逆にその容積を増加し始める時がある。この時に止める。吾々は砂の詰め方をこの様に定めてゐる。使用水に上水道を直接用ふときは季節によつて気泡を多く含む場合がある。微細な気泡も砂層内では次第に蓄積して大いに流水を阻害するから、之を除く工夫が要る。それには汲置水を用ふれば大體よいやうである。

土壌係数 k のデメンションは LT^{-1} で CGS 式重力單位で表はす場合は一般に小数以下 2 桁位までしか用ひない。それ以下は餘り意味がない。

従つて上述の装置を用ひて十分である。

筆者は數年前或模型實驗に用ひた砂の k を精密に定める必要があつて、蒸餾水を用ひて測定した事がある。今一例としてその測定の結果を下に示す。表中の各値は何れも 4 回宛測定した平均である。

Sand A (2nd July 1930)			Sand B (9th Feb. 1929)		
V=200 cc. Water temp. l=50 cm. 23°4~23°9 S=(1.6) ² π cm ²			V=200 cc. Water temp. l=50 cm. 5°9~6°1 S=(1.6) ² π cm ²		
h'-h	t	k	h'-h	t	k
10	514.1	0.2419	5	1273.0	0.1953
20	258.1	0.2409	10	640.0	0.1943
30	172.1	0.2409	15	420.7	0.1970
40	130.2	0.2388	20	320.9	0.1937
50	103.8	0.2396	25	261.1	0.1905
45	115.6	0.2390	30	218.1	0.1901
35	148.5	0.2393	35	187.7	0.1893
25	207.4	0.2398	40	164.0	0.1895
15	342.9	0.2418	45	145.2	0.1903
5	1020.0	0.2438	50	130.5	0.1906
		Mean			Mean
		0.2406			0.1921

この結果を見れば傾斜が可なり急な場合に相當するときでも k の値は餘り變らない。h'-h が大になれば僅か乍ら k の減少が窺はるるに過ぎぬ。

然し乍ら、或資料を斯様の装置で定めた土壌係数は、天然の場合と自ら異なるものがあることを忘れてはならない。

(昭和 10. 12. 10)