

III—35 互層をなせる地中への浸透

神大工学部 正買 工博 田 中 茂

1. 要旨 さきに著者は等方均等質の土よりなる地中へ雨水や灌漑水などが浸透する問題をとりあげて、先行条件の影響が非常に強い場合について研究し、その一部を報告した。

ここに先行条件というのはいま考えている浸透が開始される直前に土粒子間隙内に含まれていた含水量や空気量やそれらの存在状態などをさす。著者がとりあげた浸透には境界条件も勿論、大きな影響を有しているが、地表面が水平で下方に地下水面が存在しているという簡単な場合をとり扱った。今回は粒子の大きさを異にする土、すなわち細粒土と粗粒土が互層をなしている場合のうち最も簡単な場合をとりあげ、強雨および弱雨による浸透、降雨停止後の地中の水の運動などについて、理論的並びに実験的に研究を行ったので報告したい。

ここにいう強雨浸透とは、土の浸透能よりも降雨強度の方が大きく、地表面にある水深の表面流出が起る場合の浸透をさし、弱雨浸透とは、逆に土の浸透能よりも降雨強度の方が小さく、地表面には何等表面流出をみない場合のものをさすものとする。

2 理論

(A) 上層粗粒土、下層細粒土の2層よりなる地中への強雨浸透(図-1参照)

図-1に示すように浸潤前線(wetting front)の位置が上層中にある場合や、下層中にある場合を考え、それぞれの場合について、流れのポテンシャル勾配を明らかにし、流れがDarcyの法則に従うものと仮定して、流量と浸潤前線の前進距離との関係や、これらのおののが時間的にどのように変化するかなどを明らかにした。

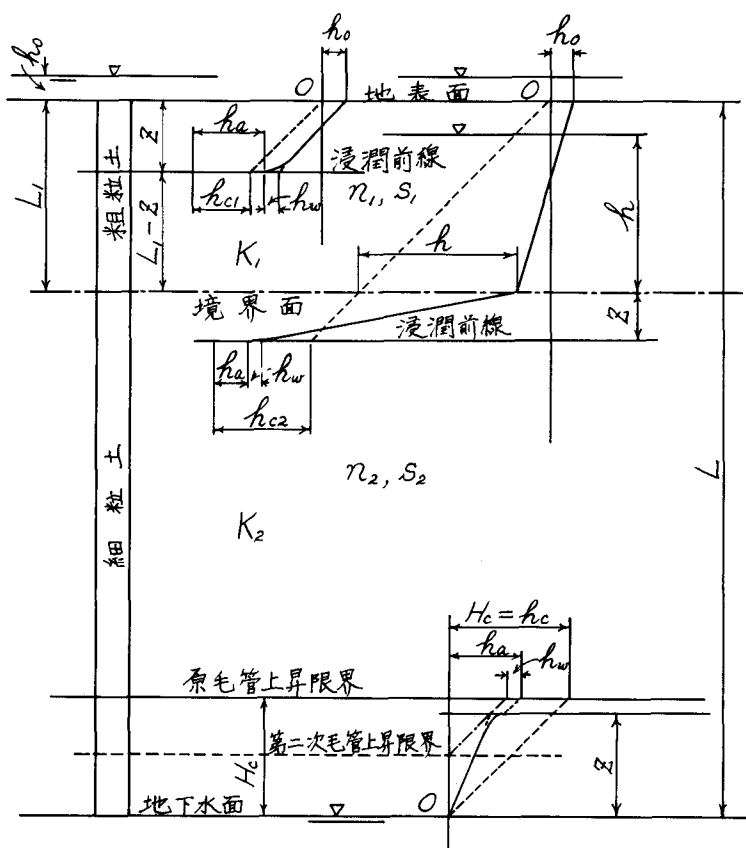


図-1 ポテンシャル線の図

(1) 浸潤前線が上層中にある場合、 $0 \leq z \leq L_1$:

$$\alpha = \alpha, \quad z = z: \quad \text{ポテンシャル勾配} \quad \frac{d\Phi}{dz} = \frac{z + h_c}{z} = 1 + \frac{h_c}{z} \quad (1)$$

ただし $h_c = h_0 + h_{c1} - h_a - h_w$, h_{c1} は上層土中の前線の下面に作用する毛管負圧を水頭で表したもので、他の記号は前報の通りである。

Darcy の法則より

$$\left(\frac{dQ}{dt}\right)_1 = K_1 \frac{\alpha \Phi}{dz} = K_1 \left(1 + \frac{h_c}{z}\right) \quad (2)$$

浸潤前線の後方の領域の飽和度とその前方の領域のそれとが境界面の位置に關せず一定、従ってその差 S_1 も一定とし、 n_1 を上層土の空隙率とすると、

$$\frac{dz}{dt} = K_1 \frac{\alpha \Phi}{dz} \cdot \frac{1}{n_1 S_1} = K_1 \left(1 + \frac{h_c}{z}\right) \frac{1}{n_1 S_1} \quad (3)$$

また前報と同様にして

$$t = \frac{n_1 S_1}{K_1} \left\{ z - h_c \ln \left(1 + \frac{z}{h_c}\right) \right\} \quad (4)$$

前線が降下して、上層と下層の境界面に到達した時を考えると、その瞬間は別であるが、向もなく上層よりこの境界面の方へ向う流量 $\left(\frac{dQ}{dt}\right)_1$ が境界面から下層の方へ向う流量 $\left(\frac{dQ}{dt}\right)_2$ より大きくなるものと思われる。

(2) 浸潤前線が下層中にある場合 $0 \leq z < L - L_1 - H_c$:

いま前線が境界面から第2層へ進行し始めた瞬間から時間をはかり、境界面から測った前線までの距離を z とする。この場合、しばらくは $\left(\frac{dQ}{dt}\right)_1$ が $\left(\frac{dQ}{dt}\right)_2$ よりも大きいので、この2流量が等しくなろうとして急速に境界面上に水が貯溜され始め、すぐにある水位になる。この時のそれぞれの流量は、 h を境界面上に溜った水の深さとする、

$$\left(\frac{dQ}{dt}\right)_1 = K_1 \left(1 - \frac{h - h_0}{L_1}\right) \quad (5)$$

$$\left(\frac{dQ}{dt}\right)_2 = K_2 \left(1 + \frac{h + h_{c2} - h_a - h_w}{z}\right) \quad (6)$$

この2流量は向もなく等しくなると h も一定値をとる。その後は前線が下方へ進むに従って $\left(\frac{dQ}{dt}\right)_2$ は少しづつ小さくなり、 $\left(\frac{dQ}{dt}\right)_1$ もこの値に追従する。この時、勿論 h は僅かづつ増す。前線の前後の領域の飽和度の差 S_2 が一定とし、 n_2 をこの層の土の空隙率とすると

$$\frac{dz}{dt} = K_2 \frac{\alpha \Phi}{dz} \frac{1}{n_2 S_2} = K_2 \left(1 + \frac{h + h_{c2} - h_a - h_w}{z}\right) \frac{1}{n_2 S_2} \quad (7)$$

下の毛管水帯の水が上方の空気が圧縮される影響をうけて下方へ動くが、これについては前報の通りである故省略する。

なお、(B). (A) の浸透が停止した後の地中の水の運動、(C). 上層細粒土、下層粗粒土の2層よりなる地中への強雨浸透、(D). (C) の浸透が停止した後の地中の水の運動、(E). 上層粗粒土、下層細粒土の2層よりなる地中への弱雨浸透、(F). 上層細粒土、下層粗粒土の2層よりなる地中への弱雨浸透、などについておよそ実験結果については講演時に時間の許す限り述べる。