

こゝに、 Q は単位幅、単位時間の地下水流速； κ は帯水層の透水性； H は帯水層の厚さ、 b', a は比例の常数でそれぞれ水圧による洩水率及び粘土層の歪率； t は時間； ζ は $t=0$ で $\zeta=0$ として起算した地下水の圧力水頭； x は海岸を原点とし海岸に直角に内地に向つてとつた空間座標； K は $\kappa H/a$ ； b は b'/a を表す。又帯水層は上下とも水平面で限られており、その上に一樣な厚さの粘土層がついているものとする。

1例として、(2) 式を初期条件、 $t=0$ にて $\zeta=0$ ；境界条件 $x=0$ にて $\zeta=\zeta_0$ 。（常数）、 $x=\infty$ にて $\zeta=0$ の下で解くと、

$$\zeta = (\zeta_0 \sigma / 2\sqrt{\pi K}) \int_0^t t^{-\frac{3}{2}} \exp\{-m^2 K t - x^2 / (4Kt)\} dt \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$t \rightarrow \infty \text{ のときは, } \zeta = \zeta_0 e^{-mx}, \quad m = \sqrt{b/K} \quad \dots\dots\dots (4)$$

境界条件を $x=0$ にて $\zeta=\zeta_0(t)$ とすれば、(4) 式に対応して、

$$\begin{aligned} \zeta &= (x/2\sqrt{\pi K}) \int_0^t \zeta_0(\lambda)(t-\lambda)^{-\frac{3}{2}} \exp[-m^2 K(t-\lambda) - x^2 / \{4K(t-\lambda)\}] d\lambda \\ &= (2/\sqrt{\pi}) \int_{x/2\sqrt{K}}^{\infty} \zeta_0\{t - x^2 / (4K\mu^2)\} \exp\{-\mu^2 - (m^2 x^2 / 4) / \mu^2\} d\mu, \quad \mu = x / \{2\sqrt{K(t-\lambda)}\} \quad \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

今 $\zeta_0(t) = \zeta_0 \sin \sigma t$ とおき、かつ $t \rightarrow \infty$ とすれば (5) 式から、

$$\zeta = \zeta_0 e^{-bx} \sin(\sigma t - qx) \quad \dots\dots\dots (6)$$

こゝに、

$$\frac{p}{q} = \frac{4}{\sqrt{b^2 + \sigma^2}} \cos\left\{\frac{1}{2} \arctg \frac{\sigma}{b}\right\} = \sqrt{\frac{b^2 + \sigma^2 + b}{2K}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

(4) 式によつて $b \ll K$ のときは逓減率は微小となり、平均水圧の変化は極めて少い。又 (7) 式により $b \gg \sigma$ のときは $p \approx m$ となるが、 $\sigma \gg b$ のときは $p \approx \sqrt{\sigma / (2K)}$ となり ζ の週期によつて逓減率が変化する。なお、(7) 式により $b \gg \sigma$ のときは $q \approx \sigma / (2b\sqrt{K})$ となり半日週潮の位相の遅れは1日週潮の約2倍となるが、 $\sigma \gg b$ のときは $q \approx \sqrt{\sigma / (2K)}$ となる。 b と σ とが同程度のときはこれらの中間の値をとる。以上の結果によつて観測事実は大体説明されるようである。上の諸式に観測値を代入すると、

$$b' \approx 3.3 \times 10^{-7} \text{ (c.g.s.)}, \quad a \approx 2.8 \times 10^{-3} \text{ (c.g.s.)}$$

が得られ、 $\zeta=10\text{cm}$ とすれば年間洩水量は凡そ 1m 程度となる。

(35) 毛管水流に関する 2, 3 の問題 (20分)

神戸大学 田 中 茂

概要 従来、土砂中の毛管水の運動をとり扱つたものの多くは、自由水面が水平な場合に、これより水が毛管作用によつて上昇する問題である。自由水面が傾斜している場合には、毛管水の運動はさらに複雑になる。ところが、この問題については殆んど今日迄研究がなされていない状態である。しかもこの問題は土堰堤などの内部の水の運動を考える上に極めて大切な問題なのである。その上、毛管水の運動としては、普通、初期条件として土砂が乾燥状態にあるものをとることが多く、実験もすべてこの場合について行われている。著者はまず、初期条件として土砂が任意の水分を含有している場合をとり、毛管水の水平並びに鉛直方向の拡散運動について理論的に研究し、さらに実験的にこれらを確めた。次に土堰堤の場合をとりあげ、毛管水の拡散を研究するとともに、毛管水の運動を実験的に研究して、毛管水の流動の実態を把握すると同時に著者の見解を明かにした。

次に簡単に以上の内容を説明する。

(1) 水平方向への毛管水の拡散

m : 水分を加えた源からの水平距離 x の点で、水分を加えた時から t 時間たつた時の含水比、

$f(x)$: 最初の含水比、 m_0 : $x=0$ において水分を加え、時間に開せず一定に保つた含水比、

k : 毛管水の透水系数（含水量により変る） σ : 土の単位体積中の乾燥粒子の容積、

β : 積分変数

とすれば、 m は次式で表わされる。

$$m = m_0 - \frac{2m_0}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{2\sqrt{k/\sigma}\sqrt{t}}} e^{-\beta^2} d\beta + \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\frac{x}{2\sqrt{k/\sigma}\sqrt{t}}}^{\infty} e^{-\beta^2} f(x + 2\sqrt{k/\sigma}\sqrt{t}\beta) d\beta$$

$$-\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\infty} \frac{x}{2\sqrt{k/\sigma} \sqrt{t}} e^{-\beta^2} f(-x+2\sqrt{k/\sigma} \sqrt{t} \beta) d\beta \dots\dots\dots (1)$$

特に $f(x)=m_i$ (一定) である時には,

$$m=m_a+\frac{2(m_i-m_a)}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{2\sqrt{k/\sigma} \sqrt{t}}} e^{-\beta^2} d\beta \dots\dots\dots (1')$$

(2) 鉛直下方への毛管水の拡散 (1) の場合と同様である。

(3) 鉛直上方への毛管水の拡散

h_0 : 毛管上昇の極限高 (土の表面が毛管上昇限界以下に存在する時は, 自由水面から土の表面までの高サ) とすると, 蒸発がないものと考えた場合, (1) の場合と同様に次式を得る。

$$m=m_a+\frac{2}{h_0} \sum_{s=0}^{\infty} e^{-\frac{(k/\sigma)(2s+1)^2 \pi^2 t}{4h_0^2}} \sin \frac{(2S+1)\pi x}{2h_0} \times \left(\int_0^{h_0} f(\lambda) \sin \frac{(2S+1)\pi \lambda}{2h_0} d\lambda - \frac{1}{(2S+1)\pi} \right) \dots\dots\dots (2)$$

特に $f(x)=m_i$ の時は,

$$m=m_a+\frac{4(m_i-m_a)}{\pi} \sum_{s=0}^{\infty} e^{-\frac{(k/\sigma)(2s+1)^2 \pi^2 t}{4h_0^2}} \sin \frac{(2S+1)\pi x}{2h_0} \cdot \left(\frac{1}{2S+1} \right) \dots\dots\dots (2')$$

(4) 土堰堤内の毛管水の運動 模

型実験によつて得られた諸結果の内, 自由水面の形が一定した後に生じている毛管水の運動に関して, 注目すべき特徴を示すと 圖-1, 圖-2 のようになる。即ち模型では相当量の毛管水が毛管水帯を通つて上水位より下水位へ向つて流れている。この流れは, 圧力や重力の作用で流れる水とは全然異り, さらに毛管水の拡散ともその機構を異にしている。著者はこの流れをサイフォン作用に起因するものと考えて説明を加えた。

圖-1

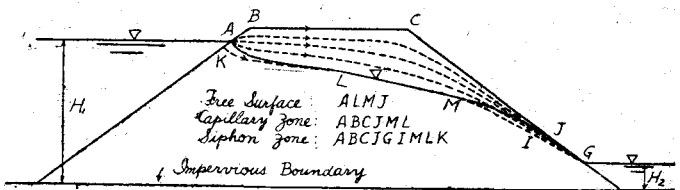
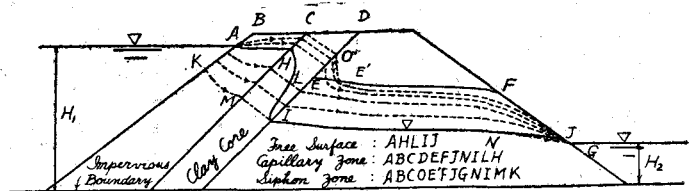


圖-2



(36) 流出渦に関する 2, 3 の実験 (20分)

日発本店土木部 吉 越 盛 次

発電所の水槽の水深が小さいと, 水圧管呑口に渦が生じ, 空気が流入するため, 水車の運轉を不円滑にし, 発電に支障があるとされてゐる。この水深 H を決めるのに, 従来流出渦の実験をもとにして, 水圧管の直径 D との比, H/D がある値以上になることを条件とした。今迄に行われた実験結果はまちまちであるが, 大略 $H/D < 1.5 \sim 4$ になれば, 空気錐は流出口に達するとされてゐた。

圖-1 に示す実験は, 一辺 72cm の正方形の水槽の底中央に径 20mm のパイプをはめ, 流出量を調節し得るようにして, バケツで水を満し, 水をぬき, 空気錐が流出口に達する時の水深を測定したものである。測定値の不規則にあられるのは水槽に満された水の動きによるのであつて, これが発生する「渦の強サ」を支配するよう