

(33) 沖積地における河川流について (20分)

徳島大学工学部 徳島工専 久 寶 保

沖積地における河川では純水流が泥土又は砂礫に関連して運動し、屢々渇涸し、河床を移動せしめ、河床への滲透をなすことが多い。それらに関する従来の研究は純水流、泥土又は砂礫のみの運動について別々に論じたものが多く、全体としての運動についての研究は極めて少い。ここに純水流と泥土又は砂礫との全体を含めると、連続方程式は、

$$\frac{\partial}{\partial x}(\Sigma Q_{iw}) + \frac{\partial}{\partial t}(\Sigma F_{iw}) = 0 \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{\partial}{\partial x}(\Sigma Q_{is}) + \frac{\partial}{\partial t}(\Sigma F_{is}) = 0 \dots\dots\dots(2)$$

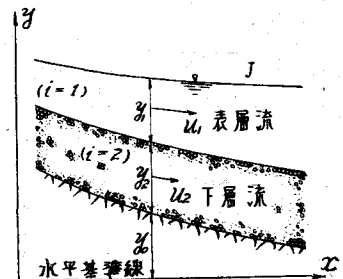
となり、運動方程式は、

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial x} \left[\Sigma \gamma_i Q_{ij} (y_0 + y_1 + y_2) + (\gamma_s - \gamma_w) \left\{ \frac{y_1 Q_{1s}}{2} + \left(y_1 + \frac{p y_2}{2} \right) Q_{2sr} \right\} - \frac{\gamma_s Q_{2s} y_2}{2} + \frac{\gamma w^2 Q}{2y} \right. \\ & + \frac{1}{2g} \Sigma (1 + \alpha_i' j) \gamma_{ij} \left(1 + \frac{1}{\rho} \right) u_{ij}^2 Q_{ij} + \frac{1}{2g} (1 + f) \gamma_w u_p^2 Q_p + \frac{1}{2g} (1 + S) \gamma_s w_0^2 Q_{1s} \\ & \left. + \frac{1}{2g} \Sigma \alpha_{ir} \gamma_s (u_{iw} - u_{is})^2 Q_{is} \right] + \Sigma C_{ij} \gamma_{ij} U_{ij} u_{ij}^3 + \frac{1}{g} \Sigma b_{ij} \gamma_{ij} Q_{ij} \frac{\partial u_{ij}}{\partial t} = 0 \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$

となる。図は沖積地における河川の縦断とその記号を示し、 $i=1$ とすると表層流のみ、 $i=2$ とすると下層流のみ、 $j=w$ とすると純水流のみ、 $j=s$ とすると砂礫のみの流れを示す。その他 γ =単位重、 Q =流量、 F =流積、 t =時間、 ϕ =土圧係数、 h =波高、 ρ =河川の平均曲率半径、 g =重力、 p =滲透又は湧出に関するもの、 w_0 =砂泥の沈降速度、 U =潤辺を示し、それ以外の記号は夫々損耗に関する係数である。

本講演ではこれらの式の誘導方法及びこれを用いて得た結果を述べ、治水及び利水計画に資するところあらしめるよう努めたものである。

縦断面略図



(34) 地盤沈下による海岸地下水圧の変動と塩害について (20分)

京都大学理学部 速水頌一郎

過ぐる南海地震に伴う地盤沈下で顯著な塩害を被っている徳島縣吉野川河口の1農村、川内村小松地区で行った塩害と地下水との関係の調査結果に基づき、この種現象の一般的取扱いを試みたので、その一端を述べよう。本地区堤外低地は一般に平均潮位より低く、表面は透水性の小さい粘土質の薄い土壌で覆われ、その下に厚サ10m前後の帯水層がある。調査の結果を要約すると、(1)堤防に近いところ程地下水塩分は大きく、距堤100m位迄は吉野川の海水塩分に等しい、(2)地下水は平均において波圧状態にある、(3)平均地下水圧は堤防より離れる程指数函数的に減少するが、距堤100m程度以遠では殆んど不変になる、(4)潮汐による地下水圧変動の振幅は、堤防より離れる程指数函数的に減少し、その遞減率は1日退潮でも半日退潮でも変わりなく平均水圧のそれにほぼ等しいが、距堤100m以遠では遞減率は遅延によつて異なり、平均水圧のそれとも異なる、(5)潮汐による地下水圧変動の位相の遅れは、半日退潮は1日退潮の約2倍であるが、距堤100m以遠では位相の遅れ方が急変する。上記の結果は従来の諸理論では満足に説明できないので、次のような模型を考えてみた。即ち最も簡単な場合として、運動及び連続の方程式

$$Q = -\kappa H \frac{\partial \zeta}{\partial x}, \quad \frac{\partial Q}{\partial x} = -b' \zeta - a \frac{\partial \zeta}{\partial t} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{から} \quad \frac{\partial \zeta}{\partial t} = K \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} - b \zeta \dots\dots\dots(2)$$

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、

$$\zeta = \zeta_0 e^{-p x} \sin(\sigma t - q x) \quad \dots\dots\dots (6)$$

こゝに、

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

(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、時間に関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。

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