86. 薄層流における底面粒度の影響について (20分)

正員　京都大學工學部　◎岩　垣　雄　一
准員　〃　　　　　　　石　原　安　雄

さきに著者らは木製水樋を用い滑底面，緩勾配の場合の薄層流の實驗を行つて，その水理學的諸性質を調べたのであるが，ここでは同様にして粗底面の場合について實驗を行つたので，その結果を述べる．

實驗を行つた粗度としてはジュラルミン板の表面におよそ粒徑が一様になるように篩分けした砂粒をニス付けして粗面とし，それを長さ 4.5 m にわたつて水樋の底面に取付けたもので，粒徑が 0.1 mm～4 mm の間の5種類の砂について行つた．

表面に砂粒で粗度を與えた粗面圓管内の流れについては Nikuradse の有名な實驗がある．圓管内の流れの場合は Re 數が，粗面であれば更に r/k (r：管の半徑，k：粗さの平均高さ）とか砂粒の附着密度などが關係するが，自由表面をもち，しかも重力の作用により流れる開水路の場合には，これらの外に Fr 數が關係してくるので，普遍的な法則を見出すことは管の場合に比して非常に困難となる．しかし管の場合と比較しながら實驗を行い検討して行けば，その差異が明らかとなり，開水路の場合の法則を見出すことも不可能ではない．このような觀點から實驗の結果を整理し，滑底面の場合の薄層流の實驗によつて見出された法則と關連ずけて粗底面の場合の法則を究明した．

實驗により層流領域においては粗度の影響はなく，滑底面の法則が成立つことを確認したので，問題となるのは亂流領域ということになる．流速分布については粗面圓管と同様に

$$\frac{u}{u^*}=A+5.75\log_{10}\frac{y}{k}$$

とあらわし，A の値を検討した．その結果については複雑なので講演時に詳しく述べる．これに對し滑圓管の場合 A の値は

$$A=5.75\log_{10}\frac{u^*k}{\nu}+5.5$$

であり，滑底面薄層流の場合は簡單に

$$A=5.75\log_{10}\frac{\sqrt{gh}\,k}{\nu}-1.1$$

であらわされる．ここに u：流速，$u^*=\sqrt{\tau_0/\rho}$，τ_0 底面の摩擦應力，ρ：水の密度，y：底面からの距離，g：重力加速度，h：水深，ν：動粘性係數．

平均流速及び摩擦抵抗については圓管の場合のように h/k を一定にして實驗できないのできれいな結果が得られないが，圓管の場合と同じような變化の仕方をすることがわかつた．なお薄層流特有の性質として h/k が小さいので層流領域から亂流領域へ移ると直ちに粗度の影響があらわれて來ることを實驗より確めることができた．更に平均流速を指數公式 $u_m=KJ^{\alpha}R^{\beta}$ 及び Manning 公式 $u_m=\frac{1}{n}J^{1/2}R^{2/3}$ とあらわして α，β 及び n の値を検討した．α の値はおよそ 0.5 であり，β の値は滑底面の場合 0.7～0.85 であるが，粗底面の場合は粗度が大きくなると實驗の範圍内では 0.63 程度まで少しづつ小さくなつて行くようである．n の値は水深，勾配及び粗度によつて變化するが，その詳細については講演時に示す．

なおこの研究は文部省科學研究費によつて行つた研究の一部である．

---

87. 水門を有する湖沼の水位推算について (20分)

正員　信州大學工學部　杉　尾　捨　三　郎

湖沼に洪水が流れこみ，水門により流量を調節されて下流の河川に流下する場合，下流河川の洪水を輕減するには，なるべく多くの水量を湖水に貯溜するのがよいが，湖岸の浸水による水害を防ぐ目的から言えば，逆に水門を早く開いて洪水を速やかに放流することが望ましい．この意味で洪水時の湖水位の變動狀態を調べることは

極めて大切である.

本文では假りに，流入洪水量が時間とともに直線的に變化する時,「全水門扉を全開したならば」,湖水位は時間の經過と共に如何なる變動をなすべきかを考察するため，從來の數値積分法でなく，方程式を直接解く略算法を扱つたものである.

從來こうした問題は數値積分法を用いて解く場合が多く，洪水量を Q，河川流出量を q，湖水水面積を A，湖水位を h とすれば,

$$Q=A\frac{dh}{dt}+q \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

上式において，Δt 時間の間は Q，A，q 等は一定値を保つとして Δh を定め，逐次 Δt 時間ごとの水位を計算しているのである.

さて，下流河川流出量 q は一般に河川水位 x の函數で，ここでは最も一般的に,x に關する 2次式で示される場合を扱うことにする．方程式を直接解く方法について考えれば，ダム貯水池の場合など A を一定として扱つたものをよく見受けるが，淺い湖岸が浸水をする場合には，A は湖の水位 h の函數と考えるのが至當で，本文では A を h の1次式，すなわち貯水量が湖水位 h の 2次式で表わされる場合を扱つた.

こうして水門扉を全開した時の河川水位の基礎方程式を導いたのであるが，これによれば湖水位の變動狀態は（I）洪水量增加率 α，（II）水門を全開した時刻における流入洪水量の大きさ Q_0，（III）水門を全開する直前における湖水位 h_0 に支配されるから，數値積分法で解いてもこれらのパラメーター相互間の影響を明かにするにはかなりの手數を要する．本文では計算の都合上，全水門扉を全開しているときの水位 x の變動區間に限つて，近似的に q が x の 1次式で表わされるものと假定して,式（1）を變形し

$$(mx+n)\frac{dx}{dt}+(a+bx)=\alpha t+Q_0 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

なる式を導いた．式(2)を解けば $G(z,\alpha)$ なる函數が誘導できるが，ここに $z=f(x,t)$ である．よつて α を適當に選んで，種々の z の値に對する $G(z,\alpha)$ をあらかじめ計算して表を作つておけば，以下若干の計算により，任意時刻 t における河川水位，從つて湖沼水位 h を直接求めることができる.

本解法は河川流出量一時間曲線の一部分を近似的に $a+bx$ で表わさんとした點においてやや精確を缺くうらみはあるが，α，Q_0，h_0 等がどの程度に湖水位の變動に影響するかを知る上に，また任意時刻の湖水位を直接求めうると言う點で，數値積分法とはちがつた特徴を有する一略算法であると考える.

---

88. 水門及び越流せきの流量係數について　(20分)

正員　東北大學工學部　今　野　彥　貞

水門及び越流せきの流量係數については數多くの實驗値及び理論式が發表されてあるが，筆者はかつて跳水現象の研究（土木學會誌第21卷第3號）並びに越流せき上の水深（土木學會誌第25卷第4號）について發表した實驗値を用い，又廣頂せきの流量係數（日本學術協會報告第16卷第2號）について壓力運動量理論から論じたものに更にその後の實驗結果を加え，流水の狀態による斷面收縮係數並びに流速係數の方面から分析してこれを論ずるつもりである.

すなわち水門からの流出量を求める公式は,

$$Q=ChB\sqrt{2g(H+h_0-C_a h)}$$

ここに Q；流出量，C；流量係數，B；流出孔の幅，g；重力の加速度，H；上流水面の水深,h；水門の開き，h_0；接近流速水頭，C_a；Vena Contracta における水深の收縮係數である.

C_v を流速係數，C_f を斷面全收縮係數とすれば $C=C_f \cdot C_v$ で,上流水路の幅と下流水路の幅が流出孔の幅Bと等しい場合には $C_f \fallingdotseq C_a$ と考えられるから $C=C_a \cdot C_v$ とすることができる.

水平な底の上の鉛直な門扉の C_a については Koch-Carstanjen の理論式及び實驗値がある．又 Smetana 及び Keutner の實驗によれば,下流に完全跳水のある場合には $h<0.02\,\mathrm{m}$ の時は $C_a=0.4344h^{-0.103}$，$h>0.02\,\mathrm{m}$ の時は $C_a=0.5964\,h^{-0.02}$を與えている．筆者の實驗にこの式を應用して C_a を求め流速係數 C_v を C/C_a より求めると,平均値として $C_v=(H/h)^{-0.025}$ なる關係を得た.今この式の C_v の値を用い,逆に實驗値 C から C_a を求