講　　　演

第20巻第12號　昭和9年12月

不等速定流の2,3の問題

（昭和9年10月27日土木學會創立20周年記念講演會に於て）

准員工學士　本　間　仁*

Some Problems on the Non-uniform Steady Flow

By Masashi Homma, C.E., Assoc. Member.

内容梗概

河幅又は河床勾配が漸次に變化する樣な場合の定流に於ては，これ等の量の變化が流れの狀態に如何なる影響を及ぼすかを述べ，かゝる問題の數値計算法の一例を示して一般の一樣水路に於ける背水曲線との差異を示す。尙これを以て著者が既に土木學會誌上に發表した同標題の論文に對する補遺とする。

1. 河幅が下流に向つて漸増する場合（土木學會誌第20卷第7號參照）

底勾配 $i=i_0=\text{const.}$ 河幅 $b=b_0+b_1e^{px}\ (p>0)$ の如き Bell mouth 型の水路を考へ，河口に於ける水位によつて水面曲線の變化する狀態を見る。

その基本式は

$$\left.\begin{aligned} & -i+\frac{dh}{dx}+\alpha'\frac{d}{dx}\left(\frac{v^2}{2g}\right)+\frac{v^2}{C^2h}=0 \\ & \frac{1}{v}\,\frac{dv}{dx}+\frac{1}{h}\,\frac{dh}{dx}+\frac{1}{b}\,\frac{db}{dx}=0 \\ & Q=hbv=\text{const.} \end{aligned}\right\}\cdots\cdots(1)$$

境界條件は $x=0$ にて $h=h_0$

$$\frac{dh}{dx}=\frac{i_0-\dfrac{Q^2}{C^2h^3b^2}+\dfrac{\alpha'Q^2}{gh^2b^3}\,\dfrac{db}{dx}}{1-\dfrac{\alpha'Q^2}{gh^3b^2}}=f(x,h)\cdots\cdots(2)$$

(1) 式中の第3式は第2式の連續方程式と同じものであつて唯 Q の値を與へた事を示すものであるが，この Q の大さを與へる事は一つの境界條件を與へた事と同じで，且これによつて (2) 式の樣な數値計算の可能な形となつたのである。

1) $i_0<g/\alpha'C^2$ の場合

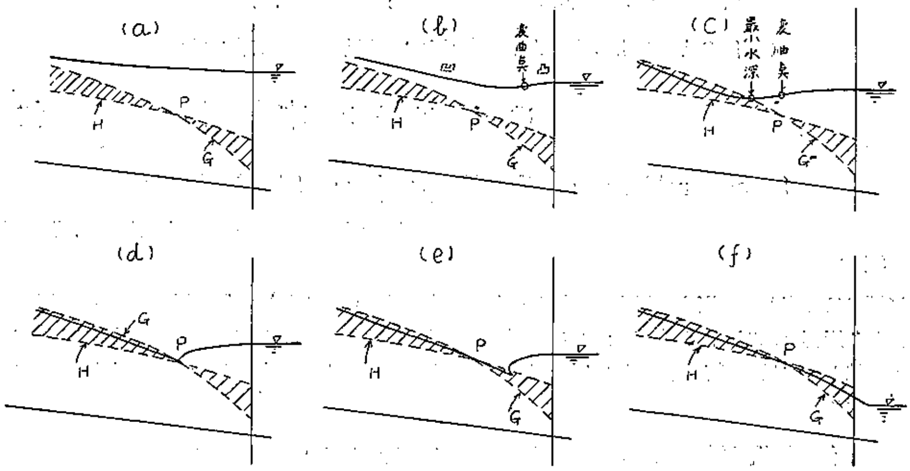
この時は充分の上流の方では常流狀態の一樣定流である。一樣水路の場合は h_0 が限界水深より大なる限り水面は第1圖 (a) の如き單調增加曲線となるが，河幅が變化すれば第1圖の如く h_0 の大さに從つて種々の狀態を呈する。

h_0 が非常に大きければ (a) の樣に一樣幅の時に似た形となるが，h_0 がやゝ小さくなれば途中にて一度變曲點を現はし，更にこれが減少すれば變曲點を現はす前に最小水深の個所が出來る。h_0 が更に小さくなれば途中にて一度射流狀態 (jet flow) を生じこれが限界水深より大なる h_0 に移る爲に跳水現象を伴ふ。この常流狀態 (ordinary

* 内務省土木試驗所勤務

flow)より射流狀態に移る位置 P は h_0 の大さに拘らず一定であり，それより下流の射流部の水面形も一定である。P の定義は土木學會誌第 20 卷第 7 號掲載の論文にゆづる。

第　1　圖



2) $i_0>g/\alpha' C^2$ の場合

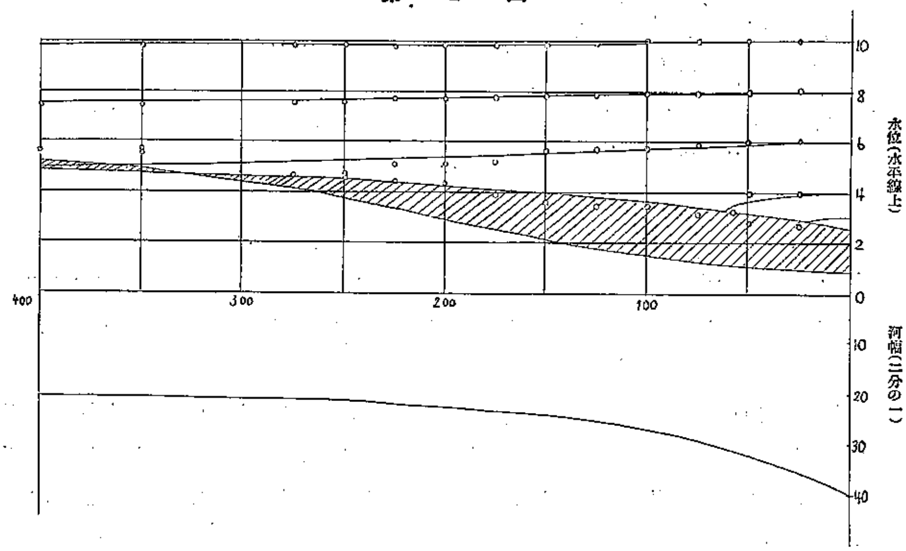
この時は充分の上流にては射流狀態であつて h_0 が限界水深以上ならば一度跳水現象を現はし，限界水深以下ならばそのまゝ h_0 に移るが，射流部の水面形は h_0 の大さに拘らず一定である。

3) 計算及び實驗例

かくの如く $i_0<g/\alpha' C^2$ の場合には種々の狀態が現はれるが，河幅變化の影響は實際には如何なる程度のものなるかを示す爲に次に數値計算及び模型試驗の結果を示す。計算には (2) 式より

$$\Delta h=\Delta x\, f(x,h) \quad \cdots\cdots\cdots (3)$$

第　2　圖



として右邊に $x=0$ にて $h=h_0$ の條件を代入して Δh を求め，順次に上流に向つて計算した。與へられたる數値は

$$b=40+40\,e^{0.01x}\,\mathrm{cm},\quad i=1/500,\quad Q=10\ l/\mathrm{sec},\quad \alpha'=1.1,\quad C=500$$

第2圖に實線を以て示すものは計算値，小圓は測定値であつて單位は總て cm を用ふる。一樣水路と假定して計算すれば水面曲線は $h=h_0$ の水平線よりも下に出る事は絕對にないのであるが，幅の變化の影響は明瞭に現れてゐる。尙此處に計算せるものは常流部の水面曲線のみである。

2. 河幅が下流に向つて漸減する場合

前と同樣に上流の方は一樣幅に近付く樣に定める。

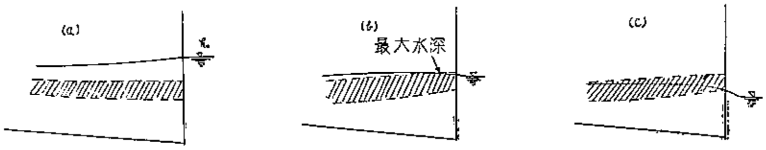
$$b=b_0-b_1\,e^{px}\quad(p>o)$$

この時も (2) 式は前と同じである。

1) $i_0<g/\alpha'C^2$ の場合

この時は第 3 圖の如き 3 種の場合があるがその形は一樣水路の時と大差はない。唯 h_0 の大さによつては (b) 圖の如く最大水深の箇所が存在する。

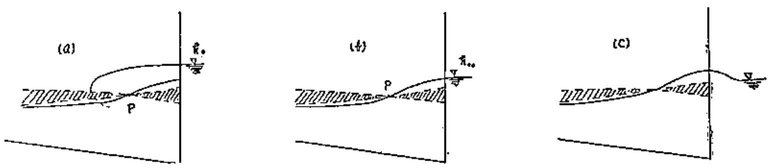
第 3 圖



2) $i_0>g/\alpha'C^2$ の場合

h_0 が第 4 圖の h_{00} よりも大きければ跳水現象を呈し，h_{00} よりも小さき時は射流部のみならず常流部の狀態も一定である。尙圖の如く P が $x=0$ の位置よりも上流にあれば必ず途中にて常流狀態の部分を生ずる。

第 4 圖



3. 河床勾配の變化する場合 (土木學會誌第 20 卷第 7 號參照)

この時は i_0 の代りに $i=f(x)$ を代入すればよい。前節に於けると同樣に上流に向つて一樣勾配に近付く樣な形狀の河床を考へれば水面の形は幅の變化する場合に類似したものとなる。