討　　　議

第27卷第12號　昭和16年12月

遂河河床砂礫の移動に關する研究

（第27卷第1號所載）

正會員　隱塚延次郎*

貴重なる學會誌に再度討議する事は甚だ恐縮に存じますが，筆者の問はんとする處が的を外れて御答へ下さいました樣ですから，今一度失禮とは思ひますが，永井氏に御訊ね致し參考に供したいと存じます。何卒學術研究の爲と思つて惡しからず，御回答下さる樣願ひます。

(1) $N_1=Q^{1/6}n_1$ なる式に就て永井氏は說明されましたが，筆者の討議を良く御讀み下されば判るとは存じますが，筆者は本式の誘導に當り，平面方向のみを考へ，鉛直方向の縮尺を加味されてゐないと書いた事はありません。本式は縱橫の縮尺を同一にした場合卽ち歪めざる場合に使用すべき事は模型實驗者ならずとも，周知の事にて昭和11年4月の第3回工學會大會に於て大坪助教授も發表[1]されて居ります。

筆者は本公式は大體適用出來ると申上げてゐるのです。流速に於ても Froude の相似律を用ひて計算した流速は正確と迄は行かないが Kutter 公式より正確に出る場合もある位ですから $N_1=Q^{1/6}n_1$ に依り求めた粗度係數 N_1 は當らずとも遠からずと思ひます。此の事は目下永井氏は移動河床を有する特異河川の流速公式を研究中との事ですから後日の問題としても良いと思ふ。

正確なものを求めようと思へば筆者の (b) 式を用ふれば，Froude よりは精度の高い N が（此の場合 Manning 式を良いとすれば）求められますが更に今一段正確を期するとすれば，移動河床を有する特異河川に限定せず，各河川毎に其の河川に適應する流速公式を作り，實測し，又同一材料を用ひて作製した模型水路の粗度係數を求めおけば，妥當な相似律を得る事は出來ますが，普通の河川では Manning 式で良い樣です。

以上に對しては御答は望みません之以下に對して御敎示下さい。

扨て筆者の訊ねたいのは第27卷第7號654頁にある如く，歪められた模型の流速を實物に換算する場合に就てゞす。

永井氏は第27卷第1號37頁に（流速を Froude の法則に依り模型の縮尺を 1/1000 にとり換算すれば，$v_m=30$ cm/sec は $V_m=0.95$ m/sec，$v_m=40$ cm/sec は $V_m=1.26$ m/sec となるから）とありますが，少しも鉛直の縮小率が現れず，直ちに

$$0.30\times3.162=0.95\text{ m/sec} \quad\cdots\cdots\cdots\cdots(A)$$

$$0.40\times3.162=1.26\ \text{〃} \quad\cdots\cdots\cdots\cdots(B)$$

となつてゐますが（別に斷つてない處を見ると鉛直の縮尺も 1/1000 ですか）筆者は此の場合鉛直の縮小率を 1/1000 とは思ひませんが，鉛直の縮小率が 1/1000 でないとすれば，その縮小率を明示下さいませんと判らないと云ふのです。

(A),(B) 式の場合遂河の水深と模型の水深及（$I=0.0007\,8$，$H=6.48$ cm，$v_m=0.333$ m/sec の場合の遂河の水深）

---

* 內務技手　內務省名古屋土木出張所

1) 第3回工學會大會講演集　大坪喜久太郎

を御示しの上，Froude の相似律に依る計算式を 0.95 m/sec～1.26 m/sec になる樣御說明下さい。

尙一般式にて出來ましたら簡單な矩形に限定せず，梯形，拋物線形にも適用出來るものを流速のみでなく，流量の相似律も御敎示下さい。

要するに歪めざる場合の如き相似律は現在の處討議の價値はないと思ひます。

(2)　筆者の (10) 式の說明

先般の討議中に脫字がありましたから，永井氏の誤解を受けた樣ですから以下說明致します。

$$\frac{v^2}{V^2}=\frac{k}{K}=\frac{\frac{1}{n^2}\cdot\gamma^{4/3}\cdot\left(\frac{k}{l}\right)}{\frac{1}{N^2}\cdot R^{4/3}\cdot\left(\frac{K}{L}\right)} \quad\cdots\cdots(9)$$

$$\therefore\ \frac{1}{N^2}\cdot R^{4/3}\cdot l=\frac{1}{n^2}\cdot\gamma^{4/3}\cdot L \quad\cdots\cdots(9')$$

$$\therefore\ [N=\lambda^{1/6}\cdot n^{(1)}] \quad\cdots\cdots(9'')$$

[となるが筆者の新相似律に依れば]

[$i=I$ と置き]

[$v=V$ と置けば]

$$\frac{1}{N^2}\cdot R^{4/3}=\frac{1}{n^2}\cdot\gamma^{4/3}$$

$$R=\frac{H}{\varPsi}$$

$$H=\lambda\cdot h$$

であるから

$$\frac{1}{N^2}\left(\frac{1}{\varPsi}\right)^{4/3}\cdot\lambda^{4/3}\cdot h^{4/3}=\frac{1}{n^2}\left(\frac{1}{\psi}\right)^{4/3}\cdot h^{4/3}$$

$$\therefore\ N=n.\lambda^{2/3}.\left(\frac{\psi}{\varPsi}\right)^{2/3} \quad\cdots\cdots(10)$$

$$\therefore\ \lambda=\left(\frac{N}{n.\left(\frac{\psi}{\varPsi}\right)^{2/3}}\right)^{3/2} \quad\cdots\cdots(11)$$

となります。

(10),(11) 式は矩形，梯形に適用出來るもので，歪められたる場合にも歪めざる場合にも使用出來るものです。

(註)　上式中 [ ] の分を脫字

尙　　653 頁　最下段　水（流）に比して [深]

　　　654 頁　最上段　水（流）は　　　[深]

　　　652 頁　下から 15 行目　Froude の相似律（は）[及び]

　　　　　（ ）誤　　　[ ] 正

蛇足ではありまが，今一度書いて見ますと，

$$\frac{V}{v}=\frac{R^{2/3}\cdot I^{1/2}.\frac{1}{N}}{\gamma^{2/3}.i^{1/2}.\frac{1}{n}}=\lambda^{2/3}.\frac{n}{N}.\left(\frac{I}{i}\right)^{1/2}.\left(\frac{\psi}{\varPsi}\right)^{2/3}$$

$$\therefore \; V=\lambda^{2/3}\cdot\frac{n}{N}\cdot\left(\frac{I}{i}\right)^{1/2}\cdot\left(\frac{\psi}{\varPsi}\right)^{2/3}\cdot v \quad\cdots\cdots(\mathrm{a})$$

(a) 式より

$$N=\frac{\lambda^{2/3}\cdot n\cdot\left(\frac{I}{i}\right)^{1/2}\cdot\left(\frac{\psi}{\varPsi}\right)^{2/3}\cdot v}{V} \quad\cdots\cdots(\mathrm{b})$$

$$\lambda=\left(\frac{N\cdot V}{n\cdot\left(\frac{I}{i}\right)^{1/2}\cdot\left(\frac{\psi}{\varPsi}\right)^{2/3}\cdot v}\right)^{3/2} \quad\cdots\cdots(\mathrm{c})$$

模型と實物の流速を等しくする爲には

$$N=\lambda^{2/3}\cdot n\cdot\left(\frac{I}{i}\right)^{1/2}\cdot\left(\frac{\psi}{\varPsi}\right)^{2/3} \quad\cdots\cdots(\mathrm{b}')$$

$$\lambda=\left(\frac{N}{n\cdot\left(\frac{I}{i}\right)^{1/2}\cdot\left(\frac{\psi}{\varPsi}\right)^{2/3}}\right)^{3/2} \quad\cdots\cdots(\mathrm{c}')$$

又 $i=I$ とすれば

$$N=\lambda^{2/3}\cdot n\cdot\left(\frac{\psi}{\varPsi}\right)^{2/3} \quad\cdots\cdots(\mathrm{b}'')$$

$$\lambda=\left(\frac{N}{n\cdot\left(\frac{\psi}{\varPsi}\right)^{2/3}}\right)^{3/2} \quad\cdots\cdots(\mathrm{c}'')$$

(a).(b).(c).(b').(c').(b'').(c'') 式は矩形,梯形,拋物線形に適用出來る。然して (b'') 式は (10) 式であり,(c'') 式は (11) 式であります。

又 (a)(b)(c)～(c'') 式は模型を歪めた場合卽ち縱橫の縮尺が不同の場合の式ですから縱橫の縮尺が同一の場合は

$$N=\lambda^{2/3}\cdot n \quad\cdots\cdots(\mathrm{b}''')$$

$$\lambda=\left(\frac{N}{n}\right)^{3/2} \quad\cdots\cdots(\mathrm{c}''')$$

となる。勿論 (b'')～(c''') の場合は模型と實物との流速は等しくなります。

又 Froude の相似律を適用すれば

（歪めざる場合）

$$N=\frac{\lambda^{2/3}\cdot n}{\lambda^{1/2}}=\lambda^{1/6}\cdot n \quad\cdots\cdots(\mathrm{d})$$

(d) 式は (9'') 式と同一でありまして周知な公式であります。從つて (10) 式は誤りでない事が御判りになると思ひます。

尙 (11) 式以下の計算例にも誤りはありません。

(3). 流量の相似律を簡單に書いて見ませう。

以下の式は模型を歪めたる場合も歪めざる場合にも使用出來る。總て筆者の公式は近似値を採らず。

$$\frac{Q}{q}=\frac{\frac{1}{N}\cdot R^{2/3}\cdot\frac{1}{S}^{1/2}\cdot A}{\frac{1}{n}\cdot \gamma^{2/3}\cdot\frac{1}{s}^{1/2}\cdot a}=\lambda^{2/3}\cdot\frac{n}{N}\cdot\left(\frac{s}{S}\right)^{1/2}\cdot\left(\frac{\varphi}{\varPhi}\right)^{8/3}$$

$$\therefore \quad Q=\lambda^{8/3}\cdot\frac{n}{N}\cdot\left(\frac{s}{S}\right)^{1/2}\cdot\left(\frac{\varphi}{\Phi}\right)^{8/3}\cdot q \quad \cdots\cdots(e)$$

$$N=\frac{\lambda^{8/3}\cdot n\cdot\left(\frac{s}{S}\right)^{1/2}\cdot\left(\frac{\varphi}{\Phi}\right)^{8/3}\cdot q}{Q} \quad \cdots\cdots(f)$$

$$\lambda=\left(\frac{N.Q}{n\cdot\left(\frac{s}{S}\right)^{1/2}\cdot\left(\frac{\varphi}{\Phi}\right)^{8/3}\cdot q}\right)^{3/8} \quad \cdots\cdots(g)$$

(e), (f), (g) は矩形, 梯形, 拋物線形に使用出來る。

著者 准會員 永井莊七郎*

表記論文に關し隱塚氏より再度御熱心なる討議に接し感謝します。以下御質疑及御提案に對して御答へします。

1. 御質疑に對して

Froude 相似律で流速換算に用ひた縮尺は縦横共 1/1 000 です。隱塚氏は鉛直方向の縮尺を 1/1 000 にしたら遼河の實際の水深に合はぬからと言ふ考へ方から主として此の點に疑問を持つて居られる樣子であるが, それは此の實驗の目的を誤解してゐられるからであります。小生の實驗の目的は, 移動床水路に於て床面の洗掘に因る流水斷面積の變化率が何の函數によつて表はしうるかを知らんとするにあつたのです。即ち變化率が平均流速 v_m の函數で表はし得るか, 或は掃流力乃至流量の函數で表はし得るかを知り, 斯くして實驗に因り斷面積變化を支配するものが明かになれば, 實測資料を用ひて兩者間の關係を最小自乘法により求めやうと考へたのです。從て此の實驗は凡て模型實驗ではなく, 移動床河川に於ける床面砂粒の移動に關する基礎實驗です。斯る實驗結果より相似律を用ひて遼河に直接當嵌る定量的資料を得んとすることは可なり無理なことです。何んとなれば水路の縦横の大さのみは縮小されてゐるが, 床面砂粒は實物と同一のものを用ひてゐる爲, 普通の相似律が適用出來ません。若し斯る場合に最も適當した相似律を案出せんとすれば, 本問題の主點なる斷面積變化を支配するものが何んであるかを基礎的實驗により知ることが先決問題です。此の問題が解決されて後, 斷面積變化を支配するものに重點を置いて相似律を考案し, 而も尙相似律の不完全性を補ふため, 屋外大模型實驗場等を用ひて成る可く模型を大きく造つて實驗を行はねばなりません(小生は目下半ば建造中の新京交通部の屋外模型實驗場を使用して此の實驗を行ふ積りでしたが, 都合に作り早速には出來難くなりました)。拙文中にもあります樣に, 此の斷面積の變化を左右してゐるものが平均流速であるか或は掃流力であるかと言ふ先決問題が解明出來なかつた爲, 此の場合に適する相似律を考へる所までに達せず, 止むを得ず Froude の相似律を用ひて參考迄に v_m を計算したのであつて, 此の v_m 及び A/A_0 が遼河の何處に當嵌る等とは全く考へてゐません。若し假りに縦横の縮尺を變へた臨時の相似律で v_m を計算して見ても, 此の實驗のみでは定量的なことは何も言へませんから。

2. 御提案に對して

式その他の補足をされましたが, 遺憾乍ら前回と同一の御答へを申し上げるより外ございません。失禮になりは

---

* 工學士 哈爾濱工業大學助教授兼滿洲國交通部遼河治水調査處及新京大陸科學院勤務