討　　議

第27卷第7號　昭和16年7月

遼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*

表記の有益なる論文拜見致しました。私達水利に關係する技術者には裨益する甚大なるものがあると存じます。難解なる水利に關する諸問題を明快に解決せられました永井氏に深く敬意を表する次第であります。

玆に本誌を通じて筆者は表題の論文に關して感想を述べると共に質疑を致します。御教示を得れば幸甚と思ひます。

(7) 砂礫の移動と粗度係數との關係

上記に就て著者は次の如く結論されてゐます。

卽ち

今模型と實物との長さの縮小を $1:\alpha$ とし Froude の相似律を用ふれば

$$N_1=\alpha^{\frac{1}{6}}\cdot n$$

今假りに遼河の幅が 550 m であるとすると，實驗水路の幅が 0.55 m であるから $\alpha=1\,000$ である。然る時は

$$N_1=1\,000^{\frac{1}{6}}\cdot n \quad \therefore \quad N_1=3.162\times n$$

となる。遼河の粗度係數は Froude の相似律は當嵌らない云々とあります。筆者は斯る場合 Froude の相似律は筆者の新公式を使用すれば大體適用出來ると思ひます。但し模型が實物と相似する樣製作されて居る場合に限ります。

卽ち等速定流であつて，渦流の場合の水面勾配は一般平均流速公式から次式で表はさる。

$$I=\frac{K}{L}=\Phi\frac{V^2}{2gR} \quad \cdots\cdots(1)$$

$$\therefore \quad K=\frac{\Phi}{2g}L\cdot\frac{V^2}{R} \quad \cdots\cdots(2)$$

今模型水路に於けるものを小文字にて表はせば

$$k=\frac{\phi}{2g}l\cdot\frac{v^2}{\gamma} \quad \cdots\cdots(2)'$$

(2), (2)′ 式より

$$\frac{k}{K}=\frac{v^2}{V^2} \quad \cdots\cdots(3)$$

今 Manning の平均流速公式を用ふれば

$$V=\frac{1}{n}\cdot\frac{1}{S}^{\frac{1}{2}}\cdot R^{\frac{2}{3}} \quad \cdots\cdots(4)$$

$$\therefore \quad V=\frac{1}{n}\cdot\frac{1}{S}^{\frac{1}{2}}\cdot(R_1\cdot H)^{\frac{2}{3}} \quad \cdots\cdots(4)'$$

$$\varPsi=\frac{1}{R_1} \quad \cdots\cdots(5)$$

---

* 內務技手　內務省名古屋土木出張所

と置けば

$$R=\frac{H}{\varPsi} \quad \cdots\cdots(6)$$

茲に模型の粗度係數を n, 實物の粗度係數を N とすれば

(4) 式より

$$v=\frac{1}{n}\cdot\gamma^{\frac{2}{3}}\cdot\left(\frac{k}{l}\right)^{\frac{1}{2}} \quad \cdots\cdots(7)$$

$$V=\frac{1}{N}\cdot R^{\frac{2}{3}}\cdot\left(\frac{K}{L}\right)^{\frac{1}{2}} \quad \cdots\cdots(8)$$

(3) 式に (7), (8) 式を代入すれば

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

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

茲に $l=L$ と置けば

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

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

$$H=\lambda\cdot h$$

であるから

$$\frac{1}{N^2}\cdot\left(\frac{1}{\varPsi}\right)^{\frac{4}{3}}\cdot\lambda^{\frac{4}{3}}h^{\frac{4}{3}}=\frac{1}{n^2}\cdot\left(\frac{1}{\psi}\right)^{\frac{4}{3}}\cdot h^{\frac{4}{3}} \quad \cdots\cdots(9)'''$$

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

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

となります。次に永井氏の模型水路を適用し得る遊河の水深を求めて見れば次の如くなります。

永井氏の模型水路より

$$I=0.0007\,8\doteqdot\frac{1}{s}\doteqdot\frac{1}{1\,282} \qquad h=0.0648\text{ m} \qquad b=0.55\text{ m}$$

$$\therefore\quad \zeta=\frac{0.55}{0.0648}\doteqdot8.5 \qquad \psi=1.2356$$

$$v=0.333\text{ m/sec（實測値）} \qquad n=\frac{\gamma^{2/3}}{v\sqrt{s}}=\frac{(0.5244)^{2/3}}{0.333\times\sqrt{1\,282}}\doteqdot0.0117\,4$$

上述の資料より模型水路に相似する遊河の水深を求む。

但し遊河の粗度係數を $n=0.03$ と推定す（水深 0.20～0.50 m の場合)。(11) 式より

$$\lambda=\left(\frac{N}{n\cdot\left(\frac{\psi}{\varPsi}\right)^{2/3}}\right)^{\frac{3}{2}}=\left(\frac{0.03}{0.0117\,4\times\left(\frac{1.2356}{1.00}\right)^{2/3}}\right)^{\frac{3}{2}}\doteqdot3.321$$

茲に水流に比して河幅非常に大なる時は $\varPsi=1.0$ となる。

故に遼河の水流は

$$H=\lambda\cdot h=3.321\times 0.0648\fallingdotseq 0.2152\ \mathrm{m}$$

遼河の河幅を 550 m とすれば

$$\zeta=\frac{550}{0.2152}\fallingdotseq 2.556 \quad \therefore \quad \varPsi=\frac{1}{R_1}=1.0$$

此の場合遼河の流速は模型と同様に $V=0.333$ m/sec でなくてはならぬ。即ち

$$V=\lambda^{\frac{2}{3}}\left(\frac{s}{S}\right)^{\frac{1}{2}}\cdot\left(\frac{\psi}{\varPsi}\right)^{\frac{2}{3}}\cdot\frac{n}{N}\cdot v=(3.321)^{\frac{2}{3}}\cdot\left(\frac{1\,282}{1\,282}\right)^{\frac{1}{2}}\cdot\left(\frac{1.2356}{1.00}\right)^{\frac{2}{3}}\cdot\frac{0.0117\,4}{0.03}\times 0.333=0.333\ \mathrm{m/sec}$$

遼河の水面勾配 $\frac{1}{1\,000}$ とせば

$$V=0.333\times\left(\frac{1\,282}{1\,000}\right)^{\frac{1}{2}}=0.377\ \mathrm{m/sec}$$

と云ふ事になりますから，永井氏の模型水路の水深 0.0648 m の場合は，遼河の水深 0.22 m に相當します。但し此の場合は $n=0.03$ と推定しての上で，河幅 550 m，水深 0.20〜0.60 m の場合 $n=0.06$ でしたら倍率 λ はもつと大きなものとなります。

即ち

$$\lambda=\left(\frac{0.06}{0.0117\,4\times\left(\frac{1.2356}{1.00}\right)^{2/3}}\right)^{\frac{3}{2}}\fallingdotseq 9.387$$

$$\therefore \quad H=\lambda h=9.387\times 0.0648=0.61\ \mathrm{m}$$

となります。即ち遼河の幅 550 m，水深 0.61 m に適用出來る事になります。永井氏の所論は平面方向のみ $\frac{1}{1\,000}$ とあり，鉛直方向の縮小を加味されて居りません様ですが，之の事は重大なる錯誤と思はれます。

私の提案する (10),(11) 式を檢討下されば良く判る事とは思ひますが，鉛直方向を $\frac{1}{100}$ とすれば $(100)^{\frac{2}{3}}=21.54$ となり，平面方向を $\frac{1}{1\,000}$ に縮小すれば $\frac{B}{H}=1\,000$，$\frac{b}{h}=1.0$ の場合 $\left(\frac{\psi}{\varPsi}\right)^{\frac{2}{3}}=\left(\frac{3.0}{1.0}\right)^{\frac{2}{3}}=2.08$ となり $1\,000^{\frac{1}{9.44}}$ になります。此の場合 $1000^{\frac{1}{6}}$ より小とはなりますが，鉛直方向の影響が大となる事に御注意下さる様願ひます。以上述べました事は筆者の全く獨創的な所論でありまして或は過誤なきを保し難いと思ひます。何分の御教示を願ひます。筆者は近く〔水流の相似律と流量計算尺〕なる表題の下に前述の所論を詳細布衍したいと考へてゐます。

著者 准會員 永 井 莊 七 郎*

小生の表記論文に對し隱塚氏より討議に接し感謝します。以下御質疑に對し御答へ致します。

1.「實物と模型との間の粗度係數に關する $N_1=\alpha^{\frac{1}{6}}n_1$ なる式の誘導に當り，平面方向の縮尺のみを考へ，鉛直方向の縮尺は加味し居らずや」との御質疑に對して，

此の場合には平面方向及鉛直方向の縮尺は共に $1:\alpha$ にして，平面方向と同様に鉛直方向の縮尺も考へて居るのです。

此のことは $N_1=\alpha^{\frac{1}{6}}n_1$ なる式の誘導過程を考へられるならば直に御分りになることと思ひますが，念の爲以下簡單に説明致します。

Froude の相似律より

---

* 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