

【討 議】

池田 駿 介
日野 幹 雄 共 著 “河川の自由蛇行に関する理論的研究”
吉 川 秀 夫
への討議

(土木学会論文報告集第 255 号・1976 年 11 月掲載)

▶ 討議者 (Discussion)

澤 井 健 二 (京都大学)

By Kenji Sawai

本論文の対象は自由蛇行とされていますが、その解析法を拝見しますと、必ずしも穿入蛇行と区別して取り扱う必要はないように思われます。そこで、本論文の結論は穿入蛇行にもそのままあてはまるのではないかと考えて、筆者の実験¹⁾による、穿入蛇行の波長を検討してみました。その実験は、通常の蛇行実験に比べると、きわめて規模の小さなもので、勾配 1/5、水深 4 mm 程度のもので、初期形状は直線的ですが、侵食の進行に伴って、波長約 18 cm の蛇曲が発達しています。この流れには、平面形態だけでなく、縦断的にもかなりの凸凹が存在し、非常に流水抵抗が大きくなって、流速係数は 2 程度です。これらの値から、本論文の 図-8 における横軸のパラメーターを算出すれば、 5.6×10^{-2} (m) となり、それに対する卓越および最小蛇行長は、それぞれ 0.14 (m) および 0.08 (m) となります。したがって、実験値 ($L \approx 0.18$ (m)) は、図-8 の理論直線を左下方に延長した線のわずかに上にプロットされます。すなわち、この実験は、図-8 に示されている種々の測定結果と、非常に条件の異なるものであるにもかかわらず、卓越蛇行長については、同じ理論式で近似されます。

一方、蛇曲から迂曲への発達は、本論文において、地盤勾配の不均一性によるものと結論されていますが、筆者の実験では、比較的均一な場においても、迂曲や短絡が生じています。また、穿入蛇行の場合には、侵食に伴う流路の低下後退現象があるためかもしれません、蛇行の前進現象が明確には認められません。

ところで、迂曲を説明するために用いられた、蛇行長と前進速度の関係の解釈には、次の点で疑問をいただきます。すなわち、図-9 において、 ϵ や $(a^2 + b^2)^{1/2}$ が L の減少関数になっているのは、同一の F_r のもとでのことです。そのことから直ちに、 F_r の異なる流れの間でも、蛇行長が大きいほど前進速度が小さいとはいえないのではないのでしょうか。式 (22) 以下の議論における蛇行長 L は卓越蛇行長 L_p のことですから、筆者は、

たとえば L_p に対応する ϵ_p が F_r によってどのように変化するかを検討してみました。

$$\epsilon_p = \tan^{-1} \frac{a}{b} \dots\dots\dots (23)$$

$$\frac{a}{b} = \frac{2\pi \left(1 + \frac{u_0^2}{2gh_0}\right)}{\frac{fL_p}{h_0} \left\{ \frac{u_0^2}{2gh_0} - (2\pi)^2 \frac{h_0^2}{f^2 L_p^2} \right\}}$$

$$= \left(\frac{1}{4\pi} \frac{fL_p}{h_0} + 3\pi \frac{h_0}{fL_p} \right) = \frac{\sqrt{6}}{4} \left(\frac{2}{F_r} + F_r \right)$$

..... (24)

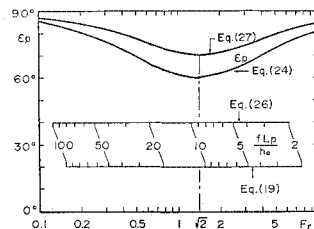


図-13 流心の位相差と F_r および卓越蛇行長の関係

これを図示すると、図-13 のようになります。したがって、 L_p の増加に伴って ϵ_p が減少するのは、 $F_r > \sqrt{2}$ の場合だけであり、 $F_r < \sqrt{2}$ の場合には、逆に L_p の増加に伴って ϵ_p が増加します。このような場合、蛇行長（あるいは F_r ）と前進速度の関係は、どのように解釈すればよいのでしょうか。

次に、卓越蛇行長の求め方ですが、式 (18) は、 u_0, h_0, f および θ_0 を一定にして L を変化させたとき、式 (14.c) の値が極大になる条件にほかなりません。ところが、最大偏角の等しい sine generated curve は互いに相似ですから、この条件のもとで蛇行長を変化させるということは、とりもなおさず、蛇行振幅を変化させることとなります。初期擾乱としてどのような波長のものが発達するかを調べるには、最大偏角よりも、むしろ振幅と同じに

して、蛇行長を変化させ、その発達率を比較する方が適当ではないでしょうか。そこで、まず、式(1)によって表わされる sine generated curve の振幅を求めると、

$$a_0 = \int_0^{L/4} \sin \theta ds \cong \int_0^{L/4} \theta_0 \sin \frac{2\pi s}{L} ds = \frac{\theta_0 L}{2\pi} \dots\dots\dots (25)$$

となり、 u_0, h_0, f および a_0 を一定にして L を変化させたとき、式(14.c) が極大値をとる条件を求めると、

$$\frac{fL_p}{h_0} = 4\pi \frac{\sqrt{gh_0}}{u_0} \dots\dots\dots (26.a)$$

または書き直して、

$$L_p = 2\pi \frac{h_0}{\sqrt{i}} \frac{u_0}{u_*} \dots\dots\dots (26.b)$$

となります。したがって式(22) そのほかにおける卓越

蛇行長も、 $\sqrt{2/3}$ 倍だけ短く計算されます。その結果、式(23) で求めた ϵ_p は、次のように変形します。(図-13)

$$\begin{aligned} \epsilon_p &= \tan^{-1} \left(\frac{1}{2\pi} \frac{fL_p}{h_0} + 4\pi \frac{h_0}{fL_p} \right) \\ &= \tan^{-1} \left(\frac{2}{F_r} + F_r \right) \dots\dots\dots (27) \end{aligned}$$

図-9 の $(a^2+b^2)^{1/2}$ についても、類似の議論がなされるように思います。

参 考 文 献

- 1) 芦田和男・田中健二：裸地斜面における流路の形成過程に関する研究(1)，京都大学防災研究所年報，第18号B，1975。

▶ 回答者 (Closure) ————— 池田 駿介 (埼玉大学) ・ 日野 幹雄 ・ 吉川 秀夫 (東京工業大学)
 By Syunsuke Ikeda, Mikio Hino and Hideo Kikkawa

著者らの論文に対し有益な討議ならびに詳細にわたる検討を賜り御礼申し上げます。

この解析手法が穿入蛇行にまで拡張しうるのはないかという点につきましては蛇行長を求める場合については恐らく適用が可能と思われます。ところがご存知のように自由蛇行と穿入蛇行では河幅を維持する機構が異なり、前者では側岸が侵食され、その侵食された土砂自身がまた側岸に堆積されて河幅が維持されるのに対し、後者では河底自身を下刻して行くことによって河幅の維持が行われています。さらに自由蛇行では蛇行形状の前進が激しく行われ、この機構も前述の土砂の移動によって説明されますが、本論文では蛇行長を求めると同時にこのような蛇行の前進についても説明することを試みました。このとき穿入蛇行については前進に関して本論文のような説明が適用できるかどうか不明ですので自由蛇行に限ることとしました。

次に蛇行の前進速度については $(a^2+b^2)^{1/2}$ や ϵ を用いて議論するよりももっと直接的に蛇行形状が地面の最大勾配線と交わる点、すなわち、本文中の 図-3 において $s=L/4$ ，において流れの速度分布を調べる方がより合理的と思われます。このとき流れの二次速度成分は、

$$\begin{aligned} u &= n \left(a \sin \frac{2\pi s}{L} + b \cos \frac{2\pi s}{L} \right) \Big|_{s=L/4} \\ &= na \end{aligned}$$

となりますので a の値を調べればよいこととなります。 a の値は、

$$a = f\theta_0 \sqrt{\frac{g}{h_0}} \frac{F_r}{1+6/F_r^2}$$

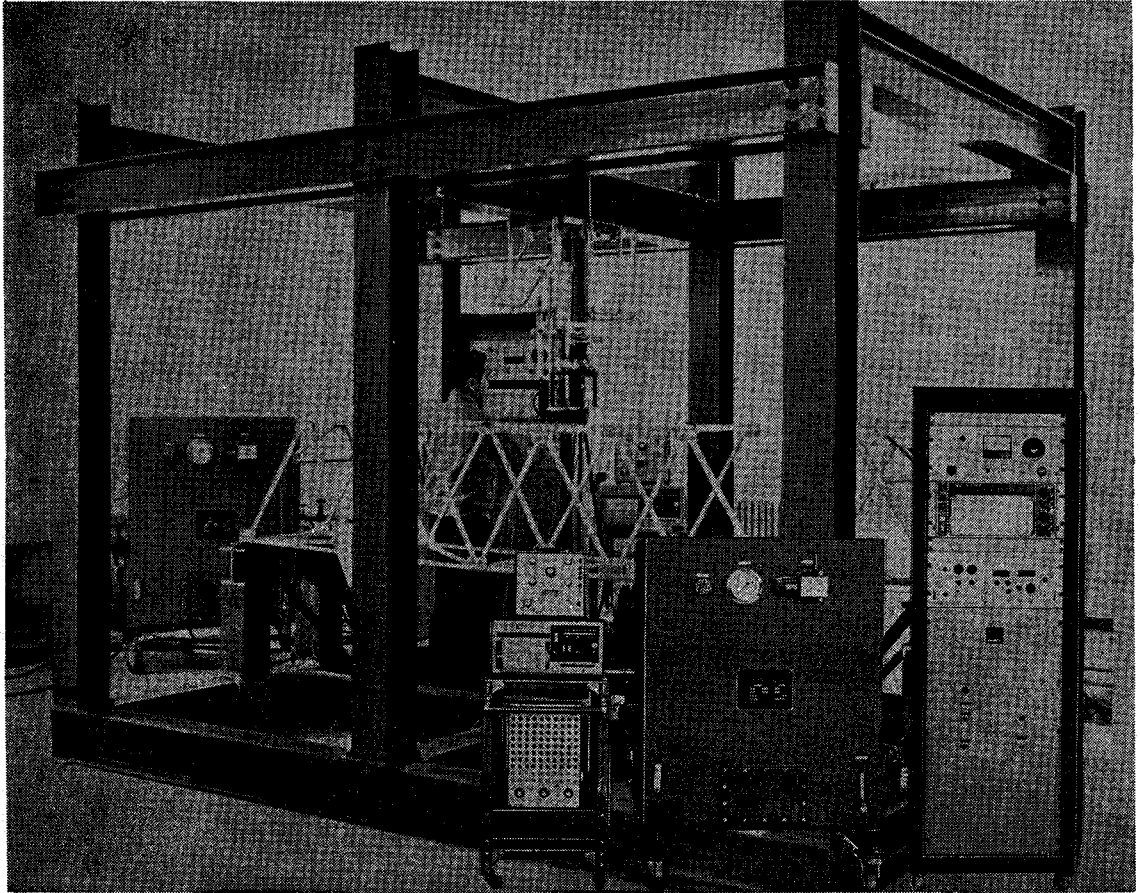
と書けますので h_0 の値が同じであれば F_r 数が大きいほど a の値は大きくなり、侵食と堆積がより激しくなることが予想されます。さらに一般的には急斜面から緩斜面へ移るときには h_0 は増大し、かつ F_r は減少しますので a の値は減少し、さらに主流による掃流力自身も減少することと相まって蛇行の前進速度も低下するであろうことが予測されます。

卓越蛇行長の求め方について振幅を同じとして蛇行長を変化させてその発達率を比較すべきであると述べておられますが、この点については討議者の方法が正しいのかあるいは著者らの方法が正しいのかは不明です。もし討議者の方法が正しいとすれば本文中で計算される値の $\sqrt{2/3}$ 倍の卓越蛇行長ですので本文中の 図-8 において実線で示される卓越蛇行長はごくわずか下へ移動することとなります。

MARUI

MIV-4600 電気油圧サーボシステム

電気油圧式 振動疲労試験機



MIV-4600シリーズは中小規模・材料・構造物・構造物模型
部品等の実働波による振動・疲労試験に最適品です。

特長 ◆ 振動、疲労波形を任意の波形運転することができます。

(正弦・三角・矩形・複合・ランダム・磁気テープ入力による運転も可能)

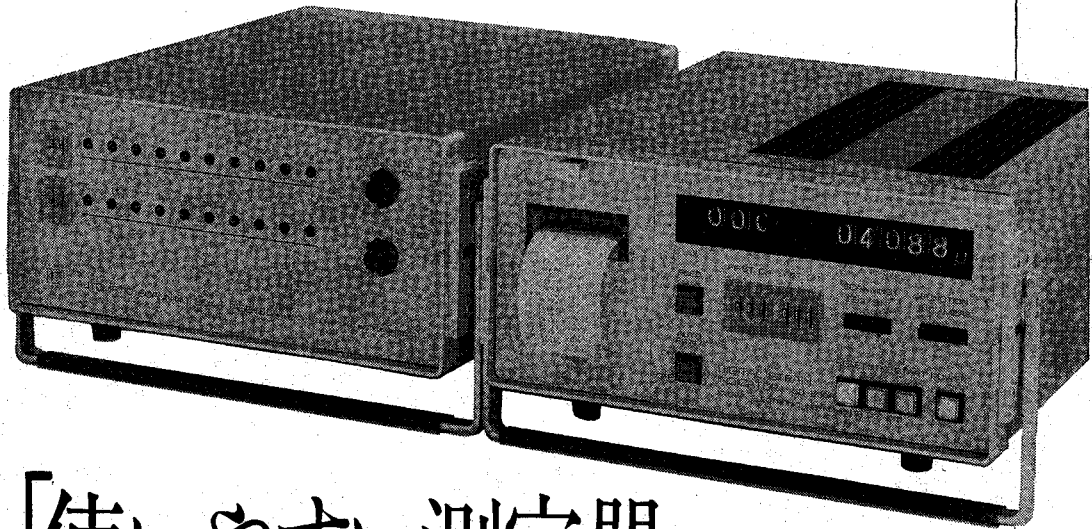
- ◆ 制御方式を広い範囲に選択することができます(荷重・変位・加速度の制御が可能)
- ◆ 複数の加振器を組合せて同時に運転できます(振巾・位相等を変えて運転が可能)
- ◆ 出力は±50ton～±100kg各種製造いたしています。
- ◆ 任意の場所で設置し試験が可能です。



土木建築用材料試験機

株式会社 **マルイ**

東京営業所 東京都港区芝公園2丁目9-12 ☎東京 (03) 434-4717
大阪営業所 大阪市城東区中央1丁目11-1 ☎大阪 (06) 934-1021
名古屋営業所 名古屋市中村区牧野町5丁目10 ☎名古屋 (052) 452-1381
九州営業所 福岡市博多区比恵町4番17 ☎福岡 (092) 411-0950



「使いやすい測定器」と
 ご好評をいただいております。

初期値記憶式—バランス調整不要

共和の携帯型デジタルひずみ測定器
 SD-500A, ASB-50A

計測開始時に測定点の初期不平衡出力をコアメモリに記憶し、次に負荷時のひずみを測定し、すでに記憶している初期不平衡分とを演算し、真のひずみを求めます。ひずみ値は、デジタル表示すると共に、内蔵プリンタでプリントアウトします。
 小型、軽量、可搬型で現場向。実験室用としてラックタイプもあります。また自動無人計測用のオプション機器の準備があり、データ解析処理のためのパーソナルコンピュータにも接続できます。

- 特長
- 調整時間が大幅に短縮できる
 - 計測時間は1点あたり0.5秒以下
 - 直流ブリッジ電源採用により、高精度な測定ができる
 - 測定点の開始、終了の任意設定可能
 - オプション機器が豊富

- 仕様
- 測定範囲……………0～±39999×10⁻⁶ひずみ
 - 計測時間……………0.5秒/点
 - 多点切換点数……………20点(カスケード接続10台)
50点(カスケード接続4台)
 - ゲージブリッジ……………
 - 回路切換……………1、2、4枚ゲージ法、全点共通または単独切換
 - 精度……………±(指示値0.1%+2数値)
 - 電源……………AC100V
 - 寸法……………350×160×4000mm

- オプション機器
- デジタルクロック……………ASC-50A
 - スタータ……………AST-50A
 - 紙テープさん孔装置……………OPC-50A
 - ケーブルアダプタ……………

未来をひらく電子計測器メーカー
 株式会社 共和電業

- 本社・工場
 東京都調布市調布ヶ丘3の5の1
 電話=0424-87-2111(大代)
- 東京営業所
 東京都港区芝西久保明舟町19
 電話=03-502-3551(大代)
- 大阪営業所
 大阪市東区森之宮東之町544(三双ビル)
 電話=06-942-2661(大代)
- 名古屋営業所
 名古屋市千種区田代町字瀬秋1の57(東山大木ビル)
 電話=052-782-2521(大代)
- 福岡営業所
 福岡市博多区博多駅東2の5の20(松永ビル)
 電話=092-411-6744(大代)
- 広島営業所
 広島市東白島町5の9(にまさビル)
 電話=0822-21-9536
- 札幌営業所
 札幌市中央区南四条西9丁目(観光ビル)
 電話=011-261-7629
- 水戸営業所
 水戸市上水戸2の6の5
 電話=0292-25-1074