

II-142 交互砂州の波長と蛇行波長について

日本大学工学部 正員 ○木村喜代治 高橋迪夫 長林久夫

交互砂州と流路の蛇行とは密接な関連があり、その波長と水理量との関係は相互の関連として、あるいはそれぞれ単独に研究され多くの研究がなされている。それらの手法は実証的な方法と各種理論的な方法とである。比較的最近における理論的な方法は多く線型安定論によっている。この理論は擾乱の増幅率が最大となる波長を求めるもので、それぞれの研究において水理量との関係が示されている。しかしながら安定理論による関係式は実測値との対応において明確なものは比較的少ない。

交互砂州の線型安定理論によるParker・Anderson¹⁾の結果を池田²⁾は検討し、交互砂州の波長から、大きな河川の自由蛇行の波長をも含め適合することを示した。

$$\lambda/B = a\sqrt{(\pi) \cdot \phi (H/B)^{1/2}}, \quad a=1.41 \quad (1)$$

ただし、 λ ; 波長, $\phi = V/V_*$; 流速係数, B ; 水路幅, H ; 水深。

著者ら³⁾は動的に安定している流路の最小エネルギーの平面形状を求め、自由蛇行形状とし、水理量間の関係を示した。直線流路における交互砂州を有する流れが流路蛇行の始まりと考えると、この理論による蛇行限界の蛇行波長がこの砂州の波長に当たると考えられる。長方形断面とすると蛇行波長は

$$\lambda = 4 \left[\frac{Q^2}{2gH^2 i_0} \right]^{1/3} \cdot \frac{[2E(k) - K(k)]^{4/3}}{[K(k)]^{2/3}}, \quad \frac{\lambda}{B} = 2(4\phi^2 \frac{H}{B})^{1/3} \frac{[2E(k) - K(k)]^{4/3}}{[K(k)]^{2/3}} \quad (2)$$

ここで $K = \sin(\theta_0/2)$, θ_0 ; 流路と蛇行帯軸とのなす角, $\theta_0 \rightarrow 0$ とすると

$$\lambda/B = 2(\pi \cdot \phi)^{2/3} (H/B)^{1/3} \quad (3)$$

すなわち、式(2)により蛇行流路の波長が、また式(3)により交互砂州の波長が示される。

交互砂州の波長に関し、そのほかの ϕ と H/B を変数とする式としてはHansen⁴⁾が線型安定理論により

$$\lambda/B = 1.75 \phi^2 (H/B) \quad (4)$$

また、池田⁵⁾によると式(1)は $F_r < 0.8$ に適合し、 $F_r \geq 0.8$ では、次元解析から

$$\lambda/B = 181 \phi^{-2} (B/H)^{0.55} \quad (5)$$

が適合するとした。

村本ら⁶⁾は実河川および実験水路の交互砂州波長の資料をまとめ図に示した。図-1はこの図の上に式(1)式(3)の計算範囲を示したものである。ただし ϕ と B/H の範囲は出来るだけ広い範囲をとり $\phi=5 \sim 20$, $B/H=10 \sim 100$ とした。

また著者らによる蛇行波長の式(2)にレジーム論のLacyの水理量と流量間の関係を用い、 $\theta_0=1/2\text{rad.}$ とすると次式となる³⁾。

$$\lambda = 25.2/f^{1/3} \cdot Q^{1/2} \quad ; \text{ft-sec-unit} \quad (6)$$

f ; Lacyのsilt factor. この式と実河川における観測結果とがどの程度の関係にあるかを調べるためにDury⁷⁾により示された図に $f^{1/3} \approx 1.0$ としてDuryの示した式

$$\lambda = 30 Q^{1/2} \quad ; \text{ft-sec-unit} \quad (7)$$

とともに記載すると図-2のようになる。

これらのことから、著者らによる波長の式は交互砂州波長、河川の自由蛇行波長ともほぼ実測結果を示しているといえる。

なお式(6)の誘導過程にはLacyによる水理量と流量の関係がそのまま用いられてはいるが、著者らによる波長の式と実測値との照合による補正係数などは用いていない。資料との間で詳細な検討を行い理論値に対し、多少の補正を加えるなら、より適合する結果が得られるものと思われる。

— 参考文献 —

- 1) Parker G. and Anderson A.V.: Modeling of Meandering and Braiding in River, Proc. ASCE Modeling Symposium, San Francisco, pp. 579-591, 1975.
- 2) Ikeda S., Parker G. and Sawai K.: Bend Theory of River Meanders. Part 1. Linear Development, J. Fluid Mech., Vol. 112, pp. 363-377, 1981.
- 3) Kimura K., Takahashi M. and Nagabayashi H.: The Consideration from the Energy Aspect on Free Meander and the Application, Proc. 6th Congress APD-IAHR Kyoto, Vol. II - I, pp. 107-114., 1988.
- 4) Chang H.Y., Simons D.B. and Woolhiser D.A.: Flume Experiment on Alternate Bar Formation, Proc. ASCE J. WW., Vol. 1, pp. 155-165.
- 5) 池田駿介: 単列交互砂州の波長と波高, 第27回水理講演会論文集, pp. 689-695, 1983.
- 6) 村本嘉雄・田中修市・藤田裕一郎: 河道の変動に関する研究(3), 京大防災研年報15B, pp. 385-404, 昭47.
- 7) Dury G.H.: Theoretical Implications of Underfit Streams, US, Geol. Survey Prof. Paper 452-C, pp. 1-43, 1965.

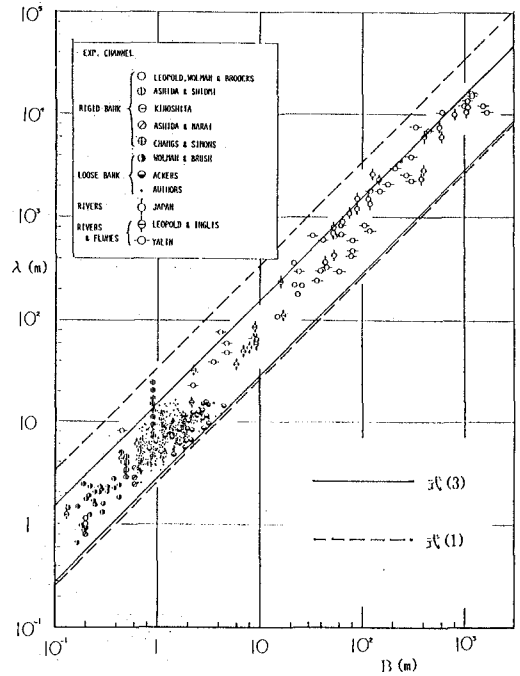


図-1

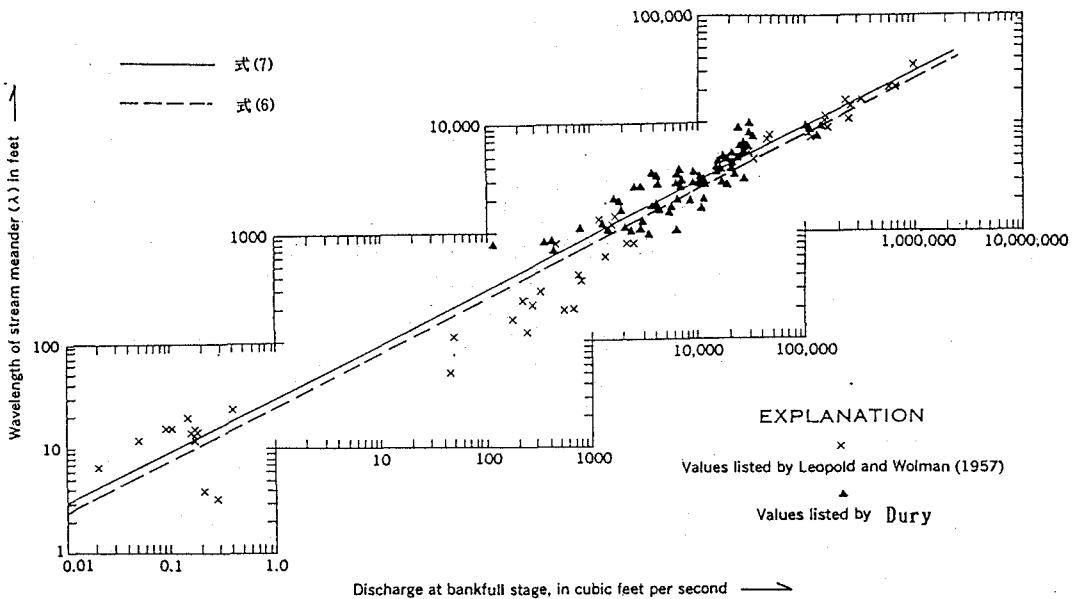


図-2