

北大工 正員 ○黒木 幹男
北大工 正員 岸 力

1. はじめに 河床安定理論によって砂州の発生限界を求めようとする試みは、これまでに多くの研究が行われ、次第に発生メカニズムが明らかにされて来ている。しかし安定理論による結果の多くは、河床に生じた擾乱の波長が主要なパラメータとなっており、次元解析的な領域区分で行われる河床平均的水理量との関係については未だ充分な説明がなされていない。本報告は、初期増巾率が最大になる河床擾乱が卓越すると仮定して、ポテンシャル流を用いた河床安定理論によって、砂州の非発生限界、単列砂州と複列砂州の遷移限界と水理量との関係を考察したものである。

2. 理論的考察の概要 本報告では林¹⁾の蛇行発生理論に若干の修正をして考察を行った。主な修正点は以下に記す通りであり、記号は林と同称である。

林は流砂の正方向成分を $T' = \bar{T}v/u$ とし、河床は二重周期変動の擾乱を生じた場合、砂粒の運動方向と流向又は剪断力方向との間にはずれが生じると考えられ、 T' を次式の様に修正した。

$$T' = \bar{T} \cdot \left(\frac{v}{U} - \alpha_2 \frac{\partial \eta}{\partial z} \right) \quad (1)$$

T' を式(1)の様に表わすと、河床波の初期増巾率 Γ (林と同様に $\lambda(\omega)mg'd/C$ で割った比値を示す) は次式の様に書き換えられる。

$$\Gamma = F^2 k^2 d^2 \left\{ C - 2 \frac{F^2 k^2 d}{\rho} \frac{1 - (F^2 k^2 d / \rho) \tanh \beta}{\tanh \beta - (F^2 k^2 d / \rho)} - C \frac{dz}{d} \cdot \left(\frac{\beta}{k} \right)^2 \right\} \quad (2)$$

即ち、右辺第3項が新式に加わることになる。

ここで、 $ld = m\pi d/b$ と定義する。 m は河床波の正方向の分割数であり、 $m=1$ が単列砂州、 $m \geq 2$ が複列砂州にそれぞれ対応する。

ld が与えられたとき、初期増巾率が最大値 Γ_{max} の擾乱が卓越すると考え、 Γ_{max} の ld に対する変化を調べると林理論では単調増加するのに対し、式(2)からは図-1の様にピークを持つ曲線が得られる。図-1に示す様に ld_0 , ld_0' を定めると、

$$\pi d/b < ld_0$$

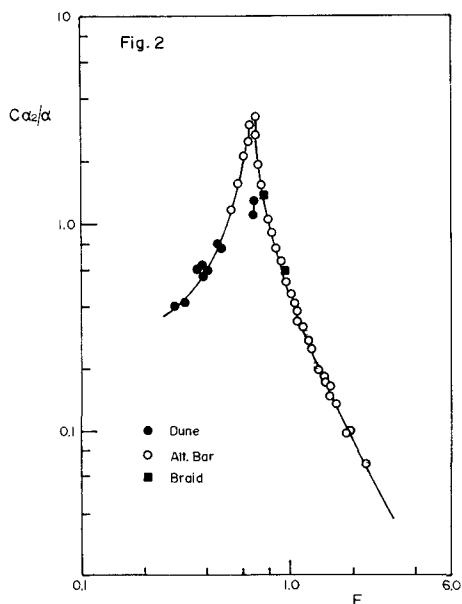
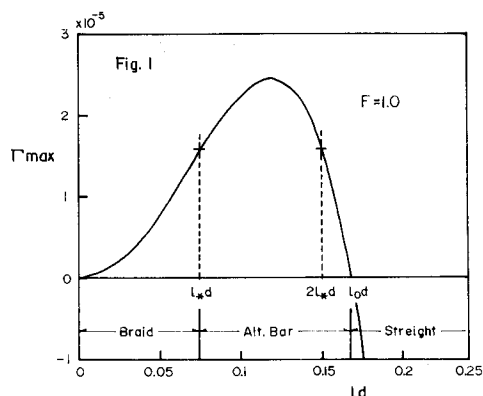
$$ld_0 < \pi d/b < ld_0'$$

$$\pi d/b > ld_0'$$

複列砂州 ($m \geq 2$) 発生領域

単列砂州 ($m=1$) 発生領域

砂州非発生領域



(3)

使つて、 l_{ed} , l_{od} の値が判れば、砂州の発生限界を求めることが出来る。この値を取扱い方法は Englund²⁾ によって最初に提案されたが、Englund 自身は具体的な計算を行つていない。

l_{ed} , l_{od} を求めるためには、 d , δ , d_2 を知らなくてはならない。 d は河床形状と流速又は剪断力との間の係数差、 δ は流砂量と流速又は剪断力との間の係数差であり、河床安定理論の組合せの上で主要なパラメータであるが、現在これらに対する知識は充分である。又、 d_2 は Englund³⁾、吉川⁴⁾ による弯曲流路の安定河床に関する研究を参考にすれば、式(4), (5) 様に表わされる。

$$1/d_2 = \mu \quad \dots\dots\dots (4), \quad 1/d_2 = \sqrt{\frac{3}{4} \cdot \frac{\mu C_0}{1 + \mu(C_0/C_2)}} \cdot \frac{P}{P_0 - P} \cdot \frac{d}{d_s} \cdot F \quad \dots\dots\dots (5)$$

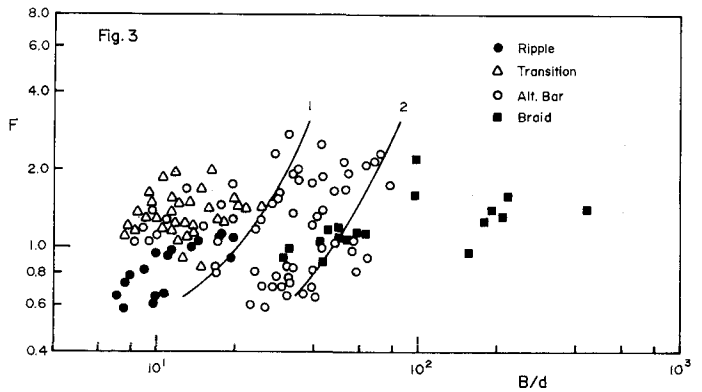
こゝでは μ の値定をそのうちを用いることにして、実験値を用いて Cd_2/d の値も推定し図-2 の結果を得た。

3. 砂州河床の発生領域

図-2 の結果を用いると、 F と共に l_{ed} , l_{od} の値が決まり、砂州河床の発生領域は F と B/d の間で表わすことができる。図-3 に求めた発生限界線と実験値の比較を示した。

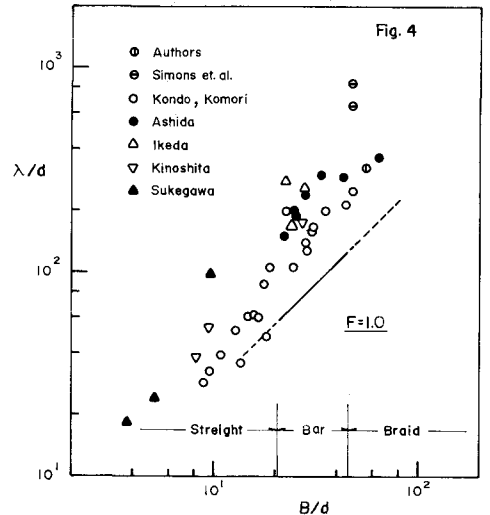
非発生限界線は ripple, 遷移河床、単列砂州河床の混在する領域と、単列砂州河床のみが発生領域を占める領域とに分けられる。

しかし限界線1の左側にも単列砂州の資料が含まれており、砂州の非発生限界としては必ずしも充分でない。単列砂州と横列砂州の遷移限界線は2で示される。実験値との適合度は比較的良好である。



4. 卓越蛇行波長 初期増中率最大の擾乱が卓越波を生ずるとして求めた卓越蛇行波長の1例を図-4 に示す。実験値は理論で予測される値よりも大きめである。村本・藤田⁵⁾ は単列砂州河床において、初期の波高が次第に増大し、安定した河床面に近づくことを実験的に確かめている。しかし、理論的に予測される卓越波の形状は主として d , δ , d_2 の値に依存しており、上述の取扱いは直ちに否定するものではない。

発達過程も含めて、これらの量に対する理論的実験的の吟味が必要であり、今後の課題としている。



本研究の一部は文部省科学研究費(一般B)の補助を受けた。又計算に当っては名古屋学院荒井信行君の協力を得た。共に記して謝意を表す。

参考文献 1) 林泰造; 土木学会論文集, 180号, 1970.
2) Englund & Stougaard; J. Fluid Mech. vol. 57-2, 1973
3) Englund; J. Fluid Mech. vol. 92-1, 1975
4) 吉川泰史; 土木学会論文集, 251号, 1976
5) 村本嘉雄; 土木学会関西支部年報, 1978.