

小規模河床波の形状特性に関する実験的研究

京都大学防災研究所 正員 今本博健
 京都大学大学院 学生員 徳平隆之
 富 山 県 正員 ○村岡清孝

1. はじめに いわゆる lower regime において形成される河床波は砂粒子の表面摩擦による抵抗よりも形状抵抗が卓越しており、その形状特性を明らかにすることは重要である。そこで本研究は、小規模河床形態のうち砂堆、砂連および砂堆・砂連共存のみを対象とし、河床形態ごとの形状特性および移動特性を実験的に比較検討したものである。

2. 実験条件 実験は長さ13 m、幅40 cm、深さ20 cmの可変勾配直線水路および長さ15 m、幅50 cm、深さ20 cmの一定勾配直線水路を用い、平衡状態における水路中心線上の河床高を自走式超音波河床計

表-1 水理条件

Case	B (cm)	I	q (cm ² /s)	d (cm)	h (cm)	U _m (cm/s)	Fr	U _* (cm/s)	τ _*	Re _*	Bed Form
A	40	1/300	300	0.126	6.30	47.62	0.61	4.54	0.10	45.26	Dune
B	40	1/300	150	0.043	4.00	37.50	0.60	3.61	0.19	11.77	Dune with Ripple
C	40	1/300	60	0.011	3.80	15.79	0.26	3.52	0.70	3.12	Ripple
D	50	1/1000	120	0.011	5.92	20.27	0.27	2.41	0.33	2.53	Ripple

によって測定した。
 表-1 に水理条件を示す。

3. 波長・波高 波長 λ は谷から谷までの距離、波高 η は河床波の頂とその直下流の谷との高低差として解析を行い、それらの分布性状を調べた。図-1 に示すように、砂連の波長分布は砂堆のものに比して分布範囲が狭く、ピークの存在が顕著であることから、ある卓越した波長が存在することがわかる。また Rayleigh 分布、gamma 分布、log-normal 分布の3種の分布関数の適合性を χ^2 検定で相対的に評価した結果、砂堆では log-normal 分布の適合性が優れており、波高に関しても同様の検討を行った結果、砂堆および砂堆・砂連共存では gamma 分布の適合性が優れていた。

次に図-2 に示されるように波長と波高の関係を検討した結果、砂堆： $\eta \sim \lambda$ 、砂堆・砂連共存： $\eta \sim \lambda^{1/2}$ 、砂連： $\eta \sim \lambda^2$ という関係式が得られた。砂堆および砂連に対するこれらの関係式は、平均波長と平均波高に関する山本¹⁾による実験式と同様の結果となっている。

2) 周期・振幅 河床波は移動に伴い、発達・減衰、分裂・結合など種々のプロセスを経て変形するため、その時間的パターンは空間的パターンに比して複雑化されるが、1つ

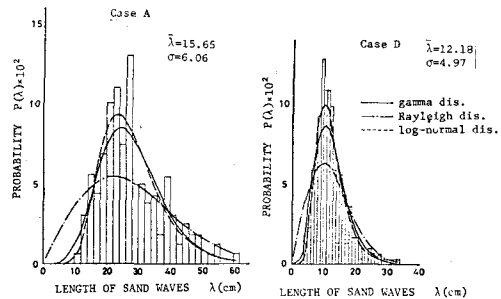


図-1 波長の確率分布

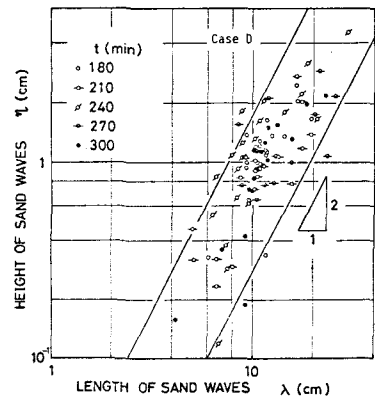


図-2 波長・波高関係

Hirotake IMAMOTO, Takayuki TOKUHIRA, Kiyotaka MURAOKA

の河床波に相当すると考えられる谷間隔を周期で、谷から頂までの高低差を振幅とし、1)と同様の検討を行った。周期に関しては、図-3に示すように、砂堆では顕著なピークが存在するのに対して、砂連では顕著なピークが現れていない。また分布関数との適合性は、砂連に対してはlog-normal分布の適合性が優れており、他の2形態に対してはいずれの分布関数も適合しない。

振幅については、図-4に示されるように、砂連の場合は、砂堆あるいは砂堆・砂連共存に比して比較的分布範囲が広く種々のスケールの河床波が存在しているものと考えられる。また、3種の分布関数の中では、砂連の場合gamma分布とlog-normal分布の適合性に差異はなく、他の2形態はいずれの分布関数との適合性も悪い。

河床波の移動速度 C は $C \sim \lambda/\tau$ と表されるが、3)で述べる関係式あるいは1)の結果を用いると、いずれの河床形態の場合にも、 $\tau \sim \lambda^2$ という関係式が得られる。図-5は τ と λ の関係を示したものであって、 $\tau \sim \lambda^2$ の関係が成立するとみなされ、 τ と λ とは厳密には同一量ではないが、 $\tau \sim \lambda$ の関係も成立すると考えられる。

3)移動速度 波長 λ 、波高 η の河床波が変形せずに微小時間 Δt の間に Δx だけ移動する場合、上流側斜面での単位時間、単位面積当りの砂の移動量を q_s とすると、連続の条件から、 $\lambda q_s \Delta t = \tau \Delta x$ となる。すなわち、移動速度 C は式で与えられる。

$$C = \Delta x / \Delta t = (\lambda / \tau) q_s \quad (1)$$

式(1)および1)の関係式より、砂堆： $C \sim \text{const.}$ 、砂堆・砂連共存： $C \sim \lambda^{1/2}$ 、砂連： $C \sim \lambda^{1/2}$ という関係が得られる²⁾。実験結果を用いてこれらの関係式の妥当性について検討すると、砂堆および砂堆・砂連共存の場合にはデータ数も少なく、ばらつきもみられるが、ほぼ上式と同様の関係が見られる。図-6にその一例を示す。

(参考文献)

- 1) 山本見一：相似律の観点から見た移動床流水の水力、林研究所資料、1975
- 2) 今本博健：河床波のスペクトル特性について、第35回年次学術講演会講演概要集、1980

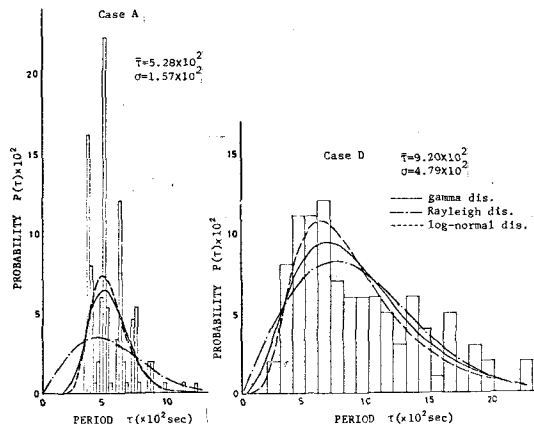


図-3 周期の確率分布

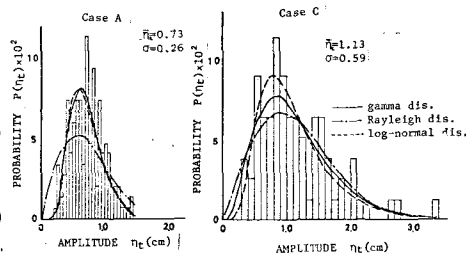


図-4 振幅の確率分布

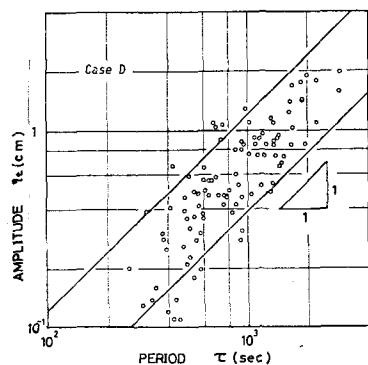


図-5 周期・振幅関係

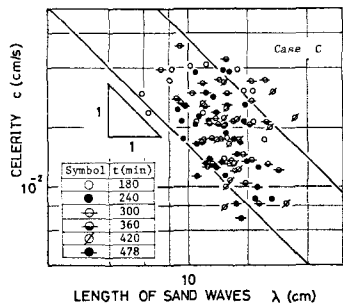


図-6 移動速度・波長関係