

京都大学防災研究所 正員 上野鉄男, 字民正
 京都大学大学院 学生員 徳平隆之

1. はじめに 河床波は発達するに伴って波高および波長を増大させる。これまでの研究によって¹⁾、砂漣と砂堆とは波高および波長の増大過程に差があることが明らかとなったが、本研究はその原因について考察したものである。

2. 実験条件 実験は、長さ18m、幅1m、深さ0.6mのモルタル仕上げの直線水路に50%粒径が0.31mmの砂を敷いて行った。通水開始直後の水理条件を表-1に示す。Case Gでは砂漣、Case Iでは砂堆が形成された。

3. 砂漣と砂堆との発達過程の比較 Case Gの場合の河床波の写真撮影結果を写真-1に示す。写真上の河床波の下流側の斜面の幅から河床波の波高が求められる¹⁾。写真から、水路中心線上における河床波の前面の位置と波高を読み取り、それらが時間とともに変化する様子を図-1に示す。図には河床波の進行速度と波高を用いて計算した局所的な流砂量も記入した。波高は黒線の太さで、局所的な流砂量は斜線を施した帯の幅(ω)図と(b)図ではスケールが異なる)で表わす。図からつぎのことがわかる。①. 砂堆では河床波が発達しても流砂量はほとんど変わらず、場所的にもほぼ一様であるのに対して、砂漣では $t=20\text{ min}$ 以後は流砂量の時間的、空間的な差が大きくなっている。②. 砂漣の場合には、流砂量の大きくなっている場所の上流側の河床波は部分的に線が2本になって表現されていることが多く見られる。このような河床波が現われると、2本のうち上流側の河床波の波高が急激に増大し、これらより下流側にある河床波の進行速度が大きくなって波長が増大することになる。③. このような河床波は、写真-1 (b)の矢印の部分に示されるようであって、ここでは横断方向に対して一定角度傾いた軸をもつ強いせん流が発生しており、河床の洗掘が激しくてその下流側では流砂量(10~15 gr/min·cm)が他の場所より1オーダー大きくなっている。

表-1 通水開始直後の水理条件

Case	Q (l/s)	I	q _s (g/min·cm)	h (cm)	U _m (cm/s)	Re	F _r	u _{*c} (cm/s)	T _{*c}	u _{*c} d/ν
G	20.0	1/500	1.6	4.7	42.6	17400	0.63	3.0	0.19	8.2
I	30.0	1/400	11.2	5.7	52.6	25900	0.70	3.7	0.28	9.9

④. 砂堆の場合には、上記のような斜め方向の軸をもつせん流の発生は少ない。また、発生した場合でも流砂量が時間的・空間的に偏在することにはなっていない。これは斜め方向の軸をもつせん流によって巻き上げられて流送される流砂量よりも、流れの掃流力により掃流される流砂量の方が大きいためである。⑤. 以上から、砂漣の場合には斜め方向の軸をもつせん流による流砂現象が卓越し、砂堆の場合には掃流形式による流砂現象が卓越して河床波が発達してゆくと言える。

4. 河床波の発達過程と流れの構造との関連 写真-1 (a)に見られるように、発生してまもない河床波は2次元的であるが、注意して観察すると、2次元的な河床波でも横断方向にわずかに波状を呈していることがわかる。そして、時間の経過とともに、平面的に波形状が顕著になると同時に、波高においても場所的に差が大きくなり、3次元的な特性が強くなってゆく。2次元的な河床波が3次元的な河床波に移行す

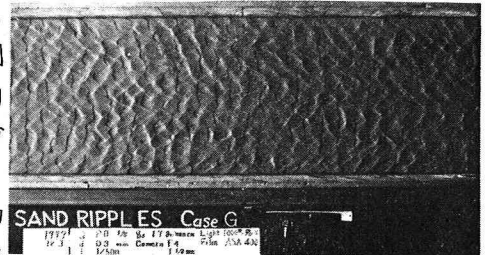


写真-1 (a) 河床波 (Case G, t=2 min)



写真-1 (b) 河床波 (Case G, t=35 min)

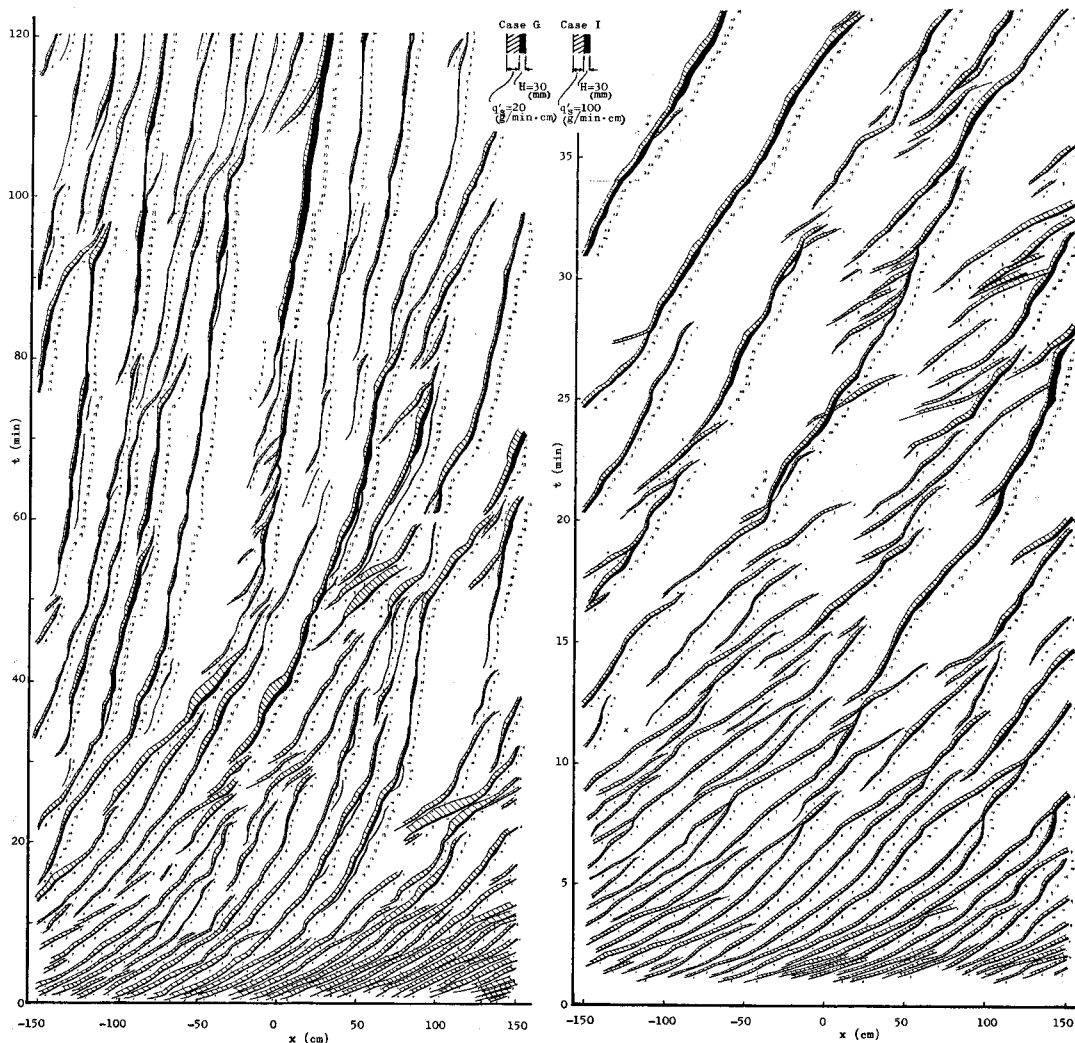


図-1 (a) 河床波の時空間変化特性 (Case G)

る時刻は Case G では、 $t = 5 \text{ min}$ 、Case I では、 $t = 6 \text{ min}$ であり、それ以後河床波は波高と波長を急激に増大させてゆくことが図-1 からわかる。

また、波状を呈する個々の河床波の横断方向の間隔を各時刻の写真から約10個づつ読み取って、それらの平均を取った値を L_y とし、その経時変化を図-2 に示す。図には各時刻に計測された平均水深も同時に記入した。図から、時間の経過とともに水深と L_y がともに増大し、 L_y は水深の 2.1 倍程度になっていることがわかる。大規模乱流構造の横断方向のスケールが水深の 2 倍程度であることを考えると、河床波は大規模乱流構造と密接な関連のもとに発達するといえる。

(参考文献) 1) 上野・宇民・有本: 京大防災研究所年報, #22号B, 1979.

図-1 (b) 河床波の時空間変化特性 (Case I)

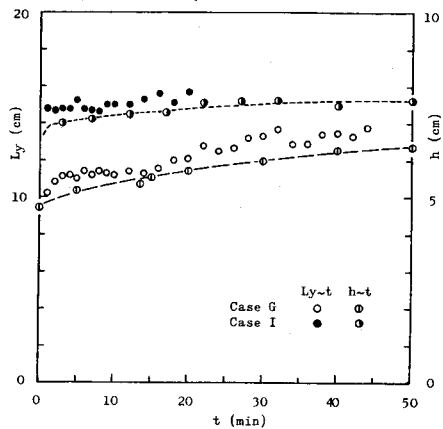


図-2 L_y および水深の経時変化