

河床波の発生に関する実験的研究

奈良県庁 正 員 ○ 島 浩 宏 行
 神戸大学工学部 学生員 松田尚久
 神戸大学工学部 正 員 寛 源 亮

1) ま え が き 本研究は水路を上下流に二分し、上流部水路床の下流端に棧型粗度を配置することにより河床付近の流れに擾乱を与え、その下流部水路床に砂を敷きつめて移動床とし、ここに発生する河床波の発生に関する実験を行った。

2) 実験装置 実験装置は全長486cm、幅30cmの水路の上流端から152cm~262cm間に助走板として幅30cmの鉄板を設置し、その下流部262cm~412cm間に豊浦の標準砂(比重2.65・平均粒径0.02mm)を厚さ5cmに敷きつめる。上下流の助走水路床面と移動床砂面は同一平面にそろえる。なお本実験装置には給砂装置は設けていない。

3) 実験方法 移動床の砂粒子の動きを観察しながら水路バルブを調整し、砂粒子移動限界ぎりぎりの流速をまず求め、その前後に適当に定めた若干の流速の値の下で実験を行った。流速の測定は浮子を使用し、得られた表面流速から断面平均流速を算定した。水深は8.2・6.7・4.7・3.0cmの4種類とし、棧型粗度は表-1に示した条件で実験する。実験は次の順序で行った。まず河床を平坦化した後、徐々に流量を上げ、あらかじめ定めた定流量に固定する。この時を基準に計時する。河床波が発生する場合にはまず第一河床波が発生するのでその時間と位置を計測する。次にこれが発達し第二・第三と河床波が発生するがこれらの発生時間と位置を求め、また波長を計測する。河床波安定後、これらの波長と波高を測定する。なお計時開始後20分経過して河床波の発生の兆しがない場合実験を打ちきる。

表-1 棧型粗度の条件

	組 数		
	棧の径 (mm)	本 数	間隔 (mm)
RUN 1	3	1	
RUN 2	3	3	24
RUN 3	9	1	
RUN 4	9	3	72
RUN 5	なし	なし	

4) 実験結果 棧型粗度を配置しないと移動床上流端から砂が移動し始め、ある距離において第一河床波が発生する。棧型粗度を配置すると移動床上流端からある距離において砂が下流側へ移動し始め、さらにある距離において第一河床波が発生する。実験結果を縦軸に河床波の諸量、横軸に断面平均流速をとったもののうち $H=4.7\text{cm}$ の場合で縦軸に第一河床波の発生位置をとったものを図-1に示す。図-1より棧型粗度を配置すると流速の増加につれて第一河床波の発生位置は移動床上流端から遠ざかり、棧型粗度を配置しないと流速の増加につれて第一河床波の発生位置は移動床上流端に近づく。しかし棧型粗度の有無の別なく実験結果が混在しているためその違いは明確でない。このことは他の諸量についても同様のことと言える。このため次に述べる代表長さを導入して実験結果の整理を行った。

5) 実験結果の整理 上記の実験結果を明確化するため岸¹⁾・Lumley²⁾等が提唱した代

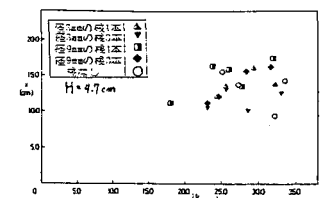


図-1 発生時の第一河床波の位置と流速

Motoaki YANO, Takahisa MATSUDA, Hiroyuki TORII

変長さ L_* を用いて無次元化を行う。

$$L_* = \frac{u_*^3}{g V_s}$$

ただしここで、 u_* : 摩擦速度($=\sqrt{gHI}$)、 g : 重力加速度、 V_s : ストークスの沈降速度($=(\rho_p-1)gd^2/18\mu$)であり、 H : 水深、 I : 水面勾配、 d : 砂粒子の平均粒径、 μ : 粘性係数である。

6) 考 察 横軸に水深を L_* で無次元化した値縦軸に第一河床波の発生位置・発生時の波長を同じく L_* で無次元化した値をとり、たグラフを図-2, 3に示す。図-2, 3より限界掃流ぎりぎりの流速では、棧型粗度の有無により、同一水深の第一河床波の発生位置はほとんど変化しないが波長は短くなる。流速が増加するにつれて、棧型粗度の有無により第一河床波は移動床の上流端から遠い位置に発生し、その波長の変化はほとんどなくなる。水深の増加に伴い、棧型粗度の有無による第一河床波の発生位置・波長の差は大きくなっている。安定後、第一河床波の位置は棧型粗度の有無により明確な違いが生じない。河床波の波長は流速に関係なく、棧型粗度を配置することにより短くなる。波高は流速の増加に伴い、棧型粗度を配置することにより低くなる。安定後も水深の増加に伴い、棧型粗度の有無による波長・波高の差は大きくなる。代表長さ L_* を用いて無次元化することにより、棧型粗度の有無による河床波の変化を求められた。

7) 河床波の発生限界 上記実験より河床波発生限界ぎりぎりの実験例を選び、無次元波数: dH ($d=2\pi/\lambda$) と Fr 数 ($=U/\sqrt{gH}$, U : 断面平均流速) で整理したものを図-4に示す。棧型粗度の有無に関わらず右下りの傾向がある。棧型粗度の有無による違いは上記のように波長に違いが生じ、そのため棧型粗度を配置することにより発生領域が dH の大きい領域に広がっている。

今後、河床材料を変えて調査したい。

《参考文献》

1. 岸 力: 浮遊砂を含む流れの水理特性、土木学会第30回年次学述講演会講演概要集、第2部、1975年
2. Lumley: Two-Phase and Non-Newtonian Flows, Turbulence, Topics in Applied Physics, Volume 12, P.289-P.324
3. 寛 源亮・難波 徹: 河床波の発生に関する研究、土木学会第40回年次学述講演会講演概要集、第2部、1985年

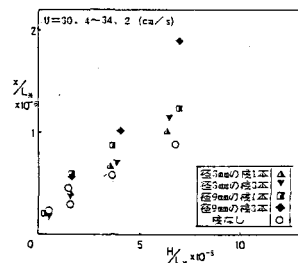


図-2 無次元化した発生時の第一河床波の位置と水深

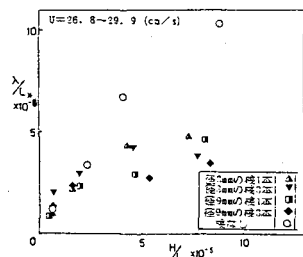


図-3 無次元化した発生時の第二河床波の波長と水深

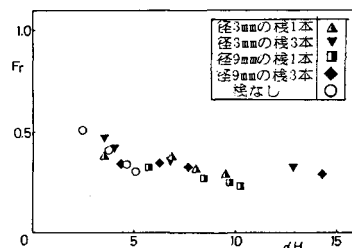


図-4 河床波の発生限界