

上流から給砂のある床固め直下流部の局所洗掘

(株) 近畿電気工事 正員 ○ 沢 之裕
 鳥取大学 工学部 正員 道上 正規
 鳥取大学 工学部 正員 鈴木 幸一
 (株) 大日コンサルタント 岩田 雅幸

1. はじめに 河床低下の防止軽減を目的をして河道を横断して床固め工が設置される。床固め直下流部の局所洗掘現象については、床固め上流から給砂のない場合の洗掘進行特性等に関してはある程度実験的に明らかにされている。¹⁾ 本研究では、上流からの給砂がありしかもその量が時間とともに減少するというより現実的な場合の床固め直下流部の局所洗掘現象を実験的に明らかにし、従来の給砂のない場合と比較検討しようとするものである。

2. 洗掘進行特性 図-1は床固め直下流部の局所洗掘過程を模式的に示している。上流から給砂のある場合は、給砂量が少なくなるまでは、(a)図のように局所洗掘は全く生じないで、河床波の移動に伴う河床変動があるのみである。給砂が時間的に減ると、局所洗掘が生じ始め((b)図)、ある

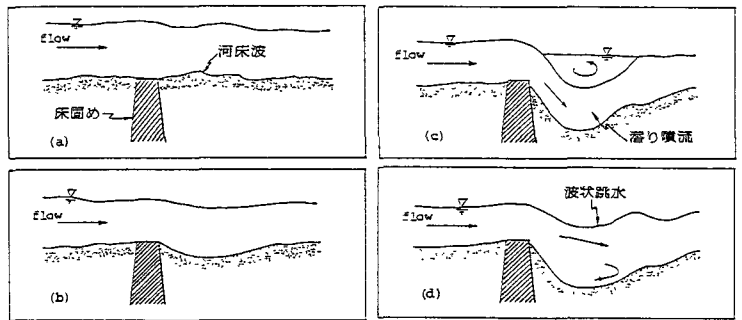


図-1 洗掘進行過程

程度洗掘が進行すると、流向が急に洗掘底に向ういわゆる潜り噴流が生じ急激な深掘れが発生する((c)図)。この潜り噴流によって洗掘された砂が洗掘孔の下流側斜面に堆積し、砂堆部を形成するが、この砂堆部が大きくなると主流水脈は急激に水面近くに移り波状跳水状態となり洗掘孔内に逆流ローラーが形成され、これによって深掘れ部は徐々に埋め戻される((d)図)。ある程度埋め戻されると再び潜り噴流となり急激な洗掘が生じる。以後この潜り噴流と波状跳水状態との交互の発生による洗掘と埋め戻しを繰り返しながら洗掘が徐々に進行してゆく。

3. 洗掘孔形状 図-2に示す最大洗掘深 z_{sm} で無次元化した洗掘孔形状の時間的変化の一例を示したものが図-3である。洗掘初期では、上流から給砂のない場合と異なって河床波の影響を受けて河床は波状になっている。洗掘と埋め戻しが交互に発生する後期になると洗掘孔形状は深さ方向に卓越し、巨視的には相

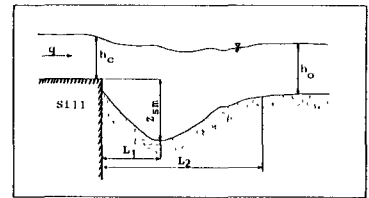


図-2 洗掘孔記号図

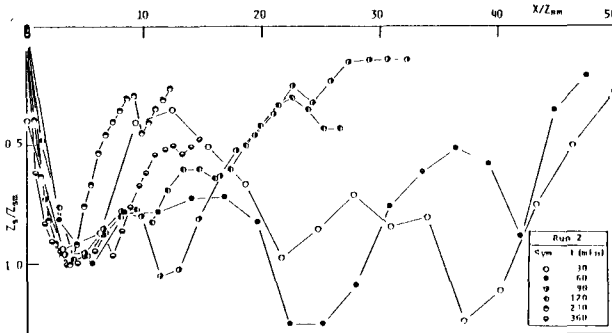


図-3 洗掘孔形状の時間的変化

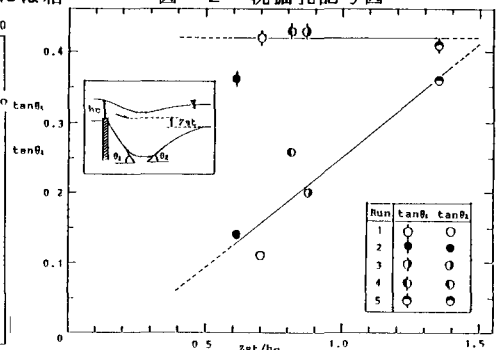


図-4 洗掘孔斜面勾配

似形になるが、その形状は水理条件によって異なっている。最終的な状態での上流側斜面の勾配 $\tan \theta_1$ と下流側勾配 $\tan \theta_2$ を、落差を代表する床固め直下流部の最終的な全体的河床低下量 z_{st} を限界水深 h_c で無次元化した量をとって表示したものが図-4である。

$\tan \theta_1$ は0.42程度でほぼ一定であるが $\tan \theta_2$ は z_{st}/h_c が増加するとともに増加し $\tan \theta_1$ に漸近する。図-5および図-6は図-2の L_1 および L_2 の時間的変化を示している。 L_1/z_{sm} は時間の経過に伴って次第に小さくなり最終的には $L_1/z_{sm} = 2 \sim 5$ となっている。この値のばらつきは $\tan \theta_1$ が一定値をとることと矛盾するようであるが、かならずしも、 $\tan \theta_1 = z_{sm}/L_1$ とはならず $\tan \theta_1 > z_{sm}/L_1$ となることによるものである。また、 L_2 についても同様な傾向がみられ最終的には $L_2/z_{sm} = 8 \sim 12$ になる。

4. 最大洗掘深 図-7は図-3における最大洗掘深 z_{sm} の時間的変化を示したものであり無次元表示している。図中、 z_{sm} に影響すると考えられるパラメータも付記しているが、 z_{st} は床固め設置点での最終な全体河床低下量であり、 h_c は限界水深、 d は平均砂粒径 ($=0.61\text{mm}$) である。上流から給砂のある場合 ($q > 0$) 各Runによって多少異なるものの、本実験の場合、無次元時間 $g/h \cdot t$ が 1.0×10^5 程度までは潜り噴流とはならない。一方、床固め上流部からの流入砂がない場合 ($q = 0$) には、 $g/h \cdot t \approx 3 \times 10^5$ 程度ではじめて潜り噴流に移行しているの、給砂のある場合は潜り噴流に移行するのに時間的に大きく遅れることがわかる。ただ、給砂のある場合も潜り噴流が生じた以降では給砂量も減るため、最終的な洗掘深は給砂のない場合と同じ大きさとなる。また、 z_{st}/h_c が大きいほど z_{sm}/h_c は大きくなっているが、これは同一砂粒径では初期河床勾配が大きいほど z_{sm}/h_c が大きく、また洗掘速度も大きことを意味している。図-8および9は z を時間的に変化する全体的河床低下量 z_{st} で無次元化したものの時間的変化を、それぞれ上流から給砂のない場合 (図-8) とある場合 (図-9) について示している。 z は各時刻における床固めの落差を示しているが、給砂のある場合で河床波の影響のある洗掘初期を除けば、 z_{sm}/z_{st} はほぼ一定値に近づく傾向にあり給砂のない場合は $z_{sm}/z_{st} \approx 3 \sim 5$ 、給砂のある場合は、 $2 \sim 4$ 程度となっている。

(参考文献)

1). 鈴木・道上・川津: 第26回水理講演会論文集, 1982.

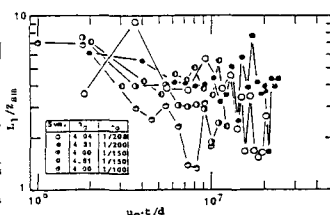


図-5 L_1 の時間的変化

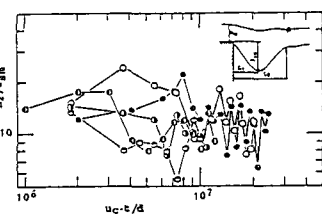


図-6 L_2 の時間的変化

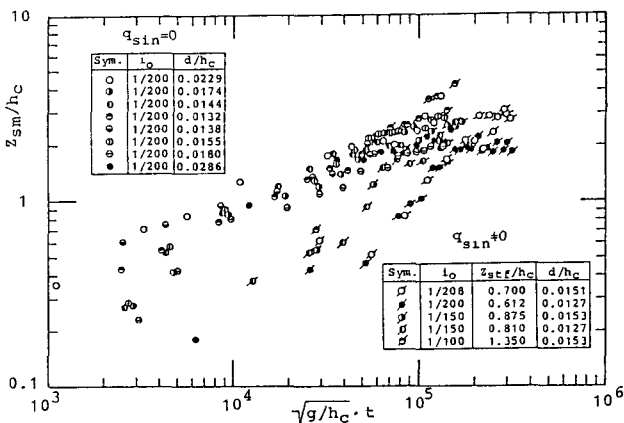


図-7 最大洗掘深の時間変化

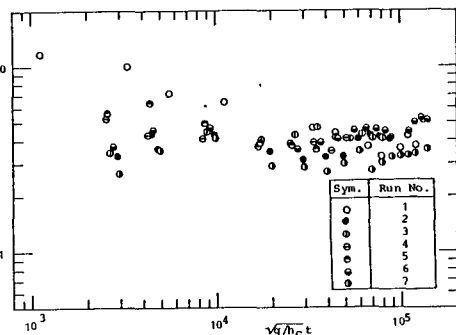


図-8 z_{sm}/z_{st} の時間変化 ($q = 0$)

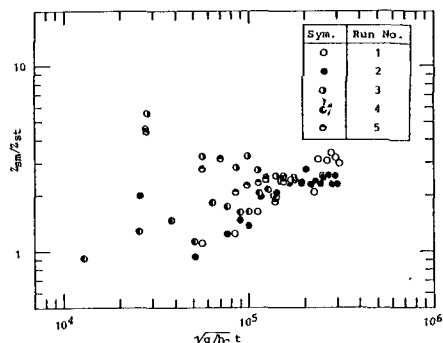


図-9 z_{sm}/z_{st} の時間変化 ($q > 0$)