

大成建設	正員	三国 史雄
東京大学	正員	玉井 信行
法政大学	正員	牧野 立平

1. はじめに

移動床に水を流すと、水路床に種々の形態の河床波が出現することが知られている。これらは2次元的水路の横断方向にほぼ同一の形状を呈する、いわゆる小規模河床形態(砂運、砂堆、反砂堆など)と、3次元性を有し水路幅が特性長の1つとなる中規模形態(砂礫堆あるいは交互砂洲、綫状流路)と更に大規模な見方に立つ蛇行などに分類されよう。ここでは中規模河床形態、特に砂礫堆の移動に関しその移動を見掛け上停止させることを目的として行なった実験の結果を発表する。

砂礫堆については西欧諸河川において古く着目されていたが、我国においても木下、鮎川[1-4]らの形成正分、移動速度、波長、波高などに関する一連の研究がある。直線水路における砂礫堆の前進性は河道管理上望ましくなく、こうした観点からジグザグ水路において砂礫堆の移動が停止する条件を求めた木下・三輪[5]の研究がある。また細井[6]は急流河道の霞堤に着目し数ケースの実験も行ない、霞堤があればその場所から常に砂礫堆の峰線が登達し、霞堤の間隔が砂礫堆の波長に一致して流れている区間では流路が安定であることを報告している。

しかしながら細井の実験では勾配は1種類に対してのみ行なわれ、観測の時間間隔も10分毎にしか示されていない。こうした条件の下での砂洲の移動の特徴をより詳しく知るために側壁に直線状の開口部を設けて詳細な観測を行なった結果を報告する。

2. 実験方法及び条件

実験は長さ約22m、一様流路部の幅40cmの水路で行ない、側壁開口部の配置は図-1に示す6通りとした。左右の開口部間の流れ方向の距離は80cmで一定とした。細井に依れば側壁の開きの大きさや開口部分の傾きの影響は小さい、ということであり、本実験では同一としている。使用した砂は平均粒径0.72mm、比重2.64、均等係数の1.5の一様な砂で、6cm厚に敷きつめた。実験の水理条件については表-1に示す。

観測は流れに白色のポスターカラーを混入し写真撮影により行なった。通水して砂礫堆が形成された直後から観測を始め、2分間隔で30分間撮影を行なった。本実験では給砂を行っていないが、30分程度の間は測定部上流端に影響は現れない。水深の測定は撮影区間外で行なった。

3. 実験結果及び考察

直線水路の条件では流量1/3の3種の勾配に対して実験を行なった。左右岸の深掘れの位置の変化を時間-距離平面に描いてみると発生位置に依らずほぼ等しい速度で前進することが判った。また波長は勾配には殆んど影響されず約1.2mであった。配置(2)の場合には斜めの側壁からの偏流により開口部に前進してきた砂礫堆前縁は掃流され、開口部では暫時堆積が維持されるが、砂礫堆全体の形状は殆んど変化することなく下流へ伝わる。側壁形状(3)の場合run 10のように小流量の場合には下流側の2つの開口部では深掘れ部が安定であった。またrun 18では勾配がやや大きくなり、深掘れ部は固定されず、堆積と洗掘を繰返すことが観察された。runs 11, 19, 35, 36, 37等流量が大きい場合には砂礫堆の波長が長くなり、砂

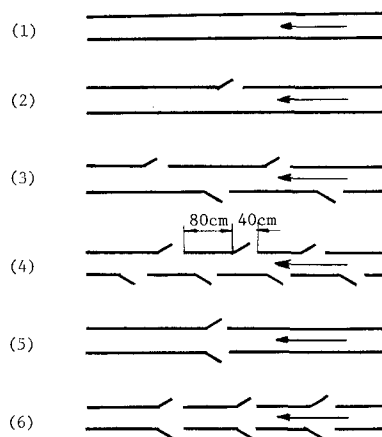


図-1 側壁開口部の配置

表-1 実験の水理条件

Run	配置	流量(l/s)	水面勾配	平均水深(cm)	Run	配置	流量(l/s)	水面勾配	平均水深(cm)
1	(4)	1.5	0.0160	1.15	23	(6)	2.5	0.0179	1.42
2	(3)	1.5	0.0154	1.23	24	(5)	1.0	0.0177	0.87
3	(2)	1.5	0.0153	1.15	25	(5)	1.5	0.0178	0.97
4	(5)	1.5	0.0158	1.08	26	(5)	2.5	0.0181	1.35
5	(5)	1.0	0.0151	1.15	27	(2)	1.0	0.0178	0.74
6	(5)	2.5	0.0160	1.91	28	(2)	1.0	0.0111	0.88
7	(6)	2.5	0.0157	1.91	29	(5)	1.0	0.0107	1.00
8	(6)	1.0	0.0160	0.92	30	(5)	1.5	0.0112	1.38
9	(6)	1.5	0.0164	1.26	31	(5)	2.5	0.0118	1.70
10	(3)	1.0	0.0163	0.86	32	(6)	1.5	0.0115	1.01
11	(3)	2.5	0.0162	1.60	33	(6)	1.0	0.0115	1.02
12	(4)	2.5	0.0139	1.74	34	(6)	2.5	0.0118	1.76
13	(4)	2.5	0.0149	1.62	35	(3)	1.0	0.0111	1.24
14	(4)	1.0	0.0138	1.07	36	(3)	1.5	0.0118	1.43
15	(4)	2.5	0.0185	1.36	37	(3)	2.5	0.0119	1.75
16	(4)	1.0	0.0184	0.99	38	(4)	1.0	0.0120	1.21
17	(4)	1.5	0.0183	1.09	39	(4)	1.5	0.0121	1.17
18	(3)	1.0	0.0182	0.66	40	(4)	2.5	0.0122	2.19
19	(3)	1.5	0.0182	0.97	41	(1)	1.0	0.0118	1.19
20	(3)	2.5	0.0182	1.43	42	(1)	1.0	0.0125	1.13
21	(6)	1.0	0.0184	0.60	43	(1)	1.0	0.0167	0.96
22	(6)	1.5	0.0180	1.11					

砂堆は開口部には影響されず前進しているのが観測された。

配置形状(4)は左右岸に7箇所の開口部を設けた場合であり、殆んどの場合下流側の開口部では深掘り部が固定しているのが観測された。しかし run 17 のように数分間は移動が止まり、また前進するという大きな周期現象を呈する場合もあった。典型的な走時曲線として run 16 の結果を図-2 に示す。また run 1, 12, 40 については撮影結果が不明瞭と解析が不可能であった。配置形状(5), (6)の場合には砂堆は開口部において多少変形は受けるが全体の移動特性には影響を受けずに前進する。

このように見えてくると、今回の実験においてはっきりと水路を固定し得た、すなわち砂堆の前進を止めることのできたのは側壁の配置形状が(4)で流量が 1.0 l/sec の場合であったと言える。他の配列の場合や流量が 2.5 l/sec と大きく砂堆の波長が大きい場合には移動特性には殆んど変化を与えない、と言える。砂堆が停止した場合の前縁形状は、前進する場合と逆に上流側へ凸の形となっており、側壁開口部からの縮流による掃流量の増加による洗掘が行われていることを示している。

また霞堤が高水時に水を引きよせ、そこから常に深掘り部が発達すると言われ、細井の実験でも同様の現象が観測されたが、今回の実験ではそうしたことは見られなかった。実験水路の開口部は幾何学的な縮尺からは実際の霞堤より遙かに大きく、断面変化の効果は大きい、開口部にも砂堆の前進と共に砂がたまることが観測された。

4. まとめ

砂堆形状が下流へ伝播しない場合は、開口部が砂堆の半波長に等しく交互に設けられている場合とあることが判った。実河川の霞堤、実験水路においてそこから常に深掘り部が発達すると言われているが、こういった現象は見られなかった。実際の場合には河道の大きな配置にも影響を受けると思われる。

本実験の遂行時に於ける後攻大学西谷助教授、並びに卒業生の尽力に感謝します。

参考文献 1) 木下：土木学会論文集 42号, 1957. 2) 木下：科技庁資源局資料 36号, 1961. 3) 木下：水工学シリーズ, 72-A-6, 1972. 4) 鮎川：土木学会論文報告集 207号, 1972. 5) 木下・三輪：新砂防 94号, 1974. 6) 細井：土木研究所報告 115号の1, 1982.

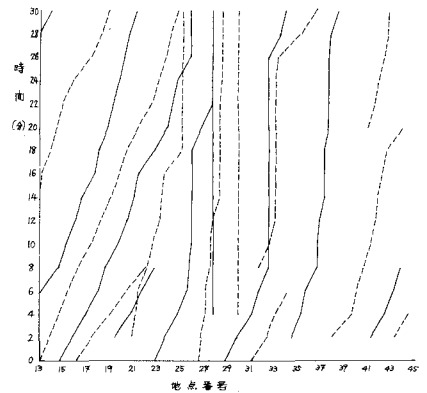


図-2 走時曲線 (run 16)