

II-14 強制蛇行に関する実験的研究

京都大学防災研究所 正員 工博 矢野勝正

〃 〃 工博 茅田知男

京都大学大学院 学生員 〇堀見靖国

1. まえがき. 蛇行に関する理論的取扱いが三次元的な考慮を必要とし、非常に困難であつて、従来まで主として実証的、実験的研究が行なわれてきた。木下良作氏は河道に形成される Dune (砂碲堆) に着目して蛇行問題を取扱い、多くの実験を重ねてゐるが、その中に、Dune = 個をもつて一波長とするような蛇行流が直線水路においても形成され、Dune の流下に伴つて流下するが、Dune = 個の長さを一波長とする強制蛇行水路を作り、揺巾のみを変化させてやくと、ある揺巾に達した時 Dune の流下が止まるという興味ある結果を得てゐる。こうした現象は實際河川の法線計画を行なう場合の基礎ともすべきもので、河川工学上重要であるとともに、水理学的には蛇行の発生、発達などを解明してやぐ上に重要な手掛かりを与えるものと考へられるので、本研究では Dune の移動が止まる限界、その時の水理特性、各種の揺巾をもつ強制蛇行水路と直線水路とにおける水理特性、河床形状の特性の比較などについて詳細な実験的検討を加える。

2. 実験の概要 1) 直線水路の場合 水路有効長 18 m、巾 50 cm の直線水路に上流側より 17.5 m の位置に高さ 3 cm の堰を設け、ニッケルシスト面まで $d_m = 0.90$ mm の砂をしきつめる。勾配は側壁に設けたガイドレール上をスクレイパーを滑らせてつけ、給砂は上流側 1.5 m の位置で給砂機により行なう。実験ケースは表 I のごとくであつて、Dune の長さ、流下速度、縦横断面形状、流向などを測定した。

2) 強制蛇行水路の場合 1) の実験において求めた Dune の長さの 2 倍で計算し、蛇行水路の波長として 4.0 m をとり、揺巾については適当な資料がなく、自由蛇行水路の資料を参考として 0.75 m をとつた。形は $1/4$ 円と直線をつなぐものとした。有効長 20 m、巾 50 cm、勾配は水路方向、横断方向は水路方向に直角、下流端に堰を設け、クレストまで砂をしき、上流側 20 m の位置に給砂機を設置した。実験ケースは表 I の通りである。

3. 実験結果およびその考察 図 I は実験 S-1 の 3 時間 30 分通水後の Dune の状態を表わす。太線で囲まれた部分が Dune で、実験の矢印は主流の流向を、点線は砂の流向、ハッチングの部分はほとんど流砂のなり部分、側壁の番号は水路の距離を、横線は元河床を基準とした河床高を表わし、

表 I 実験ケース S: 直線水路 M: 蛇行水路

実験番号	流量 Q (%)	勾配 1/I	給砂量 Q _B (%)	砂碲堆長さ (m)	流下速度 (cm/sec)
S-1	1.0	100	0	1.40	3.69
S-2	2.0	〃	0	1.96	6.15
S-3	3.0	〃	0	1.95	10.58
S-4	2.0	〃	10.0	1.60	7.31
S-5	3.0	〃	15.0	1.74	11.77
S-6	4.0	〃	20.0	1.76	13.27
S-7	5.0	〃	30.0	1.73	13.95
S-8	1.0	70	0	1.44	3.34
S-9	2.0	〃	10.0	1.73	14.20
S-10	3.0	〃	15.0	2.28	11.13
S-11	4.0	〃	20.0	2.15	21.37
S-12	5.0	〃	30.0	2.07	21.08
M-1	2.0	100	10.0		
M-2	3.0	〃	15.0		
M-3	4.0	〃	20.0		
M-4	5.0	〃	18.0		
M-5	4.0	80	10.0		

洗掘の状態を下流側にとりあてゐる。Duneの端の線に沿つては 表面 底面の流向にかなりの差があるが、砂を掃流するほど底面流速が大であり、Dune下流端で滑りおちる砂はとうまき堆積し、Duneは前進する。異なる氷理量において形成されたDuneの流下速度は、長さの長いものが遅いとは云えぬこと、氷理量の組合せによつて同じ長さのDuneが形成される可能性のあることなどが表でわかる。

実験M-1～M-5につけてみると、曲頂より幾分上流側を矢端とし、次の彎曲部の曲頂部より少し下流側を後端とするDuneが形成されたが、Duneの後端で滑りおちる流砂は、側壁を固定化することによつて生ずる一種の強制流において掃流されて、Duneは前進でまなり。図Ⅱはこのような場合の水路の河床形状と主流の方向を表わしたものであつて、水路に直角方向の線は元河床高を、ハッチングの部分は元河床より高くなつてゐることを表わしてゐる。更に最深部の方につけては、曲頂より幾分下流側のところ、時には凸岸のすぐ上流側までくることがあり、屈曲率が小さければ凸岸に沿つて流下することも考えられる状態もあった。5例につけて見れば、最深部は曲頂より約35cm下流側にあり、水路中に比して短く、同じ条件での直線水路と比較してもDuneの深さは相當に深い。最深部を連ねた線が最も高い点、最深部より上流側約80cmの位置にあり、最深部につけても曲頂より上流側にゐることはなく、下流側約80cm付近に来る場合が多い。以上の状態につけてはM-1～M-5を通じて共通して見られる現象であつて、フルグの法則にも一致するものがあるようである。

5ケースの実験を通じてDuneの前進がなり、直線水路に形成されるDuneよりも洗掘の程度が著しい点があり、Duneの安定する限界の範囲よりもこの水路の範囲は大きいと考えられる。

強制蛇行水路において、Duneの移動という点に着目して蛇行の問題を取扱つてゆくためには、勾配の変動ということも考慮に入れ、更に数種の範囲の異なる水路を使つて、実験的に取扱つてゆくことに、彎曲部の流れ、特に二次流の影響を考慮してDuneの下流端で滑りおちる流砂量と、底面における掃流流砂量という点に重点をおかせてこの問題の解明に当たりたいと思ふ。

なお範囲の異なる他の水路によつて実験結果につけては講演時にのべる予定である。

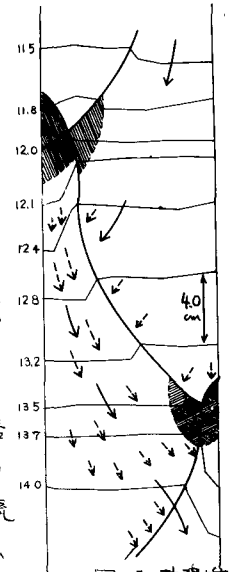


図1 砂堆

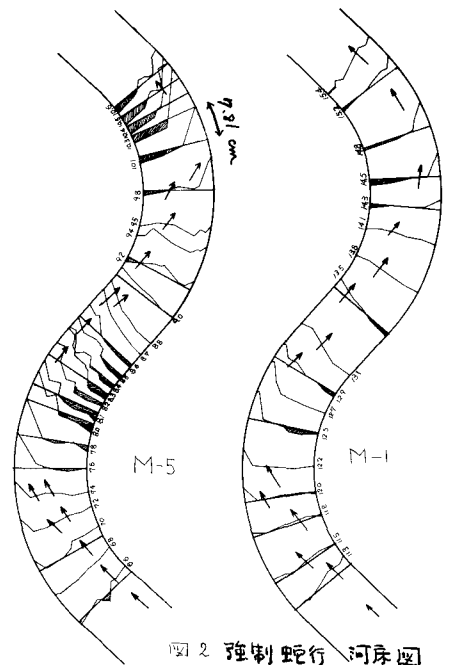


図2 強制蛇行水路河床図