

砂州の発達機構について

京都大学防災研究所 正員 村本嘉雄 正員 藤田裕一郎
京都大学大学院 学生員 堀池周二

1. まえがき： 中規模河床形態に関する従来の研究には、線形安定理論による発生条件や卓越蛇行長の解析あるいは砂州の形成条件を把握するための実験が多いが、著者らも、一昨年より実験を開始し、砂州の形状特性や形成条件および非一様幅水路での挙動などについて報告を行っている。この中規模河床形態の形成条件の物理的意義を明らかにするには、砂州の発達機構を究明し、各水理パラメーターの役割を把握する必要があり、また、洪水時のように非定常性の強い水理条件下における砂州の挙動の予測についても、その発達や崩壊の機構を知ることが重要である。しかしながら、これまでの砂州の発達現象に関する知見は極めて少ない。本文は、単列交互砂州の発達過程に関して詳細な実験を行い、主に砂州波高の発達機構について考察したものである。

2. 実験の概要： 実験は、前報¹⁾と同一の水路および砂($d_n = 0.99 \text{ mm}$)を用い、単列交互砂州の形成条件下で上流端の河床高が一定となるように給砂して行、た。断面平均水理量の経時変化および流下方向変化は小さく、それらの平均値は右表のとおりである。Run B-1 および B-2 では砂州の発達過程の追跡のため、10-20分間隔で8回の水位(過水時)・河床高(停水時)の測定を行っている。

Run NO	Q (l/sec)	B (cm)	h (cm)	Fr	I_e	U_* (cm/sec)	U/U_*
A-1	3.00	55	1.65	0.84	0.00578	2.95	11.21
A-2	3.00	55	1.37	1.13	0.01009	3.58	11.12
B-1	1.39	30	1.50	0.80	0.00659	2.96	10.41
B-2	1.43	30	1.36	0.96	0.01508	3.56	9.82

表：実験条件

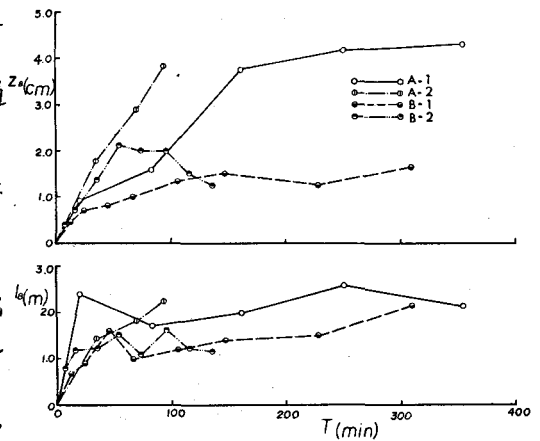


図-1 砂州の波長と波高の時間的変化

3. 砂州の発達過程： 形成された砂州の波長 l_b (蛇行半波長)および波高 Z_b (前縁をさす河床の高低差)の発達状況を示せば図-1のようである。同一の水路幅(B)について l_b , Z_b の発達過程を比較すると、本実験のような $B/h = 20 \sim 30$ の条件では、発達過程は図-2に示されるような段階に区分できる。すなわち、(1) l_b と Z_b とともに急速に発達し、 l_b がほぼ平衡に到達するまでの過程、(2) l_b が一定値付近をゆるやかな波状変化し、 Z_b が発達を続ける過程および(3) l_b と Z_b ともに一定値付近を波状変化する平衡状態である。つぎに、この3段階の砂州の縦断形状をRun A-1について左右側壁および水路中心線の3測線に沿う河床の縦断方向変化により示せば図-3(a)~(c)のようである。図-3(a)では河床高の3本の線は交錯しているが(b), (c)と波高が増大するにつれて、中心線に沿う河床高は左右側壁に沿う河床高の峰の部分を含括する形状を示すようになり、河床高一定の境界条件から定まる仮想的な平均河床高(二点鎖線)を下回ることはなくなる。

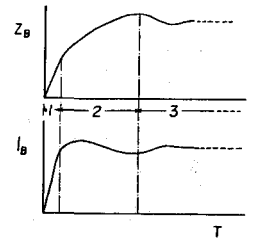


図-2 発達過程の模式図

一方、側壁に沿う測線の谷の部分は、b)からc)にかけて上述の仮想河床から大きく下方にはずれるようになり、多量の土砂が側壁近くから水路中央部へ輸送されたことを示している。

4. 砂州の波高の発達： 前述の第1段階の Z_0 と Z_B の発達状況に関しては、資料は現在ほとんど得られておらず、また、比較的短時間で完了することおよび波高の発達の続く砂州が卓越すると考えられるので、ここでは第2段階の Z_B の増大について検討を行う。Run A-1およびB-1で、砂州が顕著に発達する区間について仮想平均河床と実測河床高との差を求め、その区間全体の縦断方向の平均値を、堆積を正、洗掘を負として示した結果が図-4である。両ケースを通じ、流路中央付近では仮想平均河床よりも堆積を生じ、両側壁近くでは洗掘され、横断形状が蒲鉾型になり、前述の中央部への土砂輸送現象を示している。この蒲鉾型横断形状の発達は2で述べた第2の過程で顕著であり、この形状が一定の形状に達したとみられる段階でほぼ Z_B が平衡状態に達している。また、両側壁近傍の測定値のあるA-1の場合では、中央部と側壁付近との高低差が平衡状態の Z_B の50~70%を占めており、ほぼ発達の第2過程において増大する Z_B の割合に対応していることがわかる。

5. まとめ： 以上から、波長が一定になった後は、側壁から中央部への土砂輸送がある場合に波高が発達し、なくなると平衡状態に達すると考えられる。この横断方向の土砂輸送は砂州の前縁に向って放射状に広がる底面付近の水流によって生じるが、この土砂は前縁でトラップされ、中央部の河床を上昇させる。砂州の進行によっても側壁付近はこの中央部への堆積量だけ埋め戻されることなく、全体的に波高が増大する。これがさらに進むと、砂州上の流砂は二分され、側壁付近の土砂はほとんど中央部へ輸送されなくなると考えられる。このような現象は弯曲水路などの安定した二次流の存在する場の河床変動と類似したものであるが、この場合、初期の砂州が安定な二次流の発生原因であると考えられる点に相違がみられる。今後、このような点について、水流の機構を把握して、さらに考察を深めるとともに、発達機構に及ぼす流路幾何形状の影響についても順次明らかにして行きたい。《参考文献》1) 村本 藤田・堀池；土木学会関西支部年譜，1977。

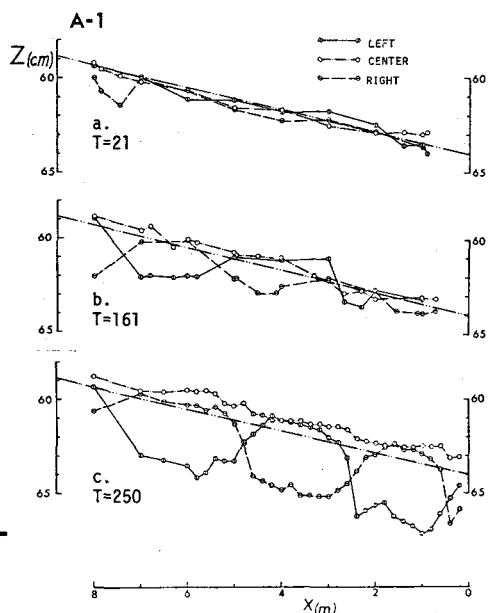


図-3 砂州の縦断形状の時間的变化

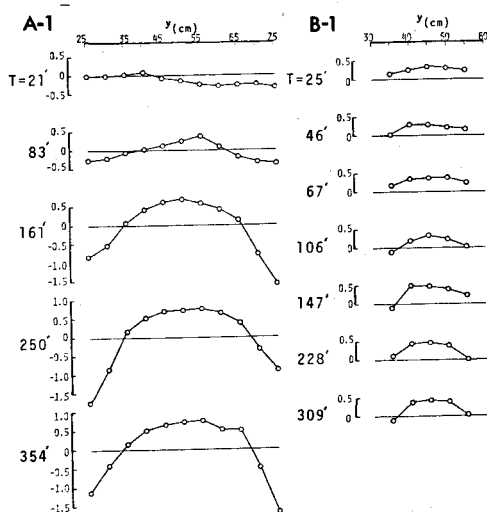


図-4 平均河床高からの高低差の縦断方向平均値