

砂連の形成に及ぼす側壁の影響

京大防災研究所 正員 工博 芦田和男

京大防災研究所 正員 O 田中祐一朗

1. 緒言：河床に形成される Sand Wave が水流に与える抵抗の機構を明らかにするためには Sand Wave の形状を明確に把握する必要がある。しかし Sand Wave は極めて複雑な形状を呈し、これを的確に把握するためにはその測定方法と、測定結果の整理方法とを確立しなければならない。また実験を行なうに当り、有限巾の実験水路で形成される Sand Wave と半無限巾の水路において形成されるものとは相違するものか、すなわち Sand Wave の形成に対して側壁はどのような影響を及ぼし、またそれを考慮する必要の有無を明らかにしておく必要があろう。以上のようにここでは砂連の形成に及ぼす側壁の影響とその形状を抽出する方法を明らかにすることを目的として実験的に検討を加えた。

2. 実験：側壁の影響を調べるためには B/h の比を変えて種々の実験を行なう予定であるが、現在までに実施したものは表-1 の

表-1 実験諸元

ようである。実験に用いた砂は

$d_m = 0.73 \text{ mm}$ のほぼ均一な川砂で

ある。一定こう配で均一に砂を敷

き均した水路に一定流量を与え、

	流量 $Q(l/s)$	給砂量 $Q_{bl}(\%)$	流砂量 $Q_{sl}(\%)$	こう配 ϵ	巾 $B(\text{cm})$	水深 $h(\text{cm})$	B/h	$u_{*r}(\text{cm/s})$	F_r	F_*	$\frac{u_{*r} d}{\nu}$
実験1	9	0.826	1.09	$1/800$	50	5.25	9.53	2.31	0.533	0.090	16.87
実験2	20	5.96	6.42	$1/800$	50	8.73	5.73	2.82	0.496	0.149	20.59

水面形および河床縦断形状を測定する。また水路下流端より流出する流砂量を、砂連の山の部分、谷の部分または砂連の数個分など種々の方法で捕捉計量する。実験中河床こう配を一定に保つため、計算によつて予測した量を上流端より給砂しているが、この流砂量の平均がほぼ給砂量に等しく、流れが平衡に達したと認められるまで通水した。こうして形成された砂連を乱さないように水を止め、この河床を実験1では左岸より 1, 13, 25, 37, 49 cm の5測線に、また実験2では 1, 7, 13, 19, 25, 37, 49 cm の7測線に沿って縦断方向には 5 cm 間隔で測定した。測定は全てポイントゲージで行なった。この後、河床をセメントで固定し、前と同じ流量を与え、ピトー管・コノメーターを用いて詳細に流速分布を測定した。

3. 実験結果と二、三の考察：

実験1	N0.	1	2	3	4	5		
	$\bar{z}$ (cm)	3.80	3.58	3.83	3.78	3.63		
	σ (cm)	0.43	0.07	0.09	0.07	0.06		
実験2	N0.	1	2	3	4	5	6	7
	$\bar{z}$ (cm)	7.55	7.69	7.41	7.34	7.23	7.10	7.69
	σ (cm)	2.95	2.64	1.97	2.24	2.29	1.68	2.53

表-2 河床測定結果

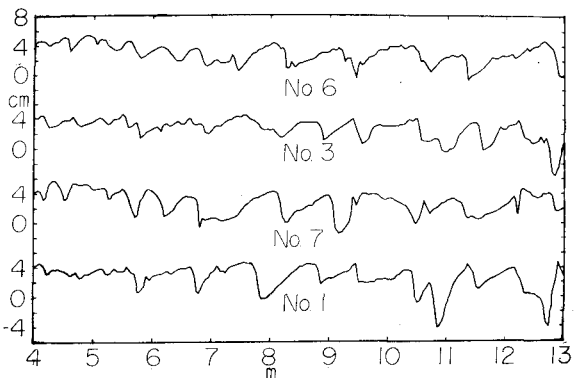
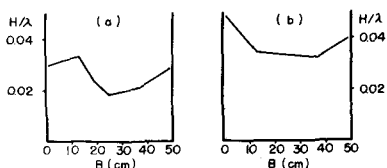


図-1 河床縦断図(実験2)

河床形状の測定結果を表-1 および図-1

に示す。表-1の互とは各測線に沿ってのある基準面からの平均河床高を示し、 η は凹凸の程度を示すために各測定値の互からの標準偏差をとっている。実験1は限界掃流状態に近くRippleのごく初期であるためさ程顕著ではないが、それでも横断方向に非対象のものも1, 2現われる。しかし実験2では表-1にも見られるように両サイドで互ものも大きい。これはこの部分で深掘れが生じていることを示している。各測線上に現われるSand Waveの波長 λ と波高 h を拾い出し、 H/λ の横断方向の変化を示したものが図-2である。図-1



に見られるように砂連は流下に従って発達している。図-2 (a)は全測定値を用い、(b)は比較的一様となった7m

図-2 H/λ の横断方向の変化

以後のもの平均をとっている。しかしいづれにしても横断方向にかなり変化している。これは壁面からの二次流により砂連が影響を受け、壁面で深掘れの生ずることによるものと思われる。また壁面の影響の殆んどない中真水路では鱗状のSand Waveが現われることは周知のことである。このことはSand Waveは本質的には三次元的なものであり、従来のように二次元的に H/λ のようなパラメーターだけではその形状を的確に表示し得ないことを示しているものと思われる。したがって中真水路のものでは今一つのパラメーターとして砂連の中 b のようなものを、また中の狭い水路では側壁の影響を考慮する必要があるだろう。すなわち、水路中 B と砂連の横方向のスケール b との比によって測定の方法、形状の表示法などを今一度考え直す必要があると思われる。この b は粒径 d , U_{cd}/ω , B/h , 渦径, 渦列の間隔などによって規定されるものと思われるが、まだ実験資料もなくその間の機構は不明である。

図-3は実験2の場合の砂連の平面形状と河床付近の流向を示したものである。どの砂連も中央部で下流に凸となっている。これは壁面に発

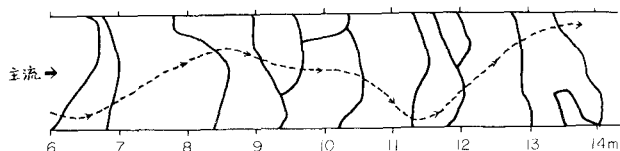


図-3. 砂連の平面形状と底面付近の流向

生ずるVortexおよび二次流により両サイドの砂が水路中央部へ移動されるため、このため両壁面に深掘れが生ずることになる。またこの二次流により底面付近では砂連の2~3個を一波長とする蛇行流が認められる。この点についてはEinsteinらも側壁を極めて粗にした水路で実験を行ない、これと同じ現象が見られることを報告している。またFroude数が1より大の場合、交互に形成される砂礫堆により蛇行が現われることもすでに報告されている。²⁾しかし今回の実験はEinsteinらとは逆に側壁の粗度が底面のものより小であり、 $Fr < 1$ である。これは側面と底面の粗度の相違というよりもむしろ側壁の存在そのものにより発生する二次流により蛇行流が生ずることを示している。またFroude数の大小に関係なく河床面に形成されるSand Waveが蛇行流発生の一原因であることを示すもので、極めて興味深い。

1) Einstein & Shen, A Study on Meandering in Straight Alluvial Channels. Geophysical Research Vol 69, No. 24, 1964.

2) 木下良作 「河床における砂礫堆の形成について」 土木学会論文集, 第42号