

実験水路における Sand wave のスペクトル

大阪大学工学部 正員 望田 明

〇多田 博登

1. 本研究は移動床水路実験の際常に基準として現われる alternating bars に着目して、その性質を sand wave の波高の時間的変動の測定から得られるスペクトルによって若干の検討をしたものである。

実験は水路幅 50^{cm}、長さ 20^m のアクリ製可変勾配水路で Fig.1 に示す粒度分布の砂を用いて行った。予備実験において測定した流砂量は土研、Einstein 公式による計算値と比べて全て大きい値を示す。例えば、Einstein の掃流砂用数において d を平均粒径にして plot すると Fig.2 のようになるが、 U_{*c} の小さいほど、すなわち実験では小規模の ripples & dunes が存在する定常状態の場合ほど実験値と計算値との差は大きいようにみえる。

この原因として実験観察から alternating bars による蛇行の影響が考えられる。流れには水路幅を代表される水路の規模によって規定されるような蛇行が存在し、移動床に bars が出現する。この影響で蛇行流が増幅されるため再び bars が発達する。このように相互作用によって、与えられた水理条件での流れと sand wave の定常状態は、十分幅が広く二次元的に取り扱いつる場合とは異なり、流砂量もそのため増加すると考えることができる。このような考え方から sand wave に対するつぎのような approach を行った。

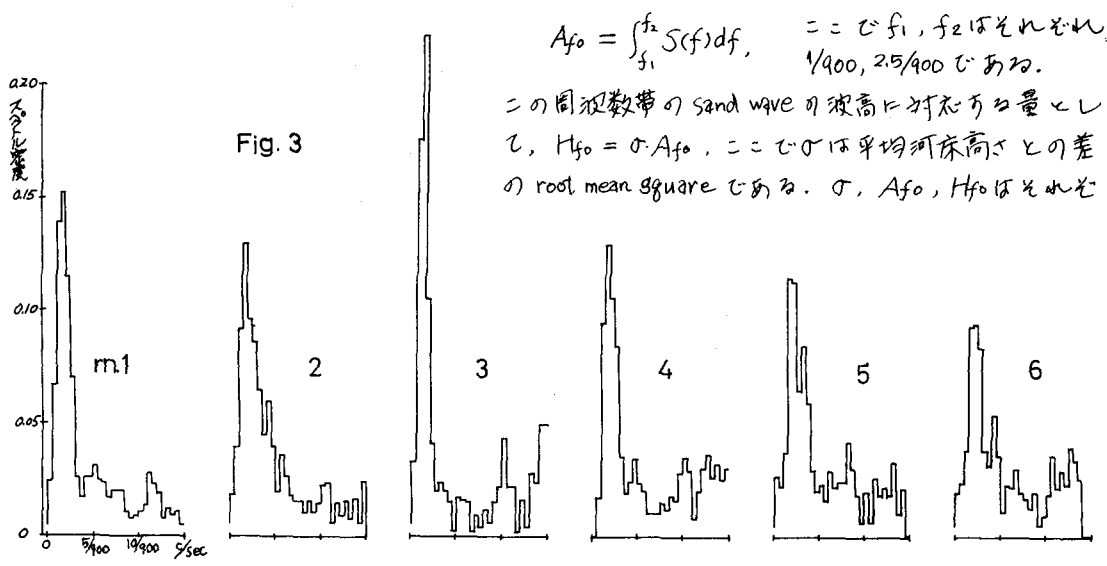
2. 実験条件を Table 1 に示す。なお側壁の粗度の影響を取り除くため Einstein の方法によって修正した径深の値を用いている。

Table 1

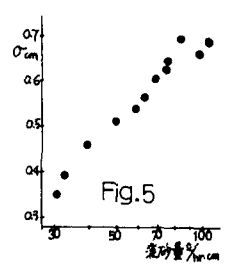
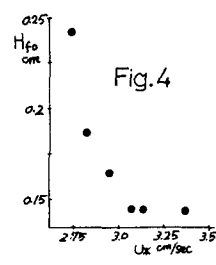
Run	勾配	流量 %sec	流速 cm/sec	径深 cm	Fr 数	摩擦速度 cm/sec	流砂量 %sec	σ cm	A_{fo}	H_{fo} cm
1	1/1000	20	35.78	7.73	.342	2.75	63.4	.563	.4275	.242
2	1/750	20	49.44	6.11	.555	2.83	58.2	.538	.3465	.1875
3	1/500	10	37.45	4.40	.518	2.95	31.3	.346	.4755	.1685
4	"	12.5	42.59	4.75	.562	3.07	49.4	.5075	.2785	.144
5	"	15	48.15	4.99	.616	3.14	68.0	.6035	.241	.1455
6	"	20	53.04	5.75	.617	3.37	103.4	.6855	.2085	.1435

河床高さの時間的変動は、通水 30 分後定常状態に達したと考えられる河床を 30 秒間隔で 1 時間、2 断面の水路中央部においてポイントゲージを用いて測定した。これを Tuckey の方法によりスペクトル密度関数を求めた。Fig.3 に下流端より 5^m 上流の断面にて測定したデータから得られたものを示す。この図からつぎのことが分る。①全ての実験ケースに共通して、1/400 ~ 25/400 %sec の周波数帯にピークが存在し、これは alternating bars に相当するものである。このことから本実験範囲では周波数帯での bars は安定した性質を持つと考えられる。②流量が小さいほど、かつ急勾配であるほどピークは低下する傾向がある。

以上のことから significant な sand wave の規模を定義するためにつぎのようなパラメータを考える。スペクトル密度関数を $S(f)$ とすると、



れ Table 1 に示している。Afo は例えば Fr 数と大体負の相関があり、換言すれば、本実験の範囲においては Fr 数の増加に伴い bars よりも高周波数の sand wave が増加する二を意味する。Hfo は Fig. 4 に示すように例えば U_{*} と対応して比べみると、 U_{*} の低下に伴い Hfo が減少する。そして $U_{*} > 3.0$ の範囲では $H_{fo} = \text{const.} \approx 0.145$ となる。これは U_{*} が小さい間は高周波数の sand wave は未発達であるが bars が顕著に現われているような状態であり、すなわち蛇行が増幅しやすい条件であることを意味する。そして U_{*} の増加に伴い、高周波数の sand wave (ripples & dunes) が発達しているような定常状態が現われることとなり、このため蛇行による bars の発達は抑制されるということを示している。 $U_{*} > 3.0 \text{ cm/sec}$ で bars の波高は一定となるようである。



σ と流砂量の関係を Fig. 5 に示す。 σ は sand wave の波高の代表値であると考えられるから、sand wave の波高と流砂量は正の相関があることを示している。

流砂量と sand wave の波高とは線型関係があると仮定すると、水理量例えばここでは U_{*} が小さい場合波高は主に alternating bars の波高であり流砂量は bars の存在によって規定されると考えられる。 U_{*} が増加するにつれて ripples & dunes の発達するような定常状態が水路に出現し、それによる流砂量が増加して行くこととなる。そして本実験範囲では bars の波高は一定となるので、bars の河床変動によって輸送される砂量は一定となり ripples & dunes の発達によるまま流砂量に現われると云える。

以上本研究では、スペクトル解析に供するデータのサンプリング数と小さいの信頼性が大きいと云い難く、また解析ケースが少ない等の問題がある。今後の課題としたい。なお実験および整理計算を手伝ってくれた学生金均君に感謝する。