

名古屋工業大学 正 石田 昭
 同上 〃 高橋 宏直
 奈良県庁 林 功

1. はじめに 漂砂現象の一例として著者の一人らは、浅水領域においてSolitonあるいは二次波峰現象と呼ばれる前後非対称波が発生する時、二次波峰の発生間隔とほぼ等しい波長の正弦波形を持つ砂床波が底面の砂床に形成されることをすでに報告してきた⁶⁾。本報告では、この砂床波の発生機構を明らかにし、さらにこの砂床波が表面波にどのような影響を与えるのか調べた。

2. 砂床の時間的変化 砂床を一様に平らにし、この状態から波を発生させると砂床全面に砂運が発生する。そしてだいに二次波峰発生点付近に砂が集まりはじめ、さらにこの部分の砂床の高さが高くなり砂床全体の形が二次波峰発生区間において比較的正弦波形に近くなる。この状態を砂床波が形成されたと呼ぶ。

3. 実験方法 実験水路には、全長26.4m、幅60cm、高さ1.2mの片面ガラス張りの実験水槽を使用し、一端には造波装置他端には消波のため1/10勾配で砕石を置いた。底面にはほぼ均一な粒径の砂($d_{50}=0.2mm$)を、長さ17.1m、厚さ20cmで敷いた。実験は9case行い各実験条件はTable-1に示す。ここで、Xは二次波峰発生間隔を示す。各Caseにおいて、砂床全面に砂運が発生した状態で、 $nX/8$ 点($n=0\cdots 8$)で漂砂量を補砂器により計量した。この状態と、さらに、砂床波が形成された状態において、波高を水槽に沿って20cm間隔でDATA-RECORDERに記録し、これをA-D変換器によりデジタル量に変えて解析を行った。

Table-1 実験条件

Run No.	h(cm)	H(cm)	L(cm)	T(sec)	X(cm)	X/L	H/L	H/X	Ur
Run 1	20	6	235	1.64	600	2.55	0.085	0.30	41.4
Run 2	20	6	282	1.94	800	2.84	0.071	0.30	59.6
Run 3	20	6	295	2.10	1000	3.39	0.068	0.30	65.3
Run 4	20	6	318	2.20	1200	3.77	0.063	0.30	75.8
Run 5	20	6	319	2.28	1400	4.39	0.063	0.30	76.3
Run 6	30	10	340	2.08	800	2.35	0.088	0.33	86.7
Run 7	30	10	373	2.24	1000	2.68	0.080	0.33	104.3
Run 8	30	10	395	2.37	1200	3.04	0.076	0.33	117.0
Run 9	30	10	438	2.50	1400	3.20	0.069	0.33	143.9

より計量した。この状態と、さらに、砂床波が形成された状態において、波高を水槽に沿って20cm間隔でDATA-RECORDERに記録し、これをA-D変換器によりデジタル量に変えて解析を行った。

4. 実験結果および考察 水路方向の漂砂量変化をFig-1に示す。ここで岸向きの漂砂量が卓越している場合を正の値、沖向きの漂砂量が卓越している場合を負の値として示した。各場合とも同じ様な傾向を示していることがわかる。すなわち二次波峰発生区間において中央(二次波峰発生点)から岸側の領域では、沖向きの漂砂量が卓越し、逆にこの中央から沖側の領域では、岸向きの漂砂量が卓越している。したがって時間の経過と共に、発生区間の中央に砂が集まってくる状態が説明できる。

次に漂砂量が、この様に変動する機構を考えてみる。砂運上での漂砂の移動機構は、浮遊状態での移動と掃流状態での移動が考えられ、これらは流速変動と対応している。岸向き流速最大の点から少しずれた時点で、砂運の岸側に砂粒を巻き込んだ渦が形成される。渦は流速方向が逆転するまで発生し続け、流速が沖向きになると、渦に巻き込まれていた砂粒は砂運頂部から斜めに持ち上げられ、それと共に浮遊砂となり、沖側に移動する。流速が再び岸向きに変化すると、砂粒は掃流状態で岸向き

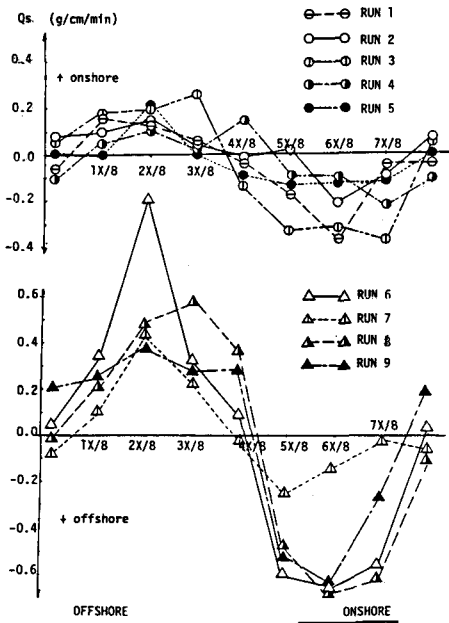


Fig-1 漂砂量の場所的変化

に移動する。すなわち漂砂量の変動機構は、流速変化により説明できるのではないかと考えられる。Bijkerらは、水路方向の流速波形を計測し、この波形から加速度と減速度を次の様に定義している。

$$\text{加速度: } \overline{acc} = (u_1 + u_2) / T_1 \quad \text{減速度: } \overline{dec} = (u_1 - u_2) / T_2$$

(u_1 = 岸向き最大流速 u_2 = 沖向き最大流速)
(T_1 = u_1 から u_2 までの時間 T_2 = u_2 から u_1 までの時間)

そして、 $(\overline{acc} - \overline{dec})$ を計算し、この値の再現距離と砂床波の波長との間の相関性を述べている⁽²⁾。そこで本報告では、表面波の二次的非線型相互作用について初期波が2つの自由波である場合の表面変位、速度ポテンシャル、圧力変位等を与える浜田の理論式⁽³⁾より二次波峰発生区間の流速変位を求め、加速度と減速度とを次の様に定義した。

$$\overline{acc} = \max\left(\frac{\partial u(t,x)}{\partial t}\right) \quad \overline{dec} = \left| \min\left(\frac{\partial u(t,x)}{\partial t}\right) \right|$$

これより、 $(\overline{acc} - \overline{dec})$ の値を求め二次波峰発生区間にあたり漂砂量と対応させて表わしたのが Fig-2 である。図中に示した実験データと同じ傾向を示すことから、 $(\overline{acc} - \overline{dec})$ の値を考えることで漂砂量の場所的変動を予測することができると思われる。

次に、砂床波形成前と形成後で得られた波高記録をフーリエ変換することにより求めた4倍周波数までの振幅変動を Fig-3 に示す。ここで A-1 が基本周波数波、A-2, 3, 4 が2倍, 3倍, 4倍周波数波を示し、Station No. は造波板からの位置をあらわし Station 間隔は 20cm になっている。これより、A-1 では砂床波形成前において、振幅は大きな値を示すのに対し、逆に A-2, A-3, A-4 では砂床波形成後において大きな値を示していることがあがる。波高記録から波数周波数スペクトルを求め、その結果を示したのが Fig-4 である。ここにおいて砂床波の形成前と形成後で著しい変化がみられるのは、基本波の2倍の周波数を持つ自由波 (Fontanet Wave) の著しい成長である。Fig-2, 3, 4 で示した結果は Run-1 について述べたが他の場合も同様の結果がみられた。

参考文献

- (1) 細井石田平山 - 土木学会第25回年講
- (2) E.W. Bijker - 15th Conf Coastal Eng.
- (3) Tokuichi Hamada - Report of Port and Harbour Technical Research Institute, Report No. 10 July 1965

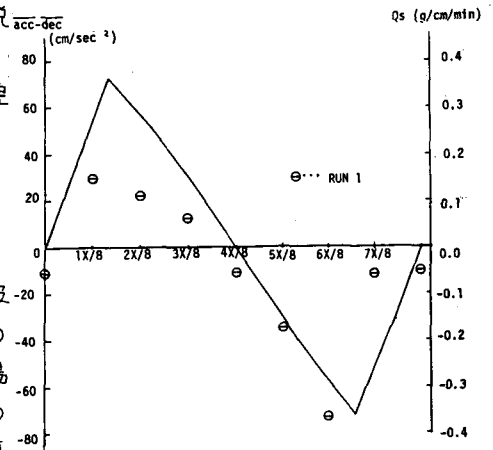


Fig-2 $(\overline{acc} - \overline{dec})$ と漂砂量との比較

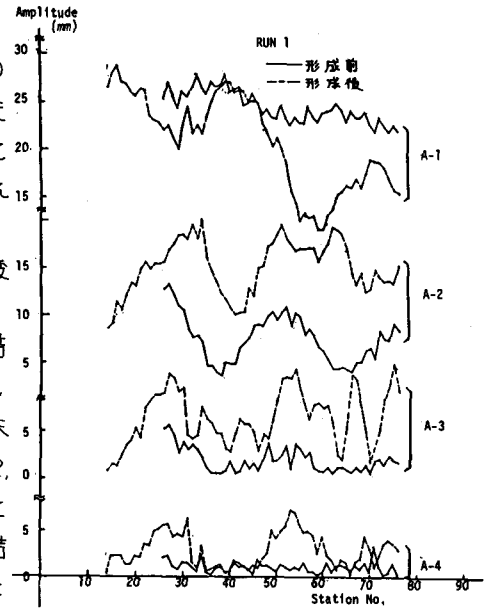


Fig-3 各周波数波の振幅変動

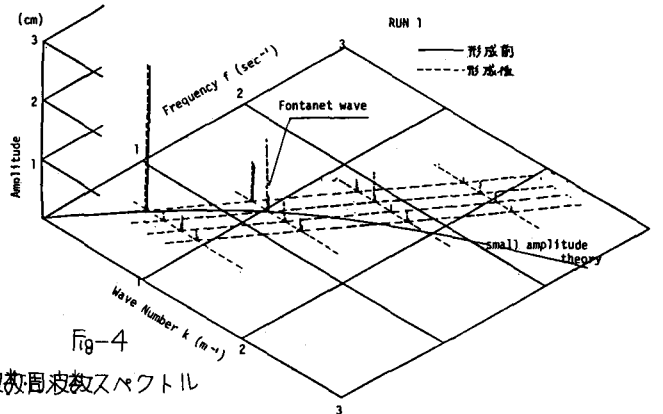


Fig-4

波数周波数スペクトル