

波・流れ共存場における底質の移動特性に関する研究

岡山大学大学院 学生員 三原 範久
 岡山大学環境理工学部 正会員 名合 宏之
 (株)五洋建設 正会員 常長 佑介

1.はじめに

変動水圧が水中地盤に作用すると地盤の有効応力が減少することは従来の研究より明らかである。このことから、河床、海底床における底質は移動しやすい状態にあると考えられ、その移動量や移動方向を解明することは底質の状態を考える上で重要である。そこで本研究では、変動水圧下での底質の移動特性を解明するための基礎として、波と流れの共存場を対象として、砂層内の圧力分布、砂層上での流速などから底質の移動量、移動方向などについて実験的に検討する。

2.実験の概要

実験には、長さ 1600cm、幅 60cm、深さ 40cm、勾配 1/500 の直線水路を用いて行なった。図.1 に示すように水路中央部には測定部となる深さ 17cm のピットがあり、その中に砂を敷き詰め、実験終了後ピット部から上流側、下流側へ移動した砂を別々に採取した。なお、図.1 に示す各ポイントにおいて水中および砂層内の水圧を測定した。波の発生にはプランジャー式造波装置を用い、上流側、下流側どちらの方向からも作用させることができる。実験条件は表.1 に示すとおりである。なお、砂層材料は粒径 $d_{50}=0.24\text{ mm}$ 、比重 2.65 の豊浦標準砂を使用した。

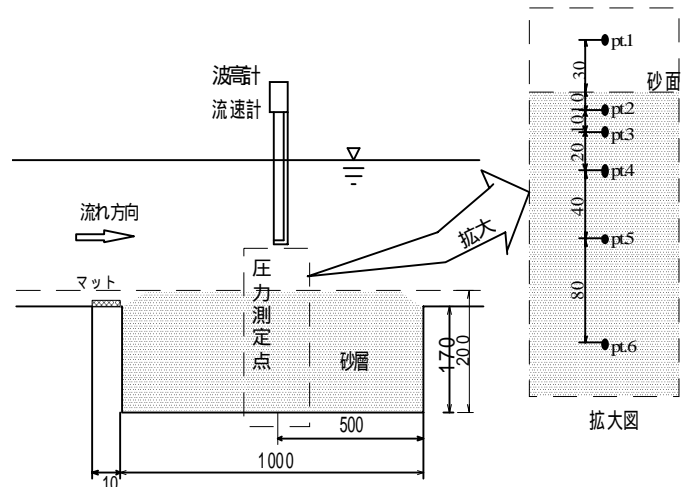


図.1 実験水路および測定ポイント

表.1 実験条件

	流量 (l/s)	水深 (cm)	波高 (cm)	周期 (sec)	波長 (cm)	平均流速 (cm/s)	波の 進行方向
Case1-1	0	25	9.62	1.2	165.88	-	波のみ
Case1-2	5	25	11.27	1.2	165.88	3.33	上流から 下流へ
Case1-3	10	25	10.13	1.2	165.88	6.67	
Case1-4	15	25	10.48	1.19	164.13	10	
Case1-5	20	25	9.6	1.2	165.88	13.33	
Case1-6	25	25	10.66	1.04	137.54	16.67	
Case1-7	30	25	8.58	1.2	165.88	20	
Case1-8	35	25	7.87	1.16	158.87	23.33	
Case2-1	0	25	9.62	1.2	165.88	-	波のみ
Case2-2	5	25	10.42	1.26	176.3	3.33	下流から 上流へ
Case2-3	10	25	11.51	1.17	160.63	6.67	
Case2-4	15	25	10.4	1.23	171.1	10	
Case2-5	20	25	9.45	1.18	162.38	13.33	
Case2-6	25	25	9.42	1.14	155.35	16.67	
Case2-7	30	25	9.28	1.05	139.34	20	
Case2-8	35	25	11.53	1.34	190.07	23.33	

図.2 は上流側および下流側へ移動した流砂量の差で表される正味の流砂量 q の無次元量 ($=q/w_0 d_{50}$, w_0 : 沈降速度) と平均流速 U_m と波による底面最大流速 $U_{w,max}$ との比で表される相対速度 $U_m/U_{w,max}$ との関係を整理したものである。この図では、横軸の $U_m/U_{w,max}$ の正および負は流れの方向と波の進行方向が同方向および逆方向を表し、縦軸の q の正および負は正味の流砂量が流れの方向および逆方向を表している。なお、 $U_{w,max}$ は微小振幅波理論によって

算出される計算値を用いている。この図では、相対速度の絶対値が大きくなると流砂量は流れ方向に急激に増大していることがわかる。波の影響に比べて流れの影響が卓越していることを示している。また、 $0 < U_m/U_{w,max} < 0.5$ の範囲では砂移動は流れと逆方向に向いており波の影響が強いようである。 $-0.8 < U_m/U_{w,max} < 0$ の範囲では、砂は流れと逆方向に移動しているが、他の研究者の結果¹⁾²⁾では流れ方向の移動も観測されており、この領域では波と流れの条件あるいは砂層の条件の微妙な違いが砂移動の方向を左右しているようで

ある。そこで、底質の移動には底面近傍での流速と砂層表面での有効応力が関係しているのではいかということに着目して検討してみる。無次元有効応力が1以下の時間帯は、砂層の抵抗力は減少している状態にあり、その時間帯に作用する流速の方向はほぼ砂の移動方向を表すと考えることができる。また、移動量は有効応力の減少の程度と流速の大きさに依存するであろう。そこで、無次元有効応力が1より小さい時間帯では有効応力の大きさにはかかわらず、流速（大きさと方向）が砂移動の大きさと方向を規定する（すなわち、流速は単位時間あたりの砂移動距離を示す代表量である）とし、水圧測定をおこなった計測時間全体にわたって無次元有効応力が1より小さい時間帯の流速 u を積分し、得られた値を計測時間で除し、単位時間あたりの平均的な移動距離 V を求めてみた。その結果を図.2 で示した流砂量の実験結果とともに示したものが図.3 である。この図の縦軸は無次元漂砂量 V/V_0 であり、この V/V_0 は以下の式によって表される。

$$\frac{V}{V_0} = \frac{1}{nT V_0} \int_0^{nT} u_{\sigma < 1} dt$$

$$V_0 = 10w_0$$

$u_{\sigma < 1}$: 有効応力が1以下の時間帯における砂層面上 1cm の位置における流速

n : 計測時間全体（約 40 周期）の波数、 T : 周期、 w_0 : 沈降速度（2.5cm/sec）

この図から、 V/V_0 と $U_m/U_{w,max}$ の変化傾向はほぼ一致しており、底質の移動現象を変動水圧による砂層の有効応力変化の面から考えることができる程度妥当であることを示しているといえよう。しかし、 $U_m/U_{w,max} > 0.5$ の範囲では、両者の傾向はかなり異なっている。これは、波を上流から作用させた場合であり、底面付近では限界掃流力を超える状態となっており、有効応力の変動にかかわらず底質は移動しやすい状態になっていることが影響しているためと考えられる。

4.あとがき

波・流れ共存場での底質の移動現象は変動水圧による砂層内の有効応力変化との関連である程度説明することが可能のようである。しかし、その妥当性を示すにはさらに詳細な検討が必要である。最後に、本研究に際しては岡山大学 4 年生仁科美里、濱田しおり両君の御助力を得た。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 柴山知也他：波・流れ共存時の岸沖漂砂量、第 38 回土木学会年次学術講演会講演集 - 94、1983
- 2) 谷山二郎他：波と流れの共存場における砂移動に関する - 実験、第 35 回土木学会年次学術講演会講演集、 - 45、1980

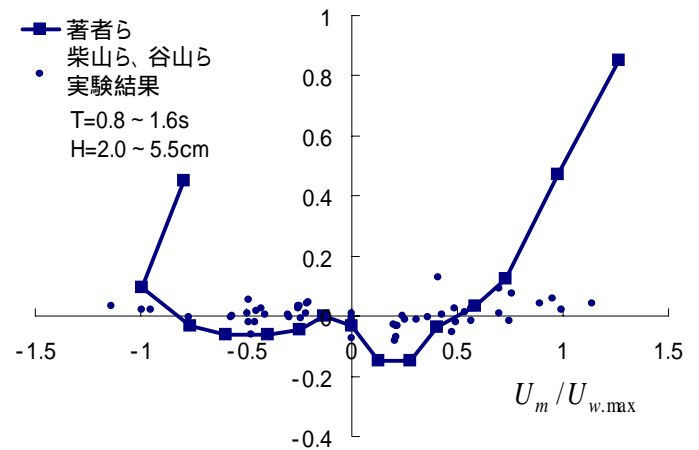


図.2 無次元漂砂量と相対速度の関係

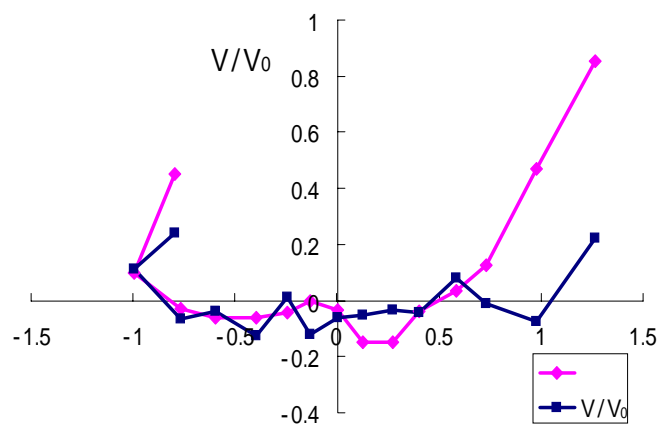


図.3 無次元漂砂量と無次元移動距離の関係