

(Ⅱ - 9) 二次元造波水槽を用いた海浜変形過程の実験に関する一考察

防衛大学校 ○石井義也 富松智洋 重村利幸 林建二郎 藤間功司

1. はじめに

二次元造波水槽を用いて海浜断面の変形過程を調べる際には、造波開始後、どの時点で断面を計測するかによって、結果が大きく異なることがある。従って、これらの実測結果を用いて断面変化の数値モデルを作製検証する場合には十分な注意が必要となる。海浜断面の変形過程や平衡断面の生成に関しては、従来、多くの研究がなされているが、これらは比較的長い時間間隔で測定された断面データに基づいて検討されたものが多く短時間に生ずる断面変化を詳細に検討した例はそれほど多くはない。そこで本研究は波の作用時間をできるだけ短くとり、平坦に仕上げた模型海浜からの断面変化を詳しく調べることにした。

2. 実験装置及び方法

実験には、長さ39.6m、幅60cm、深さ75cmの両面ガラス張りの二次元造波水槽を用いた。水路の下流端には勾配1/20の木製床部を設け、その上に豊浦産の標準砂を厚さ15cmに敷きつめて、模型海浜とした。一方、模型海浜上での波浪諸元並びに断面変化を計測するため、水路の上部には、長軸方向に走行する測定台車を設け、これに市販の砂面測定器とサーボ式波高計を搭載した。また、模型海浜の法先1mの所には入射波の諸元を測定するため容量式波高計を設置した。図-1は、模型海浜ならびに計測器類の設置状況を示す。

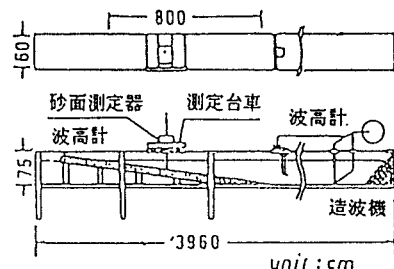


図-1 実験装置

表-1 実験条件

	CASE-1	CASE-2
波高 (cm)	11.83	4.89
周期 (S)	1.49	1.10
波長 (cm)	346.3	188.8
波形勾配	0.034	0.026
C	10.47	5.33

次に実験波としては、海浜断面の分類に関する砂村・堀川の研究を参考にして比較的大きい波形勾配を持つ2種類の波を選んだ。表-1はこれら実験波の波浪諸元を表す。なお、水平床上での水深は40cmと一定にした。また造波時間は1時間とし、造波開始後10分毎に斜面上の波浪諸元と海浜断面を計測した。

3. 実験結果及び考察

3-1 断面変化の経時挙動

海浜上の各場所において生じた断面の経時変化を調べるため、やや巨視的ではあるが、海浜を斜面法尻から岸方向に20cm間隔で分割した。次いでこれら各分割区間において、10分毎に計測した各断面データから平均砂面高を算出し、初期砂面高からの変化量 dz を算出した。図-2、3はこのようにして求めた dz の場所的経時変化を示す。また、図-4、5はバー及びトラフの成長度の経時変化を示す。

これらの図から以下の諸点が明らかになった。

CASE-1の波を作用させた場合には、造波開始10分後にはすでに2つのバー・トラフ系をもつ海底断面が明瞭に現れる。以後バー・トラフの位置は、時間が経過してもほとんど変化せず大きさのみが成長し造波開始後30分後には、ほぼ平衡断面に近い形状に到達する。

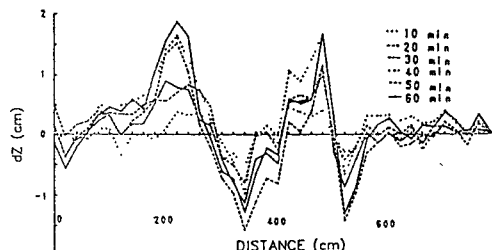


図-2 砂面高の変化量 (CASE-1)

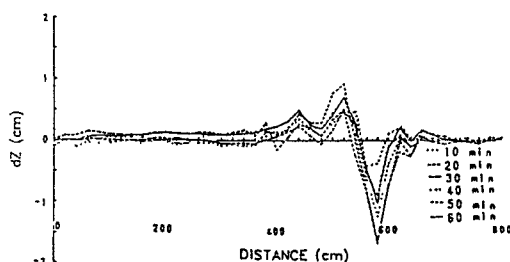


図-3 砂面高の変化量 (CASE-2)

以後、バー・トラフの大きさは消長を繰り返しながら成長を続けるが、成長速度は時間と共に低減する。

CASE-2の波の場合にも、1つのバー・トラフ系が形成される点を除いて断面変化の経時変化はCASE-1の波の場合とほとんど差異は見られない。

3-2 岸沖漂砂フラックス

岸沖漂砂フラックス q と海浜砂面高 z との間には

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{1-\lambda v} \frac{\partial q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

なる連続式が成り立つ。従って上式を次式のように差分化すれば、漂砂フラックス q を算定できる。

$$\Delta q = (1-\lambda v) \frac{\Delta x}{\Delta t} \Delta z \quad (2)$$

ここに λv は砂の空隙率を示す。実際の算定は $\lambda v=0.4$ 、 $\Delta x=20\text{cm}$ 、 $\Delta t=600\text{sec}$ とし Δz には図-4、5に示した砂面高の変化量(dZ)の値を用いて行った。このようにして求めた漂砂フラックス $q(x,t)$ はMadsen・Grantにならって無次元化した。図-6、7は無次元漂砂フラックス ϕ' の場所的経時変化を示す。

図-8はCASE-1の場合の岸向き及び沖向きの無次元漂砂フラックス ϕ'_{on} 及び ϕ'_{of} とシルズ数 ψ_m の関係を経過時間をパラメータとしてプロットしたものである。なお、 ϕ' 及び ψ_m の算定には $d=0.2\text{mm}$ 、 $w_o=2.4\text{cm/sec}$ 、 $s=1.65$ とし、 f_w にはJonsson式から、 u_b には微小振幅波理論から算出した値を用いて行った。図中の実線はMadsen・Grantの求めた関係式である。この図から、 $\phi' \sim \psi_m$ の关系到与える経過時間の影響は、はっきりとは読みとることはできない。しかし、全般的には、Madsen・Grantの求めた関係式に近い分布を示していることが判った。

4. おわりに、

本研究では波形勾配が比較的に大きい2種類の波を用い、平坦床からの断面変化を10分間隔で計測して断面の経時変化を調べた。その結果、今回実施した程度の実験波を用いる場合には、造波を開始して30分程度たつとほぼ平衡断面に近い断面が形成され、以後は消長をくりかえしながら成長を続けることが明らかになった。ただし、無次元漂砂フラックスとシルズ数の关系到与える造波時間の影響を明らかにするまでには到らなかった。今後、計測時間の間隔 Δt や海浜の分割区間長等に留意して更に検討を進めてゆきたい。

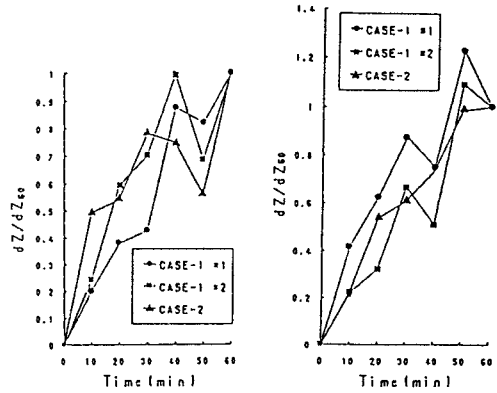


図-4 バーの成長度 図-5 トラフの成長度

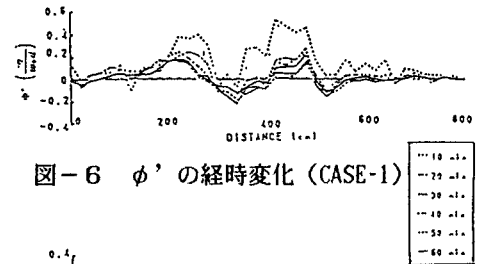


図-6 ϕ' の経時変化 (CASE-1)

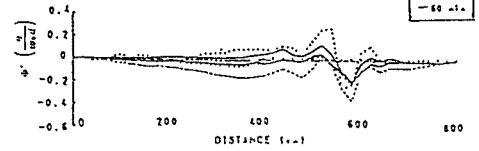


図-7 ϕ' の経時変化 (CASE-2)

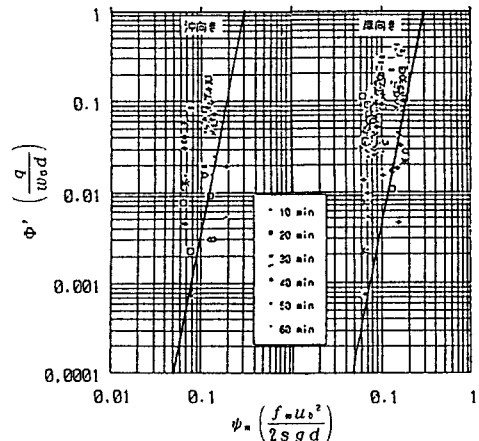


図-8 $\phi' - \psi_m$ (CASE-1)