

II-57

砂れん上の底質移動に及ぼす海底勾配の効果に関する実験的研究

九州大学工学部 学生員 ○西岡悟史

九州大学工学部 正会員 入江 功 小野信幸

1. はじめに

同一特性の波をある初期勾配の海浜に長時間作用させた場合、海底勾配は徐々に変化し、最終的に一定の断面形状（平衡勾配）に落ち着く様子が観察される。沖浜帯のように砂れんがある場合の漂砂は底面が水平ならば通常沖向きである。しかし、沿岸砂洲の沖側では海底勾配が急になって安定し、これが地形安定に大きく寄与していることを考えると、底面に勾配がある場合に重力の効果（沖向き漂砂に寄与）と釣り合うような、底質移動を岸向きにする要素があると考えねばならない。

本研究では、砂れん上の底質移動を岸向きにするような波の条件やその原因を明らかにすることを目的とした実験を行い、海底勾配が変化した場合に砂れん周辺の底層流や砂の重心移動速度に生じる変化傾向を、波形の非対称性と関連して考察した。

2. 実験方法

実験は図-1 に示す長さ 28m、幅 0.3m、高さ 0.5m の二次元造波水路で、静水深 h_0 を 35cm に設定して行った。水路端には $\tan\beta=1/10$ 、または $1/20$ の斜面を設置し、その上に正弦波で模した固定床砂れん（波長 $\lambda=5.5\text{cm}$ 、波高 $\eta=1.0\text{cm}$ ：本研究の波の条件（表-1）により生じ得る砂れんの平均的形状）を敷き詰め、以下の2種類の実験を行なった。

①流れ場の測定では、周期 T を 1.0~2.0s、沖波波高 H_0 を 5.0~9.0cm の間で適宜変化させ、それぞれの斜面について 10 ケースの規則波を作用させた。測定には容量式波高計とレーザー流速計を用い、砂れん頂部上の水深が 15・19・22cm の位置（全て碎波点の沖側）で鉛直方向に底面からの高さを 0.2~15cm の間で 20 点変化させて水面変動と水平流速の時間波形を測定した。測定結果から一周平均流速 U 、流速振幅 u_{amp} を算定した。②砂の重心移動速度の測定では、中央粒径 $d_{50}=0.16\text{mm}$ の砂を用いて①と同じ水深の位置に存在する 2 つの砂れんの谷部に 20g ずつ計 40g の砂を投入した。沖波波高 H_0 は 8.0cm、周期 T は 1.5s と 1.8s の 2 つの規則波を 0.25~2.00min 作用させた後の砂の分散移動状況を調べた。その結果から砂分布の重心移動速度 V_g を算定した。

3. 実験結果

(1) 流れの測定結果

砂れん上の砂移動は底層の流れと密接に関係していると考えられる。そこで、 $z=0$ から 3η までを底層と仮定し、その層の平均流速 $U_{3\eta}$ を底層部の流れの代表値として以後の議論に用いた。

図-2 は底層流と波形非対称性の海底勾配による変化を示したものである。図中、黒印は勾配 $1/20$ 、白抜き印は勾配 $1/10$ のデータを示し、横軸は Ursell 数 $Ur(=HL^2/h^3)$ ； H は波高、 L は波長）で、縦軸は上から水面波形の前後非対称を表す指標の Atiltness (A_t)、上下非対称を表す指標の Skewness (S_k)、底層の平均流速を無次元化した $U_{3\eta}/U_{\text{amp}}$ である。ここで U_{amp} は底面における軌道流速振幅である。図-2 の (a)、(b)

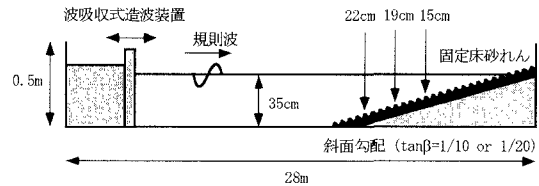


図-1 実験装置

表-1 実験条件

ケース	a	b	c	d	e
波高(cm)	5	7	8	8	8
周期(s)	1.0	1.5	1.0	1.2	1.5
波形勾配	0.032	0.020	0.051	0.036	0.023

ケース	f	g	h	i	j
波高(cm)	8	9	9	9	9
周期(s)	1.8	1.5	1.6	1.8	2.0
波形勾配	0.016	0.026	0.023	0.018	0.014

キーワード：砂れん・海底勾配・波形の非対称性・底層流・底質移動

連絡先：福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学大学院工学研究科(水工) TEL (FAX) 092-642-3293

は $U_{3\eta}/U_{amp}$ に変化が見られたケースと見られなかったケースで分けており、それらは波形勾配 $H_0/L_0=0.02$ を境界として分けることができた。以下に海底勾配が急になった場合 ($1/20 \rightarrow 1/10$) について各項目の変化傾向の特徴を述べる。

A_t は U_r が小さい条件では減少傾向であるが、 U_r が大きい条件では増加傾向となり、その変化点は H_0/L_0 により異なる。また、(a) に比べ (b) が若干変化の幅が大きい。 S_k は全てのケースで減少傾向であるが (a) に比べ (b) は変化の幅が小さい。 $U_{3\eta}/U_{amp}$ は (a) では冲向き流速の絶対値が減少したが、(b) ではほとんど変化が見られなかった。

(2) 底質の移動

図-3 は砂の重心移動速度 V_g と底層流を比較したものである。図-3 の (c)、(d) はそれぞれ図-2 の (a)、(b) の波の条件に対応している。図より海底勾配が急になったときの変化傾向について述べると (c) では V_g/U_{amp} は冲向きから岸向きへ変化し、 $U_{3\eta}/U_{amp}$ の冲向きが減少している。(d) では $U_{3\eta}/U_{amp}$ はほとんど変化していないが V_g/U_{amp} の冲向きは減少している。

4. 実験結果の考察

砂れん上の流れは、波によって砂れん頂部の岸側と沖側に生じる渦の非対称性と深く関連している。 S_k が增大すると砂れん頂部の岸側により規模の大きい渦を生じさせ、底層で冲向きの流れを強める。 $H_0/L_0 < 0.02$ の場合の測定結果において、海底勾配が急になった場合に冲向きの流れが弱められたことは S_k の減少とよく対応している。しかし今回の実験条件で $U_{3\eta}/U_{amp}$ は常に冲向きであったにも関わらず、 V_g/U_{amp} は岸向きに転じる場合も見られた。

このことから砂の移動については S_k の減少による冲向き流れの減少だけでなく、 A_t の増加も寄与していると考えられる。特に $H_0/L_0 \geq 0.02$ の場合、波形の前後非対称 A_t が著しく増加し、流体が底質に及ぼす加速度が岸向きに大きくなったため、冲向き砂移動が減少したものと思われる。

5. おわりに

砂れん上の流れ場と砂の重心移動速度について海底勾配を変えて実験し比較したところ、海底勾配が急になると (1) 波形の上下非対称の減少により冲向き底層流が弱まり、(2) これに加え前後非対称の増加により砂移動は岸向きに転ずる。これらと重力の効果が釣り合うとき、沖浜帯の海浜断面は安定すると考えられる。

参考文献

- 1) 小野信幸・入江 功・高畑栄治 (1998) : 海浜断面の安定化機構に関する実験、海岸工学論文集、第 45 巻、pp. 501-505
- 2) 砂村継夫 (1982) : 浅海域の岸沖漂砂量に関する実験的研究、第 29 回海岸工学講演会論文集、pp. 239-243
- 3) 合田良実 (1990) : 港湾構造物の対波設計、鹿島出版、pp. 210-214

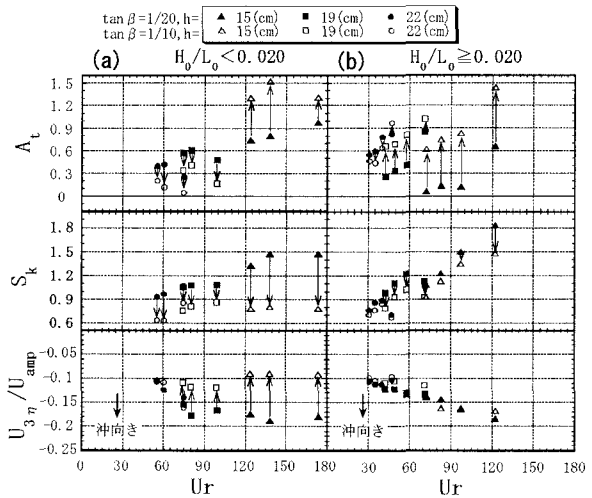


図-2 底層流と波形の非対称性の海底勾配による変化

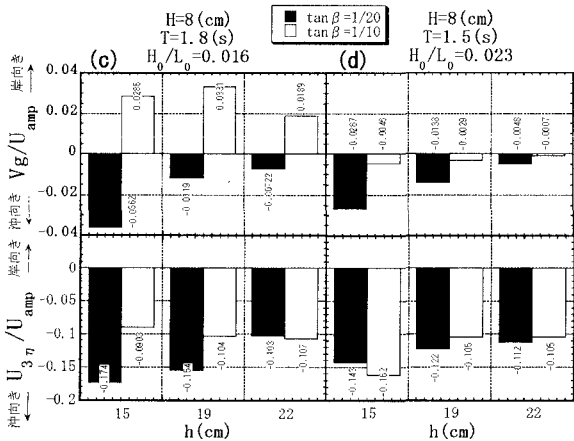


図-3 砂の重心移動速度と底層流の海底勾配による変化