

砂れん上の流れに及ぼす海底勾配の影響に関する実験的研究

九州大学工学部 学生員 ○西岡悟史 学生員 坂本寛和
正会員 入江 功 正会員 小野信幸

1. はじめに

砂浜の底面には砂れんが存在し、その周辺では波による砂の移動が常に生じており、通常スケールの水槽内では砂の移動方向は冲向きである。海底勾配が増加すると重力の効果によりさらに冲向きの移動が増加すると思われるが、もしそうならば海浜では侵食が永久に生じ続けることになる。しかし、現実にはそのようなことはないで、海浜が安定して存在するには、波により岸向きに砂を移動させる何らかの力が作用していると考えられる。

本研究では、砂れん上の漂砂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て、勾配が 1/10 と 1/20 の模型海浜に固定床砂れんを敷き詰め、その上の流れ場を詳細に測定した。その結果より海底勾配が変化した場合に砂れん周辺の底層流に生じる変化傾向や波形の変化との関係について考察した。

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 $\eta=1.0\text{cm}$ ）を敷き詰めた。静水深 h_0 は 35cm で、周期 T は 1.0~2.0s、沖波波高 H_0 は 5.0~9.0cm の間で適宜変化させ、それぞれの斜面について表-1 に示すような 10 ケースの波を作用させた。

流れ場の測定にはレーザー流速計を用い、砂れん頂部上の水深がそれぞれ 15・19・22cm の位置で鉛直方向に底面からの高さを 0.2~15cm の間で変化させ、水平流速を測定した。測定結果から一周平均流速 U 、流速振幅 u_{amp} 、波形の非対称パラメータを算出した。波形の非対称パラメータは、合田ら³⁾ が提唱している波形の上下の非対称性を表す Skewness (S_k)、前後の非対称性を表す Atiltness (A_t) を用いた。

3. 実験結果

図-2 に、一周平均流速の測定結果の一例を示す。図は砂れん頂部を $z=0$ とし鉛直上向きを正、流速は岸向きを正として表示した。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、

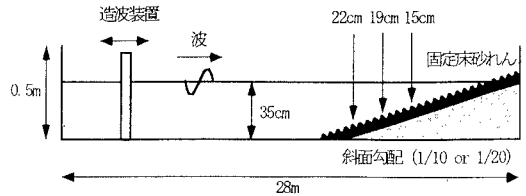


図-1 実験装置

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

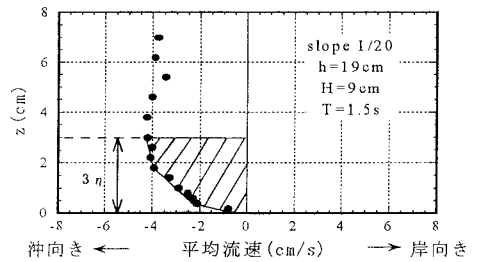


図-2 平均流速の鉛直分布

$z=0$ から 3η までは底層と仮定し、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。

底面における軌道流速最大値を U_{amp} として図-3、4 は表-1 の実験ケースについて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、横軸はアーセル数 $Ur(=HL^2/h^3)$; H は波高、 L は波長)で、縦軸は上から前後非対称 (A_t)、上下非対称 (S_k)、底層流速を無次元化した $U_{3\eta}/U_{\text{amp}}$ である。図-3 と図-4 は、 $U_{3\eta}/U_{\text{amp}}$ 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、それらは沖波の波形勾配 $H_0/L_0=0.02$ を境界として分けることができた。アーセル数が等しい 2 点では底面での流速振

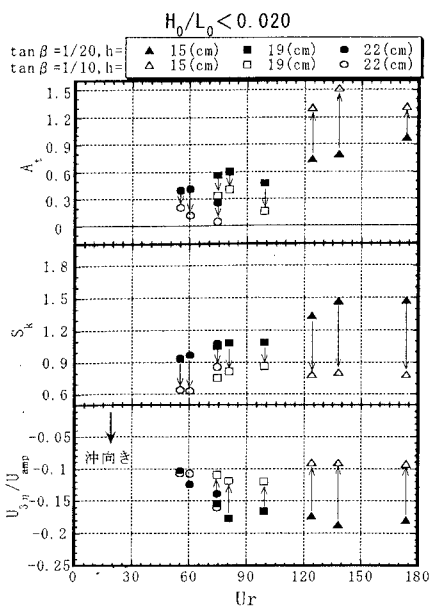


図-3 底層流と波形非対称性の海底勾配による変化

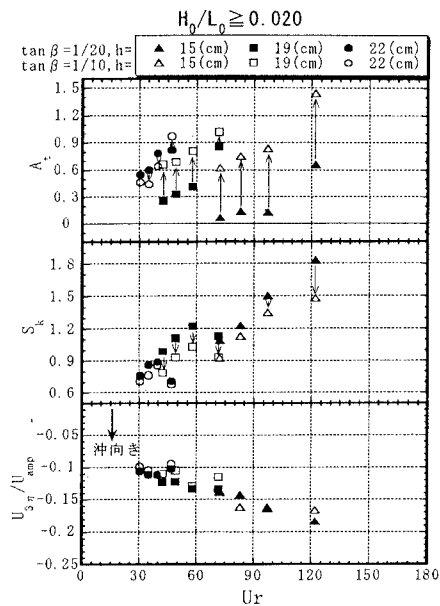


図-4 底層流と波形非対称性の海底勾配による変化

幅にはほとんど変化が見られなかった。以下に海底勾配の急になった場合 ($1/20 \rightarrow 1/10$) について各項目の変化傾向の特徴を述べる。

a) 前後の非対称 (A_t): A_t は、 Ur が小さい条件では減少傾向であるが、 Ur 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、図-3 のケースに比べ、図-4 のケースが若干変化の幅が大きい。

b) 上下の非対称 (S_k): S_k は、全てのケースで減少傾向であるが、図-3 のケースに比べ図-4 のケースは変化の幅が小さい。

c) 底層流 ($U_{3\eta}/U_{amp}$): 底層流は、図-3 のケースでは冲向きの速度が減少したが、図-4 のケースではほとんど変化が見られなかった。

4. 実験結果の考察

海底勾配が急になった場合の底層の流れは、 H_0/L_0 が小さい波の時に冲向き流れが減少する傾向が顕著であった。これと波形の非対称性の変化と併せて考えると、砂れん周辺の底層の流れに関して以下のことが言える。前後非対称 A_t は、ほとんど全ての波について大きく変化しているが、底層流に密接に関連しているとは考えられない。上下非対称 S_k の減少と冲向き平均流の減少とは良く対応している。

5. おわりに

海底勾配が変化した場合に、砂れん上の底層流の変化傾向と波形の非対称性の関係について調べた結果、以下のことがわかった。

- ① アーセル数が大きい場合、勾配が急になると冲向きの底層流が小さくなる。
- ② 波形の非対称性の变化傾向と底層流の変化傾向との関係では、 S_k の対応は良いが、 A_t の対応は悪い。今回の実験で底層流に A_t の変化の影響はほとんど見られなかったが、 A_t は流体の加速度にかかわる量であるため、砂の移動に対しては岸向きへの影響を与える可能性が残されている。現在、 $H_0/L_0=0.02$ を挟む2つの波の条件について、流れを測定した水深に実際に砂を置き、その分散移動の特性について調べている。講演時にはこの結果も併せて報告する予定である。

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