

底面近傍の浮遊砂フラックスにおける吹送流の影響

九州大学大学院総合理工学府 学生会員 ○田畑 敦圭
九州大学工学部エネルギー科学科 学生会員 戸谷 昭浩
九州大学大学院工学研究院 正会員 鶴崎 賢一
九州大学大学院総合理工学研究院 正会員 松永 信博

1. 緒論

海浜変形の予測は、海岸構造物建設の際の環境アセスメントや海浜保全の立場から非常に重要なテーマである。今日では、数値シミュレーションによってある程度の精度での予測は可能となっているが、実用的にも学術的にもさらなる精度の向上が求められている。従来の予測モデルでは、波浪による影響は重視されてきたが、流れの影響は波浪に起因するもの以外は考慮されなかった。近年になって、とくに暴浪時においては風が直接引き起こす吹送流も底質移動に大きな影響を及ぼしているという指摘がなされ(山下・加藤1999)、今日、その精確な評価が求められている。底質移動過程における吹送流の影響を定量的に評価するためには、条件を単純化し、コントロールできるという点から風洞水槽を用いた実験が有効である。そこで本研究では、暴浪時に卓越すると考えられる浮遊砂を対象として大型の風洞水槽を用いた移動床実験を行った。研究の第一段階として水平床において、底面近傍の浮遊砂フラックスに及ぼす吹送流の影響を定量的に評価した。

2. 実験概要

実験には、長さ32m、幅0.60m、高さ0.94mの風洞付造波水槽を用いた。水深hを20cmに固定し、実験砂には $d_{50} = 0.359\text{mm}$ の単一砂を用いた。風の取込み口から風下側にx軸を、静水面から鉛直上向きにz軸を設定した。x=17mから風下側15mの区間を移動床とし、厚さ10cmまで砂を敷きつめた。x=19mの位置において、容量式波高計を用いて水面変動を、ペーン式風速計を用いて風速を計測した。x=27m、z=-18cmの位置において超音波式流速計で流速を、透過光測定方式の濁度計を用いて濁度を測定した。濁度計の出力電圧Vを浮遊砂濃度 g/cm^3 に変換するための検定実験を行った。実験から求められた検定係数は $4.8631 g/(cm^3 \cdot V)$ であった。図-1に測定領域の概要図、表-1に実験条件を示す。波形勾配を0.03に固定し、造波周期を0.4~3.0秒まで変化した波のみの実験をRun 1~5、造波周期1.5秒で

風速値を2段階変化させることでRun 6, 7の実験を行った。表中の d_i は与えられた水利条件のもとで底質が初期移動を始める粒径の上限値、 d_c は完全移動を始める粒径の上限値である。Run 3では砂の移動形態が掃流移動から浮遊移動に遷移し始めると考えられる。そこで、本実験ではこの条件に風速を与えることで完全な浮遊移動状態を作り上げることを目的とした。

3. 実験結果

図-2に波高データから算定したRun 3, 6, 7における水面変位の時間変化を表す。図-3は底面付近の流速、濁度そして浮遊砂フラックスの時間変化を表す。濁度にさほど時間変化が見られないことから、浮遊砂フラックスが流速に大きく依存していることがわかる。表-2は各実験条件での $z = -18\text{cm}$ における浮遊砂濃度 C_0 、シールズ数 ϕ 、流速振幅、平均流速、そして半周期フラックスとネットフラックスを表す。ここで、シールズ数は(1)式で定義する。

$$\phi = \frac{1}{2} f \hat{u}_b^2 / (s-1)gd \quad (1)$$

f は底面の摩擦係数であり、Jonssonの式から算定した。 \hat{u}_b は流速振幅であるが、表-2で示された値を用いた。 s は比重、 g は重力加速度、 d は粒径であり、 d_{50} を用いた。表-2では、底面近傍の浮遊砂濃度は、シールズ数の増加とともに大きな値を示す。但し、Run 2においては流速値が非常に小さいためにシールズ数の算定にやや疑問があること、Run 6においては底質の巻き上がり激しく濁度計の出力にやや疑問があることから、例外として検討から除外した。図-4は表-2に示された半周期フラックスとネットフラックスをグラフに表したものである。風速が増加するにつれて、正のフラックス(岸向き輸送)はさほど変化しないものの、負のフラックス(沖向き輸送)の絶対値が著しく増加することがわかる。そのために、ネットのフラックスは負の値で絶対値が増加していく。負のフラックスの絶対値が増加する理由として、その

ほとんどが平均流である補償流が増加したことによるものと考えられる。

4. 結論

底面近傍の浮遊砂濃度は、シールズ数の増加とともに大きな値を示す。風速が増加すると、正向きフラックスはさほど変化しないものの、補償流の絶対値が増加することによって負向きのフラックスの絶対値が著しく増加する。そのため、ネットフラク

スも常に負の値となり、風速の増加とともにその絶対値が大きくなっていく。

参考文献

山下隆男, 伊藤政博, 三島豊秋, 加藤茂; 風による広域海浜流の発生機構と平面分布特性, 海岸工学論文集, 第46巻, pp.431 - 435, 1999.
戸谷昭浩, 田畑敦志, 鶴崎賢一, 松永信博; 波・流れ共存場における底質移動, 西部支部研究発表会講演概要集 (印刷中), 2004

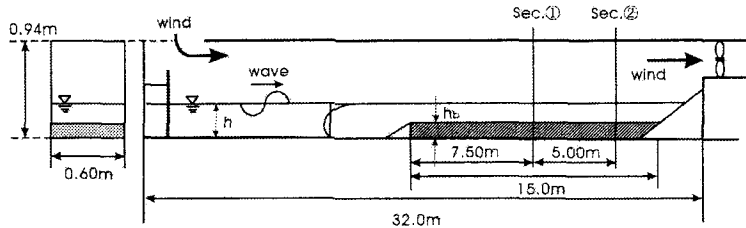


図-1 実験装置の概要
表-1 実験条件

Run	h(m)	T(s)	$H_{1/2}$ (cm)	U_m (m/s)	L(m)	h/L	H/L	d (mm)	d_c (mm)
1	0.200	0.400	1.22	—	0.250	0.800	0.03	6.75E-09	5.87E-09
2		1.00	5.42	—	1.21	0.165	0.03	0.232	4.22E-03
3		1.50	7.70	—	1.97	0.102	0.03	1.55	0.0218
4		2.00	12.7	—	2.71	0.0738	0.03	3.89	0.133
5		3.00	9.19	—	4.14	0.0483	0.03	11.1	0.188
6		1.50	16.6	7.81	1.97	0.102	—	—	—
7		1.50	12.0	12.0	18.2	1.97	0.102	—	—

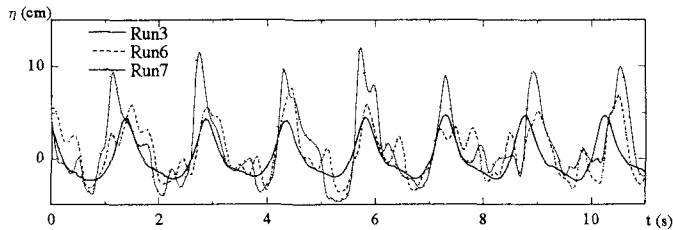


図-2 水面変位の時間変化

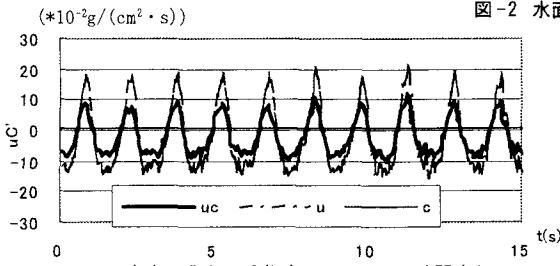


図-3 流速・濃度・浮遊砂フラックスの時間変化

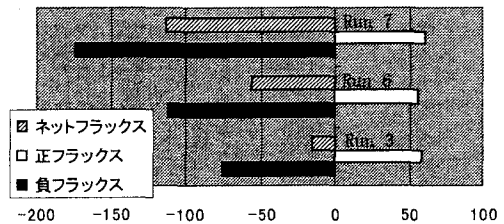


図-4 一周期での浮遊砂フラックスの収支

表-1 実験結果諸量

Run	条件	ϕ	C_s (* 10^{-3} g/cm 3)	流速振幅(cm/s)	平均流速(cm/s)	半周期フラックス		ネットフラックス
1	波のみ		0.076	30.7	—	+	-	—
2	波のみ	0.190	0.376	14.2	-0.023	24.440	-19.544	4.896
3	波のみ	0.144	1.81	12.4	-1.146	58.626	-74.816	-16.190
4	波のみ	0.259	6.34	28.0	0.050	1.30×10^3	-1.33×10^3	-34.628
5	波のみ	0.352	4.15	19.4	-0.185	1.68×10^3	-2.22×10^3	-5.33×10^2
6	波・風	0.355	2.30	19.5	-2.150	55.466	-1.11×10^2	-56.217
7	波・風	0.645	3.84	26.4	-6.946	61.209	-1.74×10^2	-1.12×10^2