

1. 研究の目的 汀線変化を定量的に予測する場合、海浜地形変化の大きい波打ち帯での岸沖漂砂量の算定が重要となる。しかし、波打ち帯では波の遡上・流下に伴う複雑な底質輸送のため、既存の海浜変形モデルに、波打ち帯での浮遊底質移動の間欠特性を組み込む必要がある。本研究は、二次元移動床実験から断面平均内部流速を算定し、佐藤・Kabiling (1994) の二次元海浜変形モデルにシールズ数による浮遊砂の時空間的評価を加えて、波打ち帯での底質輸送の定量評価を行い、侵食性及び堆積性海浜に対する地形変化予測モデルの適合性を検討することを目的として行った。

2. 実験装置と測定方法 二次元波動水槽 (22m×0.4m×0.6m) 内の 1/10 勾配斜面上に、自然砂 ($d_{50}=0.2\text{mm}$, 比重 $s=2.7$, 沈降速度 $w_0=2.86\text{cm/s}$) を用いて形成した、初期勾配 1/15 の一様勾配海浜に、規則波を入射させて実験を行った。実験条件を表 1 に示す。波打ち帯での水面と縦断地形の時空間変化は、水槽側面に設置した 2 台のデジタルビデオカメラ (30 コマ/s, シャッタースピード 1/6000s, 撮影範囲カメラ①: 波打ち帯全域, カメラ②: 静水汀線から最大遡上位置まで) の静止画像記録から時空間格子間隔 $\Delta t=1/30\text{s}$, $\Delta x=0.5\text{cm}$ で読みとった。

3. 波打ち帯の内部流速場 実験開始直後の波打ち帯の地形変化は激しいため、地形の変化が比較的安定した時点での計測データを、解析の対象とした。最大打ち上げ時を基準とした連続 5 波の位相平均水面変動記録を使用して、連続式から断面平均内部流速の算定を行った (真野ら, 1986)。図-1 と 2 に、実験 1 と 2 の断面平均流速 U (○印) と底面摩擦係数 $f_w=0.03$ としたシールズ数 ψ (▲印) の空間分布 (x : 静水汀線位置を基準とした岸向き水平距離) を、打ち上げ時、最大遡上直前及び打ち下げ時に示す。実験 2; 堆積性の打ち下げ位相の継続時間が非常に長く、 U と ψ 緩やかに変化することが認められる。この結果、遡上波先端の底質の巻き上げによる岸向きの底質輸送に比べ、打ち下げ時の沖向きの底質輸送が小さい、堆積性海浜の形成過程の特徴を捉えている。

4. 流速と実測漂砂量の関係 図-3 は、一周期間における無次元最大流速 $|U_{\max}|^*$ ($=|U_{\max}|/(gH_S)^{1/2}$, H_S : 静水汀線 $x=0$ での波高) と実測地形 (図-4(b): 実験開始 60 と 65 分後、図-5(b): 実験開始 90 と 95 分後) から底質の連続式に基づき算定した無次元 net 漂砂量 $|q_{NM}|^*$ ($=|q_{NM}|/dw_0$) の関係を示す。図中には後述する算定岸沖漂砂量 $q_{N,C3}$ (実験 1; 侵食性) $q_{N,CB}$ (実験 2; 堆積性) を同様に無次元化してプロットした。

実験	$H_f(\text{cm})$	$T(\text{s})$	$\tan\alpha_0$	$h_f(\text{cm})$	ξ	海浜区分
1	5.4	1.0	1/15	30	0.36	侵食性
2	2.5	1.3	1/15	30	0.68	堆積性

表-1 実験条件

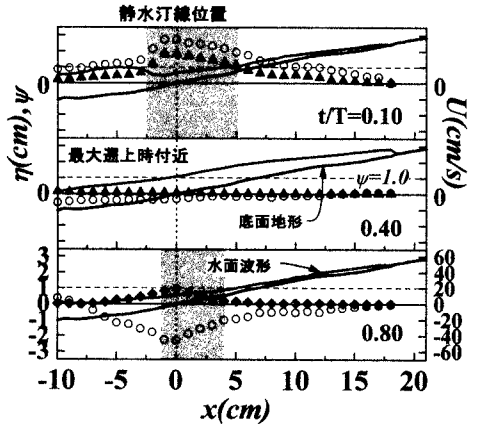
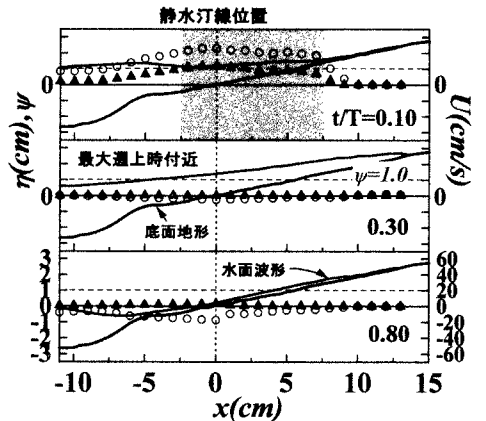
図-1 η, ψ, U の空間分布 (実験1; 侵食性)図-2 η, ψ, U の空間分布 (実験2; 堆積性)

図1と2の ■■■■ は、底質の巻き上げりが観測された領域である。

キーワード: 波打ち帯 net 漂砂量 二次元海浜変形モデル 浮遊砂 堆積性海浜

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL 03-3817-1812 FAX 03-3817-1803

実験結果から、波打ち帯においても q_N が U^3 (のパワー) に比例することがわかる。また $|q_{N,M}|^*$ と $|q_{N,C}|^*$ の比較から、広く模型実験で用いられている時空間的に一定とした底面摩擦係数 $f_w=0.03$ が、波打ち帯において妥当であることが示された。

5. 波打ち帯の漂砂量計算 図-4と5の(a)に、断面平均流速 U の時空間変動を用いて佐藤らのモデルによる算定岸沖漂砂量 $q_{N,C}$ と実測岸沖漂砂量 $q_{N,M}$ (太実線) の岸沖方向分布を示す。モデルによる $q_{N,C}$ は、(1)と(2)式から掃流砂量 q_B と浮遊砂量 q_S を個別に計算し、各瞬間の q_B と q_S の和で評価される。

$$q_B(t)/[(s-1)gd^3]^{1/2} = \alpha_B |\phi(t)|^{0.5} \max(\phi(t) - \phi_c) U_b(t)/|U_b(t)| \quad (1)$$

$$q_S(t)/w_o d = \alpha_S \max(\phi(t) - \phi_c) U_b(t)/|U_b(t)| \quad (2)$$

ここに、 α_B : 掃流砂の係数 (=1.0)、 α_S : 浮遊砂の係数 (=3.5)、 ϕ_c : 限界シルズ数 (=0) である。横軸は、静水汀線位置を $x=0\text{cm}$ とし岸向きを正とする岸沖距離、また q_N は岸向きを正、沖向きを負とする。図-4(b) (実験1; 侵食性) の $q_{N,C1}$ (破線) は、掃流砂と浮遊砂が常に存在するとしたモデル ($\phi_c=0$) の算定結果であるが、明らかに $q_{N,M}$ とは一致しない。そこで、地形変化の激しい波打ち帯では、一周期間での浮遊底質輸送の発生を的確に判定する必要があると考え、一周期間で浮遊移動が発生・存続する時空間域を、 $\phi \geq 1.0$ を閾値として図1と2より判定した。 $q_{N,C2}$ (点線) は、式(2)の ϕ_c を1.0とした場合で、静水汀線付近で $q_{N,M}$ との差が過大に現れている。これは掃流砂とは異なり、浮遊砂の発生過程が、波面の通過により不連続で突発的であることに起因する。浮遊砂の発生過程を考慮し式(2)の ϕ_c を0として、 $\phi \geq 1.0$ で浮遊砂を加えたのが $q_{N,C3}$ (細実線) である。浸透水の自由流出による海浜地形の平滑化のため $q_{N,C3}$ と $q_{N,M}$ とに若干の差が認められるものの、 $q_{N,M}$ に近い $q_{N,C}$ 分布がえられた。

図-5(b) (実験2; 堆積性) は、実験1と同様の検討を行った結果である。 $q_{N,C1}$ (破線) は掃流砂と浮遊砂が常に存在するとしたモデル ($\phi_c=0$) の算定結果、 $q_{N,C2}$ (点線) は式(2)の ϕ_c を0として、 $\phi \geq 1.0$ で浮遊砂を加えた場合の算定結果、 $q_{N,CB}$ (細実線) はモデルの掃流砂のみを評価した算定結果を、それぞれ示している。実験1と異なり掃流砂のみ評価した $q_{N,CB}$ を示したが、 $q_{N,M}$ と比較的一致しており $q_{N,C2}$ は静水汀線付近で $q_{N,M}$ との差が過大に現れている。この原因として静水汀線より沖側に存在する碎波の乱れや、ステップ等の斜面勾配の影響によるシルズ数だけでは判定できない浮遊力の若干の差が考えられるが、現段階ではその原因を確定するには至っていない。

6. 考察 海浜変形モデルを波打ち帯へ拡張するには、一周期間で浮遊移動が発生・存続する時空間域を的確に判定する必要がある。侵食性実験とは異なった堆積性実験の特徴を捉えたが、さらに詳細な検討が必要である。[参考文献] 佐藤慎司・M.Kabiling (1994): 海岸工学論文集巻, 第41巻 (1), pp.401 - 405.

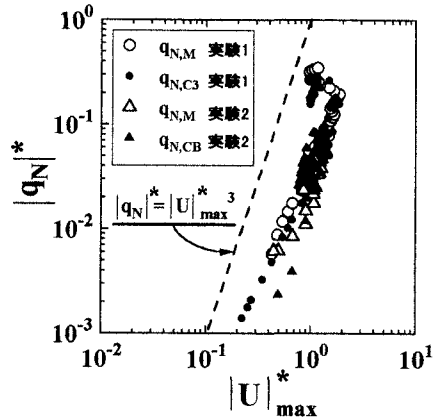


図-3 無次元最大流速と無次元net漂砂量の関係

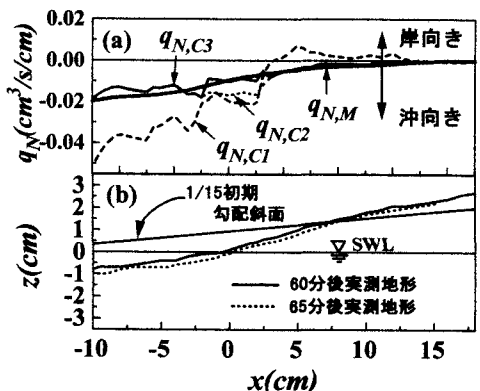


図-4 地形変化と岸沖漂砂量の空間分布 (実験1; 侵食性)

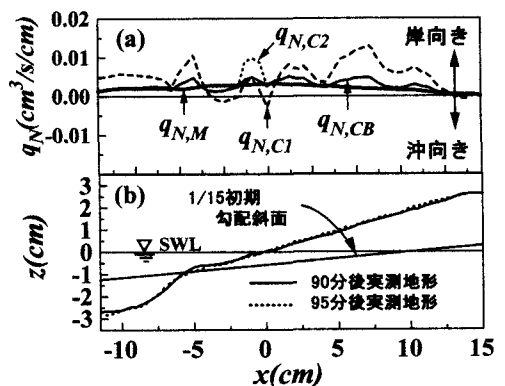


図-5 地形変化と岸沖漂砂量の空間分布 (実験2; 堆積性)