

III—56 海浜平衡勾配と波の質量輸送速度との関係について

(漂砂の運動機構に関する基礎的研究第2報)

京都大学工学部 正員 石原藤次郎

・ ・ 正員 榎木 亨

建設省近畿地建 正員 山口 甚郎

漂砂の運動機構の解明に資するため、著者らは昨年の海岸工学講演会で波動運動による水粒子の運動機構を実験的に明らかにし、従来論じられてきた漂砂の淘汰作用や臨界波形勾配説と波の特性の関係について、流体の運動機構の面から考察を加えた。

本研究は以上の研究の第2報として、漂砂の移動量と密接な関係のある水の質量輸送速度の変化を実験的に解明し、実験水槽内の水の流れの状態を追求した。さらに有効質量輸送速度なる概念を導入して海浜の地形変化を推定した結果、さきに発表した海岸平衡勾配に関する実験結果とそれに及ぼす底質粒径の効果をうまく説明することができた。

1. 底部における質量輸送速度の分布と水の流れの状態について、

従来、波が砕けるまでの浅海波の質量輸送速度については、Stokesの有限波高の波浪理論から展開された浜田博士、佐藤博士らの理論解析があり、また近年一つの断面で全質量輸送が均衡しているという Longuet-Higgins の理論解が発表されている。しかしながら浜田、佐藤両博士らの理論解は常に向岸方向の質量輸送を示し、離岸流が相当大きい値となることが予想される。いそ波帯の質量輸送を算定するには適当といえないようである。そこで、流速が上下層とも一様で一定の離岸流を仮定してその流速を $\bar{U}_b$ であらわすと、連続条件(1)式および質量輸送に関する Stokes の理論解を用いて、 $\bar{U}_b$ は(2)式であらえられる。

$$\frac{1}{hL} \int_0^L \int_0^h (u + \bar{U}_b) dz = 0 \cdots \cdots (1), \quad \bar{U}_b = -\frac{1}{h} \int_0^h \bar{U}(z) dz = -\frac{a^2 k c}{2h} \coth kh \cdots \cdots (2)$$

ここに、 h は水深、 L は波長、 u は水粒子速度、 $\bar{U}(z)$ は Stokes の質量輸送速度、 a は振幅、 k は $\frac{2\pi}{L}$ をあらわす。いま、 $z=0$ における $\bar{U}(z)$ の値を $\bar{U}_0$ であらわして $\bar{U}_0 - \bar{U}_b = \bar{U}'_0$ とし、これと実験値とを比較したのが図-1である。この図より計算値と実験値とがほぼ同様の傾向を示していることがわかり、離岸流が卓越する砕波後の水の流れの状態は、(2)式で示される離岸流を考慮して算定しなければ明らかにすることはできない。なお図-1からわかるように、この $\bar{U}_b$ を考慮しなければならぬのは砕波した後の水の流れについてであって、砕波突よりはるか沖の領域における質量輸送は、Stokes の計算結果と一致する。さらにこれらの実験および計算結果は

Eaton および Inman と Quinn の観測報告ともよく一致している。

2. 波の有効質量輸送速度

と海浜変形について、

砂の移動に関する水の流れの状態変化については1.で述べたが、一般に漂砂が運動

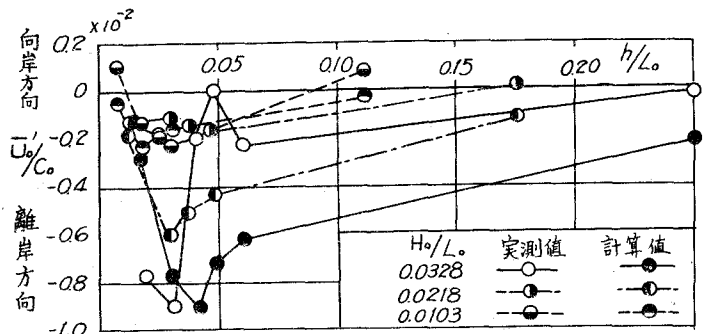


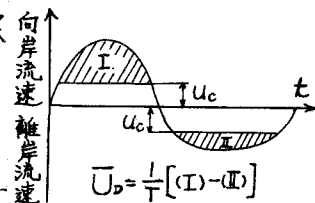
図-1 底部に沿う質量輸送速度の変動

しはじめのためには、その移動を生ぜしめるに必要な流速が存在することは、開水路水流における土砂の移動の問題と同じであろう。したがって砂礫の移動に対して有効な質量輸送速度 U_b として、水粒子速度 u からそれと同時刻の砂礫の運動に要する限界流速 U_c を差し引いたものの一周期間の平均を考える(図-2参照)。この場合 U_c の算 $u^{cm/sec}$ 。

定にあたっては、河川における限界摩擦速度と $\sqrt{sgD}$ との関係を実験的に求めた結果および砂に作用する代表流速と限界摩擦速度との比が一定値 1.85 をもつという事実を用いて、次式を求めた。

$$U_c / \sqrt{sgD} = 1.85 \quad (3)$$

ここに、 S は水中における砂の比重、 g は重力の加速度、 D は砂粒の粒径である。こうして求めた有効質量輸送速度 U_b と漂砂量と



が比例関係にあるものとして、砂礫の堆積、浸食および砂州の発生地災などの考察をすすめて、海岸平衡勾配の実験結果と比較していくこととしよう。

図-3 は H_0/L_0 を一定とした場合の U_b の変化に及ぼす粒径の効果を示す一例であり、図-4 は粒径を一定とした場合の H_0/L_0 の影響を示す一例である。これらの図において、正の傾斜部分が堆積、負の傾斜部分が浸食の場所を示すことは、図-4 に付記したとおりである。この事実に留意して図-3、図-4 を検討すれば、 $H_0/L_0 = 0.0328$ の場合には砂礫の粒径に関係なく砂州が発生し、その発生場所はほぼ一定であって、 $h/L_0 = 0.03 \sim 0.05$ の範囲にある。一方、 H_0/L_0 が 0.0218 および 0.0103 といった穏やかな波の場合は、粒径が 0.1~0.3 mm の場合にのみ砂州が発生しうるが、その位置は 0.0328 の場合よりずっと沖側であり、その輸送速度の値も小さいから、砂州というような顕著なものに発達しないようである。さらに波形勾配が小さい波の場合には、砂の移動が汀線付近に集中していつて

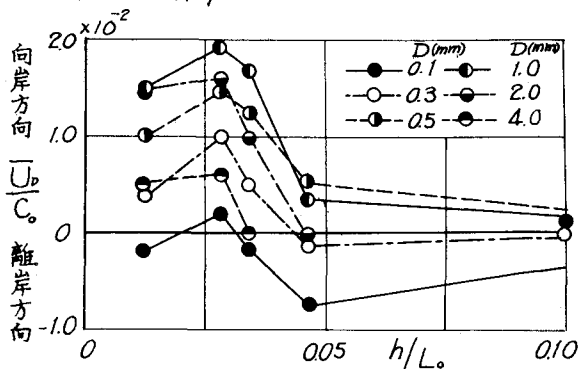


図-3 沖波の波形勾配を一定とした場合の海浜断面に沿う底部局効質量輸送速度の変化。

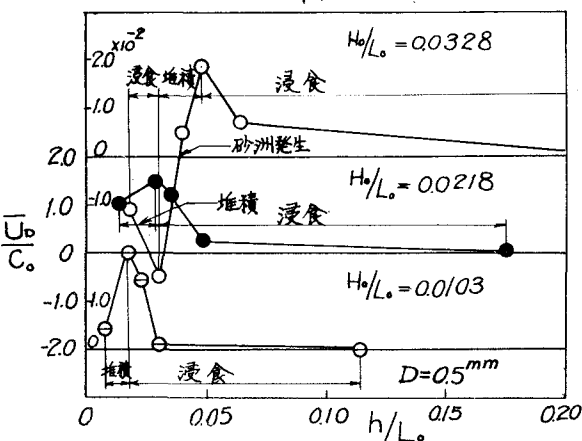


図-4 底質粒径を一定とした場合の海浜断面に沿う底部局効質量輸送速度の変化。

、その結果汀線が前進していくことがわかる。このようにして推定した海浜変形形状および砂州の発生地災は、以前に求めた海岸の平衡勾配の実験結果とよく一致し、従来沖波の波形勾配のみによって考察してきた海浜の変形機構と有効質量輸送速度の面からよく説明でき、また砂礫の粒径の影響を明らかにすることができた。最後に、この研究は文部省科学研究費によるものであることを付記する。