

岸一沖漂砂量の補正と締り度分布について

鹿兒島大学工学部 ○西隆一郎・佐藤道郎
建設省土木研究所 宇多高明

1. まえがき

海浜変形について考察する場合には、底質移動を岸沖漂砂と、沿岸漂砂に分け、そのおのおのについて考察を行なう事が多い。岸一沖漂砂に限れば、従来主に3つの方法でその分布形状が求められてきている。一つは、水理実験で得られた同一測線の経時的な縦断面形状を用いて、式(1)(2)に示すように底質の連続式から漂砂量を求める方法であり、2番目の方法は、波浪作用中に浮遊砂・層流砂の計測を行い空間的な分布を出す方法、そして、もう一つは、数値計算により与えられた波浪条件に対して岸一沖漂砂量を求める方法である。

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{1}{(1-\lambda)} \frac{\partial q}{\partial x} \quad (1)$$

$$q(x) = (1-\lambda) \int_0^x \left(\frac{\partial h}{\partial t} \right) dx \quad (2)$$

ここで、 h は水深、 q は単位幅・単位時間当りの岸一沖漂砂量、 x は地形変化が生じないところに設置された基準点から沖側に向けた座標、そして、 λ は空隙率であり、通常の海浜では0.4程度の値を取ると言われるが、現実的に測定値が公表される事はほとんど無い。

測定された縦断面形状の変化より岸一沖漂砂量を求める場合、当然、海浜の底質量が保存されていなければ正しい漂砂量は求まらない。しかし、これは条件設定のしやすい実験室内で得られた縦断面形状を用いても、見掛け上成立しない事が多く、地形変化から求める岸一沖漂砂量分布が沖側に零にならなかったり、一定のトレンドを持つ場合が生じる。見掛け上の底質量が波の作用前後で異なるのは、測定誤差の累積と締り度つまり空隙率の場所的变化がその主因と考えられる。そこで本研究では、特に実験室内で得られた地形変化量から、岸一沖漂砂量を求める場合の補正方法について考察を加える事にした。

2. 実験方法

従来、岸一沖漂砂量が沖側境界で零にならないのは、地形の測定誤差が主な原因であるといわれる事が多かった。そこで、岸一沖漂砂量の補正方法を考察する上で、出来るだけ精度の良い地形測定を行なうようにした。そのためにポイントゲージを用いて1cm間隔で海浜地形の測量を行なった。しかし、用いた底質粒径が0.2mmだったので、目視による測定誤差を底質粒径の0.2mm以下にする事はできなかった。

岸一沖漂砂量を求めるにあたり、図-1に示す長さ13m、幅0.4m、深さの0.4m(1部)の2次元水路内に、豊浦標準砂を用いて1/10と1/20勾配の海浜模型を設置し、それぞれ波高が8.2cmと周期が1.07secの規則波と、波高が7.2cmと周期が1.94secの規則波を2時間作用させて、岸向き漂砂量が卓越する堆積地形と、沖向き漂砂量が卓越する侵食地形を形成させた。また、図-2に示すように地形測量と併せて、海浜の締り度も測定した。用いた波浪諸元は表-1に示す通りである。

3. 実験結果と考察

岸一沖漂砂量を求めるには、岸側、沖側ともに漂砂量が零、つまり、地形変化が生じていない境界を越えて地形測定を行なう事が、実験室内では可能である。そのような地形測定例として、それぞれ図-3と図-4に、実験で得られた侵食地形と、堆積地形を示す。ここでは、地形の読み取り誤差を底質粒径程度に抑えるために、ポイントゲージを用いて注意深い測定を行なった。そのために一回の地形測定に6時間ほどの時間を費やした。さて、この様な海浜プロ

ファイルを用いて計算した岸一沖漂砂量分布を破線で図-5、6に示す。ここでは、漂砂量の計算を陸側境界から沖側に向かって座標を取り計算してあるため、沖側の境界で零であるべき漂砂量が、零になっていない。これは、測定誤差や空隙率の変化の累積効果に起因したものと考えられる。そこで、まず全断面域で空隙率が一定として、岸一沖漂砂量の補正を行なう。

第一の補正方法は、測定領域内で水深で置換される底質量が保存されているものと考え、プロファイルから計算される体積量の変化(誤差)を、各測定点における水深に、その地点での水深変化量に応じて振り分けるものであり、式(3)(4)で計算される。ただし、 Δh_i は格子での水深変化量、 Δx は一定の格子間隔、添え字 $off\ lim$ は沖側境界の格子番号である。

$$V_{er} = \sum_{i=1}^{off\ lim} \Delta x_i \cdot \Delta h_i \quad (3)$$

$$h_{new,i} = h_i - \frac{V_{er}}{\Delta x_i} \cdot \frac{|\Delta x_i \cdot \Delta h_i|}{\sum_{i=1}^{off\ lim} |\Delta x_i \cdot \Delta h_i|} \quad (4)$$

第2の方法は、例えば渡辺ら(1984)により示されたように、図-5、6中1点鎖線で示されるようなトレンド分を差し引いて補正を行なう方法である。この方法は、各測定点でどこでもこのトレンドのみに比例した分の同じ水深変化量(誤差)が、測定した水深から引かれてしまう事になり、厳密には沖側境界、岸側境界ともに水深変化が生じている事になる。また、この方法は適用が簡単であるが、補正計算で行なうにはやや客観性に欠ける。

第3の方法は、時空間的な水深変化と、空隙率の変化を測定して補正を行なう方法であり、これが最も正確な補正である。しかしながら、空隙率の空間的な分布と経時的な変化を測定する事は、実質的に困難である。そのために、空隙率の代わりに簡便な方法で測定した締り度分布を用いて、連続式を満足するように漂砂量の補正を行なう事を考える。ここでは、測定間隔 Δx_i が一定であるので、地形の補正は次式で示され、この補正された水深に基づいて岸一沖漂砂量を求める。

$$h_{er} = \sum_{i=1}^{off\ lim} h_i \quad (5)$$

$$h_{new,i} = h_i - h_{er} \times \frac{|\Delta c_i \cdot \Delta h_i|}{\sum_{i=1}^{off\ lim} |\Delta c_i \cdot \Delta h_i|} \quad (6)$$

この $h_{new,i}$ は、見掛け上底質の連続式を満足するように水深が補正されているために、求める岸一沖漂砂量も沖側と、陸側の境界で漂砂量が零になる事が明らかである。

4. あとがき

本研究においては、主に実験室のように理想的な測定条件下で得られる海浜地形から直接漂砂量を求めた場合、沖側への累積誤差のために、現実的でない漂砂量分布が生じる事について述べた。そして、現実的な岸一沖漂砂量を求めるのに可能な3つの岸一沖漂砂量補正方法について述べた。それぞれの岸一沖漂砂量分布から水深変化を求める場合にはその傾きが重要であるために、漂砂量の補正の有無に関わらず計算される地形変化量に大きな違いは出ない。しかし、少なくとも波や流れの分布から数値計算される漂砂量との比較を行なう場合には、ここで用いたような漂砂量の補正方法を用いて

絶対量を比べる必要がある。現実的には、空間的な縮り度や空隙率の分布が計測される事はほとんど無いので、通常は一番目の手法を用いる事が薦められる。ただし、本実験で示した縮り度の計測法は簡便であるために、可能な限り縮り度を計測し、漂砂量の補正に用いる事が望ましい。また、第3の方法による補正結果は紙面の都合で省略したが、講演時に示すことにする。

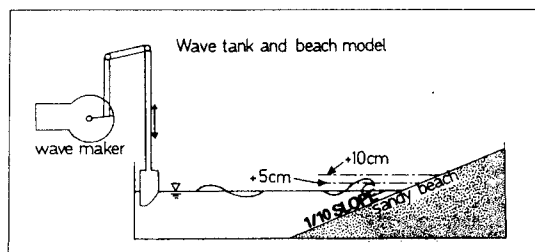


図-1 2次元水路と海浜模型図

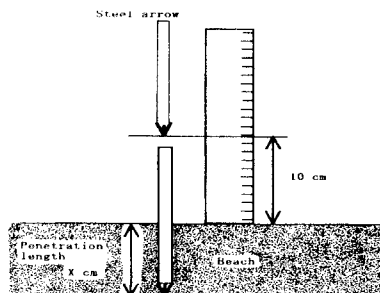


図-2 縮り度の簡易測定方法

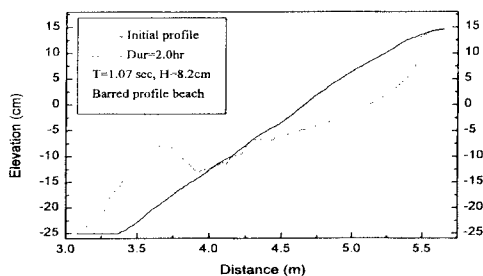


図-3 規則波による侵食断面

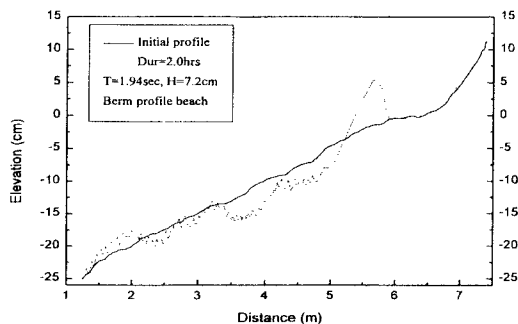


図-4 規則波による堆積断面

参考文献

- 1) 西 隆 一郎・佐藤道部・宇多高明・N.C.Krasu: 砂丘と海浜の縮り度について、海岸工学論文集第43巻
- 2) 渡辺 晃・丸山康樹・清水隆夫・神山 勉: 構造物設置にともなう三次元海浜変形の数値予測モデル、第31回海岸工学講演会論文集

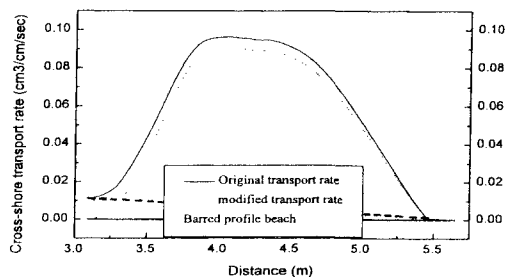


図-5 侵食断面上での岸一沖漂砂量分布

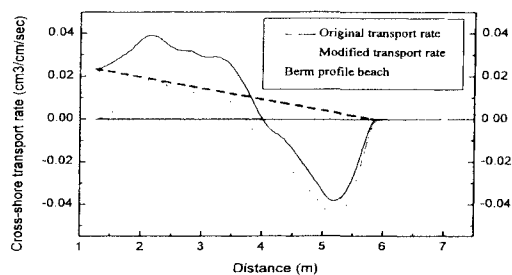


図-6 堆積断面上での岸一沖漂砂量分布

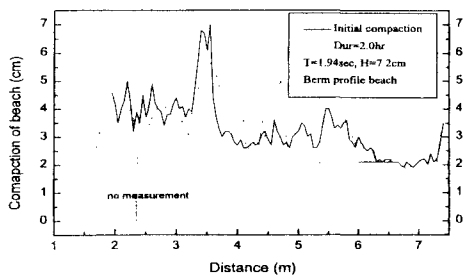


図-7 縮り度の分布 (侵食断面)

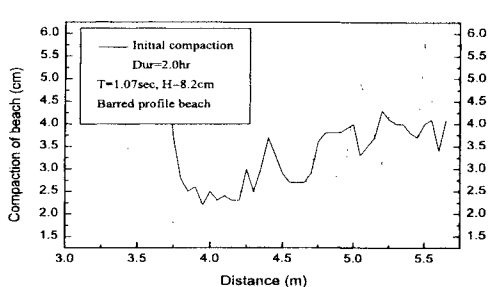


図-8 縮り度の分布 (堆積断面)