

浚渫土砂から成る人工浅場の地形変化とその要因に関する一考察

名古屋大学工学部 学生会員 ○ 根笹 裕太
 名古屋大学高等研究院 正会員 中村 友昭
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員 水谷 法美

1. はじめに: 港湾に土砂が堆積すると船舶の航行に支障をきたすことから浚渫作業が行われてきたが、近年では船舶の大型化に伴い航路の拡幅・増深が求められており、より多くの浚渫土砂が発生し、浚渫土砂の有効活用が必要とされている。その一つとして浚渫土砂を用いた人工浅場の造成が注目を集めている。人工浅場は、水域の環境改善などの様々な有益な効果を持つが、浚渫土砂は粒径が非常に細かく、底質の安定性が懸念されている。本研究では、浚渫土砂から成る人工浅場の地形変化特性を水理模型実験により考究する。

2. 水理模型実験の概要: 本研究では、名古屋大学にあるピストン型造波装置を備えた造波水槽（長さ25m、幅2.22m、深さ1m）に仕切り板を設けて幅を0.40mに縮小して実験を行った。その水槽内に、図-1に示すように、法面勾配 $s_f = 1/10$ の一様斜面部を持つ不透過床（高さ $h_i = 0.20\text{m}$ ）を設置し、その上に中央粒径 d_{50} の珪砂から成る浅場（天端高 $h_s = 0.20\text{m}$ 、法面勾配 $s_s = 1/20$ 、天端幅 $B_s = 2.0\text{m}$ ）を敷設した。また、本研究では図-1に示す通り、浅場法先を原点とし、岸向きを x 軸、上向きを z 軸とする2次元の軸を設けた。実験条件を表-1に示す。ここで、 h は静水深、 H_i はWG1の位置での入射波波高、 T は入射波周期、 d_{50} は底質の中央粒径である。また、 C は

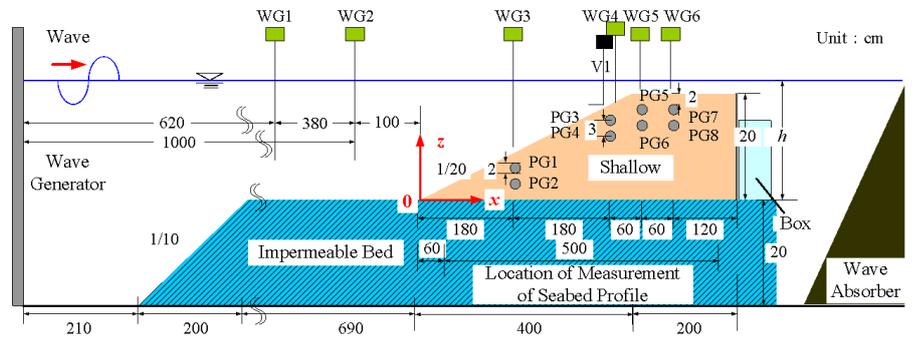


図-1 実験装置の概略図 (WG: 波高計, PG: 間隙水圧計, V: 流速計)

表-1 実験条件

	h [cm]	H_i [cm]	T [s]	d_{50} [mm]	C
Case 1	27.5	2.5	1.0	0.10	4.90
Case 2		6.5			12.4
Case 3	22.5	2.5	1.6	0.10	5.16
Case 4		6.5			12.4
Case 5	27.5	6.5	1.0	0.20	11.4
Case 6	22.5				12.4
Case 7	27.5	6.5	1.0	0.20	7.94
Case 8	22.5				7.88

$C = (H_o / L_o) \tan \beta^{0.27} (L_o / d)^{0.67}$ で表わされる海浜形状を分類する Sunamura・Horikawa (1974) のパラメータ ($C \leq 4$ のとき堆積型, $C \geq 8$ のとき侵食型を表す) である。ここで、 H_o は沖波波高, L_o は沖波波長, β は海浜勾配, d は底質の中央粒径であり、勾配 1/20 の一様斜面であるとして C の計算を行った。実験は以下の手順で行った。まず、初期地形を計測し、その後1分間波を作用させ、その間の水面変動、流速変動、間隙水圧変動を計測し、波作用後の地形変化の計測をした。その後再び造波を開始し、9分間波を作用させ(計10分)、造波開始直後と造波終了直前の1分間の水面変動、流速変動、間隙水圧変動を計測し、波作用後の地形変化の計測をした。この作業を波作用時間が計30分、60分、300分の時に行った。

3. 実験結果および考察: 波作用前と波作用300分後の地形、波作用後の地形変化量 Δz 、 Δz から算出した漂砂量 q (樫木, 1982)、無次元波高 H/H_i 、平均水位 $\bar{\eta}/H$ の分布を図-2に示す。ここで、 Δz は堆積、 q は岸向きを正とした。また、 H/H_i と $\bar{\eta}/H_i$ はそれぞれ造波開始1分間での値である。図-2の波高分布 H/H_i より、波

の伝播とともに H/H_i が増加し、(a)と(b)では浅場の天端より少し沖側で、(c)と(d)では浅場の法面上で H/H_i が減少している様子が確認できる。また、図-2の平均水位分布 $\bar{\eta}/H_i$ より、(b)、(c)、(d)では上述の位置で $\bar{\eta}/H_i$ が上昇している様子が確認できることから、その地点で碎波が生じていると考えられる。一方、地形変化については、図-2(b)と(c)の比較より、入射波波高の増大に伴って地形変化量や地形変化範囲が大きくなるとともに、漂砂量 q も増えることが確認できる。また、図-2(c)と(d)の比較から、入射波周期の増大によっても地形変化量、地形変化範囲、漂砂量 q が増えることが分かる。さらに、図-2より、侵食は上述した碎波点の近傍で顕著であることが確認できる。なお、紙面の都合上、ここに挙げられなかったケースでも、Case 1 以外では浅場上で碎波が生じており、これと同様の傾向が確認できた。ここで、図-2(c)と(d)に関しては、実験装置の都合上、計測できなかった箇所があるものの、沖側で堆積が生じたことを確認している。そして、沖側の堆積を確認したこれらのケースでは、表-1に示したように、 C 値が大きくなる傾向が認められる。ただし、図-2(a)においても C 値が大きくなっているものの、水槽内の多重反射による重複波の影響と考えられる大きな凹凸が見られたために、沖側の堆積が生じなかったと考えられる。さらに、沖向き漂砂が顕著に確認できる図-2(c)について、漂砂が沖向きから岸向きに変化する境界 ($x=350\text{cm}$ 付近) は上述した碎波点の近傍と対応していることが分かる。なお、図-2(d)に関しては、上述のような計測の都合のためこの傾向を確かめることはできなかったが、同様の傾向が生じていたと考えられる。また、図-2の波作用後の地形に確認できる小さな凹凸は砂漣であり、全てのケースで確認された。以上のように、入射波波高、入射波周期の増大に伴って地形変化量や地形変化範囲が大きくなり漂砂量が増えること、碎波点近傍では大きな侵食が生じること、 C 値が大きくなると碎波点近傍より沖側で沖向き漂砂が生じ、沖側に堆積が生じることなどを明らかにした。

4. おわりに: 本研究では、浚渫土砂から成る人工浅場に生じる地形変化特性を水理模型実験により考究した。その結果、浚渫土砂を用いた人工浅場の地形変化と、波浪場との関係を明らかにした。今後は、底面付近の流速及び浅場内部の間隙水圧に着目し、浚渫土砂から成る人工浅場の地形変化特性をさらに検討する予定である。詳細は講演会時に発表する。

参考文献: [1] 榎木 (1982) : 漂砂と海岸侵食, 森北出版株式会社, 195 p. [2] Sunamra・Horikawa (1974), Proc., 14th Int. Conf. Coastal Eng., ASCE, 920-938.

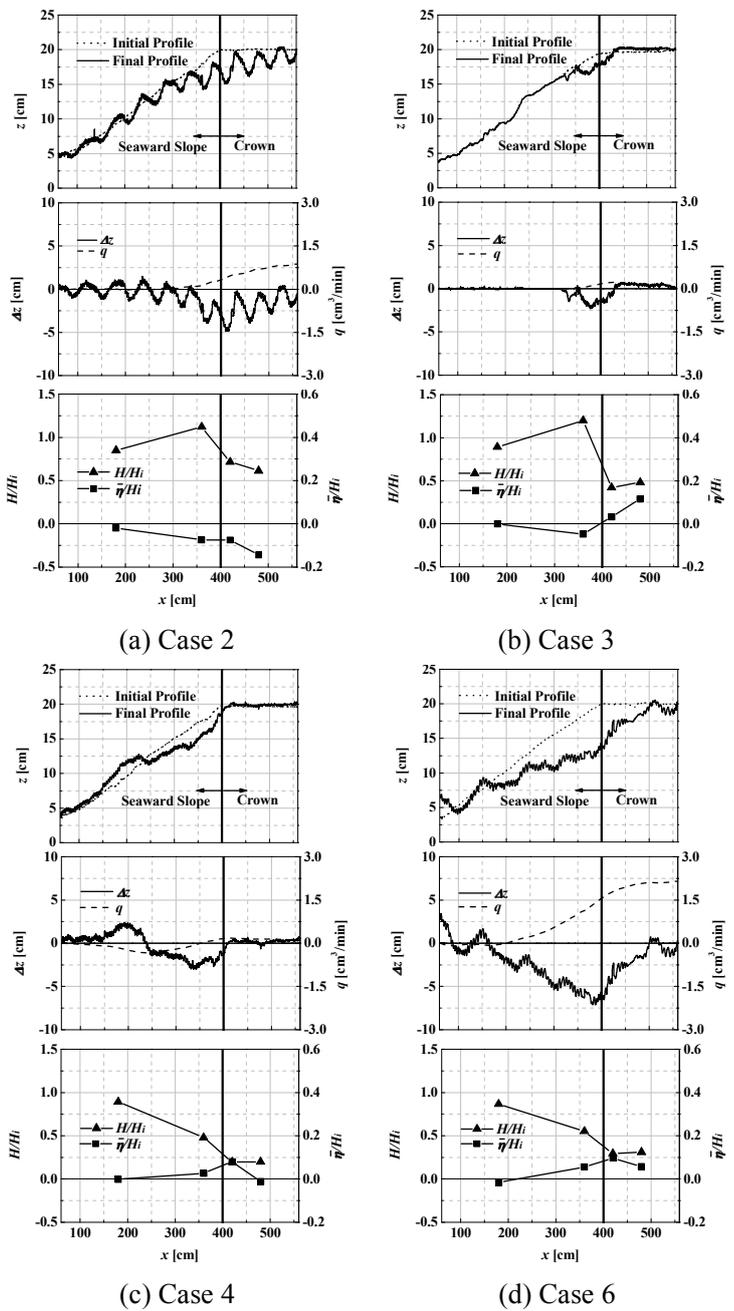


図-2 波作用前と波作用 300 分後の地形、波作用後の地形変化量 Δz (堆積を正)、漂砂量 q (岸向きを正)、造波開始 1 分間での無次元波高分布 H/H_i と平均水位分布 $\bar{\eta}/H_i$

また、図-2の波作用後の地形に確認できる小さな凹凸は砂漣であり、全てのケースで確認された。以上のように、入射波波高、入射波周期の増大に伴って地形変化量や地形変化範囲が大きくなり漂砂量が増えること、碎波点近傍では大きな侵食が生じること、 C 値が大きくなると碎波点近傍より沖側で沖向き漂砂が生じ、沖側に堆積が生じることなどを明らかにした。