

II-7 鉛直壁前面の侵食地形

徳島大学 工学部 正員 三井 宏

1. この研究の目的

沿岸漂砂が卓越している海岸で漂砂の供給が減少または停止したとき、その海岸では次のような問題が生ずる。

- (1) 近い将来、海岸線は大きく後退するだろうが、土木構造物でこの後退を食い止められるかどうか。
- (2) 後退を食い止められるとすれば、その構造物の規模や根入れ長さをどの程度に見積ればよい。

上の現象を模型で再現して観察するには、平面水槽に移動床模型海岸を設置し、斜め入射波を長時間作用させるのが適当と思われるのであるが、多くの労力と費用がかかる上、相似則が明確でない。本研究では次第に述べる特殊な実験手法、すなわち、2次元水路に設置した移動床模型海岸に波を入射させるから、沿岸漂砂量に相当する量の底質を人工的に除去することで3次元現象を再現する方法を用いた。この方法は平面水槽によるよりもさらに相似則が不明確になる欠点はあるが、労力、費用をあまりかけないで比較的大きな模型により、侵食がかなり進行した海岸地形を観察できる利点がある。

2. 実験方法

移動床模型海岸の初期形状は図1に示すように1/15勾配、鉛直壁を破綻点と汀線の中間位置に設置し、底質は比重1.65、中実粒径0.25mm（沈降速度による自然砂換算粒径0.138mm）の人工軽量砂である。水深50cmの水平部での波を16mmシネカメラで撮影し、Healyの方法で入射波高と反射率を算定した。実験は2種類で、暴風型では入射波高 $H=9.28\text{cm}$ 、周期 $T=0.85\text{sec}$ 、深海波高 $H_0=9.99\text{cm}$ 、波形勾配 $H_0/L_0=0.0835$ 、反射率 $K_R=0.74$ 、正常型では $H=7.66\text{cm}$ 、 $T=1.55\text{sec}$ 、 $H_0=8.36\text{cm}$ 、 $H_0/L_0=0.022$ 、 $K_R=0.65$ である。実験手順は造波開始後もっとも動きが激しい地点の底質を平均4L（早期ほど多量）ずつ除去するのであるが、その時間間隔は暴風型では造波開始後20時間までは1時間ごと、以後実験終了の68時間まで除去なしであり、正常型では28.8時間までは1.8時間ごと、以後実験終了の52.8時間まで除去なしである。

3. 実験結果

図1は暴風型地形の時間変化の1例で、造波開始後8時間までは侵食は急激であるがそれ以後の侵食は緩慢となり、堤脚では洗掘、埋め戻しがくり返される。16時間以後は底質の除去を中止し、この時点の堤脚は死水領域のようになり、底質はほとんど動かさない。こうして侵食進行後、鉛直壁前面は種勾配の海底地形がもたらされる。なお、この海底には、暴風型では砂送が、正常型では部分重複波による sand wave が見られた。図2および3に示す

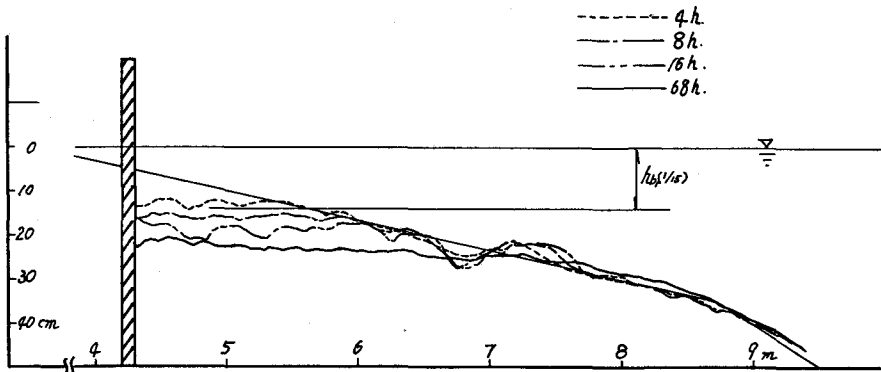


図1 海底地形の時間変化（暴風型）

実線は図1の最終地形のみもふたが示したもので、破線は無堤の自然海岸に対し同様の条件、方法で行った実験の最終地形(準平衡地形と定義)である。図中の h_{i2} は堀川・渡辺による全面移動限界水深で、これより左方に延びる1/1300および1/121~1/500の細線は、進行とともに海底摩擦で減少する波高に対応して移動限界水深の連続形にすると仮定して計算した極限侵食地形である。1/40~1/65および1/140の細線は、進行とともに減少する波高に対応して碎波水深の連続形にすると仮定した理論上の準平衡地形である。このように無堤時の最終地形は極限侵食地形には至らず、理論上の準平衡地形の1.2~1.3倍の水深(この値は底層と波により果るはず)となったが、この考えを鉛直壁がある場合に対して応用する。図中に記入した鉛直壁がある場合の移動限界水深 $h_{i(I+R)}$ は、無堤時の h_{i2} の海底における最大水平流速成分に鉛直壁前面の部分重複波のそれが等しいと置いて次式から求めたものである。

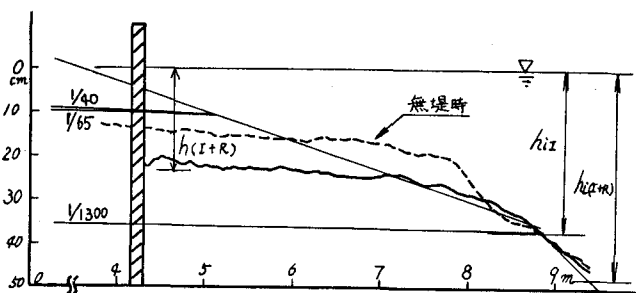


図2 最終地形(暴風型)

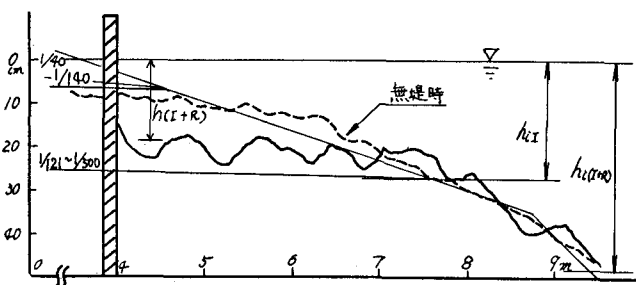


図3 最終地形(正常型)

図中に記入した鉛直壁がある場合の移動限界水深 $h_{i(I+R)}$ は、無堤時の h_{i2} の海底における最大水平流速成分に鉛直壁前面の部分重複波のそれが等しいと置いて次式から求めたものである。

$$(\pi H_{i2}) / (T \sinh kh_{i2}) = \{ \pi (1 + K_R) H_{i(I+R)} \} / \{ T \sinh kh_{i(I+R)} \}$$

無堤時の場合同様、実験結果の最終地形は、ここより侵食されている。図中の $h_{i(I+R)}$ は、鉛直壁の1/4波長前面における準平衡地形に相当する水深で、無堤時の最終地形(破線)における水深と波の資料により計算した海底での最大流速成分と部分重複波のそれが等しいと置いて式(上式と同じ形)から計算した値である。正常型の場合、この計算値と実験値はあまり一致していないが、sand waveの平均水深には一致していると思われる。

kh が小さい場合、 $\sinh kh \approx kh$ であるから前式は簡略化され、鉛直壁設置前の前面水深 h_i と設置後の前面水深 $h_{i(I+R)}$ の関係が次式のようになる。

$$h_{i(I+R)} = (1 + K_R)^{2/3} h_i$$

この場合の反射率 K_R は鉛直壁直前の値を採用すべきであり、見掛け上より大きくなることもある。大まかに言って堤脚水深 $h_{i(I+R)}$ は無堤時の準平衡地形水深 h_i の約2倍になるように、実験結果もほぼそのようになっている。

4. 結 言

(1) 自然海岸(無堤)の準平衡地形の海底での最大水平流速成分と等しくするよう部分重複波を生じる水深と鉛直壁前面水深とは密接な関係があるようだ。(2) 沿岸漂砂の供給が停止し、準平衡地形になっている海岸の比較的浅い地点に鉛直壁を設けると、その前面水深は設置前の約2倍になる。

この結果から得られた所見は以上のとおりである。最後にこの実験のすべてをやりとげた当時学生の松本則一君(鴻池組)に厚く感謝する。

参考文献

- 1) 三井・筒井・中村: 侵食海岸の準平衡地形, 21回海岸工学講演会論文集, 昭. 49, pp. 201~206
- 2) 堀川・渡辺: 波による砂移動に関する一考察, 13回海岸工学講演会論文集, 昭. 41, pp. 126~134