

徳島大学工学部 正員 三井 宏

1. 研究目的

河川や隣接海岸から供給される沿岸漂砂が激減し、浸食が進行している海岸に護岸、海岸堤防、離岸堤を設置すると、堤防前面の攪乱が増し、沿岸流により持ち去られる漂砂が増大して、海底地形は堤防設置前よりも深くなると思われる。この海底地形変化を予測し、これら海岸構造物の断面設計の基礎資料として役立つことを期待し、次第に述べる特殊な実験を2次元水路で行った。

2. 実験とその結果

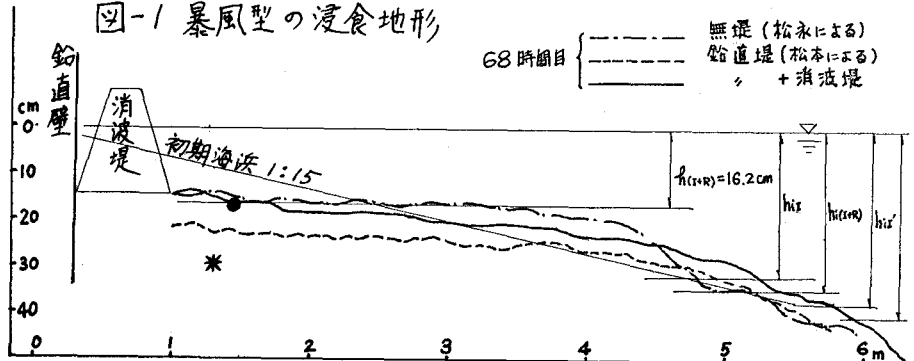
実験水路は幅0.5m、水深50cm、長さ14m、模型海岸の初期勾配は1/15、底質は比重1.65、中央粒径0.25mm（自然砂換算0.13mm）の人工砂、海岸堤防の模型は鉛直壁のみの場合とその前面に消波ブロックを積んだもの（天端高 $\equiv H_b$ 、天端幅 $\equiv 1.5 H_b$ ）の2種類、いずれも堤防位置は汀線と碎波点との中間で、それぞれ暴風型（入射波の $H \equiv 7.8 \text{ cm}$ 、 $T \equiv 0.83 \text{ sec}$ 、 $H_b/L_0 \equiv 0.07$ 、 $h_b \equiv 10.8 \text{ cm}$ ）および正常型（ $H \equiv 3.5 \text{ cm}$ 、 $T \equiv 1.55 \text{ sec}$ 、 $H_b/L_0 \equiv 0.01$ 、 $h_b \equiv 6.0 \text{ cm}$ ）合計4種類である。実験方法は以下の通り。造波中、1時間ごとに底質の移動が最も激しい地点からサイフォンで底質を除去（1回当たり平均量2.5L）。予備実験で10分間ごとに除去した場合の海底地形変化と大差ないことを確認してある。このように底質を人工的に除去する概念は、実際の海岸において波による汀線直角方向の漂砂往復運動が激しい所ほど沿岸漂砂の流失が多いとする大胆な仮定に立脚する。測定項目は所定の各時刻における海底地形、実験終了直前にける反射率である。図-1および2に無堤海岸の浸食地形^{*)}とともに実験結果を示す。反射率の測定結果は次ページの表に示す。なお、実験開始後、約3時間までは地形変化、したがって底質除去量は大きかったが、それ以後は徐々に変化し、暴風型では図-1に見られるように比較的平坦な地形となり、正常型では図-2に見られるようにsand wave状の起伏ある地形となった。

3. 反射率との相関

波による底質の往復運動があるかぎり、その底質は沿岸漂砂となって流失し、海岸浸食は進行するとの考えに立脚して、「極限浸食地形」と「準平衡地形」の2種類を計算した^{*)}。以下にもう一度これらの概念を説明する。上述のように海底が浸食され水深が大になれば波高変化が起る。波は進行とともに海底摩擦によりエネルギーを消耗するので、海底地形変化と波高・波長変化には相互作用がある。海底摩擦によりエネルギーを消耗するから進行する波との相互作用下で海底は最終的に平衡状態になるものと考えられる。このような平衡地形の一つに、すべての海底地点が漂砂移動限界水深より成る、換言すれば、波高・波長を減じつつ進行する波に対応する移動限界水深を連ねた海底形状が考えられ、これを「極限浸食地形」と定義した。もう一つは、工学的にはもっと浅い水深で平衡地形にするとするもので、上記の移動限界水深の代りに、碎波水深より若干深い水深を用いた「準平衡地形」であった。

いま、このような平衡地形上に海岸堤防を作るものとする。無堤時の進行波ではもはや移動しなくなった底質も、海岸堤防からの反射波が加わるため再び移動

図-1 暴風型の浸食地形



し、堤脚部とその前面はさらに浸食するものと考えられる。この浸食程度を推定するため、つぎの仮定をする。

〔無堤平衡地形の堤脚位置での進行波の底部最大水平流速〕＝〔堤設置後の浸食地形堤脚前す $L/4$ 地点での部分重複波の底部最大水平流速〕
これを微小振幅波で示すと次式のようになる。

$$\pi H_I / T \sinh(kh)_I = \pi (1 + r) H_{I+R} / T \sinh(kh)_{I+R} \cdots (1)$$

ここに、 H_I , $(kh)_I$ はそれぞれ無堤平衡地形の堤脚位置における進行波の波高および(波数×堤脚水深)、 H_{I+R} , $(kh)_{I+R}$ はそれぞれ堤設置後の浸食地形堤脚前す $L/4$ 地点における進行波の波高および(波数×水深)、 r は反射率である。上式において kh が小さいと仮定し、 $\sinh kh \doteq kh$, $C_g \doteq \sqrt{gh}$ の関係を代入すれば、次の簡略式が得られる。

$$h_{I+R} \doteq (1+r)^{2/3} h_I \cdots (2)$$

	h_I	反射率 r	鉛直壁 h_{I+R}	消波堤 h_{I+R}
		鉛直	計算	実験
暴風	14cm	0.74	29.3cm	23cm
正常	10cm	0.65	19.3cm	22cm

次表に無堤時の実験結果から得られた設置前の堤脚水深 h_I 、鉛直壁および消波堤の反射率測定値、これから2つを式(2)に代入して計算した鉛直壁および消波堤の $L/4$ 地点の水深 h_{I+R} およびその実験結果 ($L/4$ 地点付近の最大水深) を示す。図-1, 2 に h_{I+R} の計算値を鉛直壁の場合米、消波堤の場合●で記入してある。これらの結果によれば、暴風型鉛直壁の場合のみ実験結果と計算値に差がある。この理由は、反射率の測定誤差が鉛直壁の場合、特に大きかったためと思われる。表でも分るように、鉛直壁の場合、通常とは逆に暴風型の方が正常型より反射率が大きくなっている。実験中ときどき砕波も生じるくらい堤脚水深が浅いので、暴風型鉛直壁の反射率0.74は過大と思われる。堤脚水深が小になると反射率は急減する性質があるので、実験結果の $h_{I+R} = 23\text{cm}$ を式(2)に代入して逆算した $r = 0.95$ ぐらいになるかも知れない。なお、反射率が小さい消波ブロック堤は、それのない鉛直壁のみの場合にくらべて前面海底地形変化が小さいことが、この実験でも印象に残った。

4. むすひ

浸食が進行して沿岸漂砂が少なくなり、あまり地形変化しなくなった海岸(多分遠浅になっている)、または近い将来そのようなようになる海岸に護岸や堤防を作るとき、以上の実験結果と似た海底地形変化が起るものと思われる。左を、式(2)のような簡略化した方法で之をも、また、大まかな予測で結構なとしても、浸食が相当進行した海底地形であるかどうかの判断^{*)}、反射率の正確値の予測が困難な問題として残ってくる。

最後に、この実験と資料解析を担当した当時学生の 中村静弥(大成建設)、松永謙二(銭高組)、松本則一(鴻池組)、石原孝和(大林組)の諸氏に感謝する。

参考文献

*) 三井宏・中村静弥・筒井茂明; 侵食海岸の準平衡地形, 21回海講集, pp. 201~206, 1974

