

建設省土木研究所 正会員 橋本 宏

1. まえがき

海岸侵食の防止方法や沿岸の構造物による海浜形状変化におよぼす影響を評価するために、移動床の模型実験が行なわれている。模型実験においては当然相似性が成立していなければならないが、すべての現象について相似性を保つことは困難であって支配的な現象、注目すべき現象のみを相似にすることが一般に行なわれている。ここでは波による沿岸方向の漂砂が支配的な場合の移動床模型実験についての相似性について考察したのでその結果を報告する。

2. 相似性の基本的考え方

ここで対象と考えているのは波による沿岸方向の砂移動現象と突堤などの構造物の効果である。したがって波浪現象と漂砂現象が相似にならなければならない。波浪は砂を移動させている原動力であり、まず波の変型が相似にならなければ漂砂現象も相似にならない。波に関する主要な現象は、回折、屈折、砕波である。このうち回折現象が模型で生じなければ、模型の縦と横の縮尺をひずませることができる。

浅海における波の変形を相似にするには海底地形を相似にする必要があるが、一般には波浪条件実験に使用する底質の粒径および比重によって一定の海浜形状が形成される。したがって現地の地形と相似になるように底質や波浪条件を設定する必要がある。

漂砂現象についての相似性は沿岸方向の移動が支配的である場合には、沿岸方向の漂砂量の海岸に直角方向の分布とその量が相似であれば保たれると考えられる。漂砂の移動範囲は海岸に直角方向には波のうちあける地床から移動限界水深までであり、この範囲で相似性を保つことは困難である。したがって何らかの省略が必要になってくる。沿岸漂砂が卓越しているのは砕波裏より岸側であるから必ずしも移動限界水深を相似にする必要はないと考えられる。また漂砂方向に漂砂量に変化するために海浜の前進後退が生じる場合には、その前進後退が同じ形状、すなわち底質と波浪条件で決まるある平衡形状を保って前進後退をすると考えることができよう。このような場合には漂砂の卓越している高さを相似にすればよい。地形変化の相似性については漂砂量の縮尺に対応した時間の縮尺を採用すればよい。模型をひずめない場合は長さ l 、地形変化に関する時間 t 、漂砂量を q とし、添字のPとmでそれぞれ実物と模型を表わせば次のような関係が得られる。

$$t_m/t_p = (l_m/l_p)^3 q_p/q_m \quad (1)$$

移動床の模型実験においては相似性を保つことも必ずしいが、相似性を検証することも資料が不足な場合が多く困難である。

3. 相似性の検討

侵食のはげしい富士海岸においてその対策工法を検討するために具体的な相似性の検討を行なった。海岸の地形変化を模型で再現する場合に、一般には一定の規則波で実験を行なうために、現地の支配的な波として何を選ぶかという問題がある。海岸の変形は種々の大きさの波の作用によって生じたのであり、それを単一の波で代表させることはむずかしいが、富士海岸に赤磐の波を田子の浦港における観測値から調べてみると $H_{1/2} = 1.0\text{m}$ 、 $T = 8\text{sec}$ が最も頻度が高いが $H_{1/3} = 3.0\text{m}$ 、 $T = 11\text{sec}$ も次に多く、一応この値を採用して以下の検討を行なった。

模型縮尺は水槽の大きさ、必要とする海岸の範囲などを検討し、 $1/100$ とした。比重 2.65 、 $d_{50} = 0.22\text{ mm}$ の砂を使用した場合に、上記の波浪条件で形成される海浜形状を現地の形状と比較すると図-1に示すようにほぼ相似な形状が得られた。現地の海浜形状はかなり変動しており、平均的に一致していればよいであろう。これらの結果から縦横の縮尺を同一にとることになると、波(波高周期など)については Froude の相似に従うとしてよい。

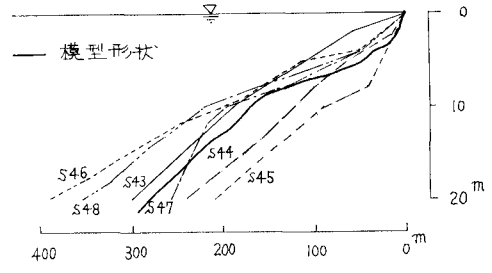


図-1 海浜形状

漂砂については、まず現地における移動高を調べると図-2のようになった。これは田子の浦港防波堤の建設にともなうて生じた防波堤近くの汀線の変化量とそのときの海浜の断面積の変化量 A の関係を示したものである。汀線の前進量が増加するにしたがって断面積の増加も多くなる傾向は見られるが平均的には移動高 $h = A/l = 10\text{ m}$ としてよいであろう。一方模型においても汀線の変化量と断面積の変化量を調べてみると $H/5 = 3\text{ cm}$ 、 $T = 1.1\text{ sec}$ で図-3のようになる。移動高としても模型では $h = 10\text{ cm}$ となり一応相似性は保たれている。この値が一致しなければ波高を変化させる必要があらう。漂砂量については富士海岸では年平均 $1.2 \times 10^5\text{ m}^3/\text{year}$ の沿岸漂砂量があり模型では沿岸漂砂量として $100\text{ g}/\text{sec}$ 程度となっている。したがって地形変化の時間の縮尺は(1)式によって $t_m/t_p = 1.2\text{ hr}/\text{year}$ となる。実物と模型の地形変化を比較したのが図-4であり、上記の値でほぼよいことを示している。模型実験の境界条件としては漂砂の上手からの供給がないものとしているため、実際に供給があれば時間の縮尺は異なってくる。

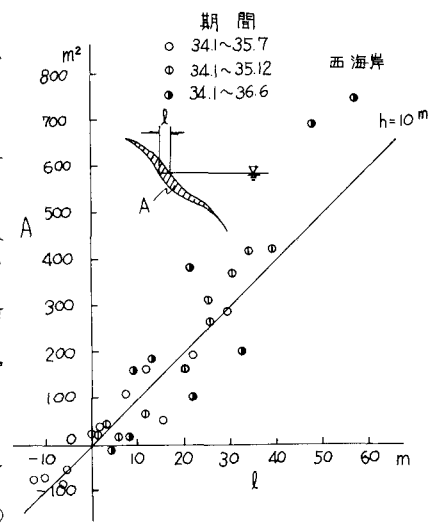


図-2

移動床の模型実験について沿岸漂砂が卓越している場合の相似率について検討を行なったが、検討の資料があれば主要な現象は相似に保つことができると考えられる。

汀線と断面積の変化の関係 (実物)

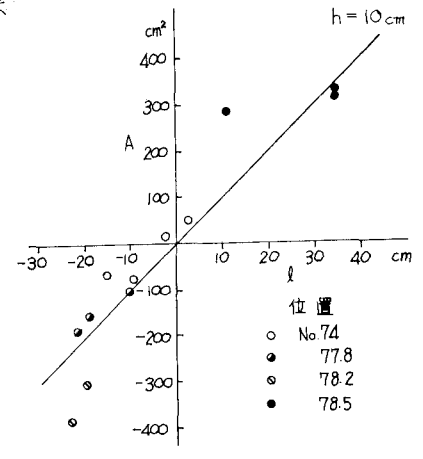


図-3

汀線と断面積の変化の関係 (模型)

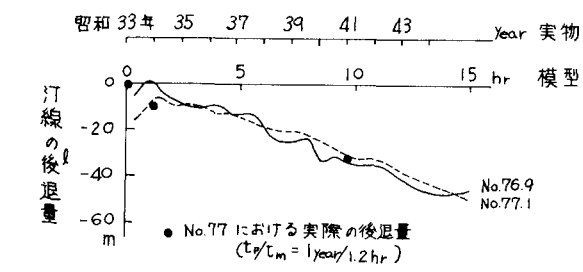


図-4 実物と模型の汀線の時間的变化