

京都大学防災研究所 正員 岩垣雄一

正員 野田英明

ある一定の特性をもつ波が長時間海浜に打寄せると、その波の波形勾配に対応した平衡断面が形づくられていくことはよく知られている。一般に平衡断面に関して沖波の波形勾配 $H_0/L_0 = 0.02 \sim 0.025$ 付近を境として海浜断面は大きく異なり、汀線は H_0/L_0 の値がこれより大きいと後退し、小さければ前進するとされている。しかし米国の Beach Erosion Board において、実際海岸に近い状態で海浜に波を作用させ、実験を行なった結果、初期勾配 $\frac{1}{10}$ 、中央粒径 $d_{50} = 0.22\text{mm}$ 、沖波の波形勾配が 0.0064 (波高 1.65m、周期 11sec) という波でも汀線が浸食され後退することがわかった。これは実際海岸と模型の間に明らかに scale の効果が存在することを示している。複雑な汀線浸食機構を解明するための実験条件を確立するためには scale の効果を十分に把握する必要がある。

著者らはある一定の海浜勾配で養浜した後の海浜変形を調べるため、京大防災研究所宇治川水理実験所の長さ 70m、巾 1.0m、深さ 1.5m のコンクリート水槽を用い、海浜変形に対する scale の効果、とくに底質の大きさの効果に関する実験を試みた。実験水槽には 15m の傾斜部分 (勾配 $\frac{1}{10}$) を設け、その上に砂を敷いた。波起機は 7.5HP のプロアーを用いた減圧式のもので、周期が 20~50sec で、波高が 10~25cm の波を発生させた。実験に用いた波の特性は、沖波の波形勾配 H_0/L_0 が 0.0231 ($H_0 = 17.56\text{cm}$, $T = 2.19\text{sec}$), 0.0213 ($H_0 = 21.10\text{cm}$, $T = 2.53\text{sec}$), 0.0152 ($H_0 = 20.36\text{cm}$, $T = 2.92\text{sec}$), 0.0150 ($H_0 = 14.85\text{cm}$, $T = 2.53\text{sec}$), 0.0148 ($H_0 = 9.88\text{cm}$, $T = 2.07\text{sec}$), 0.0147 ($H_0 = 24.53\text{cm}$, $T = 3.27\text{sec}$), 0.0101 ($H_0 = 20.26\text{cm}$, $T = 3.58\text{sec}$), 0.0061 ($H_0 = 17.40\text{cm}$, $T = 4.28\text{sec}$), 0.0090 ($H_0 = 9.00\text{cm}$, $T = 2.54$) である。なお沖波に換算すべき波高は水深 1m の一定水深部で電気式ポイントゲージを用いて測定した。実験に用いた底質は平均粒径 $d_m = 0.36\text{mm}$ の網野海岸の砂でほぼ均一と思われ、比重は 2.70 である。海浜変形については、初期勾配を $\frac{1}{10}$ として実験を開始し、開始後 15 分、30 分、1 時間、2 時間、以後 1 時間ごとに海浜断面形をポイントゲージを用いて測定し、平衡状態になるまで測定を続けた。初期勾配が $\frac{1}{10}$ であった海浜は時間とともに変形するが、実験開始後 15~20 時間経過すれば断面形はほぼ一定となった。それぞれの波形勾配に対して、実験開始後数時間までは汀線位置の変化は急激であるが、それ以後は少くなり前進、後退が繰返される。この模様を図-1 に示す。波形勾配が 0.0147

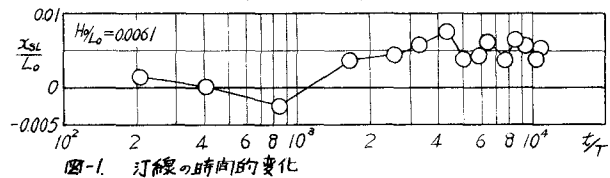


図-1 汀線の時間的变化

, 0.0213, 及び 0.0231 の場合には汀線は後退し、その他の波形勾配に対しては汀線は前進している。後者においてとくに波形勾配が 0.0152, 0.0150, 及び 0.0148 の場合には、汀線は近が堆積しているにもかかわらず、前者の波形勾配 0.0147 の場合のみが浸食をうけている。そこで、この両者の波高を比較してみると、 H_0/L_0 が 0.0147 の場合に H_0 が 24.53cm, H_0/L_0 が 0.0152~0.0148 の場合には、 H_0 がそれぞれ 20.36, 14.85, 9.88cm であって海浜変形は沖波の波形勾配のみでなく、波

そのものの大きさ、底質の粒径、初期勾配の影響をもうけていると考えられる。そこでいま静水面と初期断面との変位を原点とし、波が作用し始めてから t 時間後の汀線の変化量を x_{SL} とおくと、汀線の変動 x_{SL} は主としてつぎの要素の影響を受ける。すなわち、波高 H_0 、波長 L_0 、重力の加速度 g 、経緯時間 t 、底質の粒径 d_m (または d_{50})、砂の水中における砂の比重 S 、初期勾配 i_0 である。したがって、汀線の変動 x_{SL} を L_0 で無次元化すると、つぎのようにならわれる。

$$\frac{x_{SL}}{L_0} = f\left(i_0, \frac{H_0}{L_0}, \frac{d_m}{H_0}, \frac{t}{T}, S\right)$$

平衡断面形に関して論議する場合には、 $\frac{x_{SL}}{L_0}$ の項は省略でき、また砂の比重を一定とすると、

$$\frac{x_{SL}}{L_0} = f\left(i_0, \frac{H_0}{L_0}, \frac{d_m}{H_0}\right)$$

であらわれる。

図-2及び図-3は x_{SL}/L_0 と d_m/H_0 (図-3は d_{50}/H_0)の関係と沖波の波形勾配 H_0/L_0 をパラメータとして示したものであり、 x_{SL}/L_0 が正の場合は汀線の前進を、負の場合は後退を示している。図-2は著者が京大防災研究所で行った実験結果と、岩垣・榎木による実験結果を示したものである。岩垣・榎木による実験では平均粒径 $d_m=0.30, 0.52, 1.00\text{mm}$ 、波高は $2.0\sim 7.0\text{cm}$ であり、実際海岸においては非常に粗い砂の場合を取り扱っているものと考えられる。図-3はBeach Erosion BoardでR.L. Rectorによって行われた実験結果を示したもので、初期勾配 $i_0=1/30$ 、波高 $H_0=9.0\sim 12.0\text{cm}$ 、中央粒径 d_{50} が $0.22, 0.47, 0.90$ 及び 3.44mm 、沖波の波形勾配は $0.04, 0.027, 0.017, 0.010, 0.007$ である。またBeach Erosion BoardでのT.Savilleによる実際海岸とほぼ同じ状態の波を作用させた実験結果も図-2に示した。しかしこの場合は初期勾配が $1/5$ である。図-2及び図-3は、波形勾配及び波高が一定でも、底質粒径によって汀線付近の変化が顕著で、堆積、浸食が起ることを示している。とくに図-3では $d_{50}/H_0=0.002$ 付近でどの波形勾配に対しても汀線付近の変化が急激であつて、このことは図-2でも同様にいえる。今後、沖波の波形勾配が $H_0/L_0 > 0.03$ で波高の大きい場合について実験し、海岸変形の相似律について調べて行きたいと考えている。この研究は昭和34年度文部省試験研究「養浜の海岸工学的研究」による研究の一部であることを付記し、感謝の意を表する。

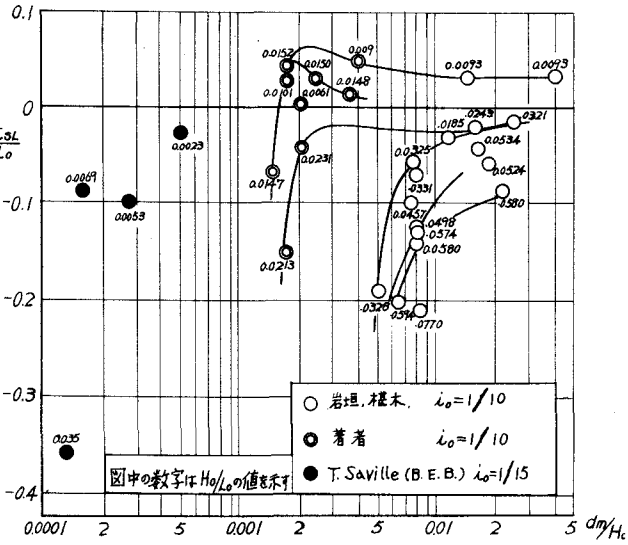


図-2 d_m/H_0 と x_{SL}/L_0 の関係

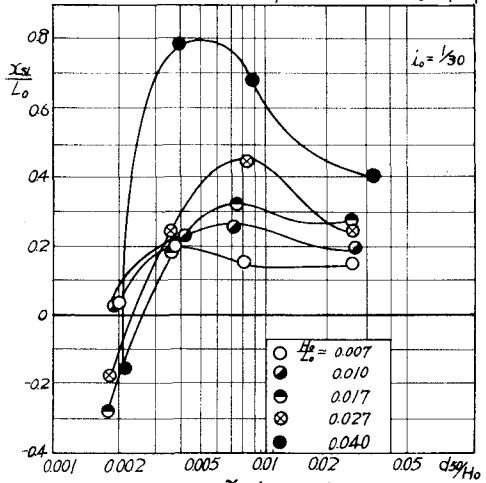


図-3 d_{50}/H_0 と x_{SL}/L_0 の関係