

中部工業大学 土木工学科 正員 高田 彰
 中部工業大学大学院 学生員 尾村 直人

1. まえがき 海浜流と海浜変形の関連性、海岸形態の特性およびcuspの形成など、興味深い研究が数多く発表されているが、このように海浜変形を三次元的に考える場合に、海岸堤防が海浜変形にどのような影響をおよぼすのであろうか。海岸侵食を防止する目的で海岸堤防を設ける場合が多いが、海岸堤防の新設によって汀線後退が助長され、かえって前浜の消失した例も数多く報告されている。しかし、効果をあげている海岸堤防の多いことも事実である。このような海岸堤防の効果を議論する場合に、設置位置、海浜地形および砂礫の特性、波および海浜流の特性、隣接海岸および隣接河川からの漂砂の特性などの影響を総合的に検討しなくてはならないが、まだ未解決の問題が数多く残されている。そこで、本研究では、正常海浜と暴風海浜が交互に現われる季節的変化、すなわち、波循環の変動に対して無堤時の海浜と有堤時の海浜とは、それぞれどのような応答を示すかを実験的に調べたので、ここに報告したい。

2. 実験方法 および実験結果 実験は、幅15m、長さ28m、深さ1.0mの平面造波水槽で行い、造波水槽の一端に50%粒径 $d_{50} = 0.48\text{mm}$ の砂で海浜勾配 $\tan\alpha = 1/10$ を作り、一様水深 $h = 50\text{cm}$ とし、波向きを初期汀線に垂直に作用時間 $t = 120\text{min}$ とした。実験波は①の波として、 $H_0/L_0 = 0.013$ 、 $H_0 = 5.9\text{cm}$ 、 $T = 2.2\text{sec}$ 、 $H_0/d_{50} = 122$ 、②の波として、 $H_0/L_0 = 0.064$ 、 $H_0 = 13.5\text{cm}$ 、 $T = 1.22\text{sec}$ 、 $H_0/d_{50} = 280$ であり、①の波は正常海浜、②は暴風海浜を形成する。実験結果は次の通りであり、それぞれ深浅図を作成した。

(1). 無堤時の実験と結果 1)の実験は初期海浜勾配 $\tan\alpha = 1/10$ において、②の波を120min作用させる。このとき、暴風海浜を形成し、その実験結果は図-1に示される。2)の実験は初期勾配 $\tan\alpha = 1/10$ において、①の波を120min作用させる。このとき、正常海浜を形成し、その結果は図-2(a)に示される。

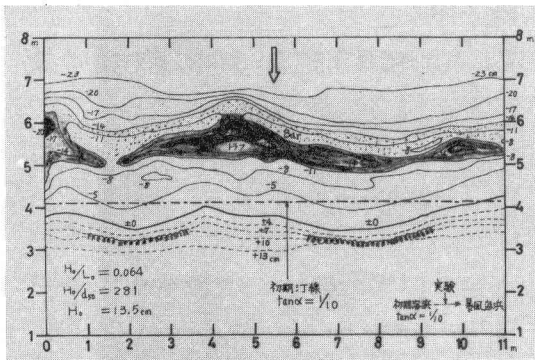


図-1 無堤時暴風海浜 ($\tan\alpha = 1/10$ に②の波)

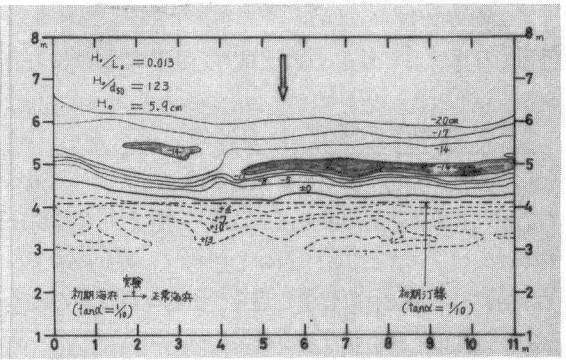


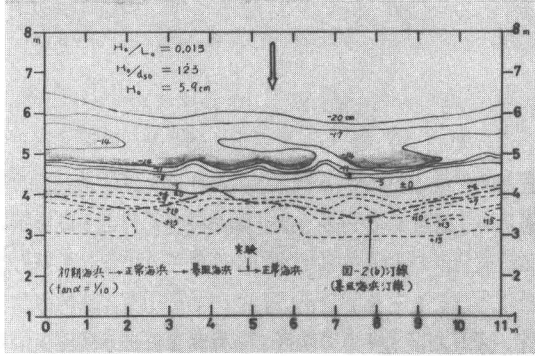
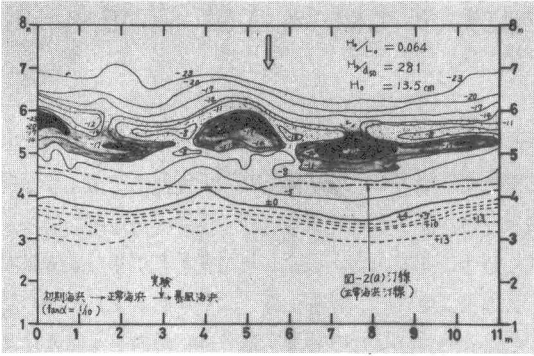
図-2 (a) 無堤時正常海浜 ($\tan\alpha = 1/10$ に①の波)

3)の実験は図-2(a)の海浜に、②の波を120min作用させる。このとき、正常海浜 → 暴風海浜となり、その実験結果は、図-2(b)に示される。4)の実験は図-2(b)の海浜に、①の波を120min作用させる。このとき、暴風海浜 → 正常海浜となり、その実験結果は、図-2(c)に示される。

(2). 有堤時の実験と結果 鉛直壁を、図-2(c)の海浜の汀線より陸側 (初期勾配 $\tan\alpha = 1/10$ の一樣汀線より30cm陸側) に設置して、無堤時の場合と同様な実験を繰り返すと5)~7)の実験のようになる。

5)の実験は①の波を120min作用させる。このとき、正常海浜を形成するが、その実験結果は図-3(a)に示される。6)の実験は図-3(a)の海浜に、②の波を120min作用させる。このとき、正常海浜 → 暴風海浜とな

り、その実験結果は図-3(b)に示される。7)の実験は図-3(b)の海浜に、①の波を120 min.作用させる。このとき、暴風海浜 → 正常海浜となり、その実験結果は図-3(c)に示される。



(b) 無堤時暴風海浜 (図-2(a)の海浜に①の波) (c) 無堤時正常海浜 (図-2(b)の海浜に①の波)
図-2 無堤時の海浜変形と波の循環変動との関係

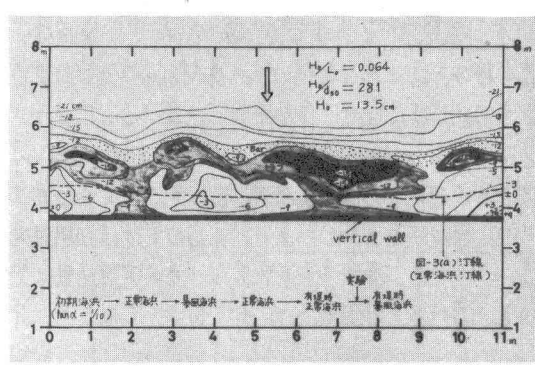
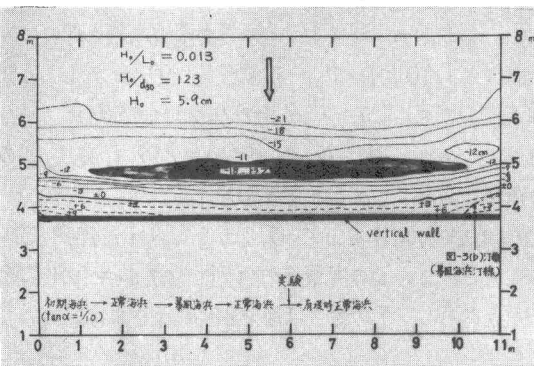


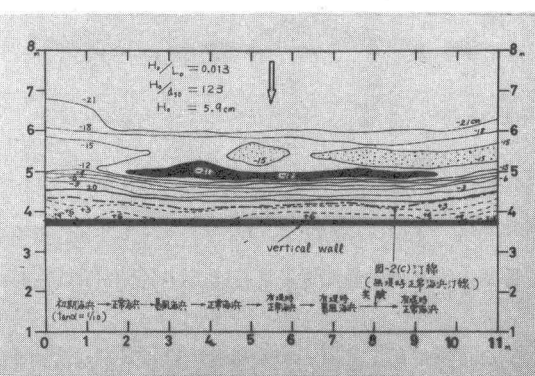
図-3(a)有堤時正常海浜 (図-2(c)の海浜に①の波) 図-3(b) 有堤時暴風海浜 (図-3(a)の海浜に②の波)

3. 実験結果の考察 (1) 無堤時の場合

i) 図-1と図-2(b)の暴風海浜の深浅図より, bar やtroughの位置と規模および汀線の平面形状などが非常に似ている。また、図-2(a)と図-2(c)の正常海浜の深浅図より, stepの位置と規模, cuspの位置と規模および汀線の平面形状などが非常に似ている。これらより、波による海浜の変形は、海浜の初期形状にあまり関係しないが、波の特性によってほぼ同様な暴風海浜と正常海浜の再現性のあることがわかる。

ii) 図-2(a)と図-2(c)の正常海浜の汀線を比較すると、図-2(c)の方が、やや汀線が後退している。これより、暴風海浜を履歴した正常海浜は、侵食傾向にあることがわかる。しかし、波の特性、作用時間の割合などによっても変化するので、さらに検討しなくてはならない。

iii) 現在の波による海浜の変形が、過去の波による海浜の履歴にあまり影響されないとすれば、波の循環の変動による汀線の変動量 Δy は、堀川・砂村・近藤(1974)の実験式を用いることができる。



(c) 有堤時正常海浜 (図-3(b)の海浜に①の波)
図-3 有堤時の海浜変形と波の循環変動との関係

$$\Delta y = 0.15 (\tan \alpha)^{-0.75} \left[(L_0)_{n+1} \left\{ \frac{(H_0)_{n+1}}{g \cdot d_{50} \cdot T_{n+1}^2} \right\}^{0.75} \left\{ 1 - \log_{10} \frac{(H_0)_{n+1} \cdot \tan \alpha}{d_{50}} \right\} - (L_0)_n \left\{ \frac{(H_0)_n}{g \cdot d_{50} \cdot T_n^2} \right\}^{0.75} \left\{ 1 - \log_{10} \frac{(H_0)_n \cdot \tan \alpha}{d_{50}} \right\} \right] \quad \left(\begin{array}{l} \text{堀川・砂村} \\ \text{近藤 (1974)} \end{array} \right)$$

ここに、Suffix (n)は過去に作用した波、(n+1)は現在作用している波を示す。 Δy がマイナスのときはnの状態の汀線より後退(浸食)を示し、プラスのときは前進(堆積)を示す。この式に、著者らの実験条件を代入すれば、 $\Delta y = \pm 153.6 \text{ cm}$ となるが、実験値の Δy は場所的に著しく異なり、最も前進する場所と後退する場所は同一地点であり、最小の前進、後退の場所も同一地点である。また、推算値は、やや過大な値を与えるが、作用時間、3次元の実験と2次元の実験の相違などの影響があると考えられるので、さらに検討しなければならない。図-4は推算値と実験値の比較を示す。

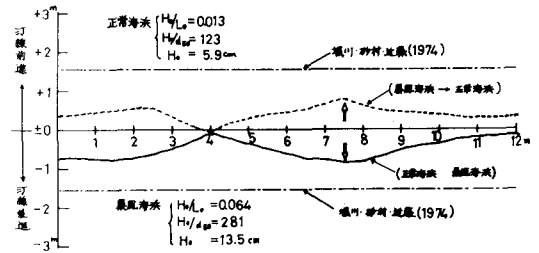


図-4 波の循環変動による汀線変化

iv) 正常海浜の汀線付近のモデルと打上げ高の模式図は、Bascom (1964)や、その他の研究でも提案されているように、図-5のように示されるが、暴風海浜の汀線付近のモデルと打上げ高の模式図は、図-6のように考えられる。これより、正常海浜と暴風海浜の漂砂の卓越方向および波の打上げ高の傾向は、凹凸の汀線形状のところ、正反対の現象であることになる。

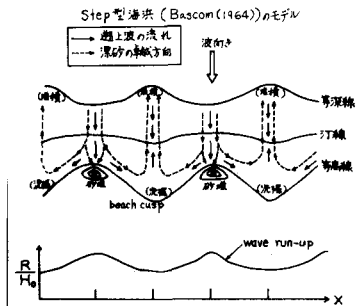


図-5 正常海浜の汀線付近のモデル (Bascom (1964))と打上げ高(模式図)

(2) 有堤時の場合 i) 図-3(a)と図-3(b)の比較より、有堤時の場合も海浜の地形にあまり関係せず、波の循環変動による海浜の再現性が認められる。また、暴風海浜を履歴した正常海浜の汀線はかなり後退する。 ii) 図-3(a)および(c)と図-2(c)を比較すれば、等深線は平滑化し、無堤時の汀線より前進するが、troughの発達が認められる。 iii) 図-3(b)と図-2(b)を比較すれば、無堤時に比べ、barおよびtroughの位置が陸側に前進し、堤防前面はかなり洗堀が進行する。また、無堤時に汀線変動の大きい地点は有堤時においても著しく洗堀し、等深線の形状は無堤時に比べて凹凸が、著しくなり、局部的洗堀が進行する。

4. あとがき 以上のような結果を得たが、この種の実験は、堤防位置、波の特性、砂の粒径および作用時間の影響がとくに大きいと考えられる。例えば、細井(1967)は無堤時平衡海浜の汀線よりやや陸側に堤防を設けると、無堤時と同一の波に対して汀線は最も前進(堆積)するが、粒径の影響が大きいという実験結果を得ている。また、服部(1973)は無堤時暴風海浜の汀線に鉛直壁を設けて、堆積性の波を作用させると海浜は洗堀が進行するという、著者らとは逆の実験結果を得ている。したがって、今後、広範囲の実験より影響要素について検討し、一般的な傾向を定量的に、明らかにしなければならないと考えられる。

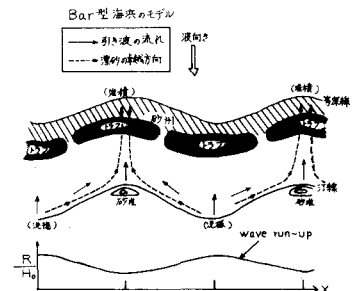


図-6 暴風海浜の汀線付近のモデルと波の打上げ高(模式図)