

京都大学防災研究所 正会員 土屋義人

1. 緒言 河川流域の開発のみならず、海岸の利用に伴って、わが国をはじめとする諸国では、海岸侵食が大きな問題となり、海岸保全が重要視されてきたことは周知のことである。同時に海岸の環境維持のみならず、沿岸海域の管理の観点からも、このことが取りあげられ、狭長な国土のわが国では、国土保全の必須事項のひとつである。オランダ、英国をはじめとする欧州各国、アメリカ合衆国やわが国などでは、海岸保全について多くの経験をもっている。しかし、基本的には漂砂を主体とする海浜過程に依存するため、一般的な海岸保全工法の確立をさまたげているというべきであろう。本文では、自然海浜の特性を生かした海岸侵食制御の方法論を主として沿岸漂砂に立脚して考察する。

2. 自然海浜の特性 R. S. Ilvesterは自然(Nature)はよくその海浜過程の教訓を与えることに注目して、安定な自然海浜の形状特性を明らかにしている。自然海浜の消波機能の定量的評価は明らかでない。しかし、図-1に示す反射率 K_r に関する実

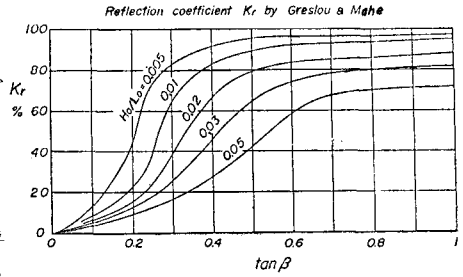


図-1 海浜勾配の波の反射率に及ぼす影響

験結果によれば、海浜勾配 $\tan \beta \approx 0.05$ 程度では $K_r \approx 5\%$ となる。自然海浜では、透水性や炭漂砂による付加的な消波機能がさらに加わるであろう。したがって、いかなる消波構造の機能と比較しても、この特性は強調されるであろう。最近、著者らはこの協同研究として、自然の安定な海浜を静的に安定な海浜(a)と動的に安定な海浜(b)に分けて定義し、図-2に示す特性長について、図-3のような結果をえている。すなわち、前者では β_b が θ_b のみの関数として、後者では θ_b のほか β_b/θ_b によっても定められることになる。

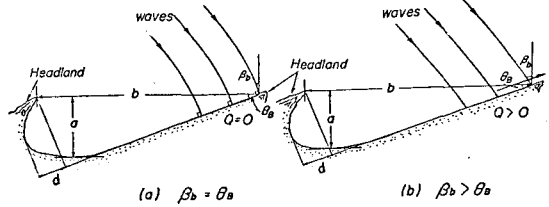


図-2 安定海浜の形状特性と特性長

3. 海岸侵食制御の考え方 ここでは漂砂現象のうち沿岸漂砂に着目して、その制御方法から海岸侵食制御を考えたい。一般海浜における沿岸漂砂量 Q_x は、一般に次式で表わされる。

$$Q_x = C_0' (E C_g)_B \sin 2\theta_B \quad (1)$$

ここに、 $(E C_g)_B$ は碎波点における波のエネルギーフラックス θ_B は碎波点における波の入射角であり、また C_0' は比例定数である。この関係は碎波水深 h_B を用いて、次のように変形される。

$$Q_x = C_0 h_B^2 \sqrt{g h_B} \sin 2\theta_B \quad (2)$$

ここに、 g は重力の加速度であり、また C_0 は比例定数である。これらの式は、沿岸漂砂量が波のエネルギーフラックスの沿岸方向成分に比例することを表わし、またこのことは沿岸流の全流量に比例することにもなる。したがって、この関係が一般海浜より若干変形した自然海浜において通用できるものとするれば、沿岸漂砂量ま

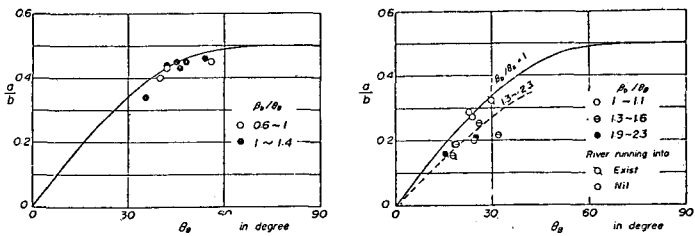


図-3 静的(左図)及び動的(右図)に安定な海浜の特性

たは沿岸流量を制御するためには、式(1)においてエネルギーフラックスまたは碎波角を変えるか、あるいは式(2)において碎波水深または碎波角を変化させればよい。すなわち、碎波水深を小さくして沿岸漂砂量を減少させるためには、より緩勾配の海浜を造成すればよく、この方法はいかなる襲撃波浪に対しても同様の結果を期待することができる。ただし、実際には用地問題をはじめ、造成後の海浜変形や底質特性の変化の予測を必要とする。つぎに、碎波水深 h_B をあまり変りないうようにして、碎波角 θ_B のみを変化させ、沿岸漂砂量を所定の値に制御することもできる。この場合には、前述した自然海浜の特性を十分生かして、碎波角 θ_B を変化させればよい。

4. 海岸侵食制御の方法 前述した侵食制御の考え方によれば、できるだけ自然海浜の機能を生かす立場からすれば、碎波角 θ_B を変化させる方法が実際的である。この場合、つぎの2つが考えられよう。

(1)漂砂源の消滅による海岸侵食 埋立などによって漂砂源が完全に消失した場合、必然的に侵食される。しかし、一般には波浪特性は変化せず、むしろ侵食に伴って海浜断面は急になるので、より大きな外力をうけて侵食は助長される。侵食前には、適当な漂砂源に対応した沿岸漂砂により、比較的安定であったとすれば、そのときの碎波角 θ_B は卓越波浪に対してある値をとっていたであろう。しかし、侵食後は、沿岸漂砂量を消滅させる必要があるので、 $\theta_B = 0$ となるいわゆる静的に安定な海浜を図-4に示すように造成すればよい。こうして、自然海浜の有効な消波機能と汀線の延長をはかり、浪の反射を極力小さくして、沖方向漂砂の発生を極力防止することができよう。離岸堤もこの目的のために、図-5のように適用可能であろう。

(2)漂砂源の変化による海岸侵食 河口海岸における侵食はあまりにも著しい。河川よりの漂砂源を Q_R とすれば、河口海岸は安定かまたは堆積傾向にあったものが、 Q_R が Q_R' ($Q_R > Q_R'$)と成り、図-6(a)のように侵食される。波浪特性は変わらないので、沿岸漂砂量 Q_x に対して($Q_R - Q_R'$)に対応しただけ侵食が進むことになる。したがって、少なくとも($Q_R - Q_R'$)だけ沿岸漂砂量を従前より減少させる必要がある。そのために、(b)図に示すように、ヘッドランドA、BおよびCを設置して、動的に安定な海浜群を自然に形成させ、碎波角 θ_B を θ_B' に減少して、式(2)により、沿岸漂砂量を減少させることができる。こうして、沿岸漂砂量を所定の値に設定することは、少なくとも原理的に可能であろう。しかし、ヘッドランドの下流側を際い、海浜形状はほとんど同一であり、自然海浜の機能を十分生かし、汀線長の延長をはかることができるので、汀線単位長さ当りの波浪エネルギーを減少させることができるはずである。

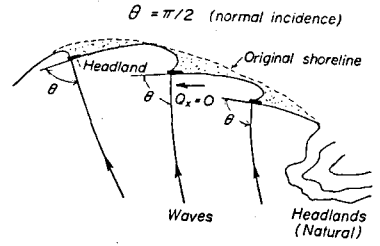


図-4 漂砂源の消滅の場合の侵食制御(1)

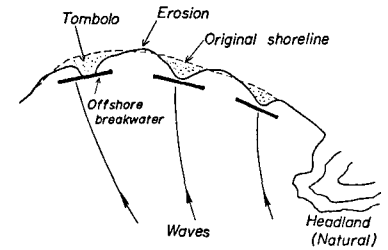
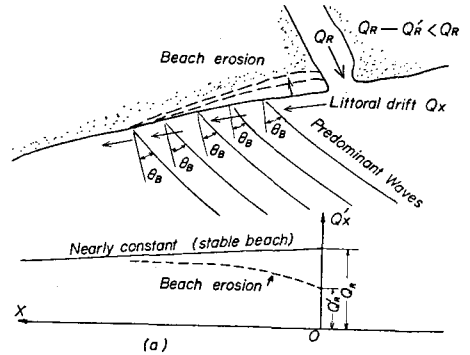
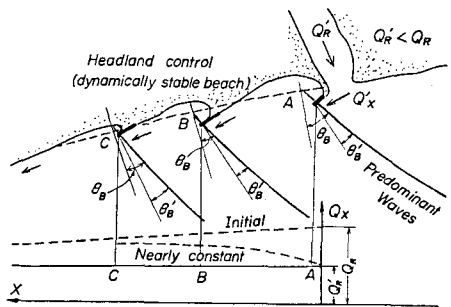


図-5 漂砂源の消滅の場合の侵食制御(2)



(a)



(b)

図-6 漂砂源の減少の場合の侵食制御

こうして、沿岸漂砂量を所定の値に設定することは、少なくとも原理的に可能であろう。しかし、ヘッドランドの下流側を際い、海浜形状はほとんど同一であり、自然海浜の機能を十分生かし、汀線長の延長をはかることができるので、汀線単位長さ当りの波浪エネルギーを減少させることができるはずである。