

北海道大学工学部 正会員 尾崎 晃
全 学生員 堺 茂 樹

1. 要 旨 昨年の第28回年次講演会において筆者の1人⁽¹⁾は、現地観測および2次元模型実験の結果に基づいて、沿岸砂州が発生するいわゆる暴風海浜がそのまま汀線後退の欠環型に結びつくとは限らないこと、海底勾配が1‰というような緩勾配の場合には、沿岸砂州が発生しても汀線後退と見ない例があること、すなわち従来より波形勾配の大小が海浜の侵食、堆積に直接影響する要因として一義的に取り上げられ、さらに砂の粒径という要素を加えて論じられてきたが、いまひとつの要因として海底勾配(地形)とも考慮に加える必要があるとの考えを述べた。続いて堀川ら⁽²⁾は従来の多数の実験データを整理し、さらに自らの新しい実験結果をも取り入れた2次元断面における海浜変形を主として汀線の前進、後退という点に焦点を絞って論じ、波形勾配(‰)と波長を用いた砂の相対粒径(‰)との関係によって、(i)汀線が後退し、沖に砂が堆積する型(いわゆる従来の暴風海浜)、(ii)汀前が前進し、沖において砂が堆積する型、(iii)汀線が前進し、沖において砂が堆積しない型(従来の正常海浜)の3型に分類できることを示した。後者においては特に波の作用時間(実験継続時間)に注目し、最初から堆積型あるいは欠環型として現象が進行する場合と、ある時間以内では堆積型または欠環型が出現するが、さらに時間をかけると逆の型に移行する例があることを指摘した点は重要である。1949年にJ.W. Johnsonがこの問題に関する研究の口火を切つて以来今日に至るまでの数多くの研究成果に関する概要は昨年の講演会において述べたところである。著者らはその後引続いて初期海底勾配が1‰の緩勾配の場合について2次元実験を行ない、今までの多数の研究報告においてはあまり顧みられなかったと思われる問題点に関して若干の考察を試みた。以下にその概要を述べる。

2. 実験方法および結果. 造波水路は延長24.0m、幅0.8m、高さ0.8m、両面ガラスで、中央と長手方向に隔壁で仕切り、左右にそれぞれ粒径と異なる海砂を入れて、水路の1端近くに汀線ができるように砂で1‰の海浜断面を作った。水路が短いため水平部分は造波板の前面約20m区間だけであつた。水位は常に一定に保ち、実験開始後1, 5, 10, 20, 40, 60, 80, 112, 135時間までの時間範囲で断面変化を観測した。これらの中で最も多いのが10~80時間で、それ以下と以上は特に必要ありと思われた特殊の場合であつた。実験に用いた波の諸元と砂粒径を表-1に示す。これら5ケースにつき、各経過時間毎にポイントゲージによつて砂面を測定し、また実験初期の砕波位置、砕波波高および海底地形の変化に対応してのそれぞれの变化を追跡し、かつ砕波後の波高変化を求めたため1.0m毎の測点において波高を測定した。図-1は表のNO.1の場合で、実験時間は60時間の時の細砂(A)、粗砂(B)の両断面形である。表-1において波形勾配および波高を用いた相対粒径はいづれも H_0 の代りに H'_0 を用いて現わしてあるが、

NO	H'_0 (cm)	T (sec)	H'_0/L_0	d_{50}/H'_0		d_{50}/L_0	
				A	B	A	B
1	2.9	3.30	0.0017	7.6×10^{-3}	1.7×10^{-2}	1.4×10^{-5}	3.1×10^{-5}
2	6.7	2.52	0.0047	4.7 "	1.0×10^{-2}	2.2×10^{-5}	5.0×10^{-5}
3	6.2	2.52	0.0043	3.6 "	7.9×10^{-3}	2.2×10^{-5}	5.0×10^{-5}
4	7.2	1.60	0.018	3.1 "	6.8×10^{-3}	5.5×10^{-6}	1.2×10^{-6}
5	11.4	1.10	0.063	1.9 "	4.3×10^{-3}	1.2×10^{-6}	2.6×10^{-6}

(A砂) $d_{50} = 0.22 \text{ mm}$ (B砂) $d_{50} = 0.49 \text{ mm}$

いま仮りに H_0 について当該地までの波高減衰率が10%あつたと仮定しても、この問題の場合にはほとんど影響は現われないので、便宜的に H'_0 を用いた。まずB砂($d_{50} = 0.49 \text{ mm}$)の実験についてみると、開始後5時間では汀線から6.0m付近で砕波によつてbarの発達が見られ、20時間後にはそのbarは汀線から4.5mの地裏に移動しており、高さも2.2cmから3.5cmへと増大し、そのときの砕波位置は7.0mおよび4.0mの2ヶ所であつた。次に40時間後ではこのbarはさらに汀線方向に移動して3.5m付近に頂上があり、かつ静水面上に+3.8cmの高さまで発達し、60時間後には図-1にみられるような状態になつた。A砂($d_{50} = 0.22 \text{ mm}$)の場合も最初の20時間までの間はB砂と大体同じで、ただし砕波位置が9.0m、4.2m、1.5mと3ヶ所あり、それぞれの砕波位置にbarらしい形が

現われたが、結局は汀線に近い最終碎波長の bar だけが次第に発達して、20時間の時には静水面上に +20 cm 出現し、40時間、60時間と高さを増して図-1の状態になった。なお40時間のときにはこの水面上にすでに現われた汀線附近の bar からの反射で重複波を生じ、そのため海底には一定の波長をもつ sand wave が発達し、初期に現われたオ1、オ2の沖側の bar は消滅してしまつた。波形勾配、相対粒径をそれぞれ異なる図-2、図-3の場合にも全く同様の経過をたどつて最終断面が出現した。なおこれらの5ケースについて H'_0/L_0 , d_{50}/L_0 および d_{50}/L_0 を、堀川ら⁽²⁾の海浜変形タイプ分け(文献20P359 図-6 または図-9)、および岩垣・野田の沿岸砂州発生限界(水理工学集P542 図4-3)にあてはめてみると、それらの分類に該当する場合としない場合とがまちまちであつて、それらのいづれかの分類によつても十分な説明ができなう。

3. 実験結果に対する考察

ここに述べた実験は初期勾配 $1/90$ という緩勾配の地形について行なつたものであるが、上記の海浜変形のタイプ分け、および沿岸砂州の発生限界のそれぞれにおいて用いた実験データは、いづれも $1/60$ から $1/30$ という比較的急勾配の海浜地形の場合の実験によるものであり、最も緩い場合でも Eagleson らによる $1/45$ であつた。 d_{50}/L_0 , d_{50}/L_0 , d_{50}/L_0 はいづれのデータも今回のわれわれの実験範囲とはほぼ等しい範囲にあることから見て、違うのは海底勾配だけであるといえる。緩勾配の海岸に波形勾配の小さい波がくる場合に "swash bar" の発生を見ることが指摘され⁽³⁾ているが、図-1以下の実験結果は状況から判断してこの bar に該当するものである。実際の海岸ではたとえ $1/60$ 以下の緩勾配であつても、同じ性質の波の継続時間や、潮朝夕の影響によつてこのような典型的な bar は容易には出現しない。しかし図-4の日高海岸(静内および門別)の海浜断面において海底地盤線の緩勾配の部分とそのとき延長して水面の線と交差すると、 $1/8 \sim 1/60$ の急勾配をなす前浜り部分は、模型実験結果の swash bar を生じた部分の地形に酷似している。図-1以下の結果からも明らかに、粗粒砂では海底勾配急変部の水深 h_c が大、細砂では h_c が小である。粗粒砂では碎波高の大きい沖側の碎波地点に swash bar が発生するのに対し、細砂ではオ2、オ3の最終碎波地点にこの bar が発生し、沖側では波力が強いので swash bar には至らないためと考えられる。図-4の実際の海岸においても粗粒砂の浜の方が h_c が大、細砂ではより浅い水深まで緩勾配が続いて h_c は小さいように思われるが、観測例も少なくまだ不明の点が多いのでさらに研究を続けたいと考えている。水槽実験においても図-1以下の海浜地形が一旦出来上つた後、さらに長時間同じ波を送り続けると、急勾配の前浜 (swash bar 前浜) が前浜後退を示す場合がある。このような形状の海浜についてはこれまでの分類法で処理しきれない問題が残されているように思われる。終りに長時間に亘る実験に協力してくれた和作幹夫君に厚く感謝の意を表す。

(文献) (1) 尾崎晃; 海浜平衡勾配における初期勾配の影響について, エンゲル28周年講 P.88 (B648.10). (2) 堀川清司, 砂州形成大 鬼頭三三; 波による海浜変形に関する考察, 第20回海岸工学論文集 P.357 (B248.11) (3) W.W. Williams; Coastal Changes, Published by Routledge & Kegan Paul London, 1968

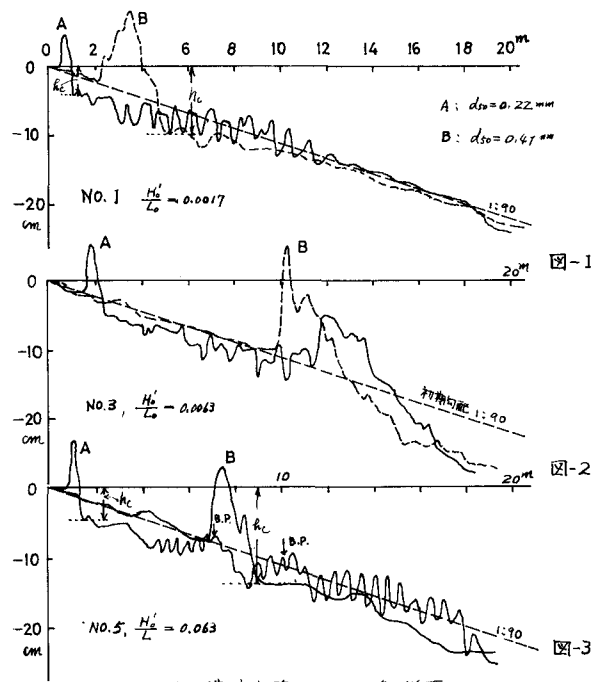


図-1. 2. 3 造波水路における平衡断面

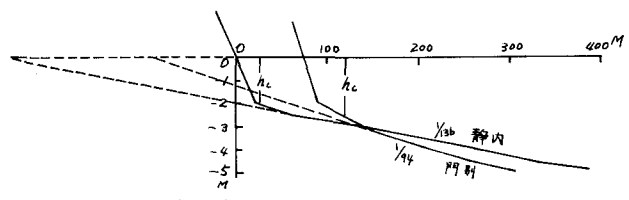


図-4 日高海岸(太平洋岸)の現地海浜断面