

大阪府立工業高等専門学校 正員 平山秀夫

大阪府立工業高等専門学校 正員 福島博行

1. はしごき 著者の一人は、ここ数年来、離岸堤の設置に伴う堆砂の促進と堤の維持を最も有効にする堤の諸元や先端部形状などの最適条件を系統的に明らかにするために、種々の実験的検討を試みてきたが、特に前報では、突撃の傾斜海波モデルに堤を設置した場合の堤内地形変化の実態と、汀線、堤内堆砂量及び堤の沈下量などの相互関係に着目して種々の検討を加えた。

本研究では、これに引き続いて、離岸堤モデルによる堆砂機構を実験的に究明しようとするもので、ここでは特に、①堤による堆砂過程を明らかにするため、堤内外の土砂の移動状況と、着色砂による可視化実験によって明らかにすると同時に、堤周辺の流況とも中立粒子の挙動を通して把握すること、②堤の沈下量あるいは不均衡沈下による堤の傾斜角、堤内堆砂量あるいは汀線の変動に及ぼす影響を実験的に明らかにすること、などに主眼を置いて種々の検討を加えたものである。

2. 実験装置及び方法 実験装置は前報と全く同様に、長さ21m、幅0.7m、高さ1mの片面ガラス張、水槽を用いて行った。実験の方法は、まず、水平床土の水深を40cmと一定とし、初期勾配 $\alpha/20$ の標準砂($d_{50} \approx 0.2$ mm)による移動床傾斜海波モデル上に、入射波高 $H_i = 8.5$ cm、周期1.0secの波(以下、これをbar型の波と呼ぶ。)を作図させ、典型的な侵食型(bar型)の初期平衡勾配を形成させ、そこに異形ブロック(テトラポッド)の整積を設ける離岸堤モデル(堤幅 $B = 40$ cm、半堤長 $D = 40$ cm、高さ $h_d = 26.5$ cm)を、 $X_b \approx 0.5$ (X : 静水汀線からの沖向き距離、 X_b : 同じく砂渡りまでの距離)の位置に設置した。これにさらに付加的条件(沈下防止工、沈下促進工、開口部沈下防止工及び開口部付近浅深法など)を施した場合とそうでない場合に分けて、再び初期平衡勾配時と同条件の波と5時間作用させた。1部の実験については、これに引き続いて、 $H_i = 4.5$ cm、 $T = 1.5$ secの波(以下、これをstep型の波と呼ぶ。)と5時間、さらに $H_i = 10$ cm、 $T = 1.0$ secの波(以下、これをbar'型の波と呼ぶ。)と5時間作用させた。測定はそれぞれ $t = 1/2, 1, 2, 3, 5$ 時間ごとに、汀線の変動量、堤沈下量及び水理特性を調べた。また、 $t = 5$ 分においては、堤内外の侵食・堆積量を算出するため、堤設置時を基準にして、侵食・堆積高を砂面測定器を用いて求め、これらの等高線表示を行った(図-1参照)。

3. 解析方法 解析は、前報と全く同様に、実験結果に基づいて作成された初期平衡勾配からの等侵食堆積高線図(図-1)から、土量計算することによって、堤内総侵食量(D)、総堆積量(W)、純堆砂量($Q = W - D$)および静水汀線からの汀線の平均移動量(X_b)などの諸量を求めた。また、堤の四隅部地更での沈下量から平均沈下量(h_s)を、さらに、沖側と岸側の堤の沈下量の差と堤幅で除して堤の傾斜角($\tan \beta$)を推定した。着色砂・中立粒子を用いた実験においては、それらの移動状況を写真撮影や目視観測によって推定した。なお、以下の図中の添字の5は、初期平衡勾配時から $t = 5$ 時間後の諸量を示す。

4. 実験結果および考察 ①着色砂による堤内外の底質の移動状況: (図-2の①~④)は、以下に述べる堤内外の各地更に着色砂(青、赤、緑色)を別々に同時に設定した場合の、それらの移動拡散範囲を $t = 1, 3, 5$ 分ごとに分けて示したもので、図中には、その移動量の大小を(●, ↑)で区分して表わしてある。各着色砂の移動状況の概要は、次のとおりである。なお、この図-2の最終地形は図-1に対応している。

(i) 開口部岸側の青色着色砂(図の①): 移動方向は、岸側へ前進するもの、開口部へ後退して行くもの及び直接堤脚部に侵入していくもの、に分かれるが、移動量及び範囲とも、岸側に向うものが最も顕

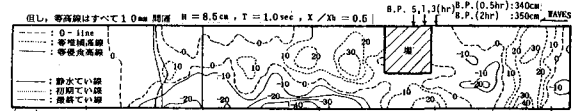


図-1 堤内地形変化の等侵食・堆積高線図による表示例。

著で、その大半が開口部からの回折波の波向に沿って前進し、また、量的には少ないが、汀線付近に及ぶものもある。一方、開口部へ後退するものは、途中で堤脚部へ侵入するものと、さらに沖側に後退するものに分かれるが、これらはほとんど堤脚及び開口部付近に停滞していたが、一部は堤後面に堆積するものもあった。

(ii) 開口部沖側の赤色着色砂(図の(2)) : これも移動方向は、開口部を通って岸側に前進するもの、堤前面に回り込んで堤脚部へ侵入するもの及び沖側に後退するものに分かれる。その移動範囲は、岸側に比べて沖側への拡がり大きい、量的には、岸側の方が多いようであった。開口部から岸側に前進するものは、一部は開口部で堤脚部へ侵入するものもあるが、大部分は、前述(i)の青色着色砂の部分に土砂と供給しているようである。一方、沖側方向に移動するものは、堤による部分重複波によって形成された sand bar の crest 付近に堆積し、時間経過とともに、横方向にも拡がって行った。堤脚部へ侵入するものは、(i)の場合と同様に停滞し、一部は、堤後面に堆積するものもあった。

(iii) 堤前面の緑色着色砂(図の(3)) : 移動方向は、開口部へ回り込んで、岸側に前進するもの、直接堤前面から堤脚部へ進入するもの及び沖側に後退するものに分かれる。拡散範囲は、(i)と同様に、沖側方向に卓越していた。開口部へ回り込むものは、(i)と同様に、開口部で堤脚部へ侵入するものとそのまま沖方向へ移動して、前述(i)の部分に堆積するものに分かれる。沖側に後退するものは、(i)の場合と同様に挙動をいた。

(iv) 堤沖側の緑色着色砂(図の(4)) : これは、図1の標準砂に埋もれたため、移動範囲移動量とも比較的小さいようであったが、拡散範囲は、堤側と開口部側と異なり、堤側は岸向きで、一方、開口部側では逆に沖向き範囲が広いようであった。

以上、着色砂の移動拡散状況から総合的に判断すれば、開口部岸側の土砂は、直接堤内に運ばれて堆積し、これを支障の形で開口部あるいは堤前面付近からの土砂の供給がある。結局、堤外の土砂は、開口部や堤を通り、徐々に堤内に移動していくことが着色砂の実験で確認された。

2) 中立粒子による堤周辺の流況 : 図-3は、堤周辺の中立粒子(粒径 = 4.5mm , 比重 ≈ 1.0)の移動状況の実験結果を、step型及びbar型の波の作用下に分けて示したものである。両者とも堤を中心にして岸に何回も循環しているが、このことは現地でも観測されている²⁾ようである。

3) 堤沈下量及び堤傾斜角と堤内地形変化に及ぼす影響 : 図-4は単位面積当りの堤内総堆砂量と沈下量の関係を示したもので、前報¹⁾の場合と同様に、沈下量の増大に伴って、逆に総堆砂量は減少することが明らかである。このことから、堤内堆砂量が増大させようには、堤の沈下を防止する必要があることがわかる。一方、図-5は、汀線移動量と $\tan\beta$ との関係と、経時変化の結果も含めて示したもので、この図から明らかに $\tan\beta$ の増大と共に、汀線は前進の傾向を示している。したがって、前述の堤内堆砂効果の促進の観点からは、沈下を防止した方が良く、沈下対策は慎重を討ぶ必要であるように思われる。

最後に、日頃、暖かい御指導と賜うける京都大学工学部岩垣一教授、実験と解析に協力を惜しまなかった小杉雅芳、浦正武の両氏に深甚なる謝意を表す。

参考文献 : 1) 平山 : 通過式離岸堤の設置に伴う堤内地形変化に関する実験的検討, 第38回年報, 工-99, 1983.
2) 幸田・訓・神田 : 離岸堤および沖合に於ける波浪流の現地観測, 第31回海岸論文集, pp. 416~420, 1984.

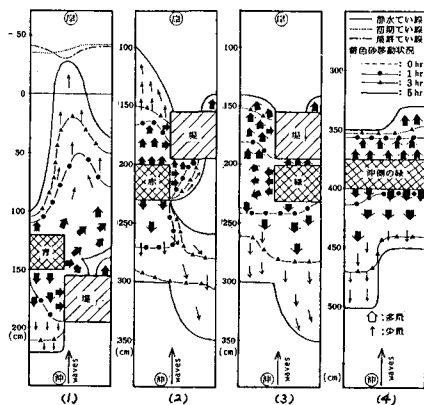


図-2 着色砂の移動状況

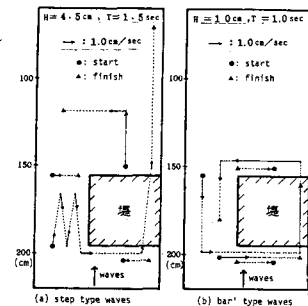


図-3 中立粒子の移動状況

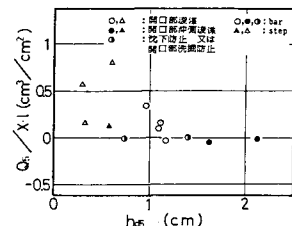


図-4 総堆砂量と沈下量の関係

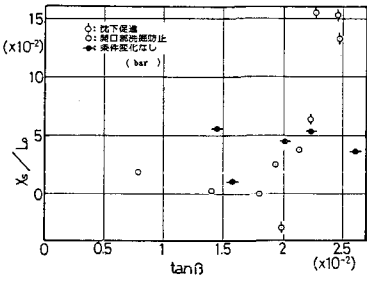


図-5 汀線移動量と傾斜角の関係