第II部門　安定海浜の形成過程の数値シミュレーション[1]

京都大学防災研究所　正　員　山下　隆男
京都大学工学部　学生員　○富田　成彦

1. 緒　言

自然の砂浜には種々の形態の海浜が存在するが，中でも両端を岬（ヘッドランド）で囲まれた砂浜海岸はポケットビーチと呼ばれ，緩やかな弧状の平面形状を有する安定な海浜であることは，実在する多くの海浜が示すとおりである。土屋らによるとこような海浜はヘッドランドを越す沿岸漂砂の有無で，静的に安定な海浜と動的に安定な海浜とに分類される。静的に安定な海浜では，顕著な沿岸漂砂は存在せず，来襲波浪の砕波点での卓越波向（海浜変形を支配する波の向き）は汀線にほぼ直角となる ($\alpha_b = 0$)。すなわち，沿岸漂砂量がゼロとなる。また，ヘッドランド背後では，回折波のためトンボロが形成されると沿岸漂砂量が至るところでゼロの比較的大きな湾入率 (y_{max}/L) をもつ弓型の海浜形状となり，ζ-bay とか crenulate shaped bay と呼ばれる。一方，ヘッドランドを越えて沿岸漂砂が存在するが安定な海浜を形成する動的に安定な ζ-bay も存在する。この場合には，卓越波向きと汀線とがある角度を持ち，静的に安定な海浜に比べ小さい湾入率となる。この場合でも，沿岸漂砂の供給が断たれると静的に安定な海浜に移行する。漂砂源がなくて安定な海浜は，静的な安定海浜の他には存在しない。

養浜やサンドバイパスのように砂を供給することは人工海浜を造成する第一歩である。人工的に漂砂の供給を継続して行えば，海浜を造成することはできるが，砂そのものが貴重なわが国では現実が難しい場合が多い。そのため，安定海浜を造成することを考える。海浜を安定化させて海浜変形（侵食）を制御する工法 (headland control) を提案したのは Silvester(1960) であるが，わが国の海岸でこれを安定海浜工法として確立させたのは土屋 (1987) であり，最近では離岸堤工法に代わる工法として現地海岸に適用され始めてきた。この工法は安定な海浜を人工的に造成し，これらを連ねて海浜全体を侵食から護る方法であり，長所としては，消波機能が高いこと，一度安定な海浜を造成すると維持か簡単なこと，海浜の利用価値が高いこと，および景観，生態系ともに自然になじむことがあげられる。この工法は海浜が安定化する特性，すなわち漂砂の連続性，を3次元的に考慮したものであり，自然を見て，自然の示す安定な海浜形状を学び，それを利用するという，極めて自然な発想から生まれた工法だからその適用性にも大きな期待が持てる。護岸工や人工リーフのような，波浪エネルギーの減殺だけを考慮した海岸侵食防止工法（線的防御方法と呼ばれている）と比べて，海浜を安定化させるという理念を持っている。

ここでは，安定海浜工法を実際の侵食海岸の長期侵食対策の方法として適用するために，異常波浪時に計画された安定海浜がどのように変形するかを3次元海浜変形数値シミュレーションにより明らかにする。

2. 数値モデル

安定海浜工法を新潟海岸の長期侵食対策の方法として適用するために，ここで用いるモデルは山下ら[1)]によって開発されたもので，波，流れ共存場の楕円型緩勾配方程式を波浪場のモデルとして，これと海浜流，海浜変形モデル（海浜変形の影響を含む水平2次元海浜流モデル）とを結合して海浜の変形をするものである。

3. 安定海浜の形成シミュレーション

安定海浜間に養浜した漂砂がどの程度ヘッドランド間に残るかという問題は，この工法の実際への適用上極めて重要である。ここでは，計画された安定海浜が異常波浪時にどのような変形を生じるか，養浜砂の流失の可能性はどの程度であるか，また流失防止のための配慮が必要であるか否かをについて，数値シミュレーションによる予測の可能性を検討する。

[1]Takao YAMASHITA, Shigehiko TOMITA

(a) 養浜による初期汀線形状：養浜により造成する安定海浜の初期汀線形状の決定には，Hsu ら[2]による経験式を用いる。養浜部分における海底勾配は，汀線から沖方向へ一様勾配とし，A, B, C の安定海浜群を考える。養浜部分によって形成される海浜勾配は，安定海浜 A および B が 1/25 で，が 1/15 としてある。図-1 に養浜後の海底地形の等深浅図を示す。図中の黒い影の領域が養浜下領域に対応する。

(b) 計算方法：1 ストーム中に来襲する波浪を次のようにモデル化する。主波浪の入射角は 8°で継続時間を 16 時間とし，異常波浪は入射角が 0°で継続時間が 5 時間，および入射角が-8°で継続時間が 5 時間として，それぞれ周期をが 10sec，波高を 2m とする。まず，主波浪時において波浪場の計算をした後，海浜流・海浜変形計算を行う。次に異常波浪時において入射角 0°および-8°の順で同様の計算を行う。このように入射角，8°，0°および－8°の順番で計算して，それぞれの来襲波浪による変形後の海底地形と 1 ストーム後の海底地形が得られる。

(c) 計算結果の考察：図-2 に最終的な海底地形と海浜流系を示す。ヘッドランドによる大きな海浜循環が生じることが計算されている。これは波高分布に依存し，汀線から T 型突堤の先端部までの距離に関係し，長いほど同一の波浪条件ではより大きな海浜流の循環が発生する。安定海浜造成直後の海底地形との比較からは，ヘッドランドの先端背面部が侵食され，その場所より少し岸側の部分に堆積領域が現れるが，沖方向への流失は見られない。これらの変化は，安定な海底地形が次第に形成されていく過程が再現されているものと理解される。

参考文献　1) 山下隆男, 土屋義人, 松山昌史, 鈴木　剛 (1990): 海浜変形数値モデル, 京都大学防災研究, 所年報,33B-2, pp.493-532.　2) Hsu,J.R.C., R. Silvester and Y.M. Xia: New characteristics of equilibrium bays, Proc. 8th Australian Conf. Coastal and Ocean Eng.,1978, p.140-144.

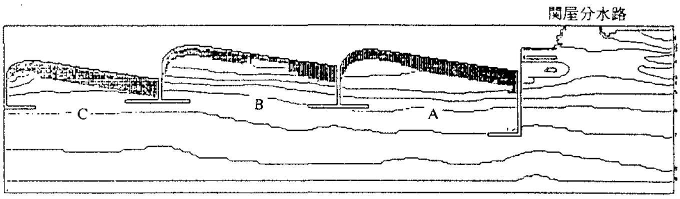

図-1 安定海浜の初期地形

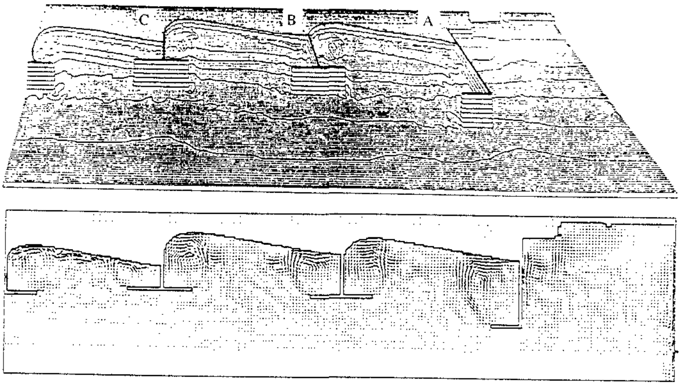

図-2 1ストーム後の海底地形と海浜流系