

波浪条件および底質粒径を考慮した海浜平衡地形の表示式の提案

新潟大学大学院 学生員 砂子 浩

新潟大学工学部 正会員 泉宮尊司

1. はじめに

海浜平衡地形を求めることは、地球温暖化に伴う海面上昇による汀線変化および砂浜海岸の侵食量を求める上で、重要な課題であるが研究例は少ない。Bruun(1962)は、海面上昇と汀線変化の関係を最初に定式化した。波浪条件および底質粒径の効果を考慮していない。Dean(1977)は、砕波によるエネルギー逸散率および底質粒径の効果をスケールパラメータとして取り入れているが、Bruunの考えと同様、汀線近傍の勾配は無限大になる。そこで本研究では、海浜平衡地形が放物線形状の一部であることを近似計算により導き、波浪条件および底質粒径の効果をとり入れた海浜平衡地形の表示式を提案し、その表示式の妥当性を検討する。

2. 海浜平衡地形の算定方法

平衡地形に近い状態では、砕波帯内の底質移動は戻り流れによる寄与率が大きいことに着目して、渡辺ら(1984)が提案している流れによる漂砂量算定式(1)を用いる。また、戻り流れの流速が平均水位の勾配に比例することから、式(2)で戻り流れを評価することにする。

$$q = \frac{A_0}{g} (u_r^2 - u_{rc}^2) U \quad (1)$$

$$U = -\sqrt{gh_s} \kappa \frac{\partial \eta}{\partial x} = \frac{\kappa \sqrt{gh_s}}{\rho(h+\eta)} \frac{dS_{xx}}{dx} \quad (2)$$

ここに、 A_0 : 無次元係数、 g : 重力加速度、 u_r : 波と流れ共存場の底面摩擦応力の最大値、 u_{rc} : 底質の移動限界摩擦速度、 κ : 比例定数、さらに、砕波帯内では、 $S_{xx} = (3/2)E$ と近似される。

砕波帯内では、波高は平均水深にはほぼ比例するので、 $E = (\gamma^2/8) \rho g d^2$ とおくことができ、水深 h と汀線からの距離 x との関係は、 $h^2 + Ah = Bx + c$ と表すことができる。汀線 $x=0$ で、水深 $h=0$ であるので $c=0$ となり、結局 $h^2 + Ah = Bx$ なる関係を得る。前浜勾配 $\tan \beta$ は、Sunamura(1984)による関係式、 $\tan \beta = (0.013 / (H_B/g^{0.5} D^{0.5} T^2)) + 0.15$ を用い、波浪条件と底質粒径を考慮する。ここに、 H_B : 砕波波高、 D : 底質粒径、 T : 波の周期である。最終的に、海浜平衡地形の算定式は、

$$\left(\frac{h}{h_B}\right)^2 + \frac{1}{\left(\frac{x_B}{h_B} \tan \beta - 1\right)} \left(\frac{h}{h_B}\right) = \frac{\tan \beta}{\tan \beta - \frac{h_B}{x_B}} \left(\frac{x}{x_B}\right) \quad (3)$$

と表現される。ここに、 h : 水深、 h_B : 砕波水深、 x_B : 砕波帯幅、 $\tan \beta$: 前浜勾配である。

3. 実験および現地データとの比較および考察

式(3)の妥当性を検討するために、室内実験2ケース、現地データ1ケースの合計3ケースの平衡地形を求め、式(3)による計算値と比較・検討をする。室内実験は、新潟大学工学部の二次元造波水路(全長7.0m、幅0.4m、深さ0.8m)を用いて行った。現地データは、新潟県中条海岸の沿岸砂州の発達していない平成4年9月の深浅測量結果を用いた。各ケースの平衡地形は、Case1では初期勾配を約1/15とし波を作用させてから13時間後、Case2では同様の初期勾配で22時間後の地形を用い、Case3では構造物の影響のない測線の海浜断面を平均化したものを用いた。各ケースの波浪条件および中央粒径を表-1に示す。現地データの波浪条件は、新潟西港におけるエネルギーピーク波相当のものを

もちいた。各ケースの平衡地形と計算値の比較を図-1~3に示す。各ケース共に平衡地形と計算値はよく一致している。特に、Case1、2は室内実験において規則波を長時間作用させた後の地形であるため、水深の浅い地形も良く計算値と一致している。Case3では、水深約2.3mで深の海浜勾配は計算値

表-1 波浪条件および中央粒径

Case		入射波高	周期(sec)	中央粒径(mm)
室内	1	6.00cm	1.25	0.18
実験	2	7.20cm	1.15	0.18
現地	3	3.0m	8.0	0.53

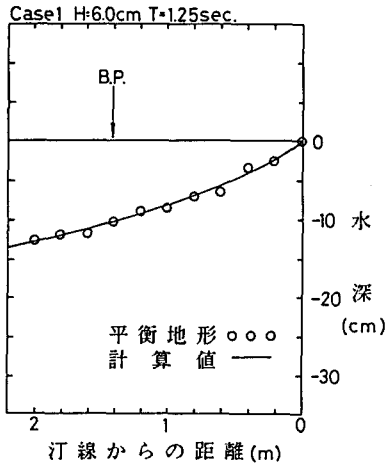


図-1 Case1の平衡地形と計算値の比較

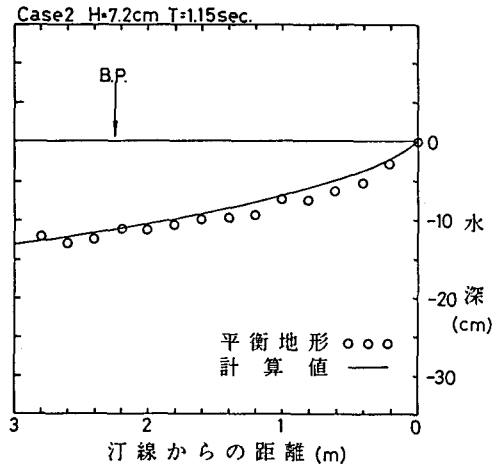


図-2 Case2の平衡地形と計算値の比較

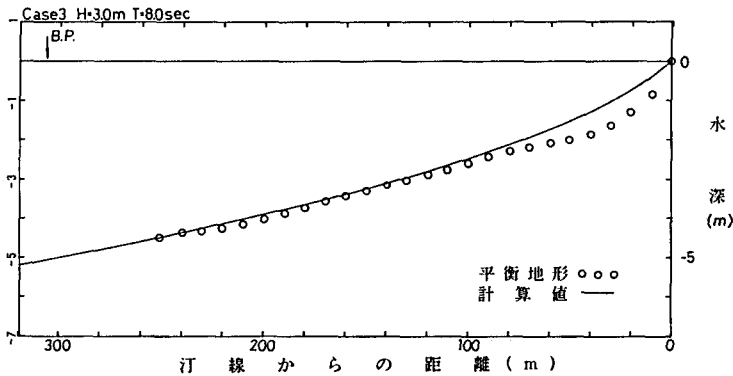


図-3 Case3の平衡地形と計算値の比較

と良く一致しているが、汀線付近の水深の浅い地形の一致度は良くない。これは、高波浪により地形が形成された後、比較的波高の小さい波浪の来襲によって、波形勾配が小さいため前浜が急勾配となりこのような結果となったと考えられる。したがって、代表波としてエネルギーピーク波では、測量当時の地形に対してはやや大きすぎたのではないと思われる。

4. おわりに

海浜平衡地形の算定式を提案し、実験結果および現地データとの比較を行った結果、両者の間には良好な一致が認められた。このことは、地球温暖化に伴う海水面の上昇による汀線変化および砂浜海岸の侵食量を定量的に予測するための指標となるものと思われる。今後の課題として、現地海岸における合理的な代表波の選定法を考える必要がある。

最後に、新潟県新発田土木事務所の測量したデータを用いたこと、および本研究の一部は文部省科学研究費総合研究A(代表者:東京大学教授・渡辺晃)によったことを付記し、感謝いたします。

参考文献: 渡辺晃・丸山康樹・清水隆夫・榊山勉(1984): 構造物設置に伴う三次元海浜変形の数値予測モデル, 第31回海講論文集, pp. 406~410. Bruun, P. (1962): Sea-level rise as a cause of shore erosion. J. Waterways and Harbors Div. ASCE 88:117-130. Dean, R. G. (1977): Equilibrium Beach Profiles: U.S. Atlantic and Gulf Coasts. Department of Civil Engineering Report No. 12. Newark: University of Delaware. 45 pp. Sunamura, T. (1984): Quantitative Predictions of beach-face slopes, Geological Society of America Bulletin, Vol. 95, pp. 242-245.