

II-17 汀線変化モデルの現地への適用について

国際臨海開発研究センター 正会員 小池 博昭

① 汀線変化モデル (One Line Theory)

汀線変化モデルは、海浜が常に一定の勾配と保つて推移、侵食を受けつゝ仮定して汀線変化を計算するモデルであり、小笠. Brampton のモデル(流砂報告18巻4号)によると、次の(1)~(3)式を連立して、explicitな差分法で解く。

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + (D+B) \frac{\partial y}{\partial t} - g(x) = 0 \quad \text{----- (1) (沿岸漂砂の連続式)}$$

$$Q = \frac{0.395 (Eg)_b}{\gamma_s} (\sin 2\alpha_b - 3.24 \frac{\partial H_b}{\partial x} \cot \beta \cdot \cos \alpha_b) \cdot R \quad \text{----- (2) (沿岸漂砂量式)}$$

$$\alpha_b = \alpha_x - \tan^{-1} \frac{\partial y}{\partial x} \quad \text{----- (3) (波峰線と汀線、基線とがなす角度の関係)}$$

ここに Q は沿岸漂砂量、 D は海浜断面の変化が有意であると思つた地点の水深、 B はバームの高さ、 y は汀線位置、 g は沿岸方向漂砂量、 E は波の単位面積当りエネルギー、 g_b は波の群速度、 γ_s は単位体積当りの砂の水中重量、 α_b は波峰線と汀線とがなす角、 $\tan \beta$ は海浜断面の勾配、 α_x は波峰線と基線とがなす角、 H_b は砕波線における波高である。 B は汀線背後の海岸地形と汀線との位置関係によって変化する。 R は B および D の関数であり、 $0 \sim 1$ の間で変化する。

② Gross Littoral Drift と Net Littoral Drift

(2) 式は Gross Littoral Drift を計算するための式であり、この式を用いるかぎり、波高、波向、波の周期としては、時々刻々変化する時系列的な値を入力する必要がある。しかるに汀線変化モデルを現地に適用するには、波高、波向、波の周期として一定期間中の平均的な値を入力してやり、さらに漂砂量式(2式)を用いて Net Littoral Drift を計算する方が簡便である。本論文では、そのような簡便な式を用いた場合に、上記諸量互いかに定まるかという点を検討している。

③ 汀線変化計算例および計算入力量の検討

表-1は、徳島県の今中浜と栗津浜とによって測定された海岸の沖、水深10mの所で水圧式波高計を用いて測定された波高(H_b)の周期頻度表である。測定は2時間間隔に10分間隔で、1年間実施された。測得率は67%であった。表中に静値と示してあるのは、最大波高がぬいれ込みの記録である。表-1より(4)式によって海岸へ来襲する波のエネルギーを波高周期別に求めた結果を、表-2に示す。

$$e = \frac{1}{8} \rho g H_m^2 \cdot n \cdot C \cdot N \cdot \alpha \cdot \Delta t \quad \text{----- (4)}$$

ここに、 e は海岸へ来襲するエネルギー、 H_m は表-1中の波高の中央値、 n は波の群速度と波速との比、 C は波速(周期)の中央値を用いて求めた)、 N は表-1中に示してある出現回数、 α は測得率の逆数、 Δt は観測の間隔(7200秒)、 ρ は水の密度、 g は重力加速度であ

表 - 1

		波高、周期頻度表					
波高 (m)	静値	0.25 0.49	0.50 0.74	0.75 0.99	1.00 1.24	1.25 1.49	
周期 (sec)	静値	2,713					
5.0~5.9	静値	7	2				
6.0~6.9		8	17	7	1		
7.0~7.9		8	15	3	2	2	
8.0~8.9		3	12	1			
9.0~9.9		1	19			2	
10.0~10.9		1	8	1	1	1	
11.0~11.9		2	19	6			
12.0~12.9			8	6			
13.0~13.9			5	7	2		
14.0~14.9			4	10	3		
15.0~15.9			4	7	6	1	
16.0~16.9			2	4	2		

表 - 2

エネルギー分布 単位: 10^7 ニュートン									
H_b (m)	0.375	0.525	0.675	1.125	1.375	計	確率 P	P-T	
5.5	6.7	5.3				12.0	0.0090	0.05	
6.5	9.3	54.8	44.2	10.4		118.7	0.0893	0.58	
7.5	10.5	54.7	21.5	23.6	35.3	145.6	0.1095	0.82	
8.5	4.3	47.4	7.7			59.4	0.0447	0.38	
9.5	1.5	78.3			40.4	121.2	0.0912	0.87	
10.5	1.6	34.7	8.5	14.0	21.0	79.8	0.0600	0.63	
11.5	3.2	85.1	52.6			140.9	0.1060	1.22	
12.5		36.9	54.3			91.2	0.0686	0.86	
13.5		23.5	84.5	30.5		118.5	0.0892	1.20	
14.5		15.1	93.6	46.4		159.1	0.1197	1.74	
15.5		15.4	66.5	94.2	23.4	203.5	0.1531	2.37	
16.5		5.7	38.1	31.5		75.3	0.0597	0.99	
計	37.1	469.9	451.5	250.6	120.1	1329.2			
確率 P	0.0279	0.3535	0.3397	0.1885	0.0904				
P-T	0.01	0.22	0.30	0.21	0.12				

$\Sigma p = 1.0, \Sigma P = \Sigma pT = 11.7 \text{ sec}$
 $H = \Sigma pH = 0.86 \text{ m}$

る。同一波高、同一周期ごとの卓越確率を p とする $\times$ 、エネルギーが集中しているエネルギー中の波高、周期は(5)、
(6)式によって求める。

$$\bar{H}_k = \sum p H_m \quad \text{----- (5)}$$

$$\bar{T} = \sum p T_m \quad \text{----- (6)}$$

計算結果によつて、 $\bar{H}_k = 0.86 \text{ m}$ 、 $\bar{T} = 11.7 \text{ sec}$ であった。

次に、(2)式における波高 H_b は二乗平均平方根であるから、

$$\bar{H}_{rms} = \bar{H}_k / 1.42 = 0.61 \text{ m} \text{ となる。}$$

図-1は、波向を本海岸における卓越波向のSE、波高 H_b を栗津港(屋敷)の影響をほとんど受ける地点)において 0.46 m 、周期 T を 10 sec として、数値計算を行った結果であり、539~544年に現地で起った記録変化とよく一致する結果となっている。 H_b 、 T と $\bar{H}_{rms}$ 、 $\bar{T}$ との比を求める $\times$ 、

$$H_b / \bar{H}_{rms} = 0.75$$

$$T / \bar{T} = 0.85$$

④ 数値計算入力(波高、周期、波向)の決定法に関する提案

将来の記録変化を予測しようとする海岸の従来の記録変化がわかっている場合には、それが再現できるように数値計算の入力データである波高、周期、波向を決定すべきである。しかしに従来の記録変化が不明であるのに構造物建設による記録変化を予測することが必要な場合がしばしばある。一方、波高周期頻度表は比較的よく整備されており、このような場合には頻度表を用いて入力データを定めることが考えられる。本論文では、上記の検討を踏まえて、次の様な入力データの決定方法を提案する。

(a) 波高、周期頻度表より、エネルギー中心の $\bar{H}_k$ 、 $\bar{T}$ を求め、 $\bar{H}_k$ を $\bar{H}_{rms}$ に換換する。

(b) (a)で求めた $\bar{T}$ について屈折図を描き、波向間の間隔より屈折係数 K_r を求める。

(c) 記録変化計算に用いる H_b (H_b は沿岸方向に変化している)を(7)式により求める。

$$H_b = \gamma \cdot K_r \cdot K_d \cdot \bar{H}_{rms} \quad \text{----- (7)}$$

ここに K_d は回折係数、 γ は海岸の総合的な漂砂特性によって定まる定数である。卓越波向が一方向に定まり、従って沿岸漂砂の卓越方向が明らかな海岸(以下Aタイプと称する。漂砂資料NO.266 P.184には、この種の海岸が示されている。)の場合には、 $\gamma = 0.75$ とする。一方、卓越波向がいくつかあり、従って沿岸漂砂の卓越方向が不明確な海岸(以下Bタイプと称する。)の場合には、 γ は 0.75 以下の値をとる。今後計算例を積み重ねると、 γ の値についても明確になってくる。

(c) 周期 T は $\bar{T}$ と同じとする。

(d) 波向別波高周期頻度表のある場合には、波向別にエネルギーを求め、 $\sum p \alpha$ として α を求める。これを沖における波向として屈折図を描き、砂溜点に示す α_x を求める。波向別頻度表のない場合、Aタイプの海岸では主たる波向について屈折図を描き α_x を求める。Bタイプの海岸では、二つ以上ある卓越波向の中間の方向を沖における波向として屈折図を描き、 α_x を求める手法をとるか、又はいくつかの卓越波向のそれぞれについて屈折図を描いて α_x を求め、数値計算の中でいくつかの方向からの波を交互に作用させる。

図 - 1

