

大水深構造物による海岸変形の予測について

東北大学工学部 正 員 岩 崎 敏 夫
 東北大学大学院 学生員 ◦ 佐 藤 勝 弘
 東北大学工学部 学生員 伊 藤 健 太 郎

1 はじめに

近年、沿岸地域の高度利用開発により海岸構造物の建設が大水深にまで及ぶ事は希でなくなっている。構造物建設に伴う付近の波や流れの分布の変化は、周辺の海岸変形をもたらすようになる。特に、斜めに入射した波が構造物に沿う走り波となり構造物の基部付近の汀線に到達し、漂砂の上手側でありながら汀線が欠損するといった事が起こる。これまでに海岸構造物が建設された場合に周辺に及ぼす海岸変形を予測するモデルはいくつか提案されているが、こうした現象を説明しうるものはない。本研究は、こうした防波堤基部付近における洗掘現象をも説明できるように、従来のモデルでは無視していた岸沖向き漂砂を考慮したモデル化を行い、実際の汀線変化のシミュレーションを行い、モデルの妥当性を検討したものである。

2 海岸変形のモデル化

漂砂量の連続式は次式で示される。

$$\frac{\partial(\frac{1}{2}YD)}{\partial t} + \frac{\partial Q_T}{\partial X} + \frac{Q_N}{\cos\theta} = 0 \quad (1)$$

ここで、 $(\frac{1}{2}YD)$ は海岸断面の変化量で、波の作用の影響が水深が増すにつれ減少するので、海岸変形の割合も図1のように三角形となるように考えている。Yは汀線で $Y=Y(x,t)$ 。Dは砂の移動限界水深。 Q_T は海岸断面を通過する沿岸漂砂量。 Q_N は単位幅当りの岸沖向き漂砂量で沖向きを正としている。 $\theta = \tan^{-1} \frac{\partial Y}{\partial X}$ である。

沿岸漂砂量 Q_T については、来襲する波の砕波点におけるエネルギーフラックスを W_B 、砕波角を α_B として

$$Q_T = \alpha W_B \sin(\alpha_B - \theta) \cos(\alpha_B - \theta) \quad (\alpha: \text{定数}) \quad (2)$$

岸沖向き漂砂量 Q_N についてはまだ十分な研究結果が得られていないので、 W_B がある限界値 W_C を境界にして岸向き、沖向きと漂砂の方向が変わると考え、沿岸漂砂公式の形から類推して次のような形で与えられるとする。

$$Q_N = \beta (W_B - W_C) \cos(\alpha_B - \theta) \quad (3)$$

ここで、 β については波高が大きくなると堆積量も大きくなるといった報告もあるので、 β を定数として

$$\left. \begin{aligned} W_B \geq W_C \text{ では } \beta &= \beta' \text{ (侵食性, 沖向き)} \\ W_B < W_C \text{ では } \beta &= \beta \frac{W_B}{W_C} \text{ (堆積性, 岸向き)} \end{aligned} \right\} (4)$$

ここで β は定数。海岸の侵食性堆積性の限界を示すパラメーターに関しては種々の研究があるが、例えば、Johnsonの限界値 $H/L_c = 0.025$ を用いれば、 W_C は容易に計算でき岸沖向き漂砂の移動方向を判定できる。

次に 図2に示されるように、汀線が斜めに防波堤が伸長されている場合を考える。砕波線が汀線に平行であると仮定し

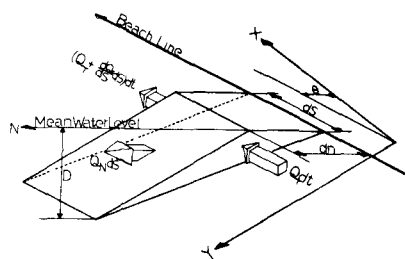


Fig.1 海岸変形の模式図

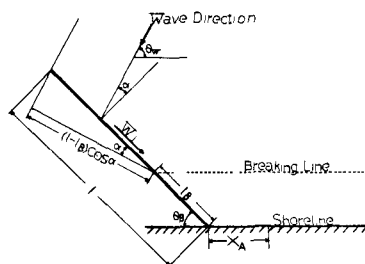


Fig.2 防波堤基部での概念図

防波堤の長さ、砕波帯内の防波堤長さ、波の入射角をそれぞれ、 l_b, θ_w で表わす。砂の移動形態が砕波帯内では浮遊砂、砕波帯外では掃流砂であることを考え、

(I) 砕波帯外で防波堤により捕えらるる波のエネルギーのうちで、防波堤に沿って防波堤基部方向へ輸送されるエネルギー W_i は、反射係数・輸送係数・防波堤法線と波の成す角及び沖合でのエネルギーフラックスをそれぞれ K_r, K_L, α, W_0 とすれば

$$W_i = [K_L(1-K_r)\cos\alpha + \sin\alpha](1-l_b)\cos\alpha \cdot W_0$$

W_i が防波堤基部付近に幅 X_A で均一に分布し、このうちの汀線に直角方向成分が洗掘に寄与するものと考えれば、防波堤基部の岸沖向き漂砂量 Q_N は

$$Q_N = \beta[(W_B - W_i)\cos(\alpha_b - \theta) + \frac{W_i \sin\theta_b}{X_A}] \quad (5)$$

になり右辺第二項の防波堤の影響によりエネルギーの集中した分だけ欠損しやすくなる。

(II) 砕波帯内で捕えられた波のエネルギーの防波堤に沿う成分は、(I)と同様に考え

$$W_i = [K_L(1-K_r)\cos\alpha + \sin\alpha]l_b\cos\alpha \cdot W_0$$

Table 1

対象期間内の波高と周期分布

で表わされ、 W_i が砕波帯幅 $l_b\cos\theta_b$ に均一に分布し、その沿岸方向成分が砕波帯内に浮遊している砂を沿岸方向に輸送すると考えれば、この沿岸漂砂量 Q_L は γ を定数として

$$Q_L = \gamma[K_L(1-K_r)\cos\alpha + \sin\alpha]\cos\alpha \cdot \cot\theta_b \cdot W_0 \quad (6)$$

H(m)	50	70	90	110	130	150	計
0.50							2.58
0.51~1.00	1.4	4.6	3.7	0.5	0	0	51.9
1.01~1.50	4.0	4.7	2.1	3.5	0	0	14.5
1.51~2.00	1.6	0.5	0.7	0.5	0	0	3.3
2.01~2.50	1.6	0.9	0.5	0.5	0	0	3.5
2.51~3.00	0.2	0	0.2	0	0	0	0.5
3.01~	0	0	0.2	0.2	0	0	0.5
計	25.5	8.9	5.2	8.2	5.1	0	100.0

したがって、防波堤基部付近の沿岸漂砂量は(2)に Q_L を加えたものになる

3. シミュレーションとその結果

仙台新港南防波堤付近の汀線変化について、昭和47年3月から10月までの7ヶ月間を対象期間として本モデルを使ってシミュレーションを行った。表1にはこの期間での波高と周期の複合分布を示した。波向はSE方向が卓越している。シミュレーションは昭和47年3月の汀線と初期汀線、地形を初期地形として、波浪の観測資料とほぼ等しい波浪条件で沖合から波を入射させ、屈折による波の変形を計算し、合田の砕波指標を用いて(2)(3)(5)(6)により漂砂量の分布を求めた。これと(1)から汀線を計算した。なお、波浪条件を変える度に地形も変化させた。

図3には、岸沖向き漂砂を無視し沿岸漂砂だけ考えた場合に求められる汀線を示した。沿岸漂砂だけの場合には防波堤基部付近では堆積の傾向を示すだけであり、実際の海岸ではしばしば見受けられる防波堤基部の洗掘といった現象を予測することは困難である。一考、図4は岸沖向き漂砂を考慮した本モデルにより最終的に求めた汀線である。全体的な傾向としてはまず表わしているようであるが実際の汀線と比較して、洗掘幅が小さく、また最大洗掘の位置も幾分防波堤寄りであり、なお今後の検討が必要である。最後に、運輸省第二港湾建設局塩釜事務所からは貴重な資料を提出していただいた。ここに記して謝意を表します。〈参考文献〉(1)運輸省第二港湾建設局塩釜港工事事務所「仙台港の波と風(その2)」

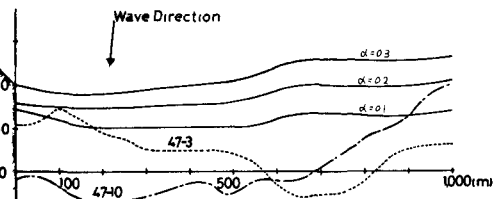


Fig.3 従来のモデルによる汀線シミュレーション

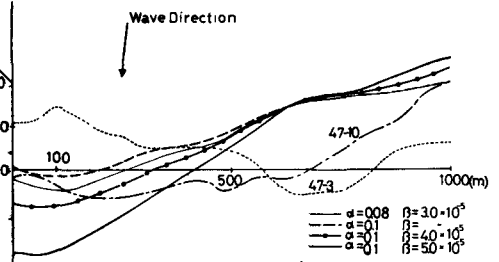


Fig.4 本モデルによる汀線シミュレーション

図3には、岸沖向き漂砂を無視し沿岸漂砂だけ考えた場合に求められる汀線を示した。沿岸漂砂だけの場合には防波堤基部付近では堆積の傾向を示すだけであり、実際の海岸ではしばしば見受けられる防波堤基部の洗掘といった現象を予測することは困難である。一考、図4は岸沖向き漂砂を考慮した本モデルにより最終的に求めた汀線である。全体的な傾向としてはまず表わしているようであるが実際の汀線と比較して、洗掘幅が小さく、また最大洗掘の位置も幾分防波堤寄りであり、なお今後の検討が必要である。最後に、運輸省第二港湾建設局塩釜事務所からは貴重な資料を提出していただいた。ここに記して謝意を表します。〈参考文献〉(1)運輸省第二港湾建設局塩釜港工事事務所「仙台港の波と風(その2)」