

II-60

河口部の水位変動と最狭部断面特性

○東北大学大学院 学生員 高橋 淳
東北大学工学部 正会員 田中 仁

1. はじめに

砂浜にある中小河川の河口は海浜からの土砂で埋塞しやすく、そのような河口の形状変化の様子を知ることは治水上重要である。本研究では、すでに提案されている、感潮域水位と潮位の時系列データから水路最狭部の断面形状を推定する手法¹⁾をいくつかの水域に適用し、推定方法の妥当性について検討を行うことを目的とした。

2. 計算方法

水路は一様断面水路として、その断面形はなるべく単純化して、二次曲線形状と三角形形状の二つで代表させる。

計算には感潮域水位を計算する基礎式として、次の2階の常微分方程式(1)を用いる。

$$\frac{d^2\eta_B}{dt^2} + \left[\left(\frac{K_{en} + K_{ex}}{2L_C} + \frac{gn^2}{R^{4/3}} \right) \frac{A_B}{A_C} \left| \frac{d\eta_B}{dt} - \frac{Q}{A_B} \right| - \frac{B}{A_C} \frac{d\eta_B}{dt} \right] \left(\frac{d\eta_B}{dt} - \frac{Q}{A_B} \right) + \frac{gA_C}{L_C A_B} (\eta_B - \eta_O) = 0 \quad (1)$$

ここで、 η_B ：感潮域水位、 η_O ：潮位、 K_{en} 、 K_{ex} ：入口、出口の損失係数、 L_C ：水路長、 g ：重力加速度、 n ：Manningの粗度係数、 R ：径深、 A_B ：感潮面積、 Q ：感潮域に流入する河川流量である。また、 A_C および B はそれぞれ流水面積および水面の水路幅であり、これらは断面形状、基準水位での水深 h_C および水路幅 b 、そして水路の水面水位 η から解析的に求められる。また、wave set-up による海岸部の平均水位の上昇 $\bar{\eta}$ を考慮して、これを潮位 η_O に加算する。

計算方法は、まず h_C 、 b を適当に決め、潮位 η_O を外力として式(1)をRunge-Kutta-Gill法で数値的に解いて感潮域水位の計算値 η_{Bcal} を得て、感潮域の実測水位 η_{Bmeas} との誤差の計算期間内の総和 $Error$ を求める。この $Error$ が最小となる b 、 h_C の組み合わせを探し求め、その b 、 h_C およびそれから得られる断面積 a_C が断面形状の推定値となる。

3. 推定に用いたデータ

対象水域は福島県いわき市の鮫川河口と宮城県仙台市の七北田川河口であり、宮城県河北町の長面浦の結果²⁾も参考にした。

鮫川³⁾については1986年3月27日を対象とし、wave set-up 高さは合田のモデル⁴⁾を用いて計算し、これを $\bar{\eta}_G$ とした。但し、河口部の wave set-up 高さは合田のモデルから得られる海岸部の wave set-up 高さより低くなる傾向がある⁵⁾ので、 $\bar{\eta}_G$ に定数を掛けて減じ、その中でも誤差が最小となる場合(0.4倍)の結果を用いた。

七北田川については1988年から1995年までの23ケースの断面を対象とした。モデルでは一様断面水路を仮定しているが、実際の水路では断面が流下方向に変化している。ところで、理想的な水路の全損失水頭を実際の水路の全損失水頭に一致させると、理想水路の水路長は実際の水路長と異なってくる⁶⁾。このように水路長の評価が困難なことからモデルの単純化のため、水路長 L_C は61mに統一した¹⁾。wave set-up 高さは七北田川河口内の wave set-up 高さのデータ⁵⁾の帰式を求め、これを用いて波浪データから wave set-up 高さを求めた。

式(1)の A_C 、 B 、 R を求める際に必要となる水路での水位 η は、計算に際し η_O 、 $\eta_C (= (\eta_O + \eta_B)/2)$ 、 η_B の3通りに仮定してそれぞれの結果を比較した。

4. 結果と考察

4. 1 断面積 a_C 断面形状の比較では、鮫川の場合では三角形形状の方が推定断面積 a_C が大きくなったが(図1)、七北田川の場合では多くの場合で二次曲線形状と三角形形状の場合での推定断面積がほぼ一致した(図2)。但し、幾何学的理由から、同じ面積の場合、三角形形状の方が水深 h_C および水路幅 b 共に二次曲線形状のものより大きい結果となった。

本報では全てのケースで断面形を二通りの場合を想定して推定したが、前報¹⁾では、水路が屈曲していて、曲がりの外側が深掘れし断面形が三角形となっていると予想される場合は三角形形状と仮定し、水路が真っ直ぐな場合は二次曲線形

状と仮定して推定した。しかし、七北田川河口のように河口地形が非常に変化しやすい場合で、平面形状の詳細な情報が得られない場合には二次曲線形状に統一して推定しても良い。

断面形状を表すパラメータとして $a_C/(b \cdot h_C)$ を導入する。三角形形状の場合、これが $1/2$ となり、二次曲線形状の場合は $2/3$ となる。値が小さければ複断面と見なしてよい。実断面積に対する推定断面積の比 a_{Ccal}/a_{Cmeas} を見ると、この実断面の断面形状パラメータと同調している。つまり、複断面水路では断面積が過小評価されている。これは、複断面水路では水深の浅い部分の摩擦損失が大きいために通水性が小さいものとして面積を減じるのであろう。

また、図2のCase1,2のように河川流量 Q が大きい場合、断面積が実際より大きく推定されている。モデルでは感潮域内の水位 η_B は全域で一様に上下変動すると仮定しているが、河川流量が大きい場合には感潮域内に水位勾配がつき、モデルの仮定が破綻して正しい評価ができなくなるのであろう。

4. 2 A_C, B, R を求めるための水位 η 水路の水位 η について良い結果を得たのは、長面浦の場合は $\eta = \eta_O$ とした場合²⁾で、鮫川の場合は $\eta = \eta_C$ とした場合となった。七北田川の結果を見ると、全体的に $\eta = \eta_C$ とした場合の結果が良い結果を得ているようである。また、水深 h_C と面積 a_C が小さい場合(図2 Case19,20)、水路の水位 η の3通りの結果がばらついている。これは、水路での摩擦損失が大きくなり、水位 η の違いによる影響が顕著に現れるためであろう。

4. 3 水路長 L_C 水路長 L_C については、長面浦では実際の水路長にほぼ等しい値とした場合に良い結果が得られている²⁾。また、実水路長が約250mの鮫川でも同様の結果となった(図1)。七北田川の場合、水路長 L_C を一定としたが水路長よりはむしろ大きな河川流量や小さな実断面積や複断面等の実断面形状など、他の因子が結果に大きな影響を与えているようである。

5. おわりに

本報で報告した水域では、水路長を実水路長を用いた場合でも良い結果を得た。また、水路の水位は潮位と感潮域水位の平均値とした場合で全体的に良い結果となった。本手法による推定結果には様々な外力が大きな影響を与えているが、その定量的な解析が必要である。

本研究の一部は文部省科学研究費補助金(総合研究(A), 代表: 東北大学 澤本正樹教授, 試験研究(B), 代表: 東北大学 田中 仁)の補助を受けて行われた。記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 伊藤健人・田中仁: 河口内水位データを用いた河口断面形状の推定法に関する研究, 海岸工学論文集, 第41巻, pp.461-465, 1994.
- 2) 高橋淳・田中仁: 感潮狭水路における断面形状推定の試み, 東北地域災害研究, 第32巻, 1996 (印刷中) .
- 3) 常磐共同火力株式会社: 昭和60年度勿来発電所周辺海浜調査報告書, 179p. 1986.
- 4) 合田良実: 浅海域における波浪の砕波変形, 港湾技術研究所報告, 第14巻, 第3号, pp.59-106, 1975.
- 5) 高橋淳・田中仁: 七北田川河口部における wave set-up, 土木学会第50回年次学術講演会講演概要集, 第2部, pp.844-845, 1995.
- 6) Bruun, P.: *Stability of Tidal Inlets*, Elsevier Scientific Publishing Company, pp.83-108, 1978.

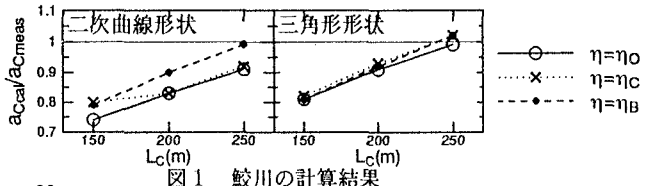


図1 鮫川の計算結果

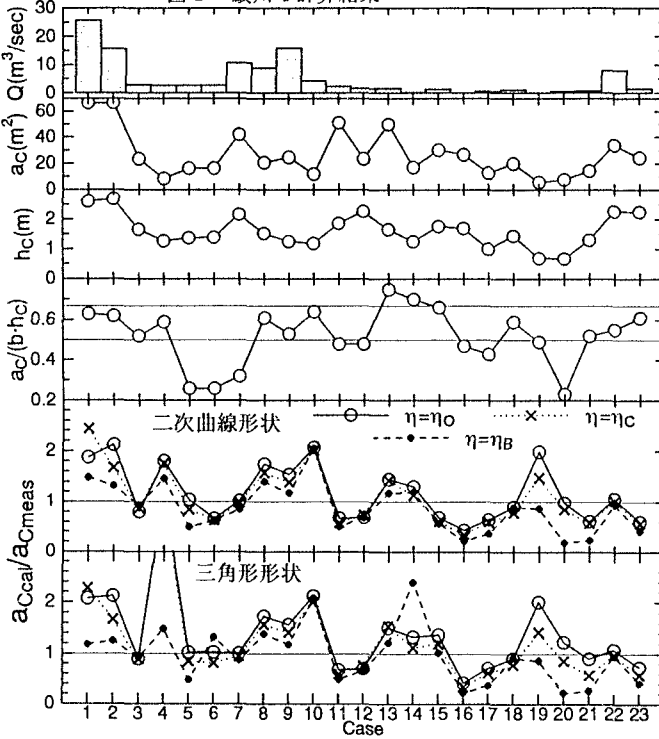


図2 七北田川のデータと計算結果