

II - 43

七北田川の河口位置変化シミュレーション

東北大学大学院 学生員 ○兜山博之
 東北大学工学部 正 員 田中 仁
 東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1 はじめに

河口維持を考える上で、河口断面・河口位置の解析を行うことは重要であるが、中小河川において、数値モデルを用いた解析はあまり例が無い。ここでは、中小河川の河口位置変化を数値モデルを用いて再現し、その有用性を検討した。対象とした七北田川は宮城県仙台市を流れる二級河川で、東北大学工学部土木工学科では1989年より河口地形の研究を行っている。

2 河口位置変化シミュレーションについて

小川らの数値モデルを河口断面水深を一定として単純化すると以下ようになる。

$$(1-\lambda)Lh\frac{dB}{dt} = e_r q_r B - e_w Q_w \quad (1)$$

ここに、 B ：河口幅、 t ：時間、 L ：砂州幅、 h ：河口水深、 λ ：土砂の空隙率、 q_r ：Kalinske-Brown型の掃流砂量、 Q_w ：Savage型の沿岸漂砂量、 e_r ：流れによる土砂の排除効率、 e_w ：波浪による土砂の流入効率、をそれぞれ示す。

まず、この基本式を用いて、河口幅 B の変動をよく説明する e_r および e_w の値を求める。七北田川においては $e_r = 0.480$ 、 $e_w = 1.000$ という値がすでに得られている。

次に、式(1)を図1を参照にして、以下のように分解し、式(2)を右岸に、式(3)を左岸に対して導く。

$$(1-\lambda)Lh\frac{dX_R}{dt} = e_r(1-f)q_r X_R - e_w Q_R \quad (2)$$

$$(1-\lambda)Lh\frac{dX_L}{dt} = -e_r f q_r X_L + e_w Q_L \quad (3)$$

ここで、 f は重み関数で、河口流出土砂の右岸・左岸への振り分けの比率を表すものである。この f の値については、後で検討を行う。

沿岸漂砂量は河口に襲来する波浪の向き θ によって以下のように振り分ける。

- $\theta > 0$ のとき、 $Q_R = Q_w$ 、 $Q_L = 0$
- $\theta < 0$ のとき、 $Q_R = 0$ 、 $Q_L = Q_w$

式(2)から式(3)を減ずれば、 $B = X_R - X_L$ であるから、式(1)に帰着する。

3 計算値と実測値との比較

図2に、1990年の計算値(実線)と実測値(右岸△印、左岸▽印)との比較を示した。図2中で用いた f は、各計算期間内で計算値と実測値の差の2乗平均が最小となるように選んだ値である。

図2より、単純化されたモデルではあるが、計算結果は河口位置の変動の傾向をよく表していることがわかる。

4 重み関数 f の検討

f の値に大きく関与すると考えられる河川流下流量 Q [ton/sec] と、河口中心位置 X_C [m] の関係を求めた(図3)。 X_C は左岸に原点をおいて定義しており、河口付近の河道が蛇行していないときには $X_C = 80$ m 付近が河口中心位置に対応する。図3から、河川流下流量 Q が 50 ton/sec 程度以上であれば、河口中心位置によらず、 $f = 0.6$ 程度の値を示す。また、河川流下流量 Q が 50 ton/sec 程度以下になると、大まかではあるが、河口中心位置 X_C の値が小さいとき(ここでは、河口中心位置が左岸よりに位置するとき)に f の値が大きくなり、河口中心位置 X_C の値が大きいときには f の値が小さくなるという傾向がみられる。

以上のような f の性質を考慮し、図3中の()内のような f 値を設定してシミュレーションを行った結果が図4である。図2と比較すると、冬季の精度は落ちているが、河川流下流量が 50 ton/sec 以上を保つ6月～8月の計算結果は傾向がよく表れている。

5 おわりに

数値モデルを用いて河口位置の変化を再現し、その有用性を確認した。ただし、河川流下流量が少ない時期の結果は、まだ不十分である。今後は、河川流下流量が少ない時期の重み関数 f の性質およびモデルで考慮されていない現象の検討をする必要がある。

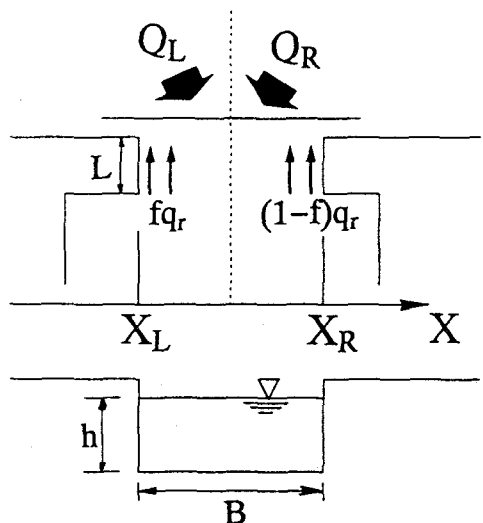


図 1: モデルの説明図

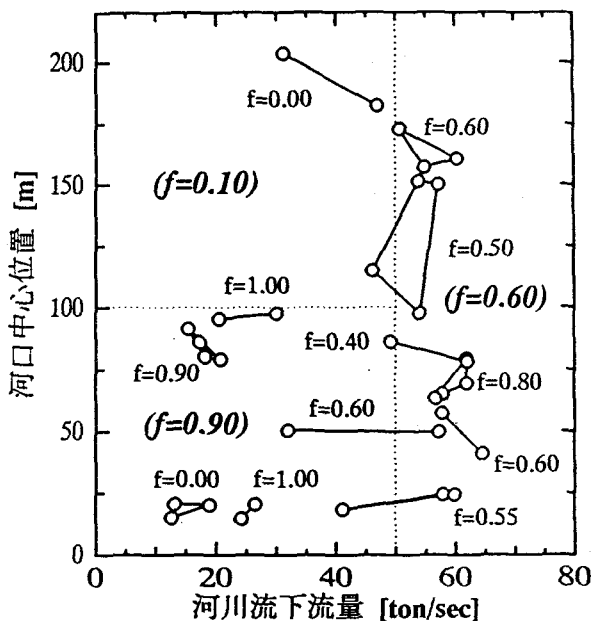


図 3: 河川流下流量・河口中心位置と f の関係

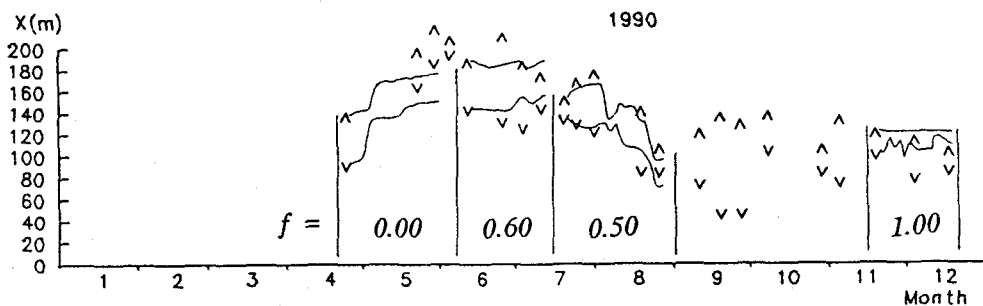


図 2: 計算値と実測値の比較 (1990 年)

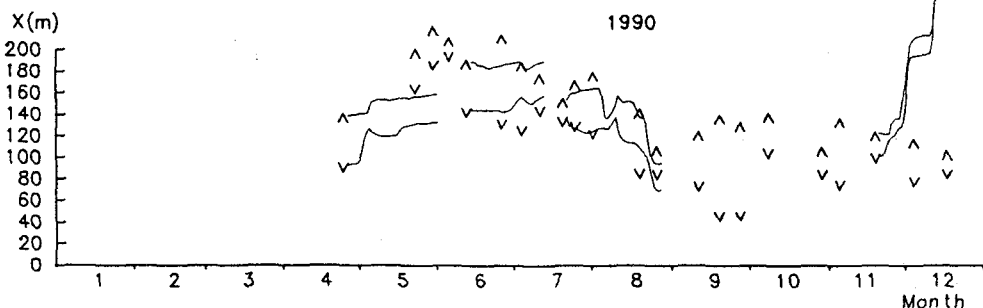


図 4: 図 3 に従う f を用いたときの計算結果