

II-39

十三湖水戸口における河口水深の推定

東北大学大学院工学研究科 学生員 ○渡辺一也
 東北大学大学院工学研究科 正会員 田中 仁
 八戸工業大学環境建設工学科 正会員 佐々木幹夫

1. はじめに

河口部においては、波浪や潮汐などの複雑な外力が働くためにその地形変化が著しいものとなる。この地形変化は河口閉塞などの様々な問題を引き起こし、航路維持や治水に対して大きな影響を及ぼすことがある。そのために河口地形を常に把握しておくことは実務上重要な事柄である。しかし、現在得られている河口地形情報は必ずしも必要とされる間隔で測られていない場合もある。

そのために、地形測量に変わる手法を用いて河口地形に関する情報を得ることが出来れば、河口部における地形変動の把握に対して有効である。このような点を考慮して、著者らは河口水位データから河口地形（河口水深）の推定する手法を提案し、これまでに仮想的な河口水位データを用いて様々なタイプの河口を対象としてその適用性を検討して来た¹⁾。しかし、実河川に限れば、実際に推定を試みた河川が限られており、推定法の適用性を広範な事例に基づいて判断するには到っていない。

そこで今回は、十三湖水戸口（岩木川河口）における河口水位データ及び潮位データを使用して水位情報から河口水深の推定を試みた。

2. 対象領域

本研究の対象領域である十三湖水戸口の河口地形を図-1に示す。

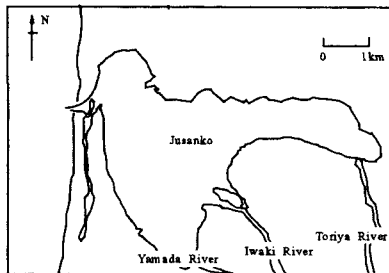


図-1 十三湖水戸口概要

十三湖湖口は、現地では水戸口と呼ばれている。過去には強風や波浪等の影響により、岩木川の流れをせき止め大水害となり、大きな被害を与えていた。しかし、水戸口導流堤完成以後は湛水災害が防止され現在においてもその機能は維持されている²⁾。

3. データセット

河口水深推定には、1988年7月28日および29日に取得されたデータを使用した。その詳細は文献³⁾に詳しい。この期間において取得されたデータは、十三湖内水位および潮位データ、さらに導流堤内の流速、横断面データである。湖内水位データはおおよそ1時間間隔で取得されている。そのため、ラグランジュ補間を用いて1分間隔のデータに変換した。著者らの研究⁴⁾により、1分間隔の水位データにより良好な水深推定がなされることが示されている。使用した水位データを図-2に示す。

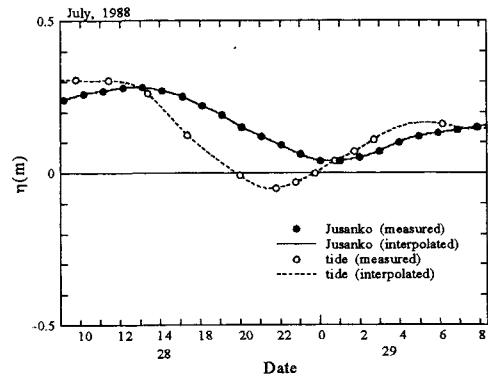


図-2 1988年7月の水位データ

4. 河口水深の推定方法

本研究における河口水位データより河口水深を推定する方法を以下に示す。基礎式はKeulegan⁵⁾によって示された tidal inlet の流れを表現する水理モデルである。この時、基礎式は、式(1)の運動の式、式

(2)の連続の式で示される。

$$\eta_o - \eta_R = (K_{en} + K_{ex} + \frac{2gn^2L}{R^{4/3}}) \frac{|U|U}{2g} \quad (1)$$

$$U = \frac{A_R}{A_C} \frac{d\eta_R}{dt} \quad (2)$$

ここで、 η_o ：沖側潮位、 η_R ：河口内水位、 K_{en} ：入り口損失係数、 K_{ex} ：出口損失係数、 n ：Manning の粗度係数、 L ：河口部狭水路路長、 R ：径深、 U ：河口部流速、 A_R ：感潮面積、 A_C ：河口面積、 B ：水路幅である。ここで、河口の断面形状は矩形と仮定した。

上述の式 (1)、式 (2) 式から U を消去すれば、式 (3) を得る。

$$\eta_o - \eta_R = \alpha \left(\frac{d\eta_R}{dt} \right) \left| \frac{d\eta_R}{dt} \right| \quad (3)$$

ここで、係数 α の定義は、

$$\alpha = (K_{en} + K_{ex} + \frac{2gn^2L}{R^{4/3}}) \frac{1}{2g} \frac{A_R^2}{A_C^2} \quad (4)$$

である。式 (3) によれば、実測値を用いて $\eta_o - \eta_R$ と $d\eta_R/dt$ の関係をプロットすれば係数 α が得られ、式 (4) 右辺の水深を含む諸量以外がすべて既知であれば、これを解いて水深が得られる。

5. 河口水深の推定結果

推定の際に使用した計算の諸パラメーターを表-1 に示す。これらの条件は十三湖水戸口における実際の条件をもとに設定したものである。

表-1 十三湖における計算パラメーター

記号	物理量	設定値
A_R	感潮面積(m^2)	18,060,000
L	河口水路長(m)	620
B	水路幅(m)	187
K_{en}	入り口損失係数	0.3
K_{ex}	出口損失係数	1.0
n	Manning の粗度係数	0.035

河口水深を推定するにあたっては、まず式 (4) の係数 α を求める。図-3 に、河口水位データを用いた際の係数 α の決定を行った結果を示す。

最小自乗法を用いて近似式を求めると、図-3 より $\alpha = 4.6 \times 10^8 s^2/m$ を得る。その α を用いて河口水深

h を計算すると、 $h=2.9m$ となる。

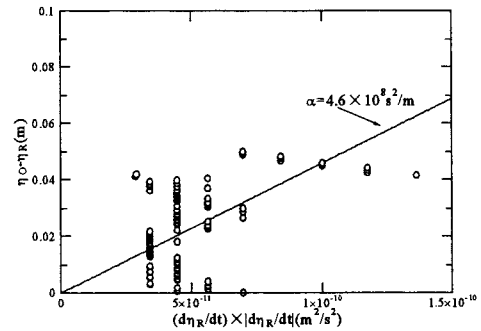


図-3 α の決定

今回の推定結果は実測値が $h=3.4m$ に対して、推定値 $h=2.9m$ という結果が得られ、推定値は実測値に対して小さな値となった。この原因としては、計算に用いた各パラメーターの値が影響しているものと考えられる。特に、式 (4) から明らかのように、Manning の粗度係数により α の推定結果が大きく左右されることが分かる。

6. おわりに

今後はさらに対象河川を増やして、それぞれの河川の特徴を考慮した検討を進める予定である。

謝辞：最後に、本研究に対して日本学術振興会科学研究費（基盤研究(B), No.14350262）の補助を受けたことを付記する。

参考文献：

- 1) 渡辺一也・田中 仁：潮位変動に対する河口水位応答から推定される河口水深の精度，河川技術論文集，Vol.9，pp.269-274，2003.
- 2) 佐々木幹夫・村岡憲司・渥美雅裕・小松洋亮：水戸口閉塞の歴史と河道安定条件，海岸工学論文集，第 37 巻，pp.344-348，1990.
- 3) 佐々木幹夫・沼尾康男・田中 仁・首藤伸夫：岩木川水戸口の水利特性，昭和 63 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演集，pp.62-63，1989.
- 4) 渡辺一也・田中 仁：感潮域における水位応答を利用した河口水深の推定，海岸工学論文集，第 50 巻，pp.61-65，2003.
- 5) Keulegan, G.H.: *Tidal Flow in Entrances*, U.S. Army Corps of Engineers, Committee on Tidal Hydraulics, Tech. Bull. No.14., 102 p, 1967.