貞山堀の水理について

東北大学 正 員○西沢 勝
〃 〃 首藤 伸夫

1. まえがき

名取川地区は、仙台市の南部に位置する低平地で、北は名取川、南は阿武隈川に接した水田地帯である。地形は、西方より東方に1/2000～1/5000の緩傾斜をなした、標高T.P.0.5m～17.0mの地域である。この地区の排水各河川の集まる貞山堀は、阿武隈川、名取川の洪水及び潮位の影響で逆流して、水位が高くなりしばしば湛水被害を及ぼしている。そこで、本地区の貞山堀の水理現象を解明するため、昨年2度にわたり、現場調査を行なったので、その結果の一部を報告する。

2. 現場調査

現場調査は、水位と流速を測定した。図−1に調査地区の略図を示す。水位については、建設省二等水準測量によるB.M.を基点として、水準測量を行い、図−1に示す各地点にB.M.を設定して、スケールにより水位を測定した。流速は、回転計式の微流速計を用いて、二点法により算出した。又流量については、流速測線数を3にとり、春日屋の流量算定式を用いて算出した。なお、調査は昭和52年10月13日及び11月11日の2回、いずれも貞山堀南幹線のヒ門が閉じている時に行なった。

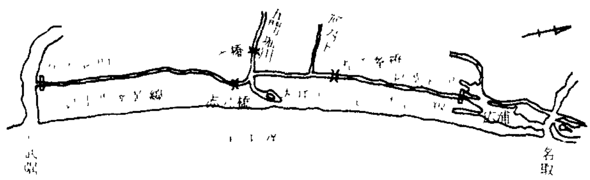


図 − 1

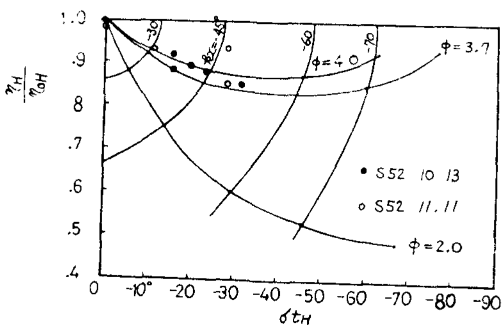


図 − 2

3. 結果

1)粗度係数について、 貞山堀を長方形断面とみなし、次のような方法で粗度係数を推定した[1]。1)実測の水位−時間曲線より各地点の満潮時t_Hを決定する。2)各地点の最大振幅η_Hを決定し、水路閉端部での最大振幅η_{OH}との比η_H/η_{OH}を算出する。3)実測値η_H/η_{OH}とσt_Hの関係をプロットする。次に(1)式においてϕを一定としてkx, μxを求め、(2), (3)式よりσt_H, η_H/η_{OH}を算出する。この関係を示したのが図−2である。

$$\mu x = kx\tan\alpha = kx\frac{\phi}{2\pi} \quad \cdots(1) \qquad \sigma t_H = \tan^{-1}(-\tan kx \tanh \mu x) \quad \cdots(2) \qquad \eta_H/\eta_{OH} = \sqrt{\frac{1}{2}(\cos 2kx + \cosh 2\mu x)} \quad \cdots(3)$$

4)以上の方法により、波数kが0.000073 rad/m、減衰率μが0.000043～0.000046 rad/m、及びαが求まったので次の(4), (5)式を用いて、河口$x=-l$での最大速度U_{max}を求める。

$$\sigma t_M = \tan^{-1}(-\tan kx \coth \mu x) - \alpha \quad \cdots(4)$$

$$U_{max} = \frac{\eta_{lH}}{h} C_0 \frac{k_0}{\sqrt{\mu^2+k^2}} \frac{\left[e^{\mu l}\cos(\sigma t_M + kl + \alpha) - e^{-\mu l}\cos(\sigma t_M - kl + \alpha)\right]}{\sqrt{2(\cos 2kl + \cosh 2\mu l)}} \quad \cdots(5)$$

η_{lH}；潮汐の振幅
$C_0 = \sqrt{gh}$, $k_0 = 2\pi/L_0$

5)次に(6)式を用いてMを求め、(7)式を用いてC_cあるいはfを求め、粗度係数を決定する。

$$\frac{g}{\sigma}M = \tan 2\alpha = 2\frac{\mu}{k}\frac{1}{1-(\mu/k)^2} \quad \cdots(6) \qquad M = \frac{8}{3\pi}\frac{U_{max}}{C_c^2 h} = \frac{f}{3\pi}\frac{U_{max}}{gh} \quad \cdots(7)$$

C_c；Chezyの係数
f；Darcyの抵抗係数

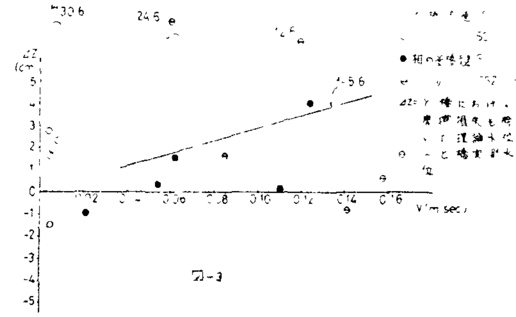
以上の方法により、貞山堀の粗度係数を求めると$n=0.014$程度となった。

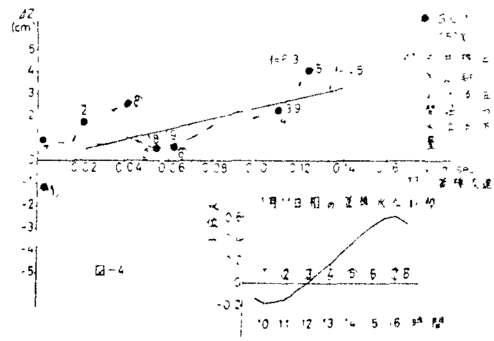
ロ). 分岐の損失係数fについて

図－3は(8)式によって求めた理論水位と実測水位との差を縦軸にとり、横軸に流速をとって示したものである。

$$\eta=a_0\left[e^{-\mu x}\cos(\sigma t-kx)+e^{\mu x}\cos(\sigma t+kx)\right]\quad\text{---}(8)$$

これにより求めた分岐による損失係数は、$f=5.6$となった。図－4は縦軸に赤井橋と等距離にある五間堀川の水位差の実測値を、横軸に相の釜橋の流速をとって示したものである。これによる分岐による損失係数の平均値は$f=4.5$となった。以上により求めた損失係数は$f=4\sim6$となり、分岐管定常流の場合（$f=0.8$；ガルデルの式による[2]）に比べてかなり大きい値となった。その原因として次のようなことが考えられる。①非定常流なので、ここで求めたようなfの決定法が果して妥当か否か問題が残されている。②実測精度に左右されて、かなりバラツキが出ていることをどう考えて処理するかが問題である。③貞山堀（幅約43m）と五間堀川（幅約37m）との断面の差を考えに入れる必要がある。④たとえば10月13日の実測例の場合には、非常に大きな水位差がでていたが、これが実際に生じていたのか、或いは誤測によるものかどうかが疑問である。





次にfの時間的変化を追うと図－4の通りとなり、流速の小さい①，②，⑦，⑧などは誤差が大きくなっていることが読みとれる。また流速が大きくなるにつれてfの値が大きくなる。これは、非定常流の特徴であろう。このようにfが変化するので、絶対値だけでなく、その位相差も考えて解析する必要があるようである。

4. 結論

1). 曲り部における損失が、普通考えられるより可成り大きい実測値を得た。もしこれが事実であるならば、曲り部が多数ある水路網の計算の際、こうした損失を正しく評価する必要があるので、今後なお実測、実験を行なって、損失法則を確立する必要がある。

2). なお、この例のように感潮区間にある地点での実測値解析法について、もう少し精度のよい手法を開発すべきであろう。

5. 謝辞

本研究を行うにあたっては、東北農政局名取川農業水利事業所の鈴木所長，新妻工事課長の多大な御協力を得た。ここに記して謝意を表する。又東北大学、岩崎敏夫教授には有益なる御助言を受けた。なお、現場実験の際には本学学生、鈴木達也君はじめ水理研究室の方々の御協力を得た。ここに記して謝意を表する。

参考文献

1) A.T. IPPEN : ESTUARY AND COASTLINE HYDRODYNAMICS　P493 ～ P521

2) 土木学会編　水理公式集　P249