

下流水位の影響を受ける緩勾配河川における水位流量曲線の検討

環境システム工学課程 水文・気象研究室 木下 順貴

指導教員 陸 旻皎 教授 楊 宏選 助教

背景と目的

治水対策には及び利水計画には、正確な水位と流量データが必要である。しかし、下流水位の影響を受ける緩勾配河川では、低水時における水位と流量の相関が低く、流量の精度が著しく低下している。

今回、対象とした、関川水系保倉川は上越地域の低平地を東から西北西に流れ、関川の河口から約 0.5km の右岸に合流する緩流河川である。合流地点から上流の佐内観測所までの長さは 3.1km でありその間の平均河床勾配は 1/1266 の緩勾配河川である。関川、保倉川では頻発する水害に対して緊急的、継続的な河川改修により治水安全度の向上を図ってきた歴史的な背景を持つ。しかしながら、現在でも流下能力が全川的に不足しており、ハード・ソフト両面からの治水対策を推進していく必要がある。

現在低水時における佐内観測所の水位と流量の相関が低く、正確な流量の把握が課題となっている。原因として保倉川の勾配が緩く、低水時は関川の影響を受けやすいため、水位ならびに流速にその影響がでていることが上げられる。

本研究では、観測水位から流量を精度よく計算するため、関川水系保倉川における水位流量曲線の検討を目的とする。



図 1. 関川水系保倉川

使用データ

今回、H-Q 曲線の検討に使用したデータの内容としては、佐内観測所での水位・流量・断面図・河床勾配、佐内観測所の水位・流量と同時刻の直江津観測所の水位である。観測期間は、平成 16 年 10 月～平成 20 年 11 月である。

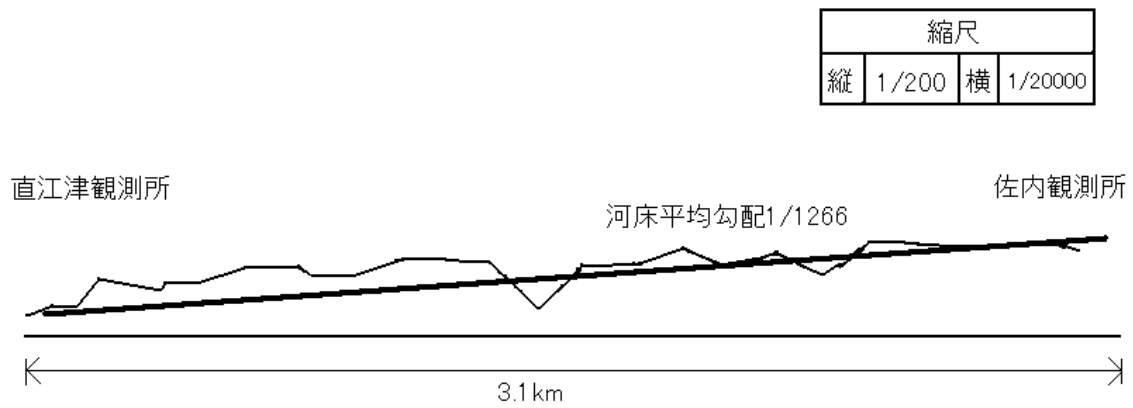


図 2. 河床側面図

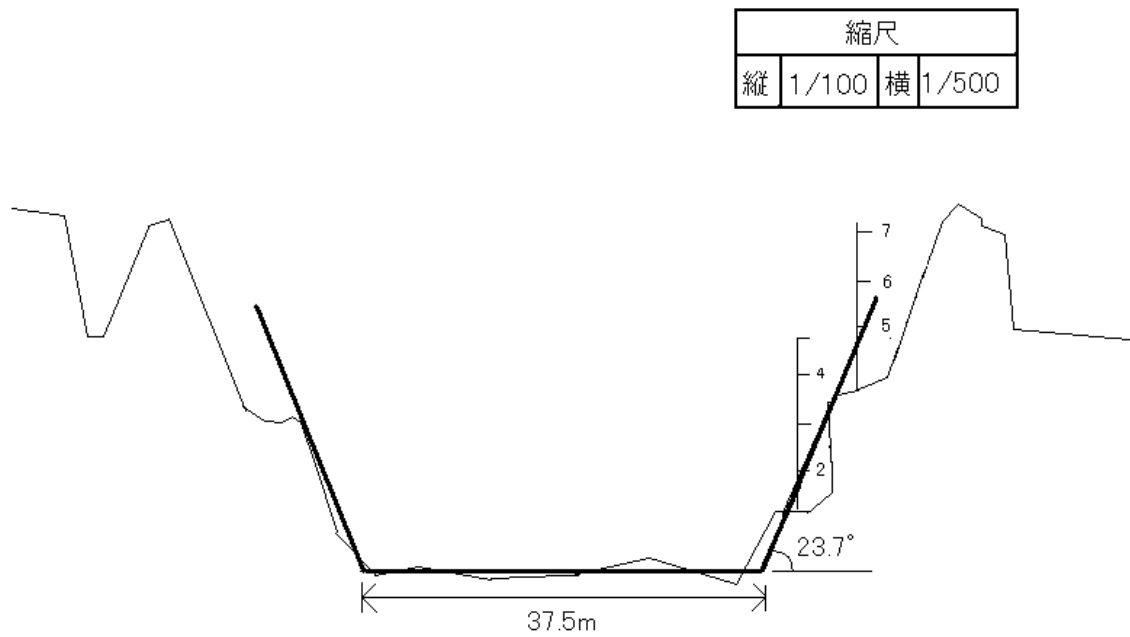


図 3. 断面図

図 2 は保倉川の河床側面図である。太線が今回、計算に用いた河床平均勾配であり、 $1/1266$ とした。図 3 は佐内観測所の断面であり太線が今回、計算に用いた近似断面である。

等流計算手法

下流の影響を考慮しない場合のH-Q曲線を作成するために等流計算を行う。等流計算に用いた式を以下に示す。

$$F(h) = Q -$$

$$bh + \frac{h}{\tan \theta} \left[\frac{1}{n} \frac{bh + h/\tan \theta}{b + 2h/\sin \theta} \right]^{-1} I$$

Q:流量 b:底辺幅 h:水深
θ:角度 n:粗度係数 I:勾配

この式でF(h)=0になるhを繰り返し計算により、求める。求まったhに補正値を加えた値が佐内観測の水位となる。

修正値とは、佐内観測所の水位が水深と等しくないため水位に加える値である。

不等流計算手法

下流の影響を考慮した場合のH-Q曲線を作成するために不等流計算を行う。不等流計算に用いた式を以下に示す。

$$F(h) = -i + \frac{h}{x} \frac{-h}{2g} + \frac{V}{x} \frac{-V}{2g} + \frac{1}{2} \frac{nV}{R} + \frac{nV}{R}$$

i:河床勾配 g:9.8m/s² R:径深
v:流速 x:距離

この式でF(h)=0になるhを繰り返し計算により、求める。求まったhに修正値を加えた値が佐内観測の水位となる。

等流計算結果

等流計算でのH-Q曲線を図1に示した。粗度係数nは0.021を使い、修正値は1.0m

とした。

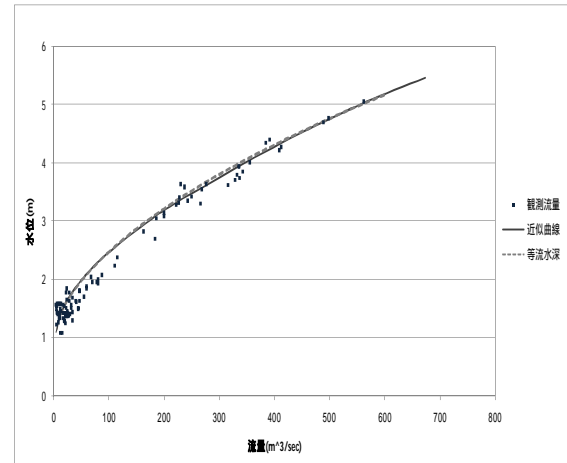


図4. 等流計算でのH-Q曲線

不等流計算結果

不等流計算でのH-Q曲線を図2に示した。

粗度係数nは0.024を使い、修正値は0.6mとした。

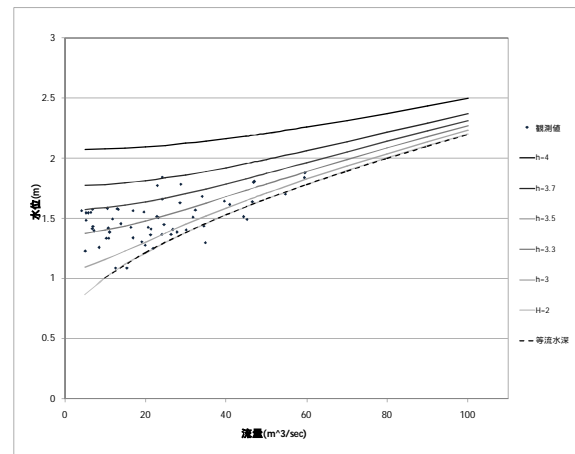


図5. 不等流計算でのH-Q曲線

直江津の水位がh>2mならば、下流の影響を受け、同じ佐内の水位に対して、直江津の水位の増加により、佐内の流量が低下するのが確認できる。流量が大きくなるにつれ、直江津の水位の影響が小さくなっていく。

比較・検討

不等流計算、等流計算、近似曲線の各 H-Q 曲線で求めた流量を佐内観測所の観測流量と比較したものが表 1 である。流量が 70

m /sec以下の低水時のものを比較した。観測流量との誤差は、不等流計算が 12.1%、等流計算が 30.8%、近似曲線が 32.1%となり、不等流計算での H-Q 曲線がもっとも小さかった。図 6 は、表 1 をグラフ化したものであり、縦軸が流量で横軸が水位である。不等流計算の流量が観測流量の近くを推移していることが確認できる。

表 1. 流量の比較

佐内水位 (m)	直江津水位 (m)	観測流量 (m ³ /sec)	不等流計算流量 (m ³ /sec)	近似曲線 (m ³ /sec)	等流計算 (m ³ /sec)
1.61	0.44	40.85	37.0	22.0	23.0
1.57	0.48	32.41	32.5	20.0	20.2
1.80	0.65	46.83	47.0	34.5	35.3
1.88	0.60	59.65	60.9	41.0	42.0
1.63	0.44	28.59	38.5	22.8	23.5
2.04	0.45	68.45	74.0	51.0	52.1
1.45	0.19	24.57	31.4	14.1	13.2
1.81	0.38	47.07	56.5	36.5	37.6
1.84	0.58	59.51	56.1	38.2	39.5

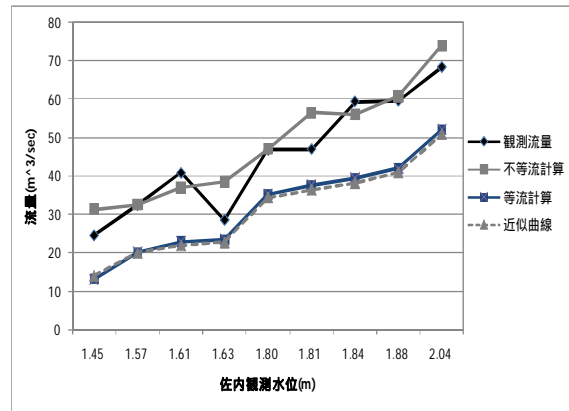


図 6. 流量の比較

まとめ

- ・不等流計算により、上流が下流の影響を受け同じ流量に対して水位が上昇していることが分かった。

- ・観測流量と計算流量の比較では、直江津観測所と佐内観測所の同時刻の水位のデータが少なく、検証数は少なかったが、問題となっている低水時の誤差が 12.1%と良い結果がでた。

今回は、断面と河床勾配を一定とした不等流計算を行ったので地形の変化に合わせた不等流計算を行うことが課題としてあげられる。

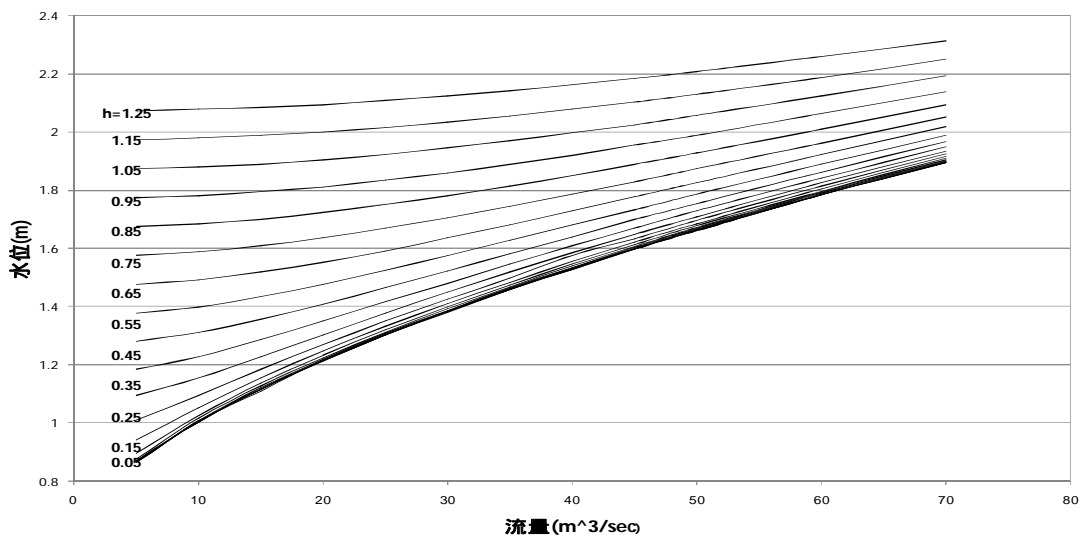


図 7. 不等流計算での H-Q 曲線(直江津水深用)