

II-393

水位変化率を用いた水位－流量変換精度の向上手法の適用

建設省土木研究所 正会員 鈴木俊朗

金木 誠

1. 概要

河川流量は、河川計画および河川管理を行う上で重要な基礎的な水文資料であり、精度良く求める必要がある。河川流量を推定する場合、水位・流量観測値を元に作成した水位－流量曲線式（以下、H-Q 曲線式）を用いて、水位観測値を流量に変換する方法が一般に用いられている。しかし、河口感潮部や堰の背水影響区間等においては、水面勾配の変動のため、通常の H-Q 曲線式による水位観測値から流量への変換が困難である。

本稿では、流量推定値の精度を向上するため、水面勾配の変動に起因する水位－流量変換の誤差を除去する手法について、実現象への適用性を調査した。

2. 研究方法

2.1 H-Q 曲線式に精度低下をもたらす要因

H-Q 曲線式は実測水位 H と実測流量 Q を用いて、最小 2 乗法により求めた回帰式であり、例えば下の式形がよく用いられている。

$$Q = (aH + b)^2 \quad \cdots (1)$$

ここで、Q：流量、H：水位、a、b は定数である。この式では、水位と流量が 1 対 1 に対応することが前提となっている。しかし、河道の形状が変化した場合（河床変動、側方浸食など）や流量観測時ごとに水面勾配が著しく異なる場合、ある水位に対応する流量が複数存在することとなる。例えば図 1 のような洪水波が伝搬する場合、ある地点の H-Q 関係を時刻を追ってプ

ロットするとループを描き、水位と流量が 1 対 1 に対応しない。こうした状況を考慮せずに H-Q 曲線式を作成すると精度の低い H-Q 曲線式となり、H-Q 曲線式により求めた流量も大きな誤差を含む信頼性の低い資料となってしまう。¹⁾

そこで河道形状が変化した場合、その前後で各々 H-Q 曲線式を作成し、水面勾配が変化する場合はその影響を除去して H-Q 曲線式の精度が低下しないようにする。水面勾配が H-Q 曲線式に及ぼす影響を除去する手法については、2.2 に示す手法が一般に知られている。²⁾

2.2 H-Q 曲線式から水面勾配の影響を除去する手法

マニング則によれば、次式の関係が成り立つ。

$$Q_{obs} / Q_s = (I_{obs} / I_s)^{0.5} \quad \cdots (2)$$

ここで、Q：流量、I：水面勾配、添字 obs、s は実測値、定常状態（仮想）での諸量を示す。これより、

$$Q_s = Q_{obs} \cdot (I_s / I_{obs})^{0.5} \quad \cdots (3)$$

となり、全ての Q_{obs} は水面勾配 I_s の定常状態を仮想した時の流量 Q_s に変換できる。 Q_s は各水位に 1 対 1 に対応するので、仮想流量について H-Q 曲線式を作成すれば、精度良く Q_s を求めることができる。実流量を求めるときは、H-Q 曲線式を用いて Q_s を求め、次に I_{obs} を用いて実流量に変換する。水面勾配の変化が H-Q 変換の誤差に与える影響は、このように除去することが可能である。

2.3 水面勾配を推定する手法

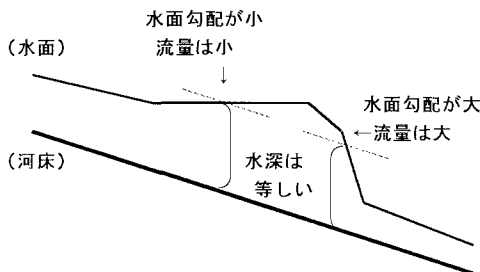


図 1：1 洪水期間中の水面勾配の変化

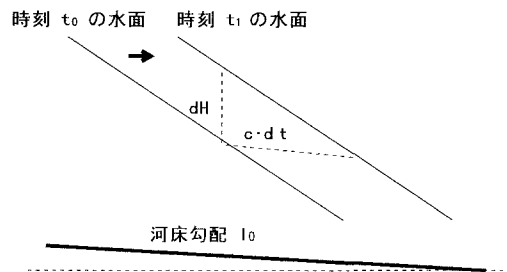


図 2：水位変化から水面勾配を推定する手法

キーワード
連絡先

H-Q 曲線、水面勾配、水位変化率
〒305-0804 茨城県 つくば市 旭 1 番地

TEL. 0298-64-2211

FAX 0298-64-1168

2.2の水面勾配を推定する手法については、近傍の水位観測所との水位差を利用する手法（2点法と呼ぶ）が知られているが、この手法は近傍に水位観測所が設置されていない単独の水位観測所には適用できない。そこで本調査では、水位変化率 dH/dt から水面勾配 I を推定する下式¹⁾（水位変化率法と呼ぶ）の適用を試みた。

$$I = I_0 + 1/c \cdot dH/dt \quad \cdots (4)$$

ここで、 I_0 は河床勾配、 c は洪水伝搬速度、 dH/dt は水位変化率である。(4)式は、洪水時の水面が図2のように下流方向に平行移動するものと見なし、図解的に導くことができる。

この水位変化率法を適用するにあたり、調査すべき項目は下記の2点である。

- (1)式で推定した I を用いて流量推定精度をどの程度向上できるか
- (1)式のパラメータ I_0 および c をどのように設定するか

本稿では、まず実地において観測したデータを用いて

a). を確認することとし、

- ①水面勾配により H-Q 曲線式を補正しない
- ②水面勾配で H-Q 曲線式を補正する（2点法）
- ③ // // (水位変化率法)

の各条件で流量 Q の推定精度を比較した。

③において(1)式の I_0 および c は、近傍水位観測所との水位差により推定した I と当該水位観測所における dH/dt を用いて、最小2乗法により(4)式の係数

を求めて算出した。

2.4 H-Q 曲線式の精度評価指標

H-Q 曲線式の精度は、下式の通り H-Q 変換誤差率の分散で評価する。

$$\sigma = (1 / N \cdot \sum ((Q_{calc} - Q_{obs}) / Q_{obs})^2)^{0.5} \quad \cdots (5)$$

ここで、 N はプロットしたデータ数、 Q_{calc} はH-Q 曲線式により計算した流量、 Q_{obs} は実測流量である。

3. 結果

N 川 1 水位観測所で観測された 8 洪水について、2.3、2.4 の通り流量推定精度の比較を行った結果を図3に示す。これより、水位変化率法による流量推定精度の向上が少なくとも2点法と同等程度であることが確認できた。

4. 今後の課題

今回は、(4)式の I_0 および c を求めるにあたり 2点法による水面勾配の推定値を用いている。近傍に水位観測所が設置されていない場合は、(5)式に示した H-Q 曲線式の精度評価指標を最小にする I_0 および c を求めるか、もしくは I_0 を平均的な河床勾配に設定した上で(5)式を最小にする c を求めることとした。この手法の適用性については、今後確認する。

参考文献：

- 1) 吉谷純一・寺川陽（1997）：洪水流量算出精度向上のための水位流量曲線式照査の一方法。土木技術資料 39-7, pp.26-31, 建設省土木研究所
- 2) 建設省水文研究会（1996）：水文観測, pp.238-239, 社団法人 全日本建設技術協会。
- 3) Linsley, Ray K. (1982) : HYDROLOGY FOR ENGINEERS, pp.107-110, McGraw-Hill Inc.

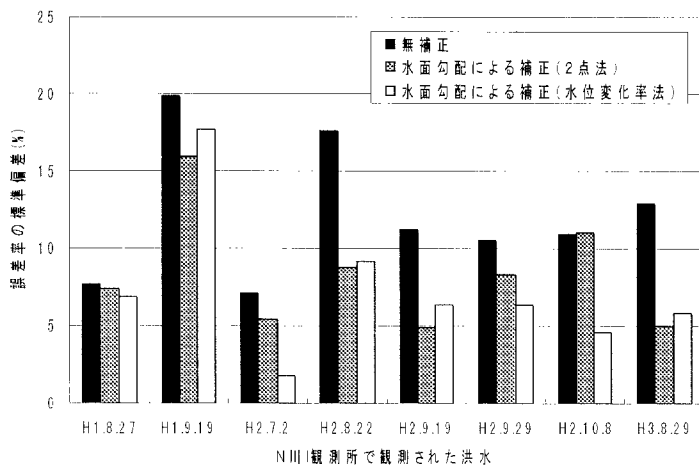


図3：流量推定精度