

HQ システムを用いた水位流量曲線の作成

-水位変化率法の有効性に関するケーススタディ-

独立行政法人土木研究所	正会員	○篠原 努
独立行政法人土木研究所	正会員	深見 和彦
独立行政法人土木研究所	正会員	吉谷 純一
独立行政法人土木研究所		大手 方如

1. 目的

河川流量データは河川計画・管理にとって、重要な基礎的なデータであり、精度よく求めなければならない。流量を算出する際には、水位、流量の観測値を元にした水位流量曲線式（HQ 曲線式）を用いて、水位から流量に変換する方法が一般的に用いられている。通常、HQ 曲線式の作成には、流量観測時の流れの状況を考慮して、測線毎の観測値や HQ 曲線適用範囲等を繰り返し計算を通して支援する必要がある。水位流量曲線式作成照査支援システム（通称 HQ システム）は、必要なデータを保存・管理し、計算・図表作成の自動化によって HQ 曲線式作成の判断を支援するものである。

ここでは、HQ システムを用いて、流量の精度向上のために水面勾配による誤差を軽減する手法の追加検証を行った。

2. 研究方法

2.1 HQ 曲線式

HQ 曲線式は実測水位 H と実測流量 Q を用いて、最小二乗法を用いて求める回帰式であり、下記の形が主に用いられている。

$$Q=A(H+B)^2 \quad (1)$$

ここでは、 Q ：流量（ m^3/s ） H ：水位（ m ） A と B は定数である。この式では、等流近似が成り立つ限り水位と流量が 1 対 1 に対応することになっている。

しかし、河床勾配が緩やかな河川では、一洪水の H - Q 関係を図にプロットするとループを示すことがある。これは洪水期間中に水面勾配の時間変化がその影響を無視できない程大きくなっているためである。このような状況を考慮せずに HQ 曲線式を作成すると精度の低い HQ 曲線式となり、HQ 曲線式によって決められた流量に大きな誤差を含んでしまう。そこで水面勾配の変化の影響を考慮した HQ 曲線式の作成

を行う必要がある。

2.2 水面勾配の影響を考慮した HQ 曲線式の作成手法

マニング則によれば

$$Q_a/Q_m=(I_a/I_m)^{0.5} \quad (2)$$

ここで、 Q ：流量、 I ：水面勾配、添字 a,m は実測値、定常状態（仮想）での諸量を示す。これによって

$$Q_a=Q_m(I_a/I_m)^{0.5} \quad (3)$$

となり Q_a は定常状態を仮想したときの流量 Q_m に変換できる。実流量を求めるときには HQ_m 曲線式を作成して Q_m を求め、 I_a を用いて実流量に変換する。これによって水面勾配の変化による誤差は除去する事が可能である。

しかし、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。そこで本件では当観測所の水位変化率 dH/dt から水面勾配を推定する式（以下、水位変化率法）の適用を試みた。

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

ここで、 I_0 ：河床勾配、 c ：洪水伝搬速度、 dH/dt ：水位変化率である。(3)、(4)式と近傍観測所との水位差により推定した I と当該観測所における dH/dt を用いて最小二乗法により係数を定め、流量を求めた。

本稿では、観測データを用いることによって

- 1) 水面勾配補正をしない
- 2) 水面勾配法で補正をする
- 3) 水位変化率法で補正をする

の各条件で流量 Q の推定精度を比較した。

2.3 HQ-System による水面勾配変化の影響を考慮した HQ 曲線の作成

今回の HQ 曲線式の作成は土木研究所の水位流量曲線式作成支援システム（通称 HQ-システム）ver4.0 を用いて行った。HQ-システムでは、図 1 の画面上の作業によって、水面勾配法や水位変化率法の補正が

キーワード 水位流量曲線 水位変化率

連絡先 〒305-0084 茨城県つくば市南原 1 番地 6 TEL 029-879-6737

容易に行うことが出来る。

HQ 曲線式の精度は、以下のように HQ 変換誤差率の標準偏差で評価する。

$$\sigma = (1/N \cdot \sum \{(Q_c - Q_a)/Q_a\}^2)^{0.5} \quad (5)$$

ここで N：プロットしたデータ数、 Q_c ：HQ 曲線式により計算した流量 Q_a は実測流量とする。

3. 結果

9つの河川で観測された11洪水について2.2、2.3の通りに流量推定精度の比較を行った結果を図2、3に示す。図2は水面勾配法・水位変化率法の両方で誤差を軽減できた例である。図3は、水面勾配法では誤差を軽減できたが、水位変化率法では、実測値と補正した仮想流量に差が見受けられない。そこで、補正をしない、水面勾配法による補正、水位変化率法による補正、の3ケースについて、誤差率標準偏差と洪水流量観測期間中の平均水面勾配との関係を図4に示した。

水面勾配を考慮せずに HQ 曲線式を作成している場合、6～18%程度の誤差を有している。水面勾配法を用いるとおしなべて50%程度誤差を軽減できた。但し、水面勾配が大きい事例の方が誤差レベルを確実に抑制できているように見受けられる。

水位変化率法では、水面勾配が1/1000よりも大きい洪水ケースに限り、誤差を有効に軽減できている。

なお、今回のデータの範囲内では、河床勾配と誤差の軽減との間には明瞭な関係は見られなかった。

4. まとめ

HQ-System を用いて、HQ 曲線がループを描いている事例について、水面勾配の影響を軽減する手法の有効性について検証を行った。

参考文献：

- 1) 鈴木俊郎・金木誠(1998)：水位変化率を用いた水位-流量変換精度向上手法の適用，土木学会第53回年次学術講演会講演概要集第2部 pp786-787，社団法人土木学会
- 2) 吉谷純一・寺川陽(1997)：洪水流量算出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，pp26-31，建設省土木研究所
- 3) 独立行政法人土木研究所(2002)：水文観測，pp230-234，社団法人全日本建設技術協会
- 4) 青木佑久(1972)：水面勾配をとり入れた水位流量曲線，土木技術資料 14-6，pp295-299



図1：HQ-System 操作画面

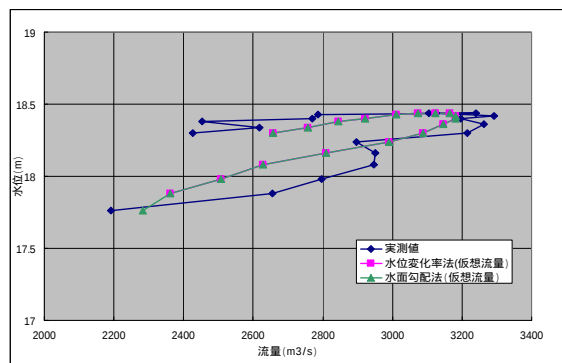


図2：水位-流量関係図

(水面勾配法、水位変化率法ともに誤差を軽減)

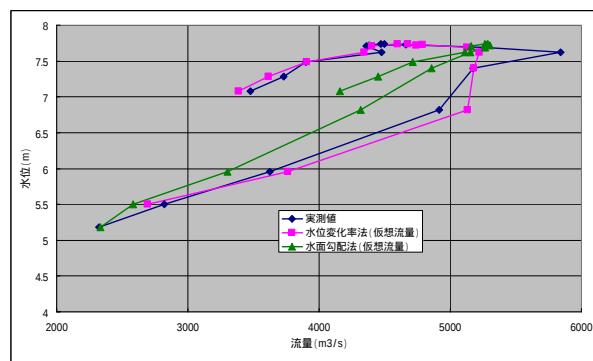


図3：水位-流量関係図

(水面勾配法のみ誤差を軽減)

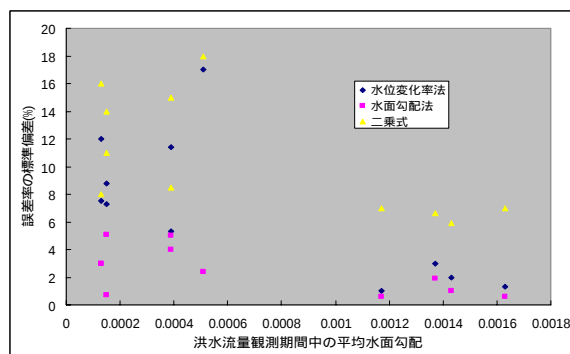


図4：HQ 変換誤差率標準偏差と水面勾配との関係