

実観測データを用いた HK 曲線法による算出流量の精度検証

土木研究所 ICHARM 正会員 ○本永良樹, 萬矢敦啓, 岩見洋一
 国土館大学理工学部 正会員 山坂昌成

1. 目的

河川の計画, 管理においては年間を通して毎正時の流量を把握することが求められるが, 水位や降水量とは異なり流量は連続して測定することが困難である. そこで通常は水位 H と流量 Q の関係式 (HQ 曲線) に水位計で連続測定する水位を代入して流量に換算する手法 (HQ 曲線法) が採られている. しかしながらこの手法は H と Q の関係が一对一であるという前提に基づいており, 実際の出水において見られる水位の立ち上がり時と逓減時で水面勾配の影響により同一水位でも流量が異なる水位と流量の二価性の関係を表現できないことが以前より言われていた¹⁾. これに対応するため, 本永ら²⁾は水位 H と通水能 K の関係式 (HK 曲線) を導入し, 縦断方向に並べて設置された水位計により水位と水面勾配を計測して, それらを流量に換算する手法を提案している. この手法を HK 曲線法と呼ぶ. 本永ら²⁾は同一河川であればいかなる規模, ハイドロ波形の出水についても H と K は一对一の関係性を有しており, HK 曲線式を用いれば測定した水位と水面勾配から流量が一意的に求まることを実スケールの河道を対象とした二次元数値計算により示した. しかしながら実際の河川に HK 曲線法を適用した場合, 算出流量の精度がどの程度改善されるかについて実測データを用いた検証はなされていない. そこで本研究では参考文献 2) で示した国内一級河川 I 川における高水流量観測データを用いて, HK 曲線法による算出流量の精度向上について検証する. 以降, HQ 曲線法, HK 曲線法により算出される流量をそれぞれ HQ 流量, HK 流量と呼ぶ.

2. 研究内容

国内一級河川である I 川の I 観測所における高水流観データを用いて HQ 曲線式および HK 曲線式を作成する. ここでの高水流観では通常の浮子測法により流量 Q が測定されている. また水位 H は量水標のメモリを目視により読み取っている. H と Q , H と K の関係をそれぞれグラフにプロットし, 最小二乗法により 2 次曲線の近似式を求める. HQ 曲線式は実際に I 川の河川事務所が作成し, 使用したものである. 通水能 K は次式で与えられる.

$$Q = K \cdot i^{1/2} \quad (1)$$

ここに i : 水面勾配である. 水面勾配 i の算出には I 観測所の水位データおよび I 観測所の 13.5km 上流に位置する T 観測所の水位データを用いて求める. 得られた HQ 曲線式, HK 曲線式に水位観測値を代入して算出される HQ 流量, HK 流量を実測流量と比較し, その差の程度を調べることで算出流量の精度を検証する. 実際の流量の真値はわからないので, ここでは実測流量を比較用の基準値として用いる. 実測流量との差を検証す

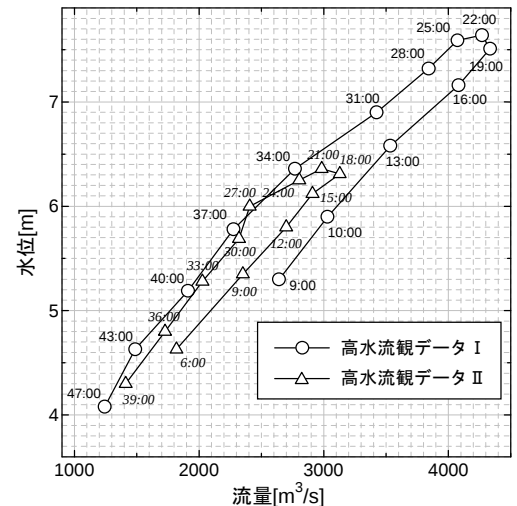


図-1 実測 H , Q のプロット例
(国内 I 川 I 観測所)

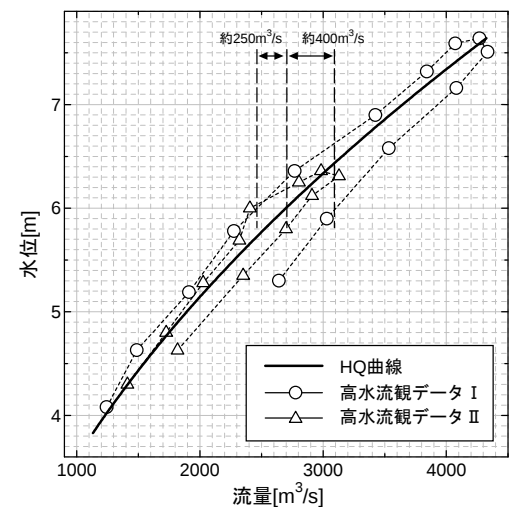


図-2 実際に使用された HQ 曲線例
(国内 I 川 I 観測所)

キーワード 通水能, HQ 曲線, HK 曲線, 浮子測法

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独) 土木研究所 ICHARM TEL:026-879-6779

る際には次式に定義する実測流量との誤差率に着目する。

実測流量との誤差率 (%)

$$=100 \times (\text{実測流量} - \text{算出流量}) / \text{実測流量} \quad (2)$$

上式で算出流量には HQ 流量, HK 流量が当てはまる。

3. 結果と考察

図-1 は I 川 I 観測所における観測水位, 流量をプロットした図である。I 観測所は河口から 26.6KP に位置するが, 本データ観測時は洪水期間中であり潮汐の影響はない。図-1 より国内一級河川において水位, 流量の観測データのプロット点が反時計回りのループを描いている, つまり水位と流量の関係が二価性を有していることが示されている。図-2 は I 川 I 観測所において実際に使用された HQ 曲線式を図-1 に重ねた図である。図-2 に示した HQ 曲線により算出される HQ 流量と実測流量を比較する。例えば高水データ I に関して水位 6m の場合について見ると, 水位の立ち上がり時には実測流量よりも HQ 流量が約 $400\text{m}^3/\text{s}$ 小さく, 通減時には HQ 流量が約 $250\text{m}^3/\text{s}$ 大きい。図-3 は水位と通水能をプロットした図である。通水能は図-1 に示した水位, 流量および I 観測所~T 観測所間で測定した水面勾配を用いて (1)式から求めた。図-3 より水位と通水能の関係はほぼ一対一になっていることがわかる。これにより

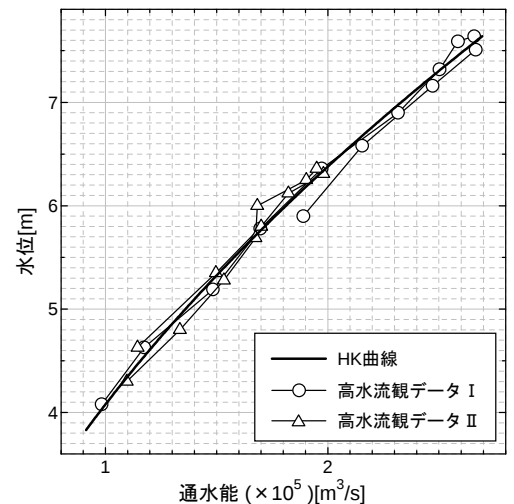


図-3 H, K のプロット例および HK 曲線
(国内 I 川 I 観測所)

同一水位であれば一意的に通水能 K が決まり, 複数の水位計を用いて別途測定している水面勾配 i と併せて一意的に流量 Q が求まると考えられる。HQ 曲線式, HK 曲線式に観測水位を代入して HQ 流量, HK 流量をそれぞれ算出する。図-4 は実測流量, HQ 流量, HK 流量の時系列図である。図中, ○数字は各観測回を表している。図-5 は HQ 流量, HK 流量それぞれについて, 実測値との誤差率を示している。図-5 中の○数字は図-4 中の○数字に対応している。図-5 より HK 流量が HQ 流量よりも実測流量との誤差率が低いことがわかる。HK 流量の精度には実際には河床変動の有無や 2 観測所の間で合流する支川等の影響, 河床勾配の影響も考えられる。これらの検討については今後の課題とする。

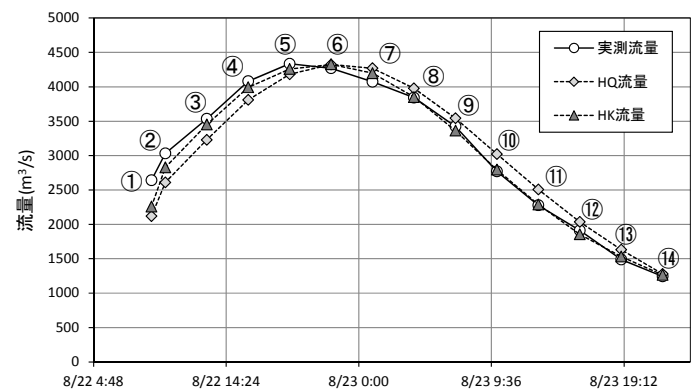


図-4 実測流量と HQ 流量, HK 流量の時系列
(図-1 中, 高水流観データ I)

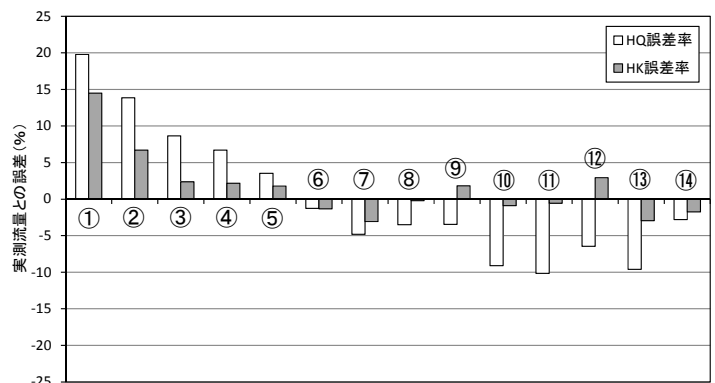


図-5 実測流量と HQ 流量, HK 流量の誤差率
(図中, ○数字は図-4 に対応)

4. まとめ

本研究により得られた知見を以下にまとめる。1)出水時に水位と通水能は一対一の関係性を有していることが実際の高水流量観測データから示せた。2)水位と並行して計測する水面勾配を用いることで, HK 曲線法により同一水位でも流量が異なる現象を表現できる。3)実際に HK 流量は HQ 流量よりも算出データの精度が高いことを実測データより示せた。参考文献: 1)木下武雄: 超音波により連続的に観測された洪水・潮汐等の流量変化の不定流としての挙動, 国立防災科学技術センター研究報告, 第 27 巻, pp.1-11, 1982. 2)本永良樹, 銭潮潮, 山田正, 山坂昌成: 水位-通水能曲線 (HK 曲線) を利用した新しい流量算出手法, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.68, No.4, pp.1357-1362, 2012.