

II-167 洪水追跡におけるMuskingum法の適合性について

日本大学工学部 正員 古河 幸雄

〃 〃 安田 禎輔

〃 〃 藤田 龍之

まえがき、洪水追跡におけるMuskingum法は実用的近似法として代表的な一方法であり、比較的適合性があると云われている。もちろん、より厳密な解を期待する場合には、基礎方程式を数値積分するとか、特性曲線法などにより解析しなければならない。しかし、今日でもなお、このMuskingum法が多くの河川工学関係図書に紹介され周知の解析法となっている現状では利用される機会も多々あるのではないかと考えられ、この解析法の精度やその適合性を知る必要があるのではないかと感じる。

本報では、基本的な2つのタイプの洪水波を設定し、特性曲線法とMuskingum法により追跡し、その結果を比較してMuskingum法による洪水追跡の適合性とその特性を調べる。

1. 洪水波形

本報で設定した基本波形と水路条件は表-1の通りであり、増水継続時間 T_1 と減水継続時間 T_2 との比($T_1:T_2$)はそれぞれ1:2および1:2.5の2種類である。

水路条件	一様長方形水路，幅 $b=40\text{m}$ ， $h_0=30\text{cm}$ 水路床勾配 $i=1/1000$ ，粗度係数 $n=0.03$		
	$T_1:T_2$	$t=0\sim 30\text{分}$	$t=30\sim 90\text{分}$
I	$1:2$	$h=50\sin(\frac{\pi}{60}t-\frac{\pi}{2})+80$ (cm)	$h=50\sin(\frac{\pi}{60}t)+80$ (cm)
	$1:2.5$	$h=35\sin(\frac{\pi}{20}t-\frac{\pi}{2})+65$ (cm)	$h=35\sin(\frac{\pi}{50}t+\frac{\pi}{10})+65$ (cm)

2. 解析法

基本波の追跡は、まず特性曲線法における上田の図式解法により追跡し、次にこれらの洪水波を擬定常流とみなし、基本波および各点($\alpha=0.5, 1.0, 1.5, 2.0\text{km}$)の追跡波の水位を流量に換算し、これらにMuskingum法を適用して各点における流入量 I の重み α と勾配 K を求め、諸係数 C_0, C_1, C_2 を求める。

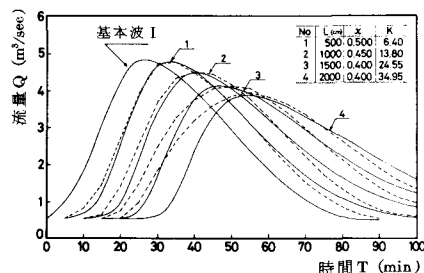
基本波I(又はII)より求めた係数を用いて基本波II(又はI)を、各点ごとに追跡し、特性曲線法による追跡波と比較し、Muskingum法の特性および適合性を調べる。

3. 計算結果と理論的考察

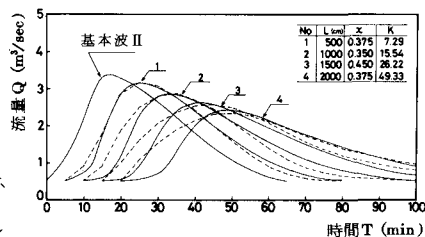
3-1. Muskingum法の適合性について

図-1, 2の実線は、基本波IとIIの特性曲線法による各点の追跡波であり、破線は基本波IおよびIIと各点の追跡波にMuskingum法を適用し、各点の諸係数を用いて基本波を追跡したものである。

両図に表われているように、Muskingum法による追跡波は、特性曲線法による追跡波より増水期には大きく、減水期には小さ目となり、両波は追跡距離が小さければかなり一致するが、追跡距離が大きくなると大幅にずれてくる。図-1, 2から、一般Muskingum法により追跡可能な距離は、基本波Iにおいては1.5km位まで、基本波IIにおいては1km位までとみなせる。基本波のピーク流量が生じるまでの時間を T_q 、同波の先端が追跡地点に達するまでの時間を T_A とすれば、基本波Iは $T_A/T_q=0.72$ となり基本波IIでは $T_A/T_q=0.59$ となる。したがって、



第1図 マスキング法による流量計算



第2図 マスキング法による流量計算

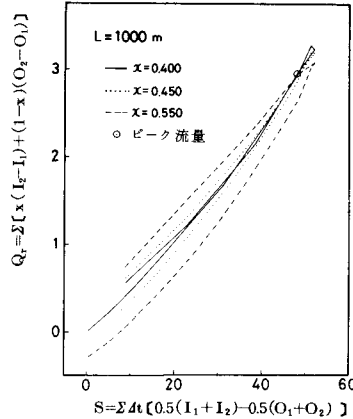
Muskingum法の適用限界は $T_A < (0.6 \sim 0.7) < T_d$ と考えてもさしつかえない。

図-3は、基本波Ⅱより定めた諸係数を用いて基本波Ⅰを追跡したもの、図-4は基本波Ⅰより定めた諸係数を用いて基本波Ⅱを追跡したものである。基本波ⅠのMuskingum法による追跡波のピーク流量は特性曲線法によるピーク流量より小さく、この差は追跡距離が大きくなるに従って増大してくる。この場合の追跡可能距離は0.5 km位となる。基本波ⅡのMuskingum法による追跡波のピークは、基本波Ⅰの場合と逆に大きく、追跡距離が大きくなると両波の波形が著しく異ってくる。この場合の追跡可能距離は約0.5 km位となる。このように、基本波(諸係数を定めるために用いた波)と追跡しようとする波形が異なれば異なるほど追跡可能距離は小さくなる。

3-2. Muskingum法の α およびKについて

Muskingum法における流入Iと流出Oとの関係式($O_2 = C_0[I_2 + C_1I_1 + C_2O_1]$)

の諸係数 C_0, C_1, C_2 を求めるためには、流入量Iの河道貯留量におよぼす重み α と、S-Q図のループの平均勾配Kを求めなければならない。図-5、6は基本波ⅠのS-Q図であり、横軸が河道貯留量の増加分の累計値Sで、縦軸は追跡区間の上流端と下流端の加重平均流量の増加量の累計値 Q_r である。



第5図 基本波Ⅰのループ (L=1000m)

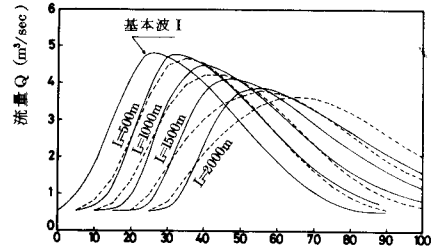
図-5は1 kmにおけるループであるが、定説通りにループが

最も扁平となる場合の α の値0.4を取るよりは0.45を取った場合の方が計算結果は良好であった。これは、 $\alpha=0.45$ のループより $\alpha=0.40$ のループの方が扁平であるが、ピーク付近の曲率が大きく、Kが大きくなるからである。むしろ、ループが多小ふくらんでいても、ピーク付近の曲率の小さい方を選べば、良好な計算結果が得られる。

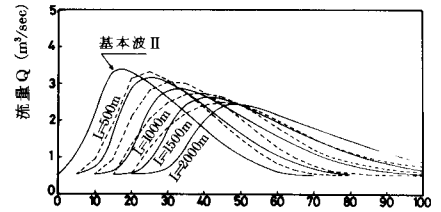
図-6は、2 kmにおけるループである。もはやループも扁平にすることは困難となり、無理に α とKを定めても妥当な結果は得られない。

これはMuskingum法における係数の計算法は図-7に示すように、洪水波の先端部が下流端(B-B断面)に達してから計算が開始されるので、追跡距離に応じて入力波(A-A断面の波)の増水部が無視される。従って、追跡距離が大きくなればなるほど、入力波に関係せず、主として流出波の波形のみで係数が決定されてしまい、無意味な係数となる。〈参考文献〉(1)、上田年比古：特性曲線による不定流計算法の簡易化、16回年講、S 36、9

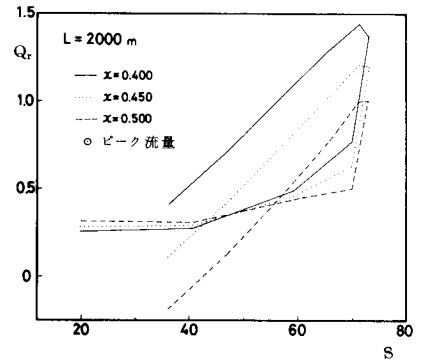
- (2)、荒木正夫、橋東一郎：水理学演習、下巻
- (3)、西畑勇夫：河川工学、技報堂



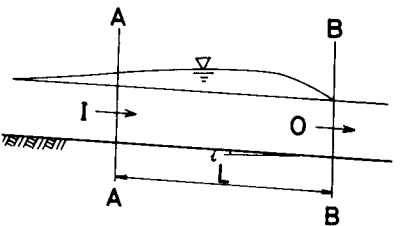
第3図 基本波Ⅱの係数による基本波Ⅰの流量計算値



第4図 基本波Ⅰの係数による基本波Ⅱの流量計算値



第6図 基本波ⅠのループL (L=2000m)



第7図

- (4)、安田、藤田、古河：洪水追跡におけるMuskingum法の適合性についての一考察、日本大学工学部紀要第22巻A、(-部校正ミスあり、お詫び致します。)