

(7) 分割地帯流出分布図による洪水曲線の算定 (概要)

建設省関東地方建設局江戸川工事々務所 正員 工博 中安米藏

本論文は水文資料の少ない本邦の大小各種の河川洪水の単位図を流域図のみを用いて、簡単に且つ合理的に求めようとする総合配分図の研究であつて、既往の論文 建設省技術研究報告第4回(昭25年)⁽¹⁾、第7回(昭28年)⁽²⁾に続くものである。

河川流域に降つた雨の一部は保留雨量(損失雨量)として出水期間中には流出とならない。これは初期に湿潤となる部分や、地表の凹地、地下水位の上昇、其他溜り水として流出が遮断され、減水後になつて流出が始まる部分であつて、これは主として累加雨量に關係し連続降雨から分離することが出来る⁽¹⁾。出水期間中に流出する雨の部分は有効雨量であつて、これも流下経路によつて洪水流速で流達する部分、河道内に滞溜したり、地表面に灌水し乍ら遅れてくる部分、地中に滲透して遅れて河道に流下する部分等、各種の遅滞作用を受けて流出する。このようにして流域内の或る区域に降つた雨の有効雨量は懸案地点では個有の流達時間とそれに対応する流出分布(指数函数型通減)をなすもの考えることが出来る。これを直接観測することは困難であるが、全流域について合成された流出分布の値は実測の洪水資料のある河川では知ることが出来る。

図-1に於いて重心流達時間が t_{li} である地帯の流域面積が ΔF_i km^2 とし、その流域に降つた雨の下流端Aでの単位図を考える。有効雨量強度 r_i mm/h その継続時間 Δt_r 、有効雨量 R_i mm 、 ΔF_i 流域の最遠と最近との流

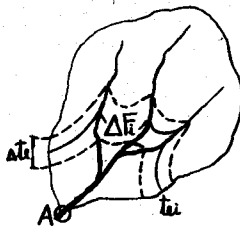


図-1

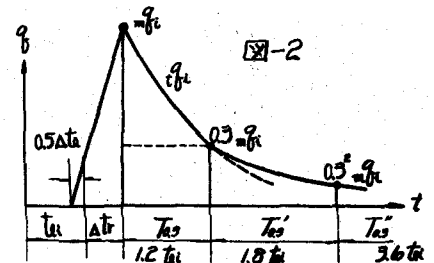


図-2

達時間差 Δt_i とすれば、図-2に示す如く降雨の始点から $(t_{li} - 0.5\Delta t_i)$ 時間後に流出が始まり、ほぼ直線で上昇し $(t_{li} + \Delta t_r)$ 時間後にピーク流量 mq_i となり、其より後の流量は指数函数型通減となる。即ち

$$q_i = q_i k_i^{t-t_{li}-\Delta t_r} = m_{li} e^{-K_i(t-t_{li}-\Delta t_r)} = m_{li} 0.3^{\frac{t-t_{li}-\Delta t_r}{T_{0.3}}} \quad \text{----- (1)}$$

茲で k_i は時通減率、 K_i は時通減係数、 $T_{0.3}$ は0.3減期即ち流量がその30%まで通減するに要する時間、であつて何れも流出の通減の形を決定する定数であり、夫々には後式(7)式の關係がある。単位図の末尾は前述の如く地中流出等の影響が加わつて通減が緩慢となるのであつて mq_i に対し最初の0.3減期を $T_{0.3}$ 、次の0.3減期を $T_{0.3}'$ 更に次の0.3減期を $T_{0.3}''$ とすれば、大体次の如くなる。

$$T_{0.3}'/T_{0.3} = \ln k/\ln k' = 1.5 \sim 2.0 \quad T_{0.3}''/T_{0.3} = 2.0 \sim 3.0 \quad \text{----- (2)}$$

(1), (2) 式を用いてピーク流量を求むれば

$$mq_i = \frac{0.2778 k_i \Delta t_r \Delta F_i}{0.5(\Delta t_r + 0.5\Delta t_i) + 1.1 T_{0.3}} \quad \text{----- (3)}$$

流出分布率、即ち全流出量に対する単位時間の流出量の比を y_i とすれば

$$q_i = 0.2778 R_0 \Delta t_i y_i = 0.2778 R_0 \Delta t_i y_i \quad \text{----- (4)}$$

流出分布率曲線（通減部）は

$$y_i = m y_i e^{-K_i(t-t_i-\Delta t)} = m y_i e^{t-t_i-\Delta t} \quad \text{----- (5)}$$

ピーク分布率は

$$m y_i = \frac{1}{0.5(\Delta t + 0.5 \Delta t_i) + 1.1 T_{0.5}} \quad \text{----- (6)}$$

$\Delta t = 1.0$ 時間とすれば

$$m y_i = \frac{1}{0.75 + 1.1 T_{0.5}} \quad \text{----- (6)}_2$$

或る時刻の貯留量 A_i 流量を q_i とすれば、近似的に $K_i = q_i/A_i \div 1/t_i$ よつて通減の常数はすべて流達時間 t_i をパラメーターとしてあらわすことが出来る。

$$T_{0.5} = 1.2/K_i = -1.2/\ln K_i \div 1.2 t_i \quad \text{----- (7)}$$

単位図が実測値より既知である各種の流域、即ち最大流達時間が 1, 2, 3, ... 7 時間から 25 時間程度の緩流河川まで各種の流域について上式の関係を適用してよく合致することがわかつたので、実測値よりこれを少し補正して次の関係式を得た。 $\Delta t = 1.0$ 時間としピーク分布率は

$$m y_i = \frac{1}{1.0 + 1.3 t_i} \quad \text{----- (6)}_3$$

ピーク以下の分布率は

$$y_i = \frac{1}{1.0 + 1.3 t_i} e^{-\frac{T + t_i + 1}{\mu t_i}} \quad \text{----- (5)}_2$$

μ の値は $m y_i \rightarrow 0.3 m y_i \rightarrow 0.3^2 m y_i \rightarrow 0$ に対応して夫々 $\mu = 1.0 \rightarrow 1.5 \rightarrow 3.0$

上式によつて各流達時間毎に各地帯の流出分布率を計算して y_i の数値表を予め作つて置くことが出来る。又各地帯の総合配分図を作ることが出来る（表及図を略す）。これは流域形状と無関係であるので普遍的に利用することが出来る。

よつて流域面積を等流達時間線で分割して、時間一面積図を求むれば y_i 表を用いて(4)式から直ちに各地帯の単位図 g_i が求められるから、全流域の単位図はそれを合成する。

$$tQ_0 = t q_1 + q_2 + \dots + q_i + \dots + q_n = 0.2778 R_0 (\Delta t_1 y_1 + \Delta t_2 y_2 + \dots + \Delta t_i y_i + \dots + \Delta t_n y_n) \quad \text{----- (8)}$$

全流域を支流別、或はブロック別に時間面積図 ΔF_i を求めれば、夫々の単位図を容易に求めることが出来るから、本邦河川のような降雨強度の地理的分布の変化の大きい場合には降雨量を平均しないで、別々に流出量を計算出来るので、洪水予報に便利である。又上流の洪水調節が下流に及ぼす影響も容易に解析することが出来る。この方法は流達時間を流出のパラメーターにしているので、緩流河川から急流河川まで、又大流域から小流達まで普遍的に用いることが出来る。又流域の形状の影響が算入されるから合理的である。又小洪水と大洪水とによつて流速を変え、時間一面積図を変えることによつて各種の流量に應ずる単位図を作製することが出来る。

この方法は流路の平均流速を概定することから出発するのであるが、この等流達時間線に誤差があつても總体的には大きい誤差を与えない。若し実測資料があれば、流量のピーク時刻より流達時間線を補正することが出来る。

この方法を用い利根川（八斗島）其他数河川の洪水解析を行い良好な結果を得た。