

治水に関する用語集

1. 治水安全度(計画規模)	1
2. 計画基準点	1
3. 基本高水(基本高水ピーク流量)	1
4. 計画高水流量	1
5. 洪水調節施設	1
6. 雨量確率手法	1
7. 流域平均雨量とその算定方法	2
8. 計画降雨量(確率雨量)	2
9. 総雨量	3
10. 洪水到達時間	3
11. 一雨雨量	3
12. 計画降雨継続時間	3
13. 計画降雨波形	4
14. 引き伸ばし	4
15. 流出計算モデル	4
16. 流域分割	6
17. 定数解析	6
18. 一次流出率	6
19. 飽和雨量	6
20. 流出高(流出量)	6
21. 有効雨量と損失雨量	6

1. 治水安全度（計画規模）

治水安全度（計画規模）とは、治水計画を策定する上で、将来的に被害が発生しないように整備するための目標とすべき安全度であり、流域の規模、人口や資産等から、1/200 確率、1/150 確率、1/100 確率等に設定するものである。基本的に降雨量の年超過確率で評価することとし、その設定にあたっては河川の重要度、既往洪水による被害の実態、経済性、上下流のバランス等を総合的に考慮して定める（年超過確率：各年の水位・流量・降水量の最大値を統計的に処理し、ある値を越える確率のこと）。

2. 計画基準点

水系で最重要となる洪水防御地域の計画規模(外力となる確率水文量)を定める地点である。計画基準点は、水系内において人口や資産が集積し、洪水によって発生する被害を防止する必要がある重要な区域の上流端に設定するものであり、水位・流量観測データが蓄積されている地点である。計画基準点は水系内に1箇所設定する 경우가多く、それ以外に重要な地点については複基準点または主要地点として設定する。

3. 基本高水(基本高水ピーク流量)

基本高水とは、洪水を防ぐための計画で基準とする洪水のハイドログラフ（流量が時間的に変化する様子を表したグラフ）である。この基本高水は、人工的な施設で洪水調節が行われていない状態、言いかえるなら流域に降った計画規模の降雨がそのまま河川に流れ出た場合の河川流量を表現している。また基本高水ピーク流量とは、このグラフに示される最大流量から決定された流量の値を指す言葉である。

4. 計画高水流量

計画高水流量とは、河道を設計する場合に基本となる流量で、基本高水を河道と各種洪水調節施設に合理的に配分した結果として求められる河道を流れる流量である。言いかえればこれは、基本高水から各種洪水調節施設での洪水調節量を差し引いた流量である。

5. 洪水調節施設

洪水調節施設とは、人工的に建設した洪水調節用ダム、調節池、遊水地などに一時的に洪水流量の一部分を貯めることによって、下流の河道に流れる流量を減少させる（調節する）施設のことである。この洪水調節施設によって減少した（調節した）流量を洪水調節流量という。

6. 雨量確率手法

基本高水を設定する一般的な手法であり、計画降雨を定め、これにより求めることを標準とするものである。ここで流量資料により統計解析を行わないのは、資料不足のため十分な精度が得られない、実績流量資料は氾濫・洪水調節施設による効果を含んでいる等の難点があるためである。

計画基準点の治水安全度（計画規模）に対応する計画降雨（降雨量、降雨量の時間分布・空間分布の3要素）を定め、流出計算を介して基本高水のピーク流量群を算出する。この計画降

雨を定めるに当たっては、3要素について統計的もしくは気象学的な関係を明らかにして定める方法も考えられるが、現時点においては、それらの関係について検討するための十分なデータの蓄積等がないことから、各要素間の統計的な関係を考慮せず、計画降雨を定めた後、過去に生起したいくつかの降雨パターンをそのまま引き伸ばして計画降雨波形を定める場合が多い。

この場合の計画降雨は、基準地点における流域の規模や降雨特性等を勘案して、計画対象とする降雨継続時間を設定し、この時間内の雨量を統計処理して、計画降雨量（確率雨量）を定め、この計画降雨による流出計算結果より基本高水を設定する。

7. 流域平均雨量とその算定方法

流域平均雨量とは、流域内に平均的に降った雨の量を示したものである。流域平均雨量の算定方法としては、ティーセン法、代表係数法、等雨量線法などがあり、近年では流域平均雨量を算定の際の客観性からティーセン法を用いる場合が多い。

(1) ティーセン法

ティーセン法は、隣接する観測所間を結んだ直線の垂直二等分線で流域を分割し、その分割線で囲まれた多角形の面積（支配面積）の比率を重みとして平均する方法である。客観的であり観測所の面積的な影響範囲を考慮していることになる。

(2) 代表係数法

代表係数法とは、観測所雨量に重みをつけて、平均することによって流域平均量を算定する方法である。

重みについては観測所が多い年代における流域平均雨量と当該観測所の雨量との相関関係から求めるものであり、それを代表係数という。

雨量観測所数の少ない時期の流域平均雨量の算定に用いられるが、重みを定める際に対象とする洪水の選定方法に客観性が欠ける場合がある。

(3) 算術平均法

各雨量観測所の観測値を単純平均する方法である。流域内に雨量観測所が一様で密に分布していて、各観測値と平均値との差があまり大きくなければ精度も比較的高い。しかし、降雨に対する地形の影響が大きい山地などで観測所が少ない場合には、この方法による値は大きな誤差を生ずる恐れがある。

(4) 等雨量線法

雨量観測所の記録を利用して等雨量線を描き、それをもとに流域平均雨量を算定する方法である。この際に降雨分布に影響する諸要因を十分に考慮することができれば良い結果を得ることができる。考慮すべき要素としては、降雨要因、地形、風向、標高などが普通である。

8. 計画降雨量（確率雨量）

計画降雨量（確率雨量）とは、高水計画を策定するにあたって定めた治水安全度（計画規模）

相当の雨量である。たとえば治水安全度（計画規模）を 1/100 確率とした場合には、確率計算による 1/100 確率の雨量が計画降雨量（確率雨量）となる。

9. 総雨量

総雨量とは、雨の降り始めから降り終わりまでの雨量の合計値である。

10. 洪水到達時間

洪水到達時間とは、降った雨がある地点までに到達する時間であり、その時間を求める方法の 1 つに実績降雨のピークと流出量のピーク時差の 2 倍を洪水到達時間として算定する方法がある。これは、以下に示す理由によるものである。

- ・一般に降雨の時間分布は三角形分布になることが多いことが知られていることから、今、洪水到達時間 t_c がわかっている流域に二等辺三角形型の降雨があった場合を考える(図 1 参照)。
- ・このとき、 t_c 内の平均雨量強度が最大となるのは、図 1 の中の $t_a \sim t_b$ 間となり、ハッチの部分となる。
- ・合理式によれば、洪水到達時間内の終わりの時刻（図 1 の t_b ）に洪水のピークが発生することになるため、図 2 に示すように時刻 t_b が流出のピークとなる。
- ・したがって、二等辺三角形型降雨の頂点と流出のピーク時刻（ t_b ）の差（図 2 の t_1 ）が、降雨と流出のピーク時差であることから、洪水到達時間 t_c はピーク時差 t_1 の 2 倍となる。

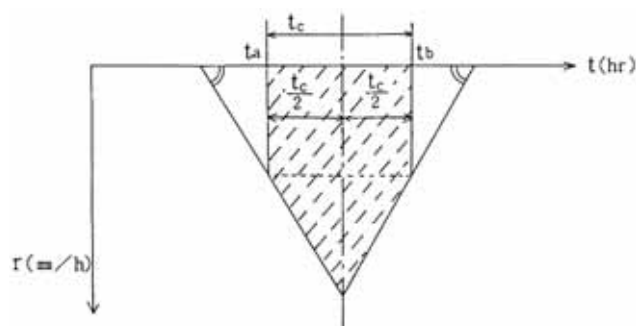


図 1 二等辺三角形の降雨分布

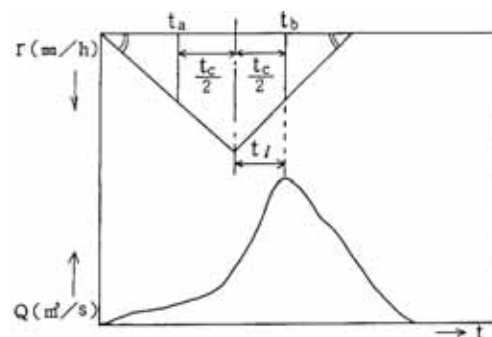


図 2 三角形型降雨分布と流出量との関係

11. 一雨雨量

一雨雨量とは、雨の降り始めから、降り終わりまでの雨量を指しており、洪水到達時間の 1/2 時間程度（流域の規模によっては洪水到達時間程度）無降雨（1 mm/hr 未満）状態が続くと、その前後の雨は別の洪水の降雨とみなす。

12. 計画降雨継続時間

計画降雨継続時間とは、高水計画を策定するにあたり、降雨が継続して降った場合を想定したものであり、実績降雨を計画降雨量（確率雨量）に引き伸ばして流出計算を行う際に、引き伸ばす雨量の時間を示したものである。

雨量確率による基本高水の検討では、実績洪水の一雨雨量の降雨継続時間の頻度分布等から計画降雨継続時間を決め、その時間内の計画降雨量（確率雨量）を求めるとともに、計画降雨量（確率雨量）で実績降雨を引き伸ばし、流出計算を行うことになる。

13．計画降雨波形

実績降雨の時間分布・地域分布を用いて、その降雨量を計画降雨量（確率雨量）まで引き伸ばしたものを言う。実績降雨波形を計画降雨波形として採用するには、計画降雨量への引伸ばしにおいて異常な時間分布および地域分布の降雨になっていないか十分にチェックする必要がある（異常降雨波形・降雨分布の棄却）。

14．引き伸ばし

引き伸ばしとは、雨量確率による基本高水を求める際、治水安全度（計画規模）相当の雨量になるように計画降雨継続時間内の実績雨量を大きくしたり、小さくしたりすることである。

15．流出計算モデル

流出計算モデルとは、雨量データから流出量の算定を行う場合に用いるものであり、合理式や貯留関数法をはじめ、次に示すように多数の流出計算手法が提案されている。これらの流出計算手法は、各々特徴があり流域の地形特性や土地利用の変化等を考慮して、実績流量を再現することができる最適な流出計算手法を用いることが望ましい。

(1)合理式法

合理式は一様斜面を流下する薄層流から、 Manning式の成立を条件として導かれた方法で、流域面積、平均降雨強度、流出係数を仮定することにより、任意地点の洪水ピーク流量を簡易に算出することができる。合理式の成立は、前述したものをまとめると以下のとおりである。

- ・一様斜面を流下する。
- ・薄層流のみが発生する。
- ・流下時間に起因する貯留以外は発生しない。
- ・流域の形状は、一定の幅、勾配である。
- ・合理式による最大洪水流量は次式で与えられる。

$$Q_p = \frac{1}{3.6} frA$$

ここに、 Q_p ：最大洪水流量(m^3/s)
f：流出係数
r：洪水到達時間内雨量強度(mm/hr)
A：流域面積(km^2)

一方、合成合理式は、基本的に洪水到達時間ごとのハイトグラフから得られるピーク流量を単純に連ねてハイドログラフを作成する方法であり、流域分割を行って河道の遅れ時間を考慮し、洪水調節効果を把握することができる方法である。このため、単純な合理式の課題をある程度解消したものと考えられるが、基本的には非線形性が表現できない。

(2) 単位図法

基本的な考え方は、Sherman (1932) が提唱したもので、「単位時間内に降った単位有効雨量による当該地点における河川のハイドログラフは常に同形である」ということにある。このときのハイドログラフを単位図と称し、以下の仮定に成り立っている。

- ・単位有効雨量に対する直接流出成分の継続時間は、有効降雨に係わらず一定である。
- ・直接流出量は有効降雨に対して比例（線形）関係にある。
- ・ハイドログラフは、各降雨に対する流出成分を合成されたものとする。

単位図法は、簡易にハイドログラフを算出することができるが、合理式と同じように流出現象の非線形性を表現できないし、大流域においては降雨の地域分布を表現するために複数流域の単位図を用意する必要がある。単位図法は水文資料のない河川への適用が可能であるが、大洪水と中小洪水では単位図が異なり、洪水調節施設の効果が把握しにくい等、近年ではほとんど実河川への適用は見られない。

(3) 準線形貯留型モデル法

本手法は斜面モデルとして合理式に基づき、洪水到達時間内における有効降雨による流出への過程において、非線形性を指数単位図（線形貯留型モデル）として表したものである。ここで洪水到達時間については、流出試験値の研究成果から角屋が提案した有効降雨強度、流域面積と土地利用から定まる定数を用いて算定する方法を採用しており、得られた洪水到達時間から指数単位図を求めることとしている。したがって、基本的には線形モデルではあるが、降雨強度に応じて貯留定数が異なることから、準線形貯留型モデルとよばれるものである。

準線形における指数単位図は土地利用ごとに設定することが可能なため、特に流域の土地利用変化の著しい河川等に多く適用されている。また、土地利用ごとの有効降雨モデルについては、実河川に適用して得られた一般値が示され、洪水到達時間に係わる定数等についても等価粗度による標準値が示されており、実測流量のない河川においても適用可能なモデルとなっている。

(4) 貯留関数法

貯留関数法は降雨流出現象の非線形性を表わすために、降雨量から流出量の変換過程のなかで流域の貯留現象を導入し、その貯留量と流出量との間には一価関数の関係を仮定して、貯留量を媒介関数として降雨量から流出量を算定する方法である。

一般に貯留関数の概念は、貯留現象を表すタンクと河道の遅れ現象を表す線形水路からモデル化されており、このモデルに対して運動および連続式を解くことにより流出量を求める方法である。なお、貯留タンクにおいては、流出量が貯留量のべき乗に比例するものとし、流域流出量や河道における貯留現象を同じように扱っている。貯留関数法は、洪水流出が表面流であるとして、Manning の流れの式から、流域または河道の貯留量 S をその流出量 Q の指数型関数と表して運動方程式とし、さらにこれを連続方程式と組み合わせて流域流出量と河道洪水流を算出するものである。

16．流域分割

実際の洪水では、流域全体に同じ雨が降ることはない。洪水の発生要因や地形特性等に応じて、上流域に多量の雨が降ったり、下流域に多量の雨が降ったりする。このようにいろいろな雨の降り方をする場合には、流域を分割し、分割した流域毎の流域平均雨量を算定しなければ、流域からの流出量を正確に把握することができない。

また、流域内に複数の流量観測地点があり、そのデータを用いて流出計算モデルの定数解析を行う場合には、流量観測地点上流の流域面積を正確に捉えることができるように、流域分割を行わなければならない。

したがって流域分割は、以下に示す点に配慮して流域分割を行うことが望ましい。

- ・大きな支川が流入する場合には、その支川に合わせて流域分割を行う。
- ・流域内に複数の流量観測地点がある場合には、その地点で流域分割を行う。

17．定数解析

流出計算モデルにはいろいろな定数があり、流出計算モデルで流量を求めるためには実績洪水の流量データを用いて、流域に応じた定数を決める必要がある。

この定数を決めることを定数解析という。

18．一次流出率

流域に雨が降ると地中に浸透したり、凹地に貯留するなど、降った雨は全量河道に流れ込んでくるわけではない。この地中に浸透したり、凹地に貯留したりする部分の量を求める定数を一次流出率という。

たとえば、一次流出率が0.3の場合には降った雨の70%が地中に浸透したり、凹地に貯留して河道内に流れ込まないと想定したものであり、残りの30%が河道内に流れ込んでくることになる。

19．飽和雨量

飽和雨量とは、雨が降り始めてから、流域が飽和状態（地中に浸透しなく、凹地に貯留しなくなり、降った雨が全て河道に流れ込む状態）になるまでの累加雨量である。

したがって、洪水が発生する前の流域の湿潤状態によって飽和雨量が変わるため、定数解析を行うにあたっては、洪水毎に飽和雨量を変える場合が多い。

20．流出高（流出量）

流出高とは、洪水の発生とともに流出してきた流量ボリュームをその地点上流の流域面積で割ることによって求めたものである。具体的には、計画基準点または主要地点等において観測された流量データをもとに、平常時の流量を上回る部分の総ボリュームを流量地点上流域の面積で割ることによって求める。なお単位はmmで表される。

21．有効雨量と損失雨量

有効雨量とは、雨量のうち直接流出する部分をいう。損失雨量とは、樹冠遮断、地中保留等

により直接流出しない部分をいう。

$$R_1 = R - R_2$$

R : 総雨量、 R_1 : 有効雨量、 R_2 : 損失雨量