

II-53 合理式による雨水貯留施設効果の実用的推算手法

(株)建設技術研究所 正会員 林 林植
同上 正会員 森下 甲子弘

1. はじめに

近年、都市域における洪水防衛対策は、総合治水対策にみられるように、河道改修のみならず、治水安全度へ悪影響を及ぼす流域内諸活動に対して、換言すれば洪水流量の増加を来すような発生源における対応にも、対策の眼が向けられるようになっている。雨害に伴って設置される防災調整池等の雨水貯留施設は、その最たるものであり、中小河川計画で一般に用いられている合理式に則して、雨水貯留施設が河道の治水安全度に与える影響をできるだけ簡略化した方法により推算できる手法の実用化を試みたものである。

2. 雨水貯留施設効果の推算手法

(1) 基本的な考え方

合理式は、次式に示すような形で表わされ、雨水貯留施設による洪水ピーク低減、時間遅延といった洪水調節効果を、その数少ない構成要素の中で表現することは困難である。

$$Q_p = f \cdot r \cdot A / 3.6$$

Q_p : 洪水のピーク流量 (m^3/s) f : 流出係数
 r : 洪水到達時間内降雨強度 (mm/hr) A : 流域面積 (km^2)

ここで、雨水貯留施設の集水域が、河川計画上の分割流域に比して、比較的小規模でかつ流域各所に分散していることに着目し、降雨から流出への集中過程においてその効果を評価できると考え、図-1 のような考え方を導入した。これは、有効降雨ハイトグラフを、それぞれの雨水貯留施設の特性に応じて、洪水調節効果を反映しうるような修正を行った後に、流域全体で合成し、所与の洪水到達時間における有効降雨強度を求め直して洪水ピーク流量を推算するものである。

(2) 貯留施設のモデル化

雨水貯留施設の放出口からの放流量は、次式で与えられる。

$$Q = c \cdot a \sqrt{2gH}$$

Q : 放流量 (m^3/s) c : 流量係数
 a : オリフス断面積 (m^2) g : 重力加速度 $9.8 (m/s^2)$
 H : 水深 (m)

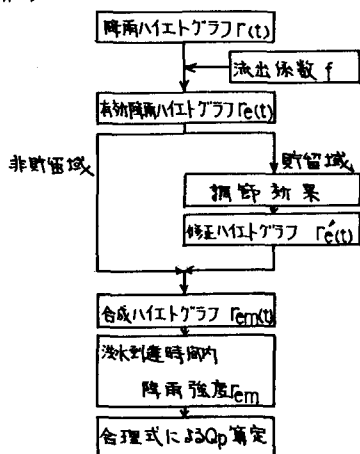


図-1 貯留効果の推算フロー

これを、降雨に対して利用できるように、貯留高と放流高の関係に換算し、さらに、流量係数、オリフス断面積、集水面積を、雨水貯留施設の指標として最大放流比流量および最大貯留高で表わすと、次のような貯留式となる。

$$h = k \cdot q^2$$

h : 貯留高 (mm) q : 放流高 (mm/hr) k : 雨水貯留施設の定数 ($= \frac{h_{max}}{(3.6 Q_s)^2}$)
 h_{max} : 最大貯留高 (mm) Q_s : 最大放流比流量 ($m^3/s/km^2$)

この貯留式と次の連続式を連立させることにより、貯留施設によって洪水調節された後の有効降雨ハイトグラフを得ることができる。

$$\frac{\Delta h}{\Delta t} = r_e - q$$

r_e : 有効降雨強度 (mm/hr)

(3) 雨水貯留施設効果を考慮した洪水ピーク流量の推算
流域を貯留域と非貯留域に分割し、次のように面積加重平均により、基準地における洪水到達時間内有効降雨強度を求め、合理式により、洪水ピーク流量を推算する。

$$r_{em} = \frac{\sum r_{e,i} \cdot A_{1,i} + r \cdot f \cdot A_2}{\sum A_{1,i} + A_2}$$

$A_{1,i}, A_2$: 貯留域、非貯留域の流域面積 (km²)

$r_{e,i}$: 貯留域における洪水調節後の洪水到達時間内有効降雨強度 (mm/hr)

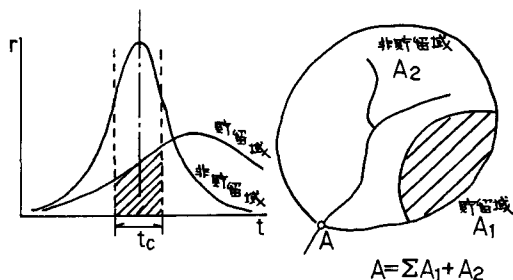


図-2. 有効降雨ハイトグラフの合成

3. 検討事例

流域の都市化が進行しているA川における検討事例について記す。表-1. に示すように、A川は典型的な都市中小河川であり、市街地および貯留施設に関する諸元は、昭和53年時臭のものである。これより、2. で提示したモデルを用いて、50mm/hr中央集中型の24時間ハイトグラフにより、洪水ピーク流量を推算したところ、図-3.に示すような結果が得られた。現況の貯留施設により、10%程度洪水ピーク流量が低減しており、また、10000 m³程度の容量によってA川では洪水ピーク流量が1%低減していることがわかる。

表-1. A川流域の概要

流域面積	18 km ²
市街地面積率	70 %
貯留施設数	25 基
貯留施設集水面積	4 km ²
貯留施設容量	127,000 m ³

4. モデルの比較検討

次に、モデルの妥当性を検証するために、現在、都市域の河川によく適用されている準線形貯留型モデルを用いて、実際にダムモデルを組み込んで流出解析を行ったものとの比較結果を表-2.である。ここに、流域面積1 km²、流出係数0.7、貯留施設集水面積0.5 km²、容量30,000 m³、最大水深3 m、最大放流比流量3 m³/km²、と極めて単純化した流域諸条件としており、50%中央集中型24時間ハイトグラフにより計算したものである。

表-2.より、合理式によるモデルによっても、従来の手法に比して、雨水貯留施設の洪水調節効果を十分表現しうることが明らかとなった。

5. まとめ

中小河川計画においては、合理式による流出計算手法が、一般に取り入れられており、総合治水対策等に関連して、流域内に設置されている雨水貯留施設の洪水調節効果を推算する場合、現行の河川計画と矛盾なく、かつ簡便な手法で評価することが、その要件となる。本報告は、雨水貯留施設の効果を、最大貯留高と最大放流比流量といった簡単な指標をもとに貯留域の有効降雨ハイトグラフを修正し、非貯留域と合成した後、合理式を用いて洪水ピーク流量を推算する手法を提示し、その妥当性を他のモデルとの比較によって検証したものである。

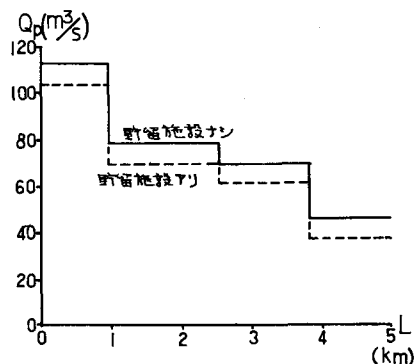


図-3. A川における検討事例

表-2.モデルの比較検討結果

比較諸元	準線形貯留型モデル	合理式モデル
ピーク流量 Q_{p1} (貯留施設ナシ)	16 m ³ /s	16 m ³ /s
ピーク流量 Q_{p2} (貯留施設アリ)	9 m ³ /s	9 m ³ /s
カット効果 Q_{p2}/Q_{p1}	0.56	0.56
最大貯留高	46 mm	45 mm
最大放流比流量	2.6 m ³ /km ²	2.6 m ³ /km ²