

宮崎大学工学部 正会員 石黒政義

宮崎大学工学部 学生員 田部章三、○木川良二

1. はしがき 総合的都市排水計画に先立つ基本的問題の1つに降雨と流出に関する水文学的問題がある。本報は昭和40年から宮崎大学工学部構内全排水渠を利用した降雨流出の自記記録設備を用いて研究を続けて来た第6報である。本文ではAPIを考慮した浸透能曲線の算定法、連続降雨からの浸透能曲線の算定法、流入時間の新算定法を提唱し、修正RRL法による流出解析の適用例をも報告する。

2. RRL法による流出解析と適用限界 本法は英国の都市下水道計画に用いられており、その解析手順は図-1に従って行なわれる。この方法を雨量の多い日本に適用して、実測値と合わない原因としては(1)不透水面のみを考えているので比較的雨量の少ない場合、あるいは不透水面が大部分をしめる場合でないとい適用できない。(2)流入時間、流下時間を一定とみなし時間面積図を用いている、実際には降雨強度が大きくなると流量が増し流速が大きくなり流下時間が短くなる、また、その反対の場合は時間が長くなり、雨量の変動が大きく、比較的浸透面の多い流域では無理が生じる。本文では以上の諸欠点をおこなった修正法を基本として、さらに、不明であった各要素に考察を加えた。

3. 流入時間の新算定法 流入時間に各要因を含ませて数式化したカーベイの算定式があるが、これは降雨強度を一定にした場合のもので次式となる。

$$t_i = \left[\frac{2}{3} \times 3.28 \left(\frac{L}{S} \right)^{0.467} \right] \quad (1)$$

t_i : 流入時間(min), L : 最遠点からの距離(m), S : 地表勾配, 3.28 : ft より m への換算値,

この算定式に降雨強度の項を入れて降雨強度に即応した次の流入時間修正式を提示する。すなわち、

$$t_i = \left[\frac{2}{3} \times 3.28 \left(\frac{L}{S} \right)^{0.467} \right] \quad (2) \quad i: \text{降雨強度}(\text{mm}), \quad Q: \text{地域係数(宮崎では} \frac{1}{10} \text{をとる)}$$

を用いて流入時間を算定し、また第5報で報告した降雨強度の変化に対応した流下時間算定法を使い時間面積図を新たに作成し、それを図-2に示す。

4. 先行降雨も考慮した浸透能曲線新算定法、有効雨量と無効雨量との分離方法にHortonの浸透能があり、次式となる。

$$f = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \quad (3) \quad \text{ここにおよは初期、最終の浸透能、} k \text{は常数。既往の浸透能曲線算定は総雨量}(R) \text{と総降雨継続時間}(T) \text{で決定され、故にその一般式は次式で}$$

示される。

$$f = f(R, T) \quad (4) \quad \text{浸透能は先行降雨の影響を受けて大きく変動する。そこでAPIと} T \text{を関係づけ}$$

た曲線群の一部が図3である。この様な手順でAPIを含んだ手の算定法は極めて合理的である。

5. 3流域特性を考慮した有効、無効雨量の分離法 (1)不浸透面 A_{imp} の場合； A_{imp} では一定の初期損失以後は流出率100%となる、そのプロセスをモデル化して図4(1)に示す。(2)半浸透面 A_{sp} の場合； A_{sp} では一定の初期損失以後は時間的にずれて A_p のFと同じ割合で(2)のように減衰する。(3)浸透面 A_p の場合； A_p では初期損失後は浸透能曲線に従い図4(3)の様に減衰する。

6. 連続降雨からの浸透能曲線算定法 前述4の浸透能曲線算定法は、一雨のF, R, Tを関連づけて曲線型が決まられる。この曲線による流出算定結果はピーク位置と流出絶対量は一致するが、その他はなお一致しない部分がある。この欠点を補正方法として降雨期間中の刻々の損失能、したがって有効雨量を算定する方法を提唱する。その算定手順は図5に従って次のようである。手順1； A_{sp} からの流出 $H_{hydro}, Q_{sp}(t)$ と A_p からの流出 $H_{hydro}, Q_p(t)$ を流出率100%として加え R_0 とする。 $R_0 = Q_{sp}(t) + Q_p(t)$ -----(8) 手順2；実測 $H_{hydro}, Q_{act}(t)$ から A_{imp} の流出 $H_{hydro}, Q_{imp}(t)$ (初期損失の残量)を差引き $P_0(t)$ とする。 $P_0(t) = Q_{act}(t) - Q_{imp}(t)$ -----(9) 手順3； A_{sp} と A_p の損失時間変化を $F_p(t)$ とすれば、 $F_p(t) = R_0 - P_0(t)$ -----(10) であり、その累加 $F(t)$ とする。手順4；累加損失時間変化 $F(t)$ から最適の曲線型を求める。以上の手順で連続降雨からの浸透能曲線が求められる。昭和47年度の実測観測記録より $F(t)$ 曲線を求めた結果、Horton型の曲線が適用できることが判明した。これらも総雨量ごとに分類した算定式を図6に示す。

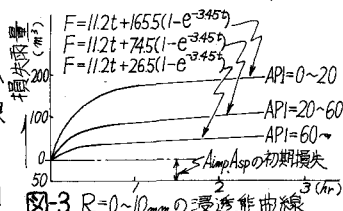


図-3 R=0~10mmの浸透能曲線

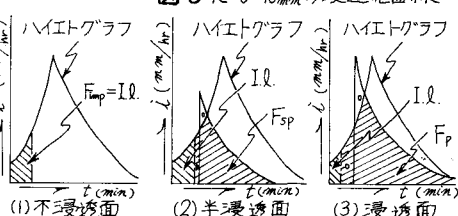


図-4 有効、無効雨量の分離

図5 連続降雨からの浸透能曲線算定手順
(1) A_{sp}, A_p からの流出和 (2) 実測 H_{hydro} と A_{imp} からの差差 (3) A_{sp}, A_p 損失時間変化 (4) 曲線型の決定
Horton型曲線
実測累加損失量 $F(t)$

図-5 連続降雨からの浸透能曲線算定手順

た。これらも総雨量ごとに分類した算定式を図6に示