

(Ⅱ-5) 都市河川における雷雨性の集中豪雨のタンクモデルによる流出解析について

宇都宮大学大学院 学生員 荻 田 利一
宇都宮大学工学部 学生員 手 塚 孝幸
宇都宮大学工学部 正 員 長谷部 正彦

1. はじめに

本報告は、都市化された地域を流域にしている中小河川が、雷雨性を伴う集中豪雨によって、しばしば氾濫しているため、そのメカニズムをタンクモデルを用いて流出解析し、解明することを目的とする。

2. 対象流域と水文資料

対象としている釜川は、一級河川利根川の一支出であり、宇都宮市内中央を流れる都市河川である。釜川の流域面積は $A=6.4\text{Km}^2$ である。

解析水文資料は、昭和57年6月21日、同年8月1日、2日、3日、25日の雷雨性集中豪雨の水文資料である。

3. タンクモデル

運動方程式(1),(2)と、連続式(3),(4)を考えた、
図-1のようなタンクモデルを考えた。

$$S_1 = K Y_1 \text{ -----(1)}$$

$$S_2 = K Y \text{ -----(2)}$$

$$\frac{dS_1}{dt} = X - Y_1 \text{ -----(3)}$$

$$\frac{dS_2}{dt} = Y_1 - Y \text{ -----(4)}$$

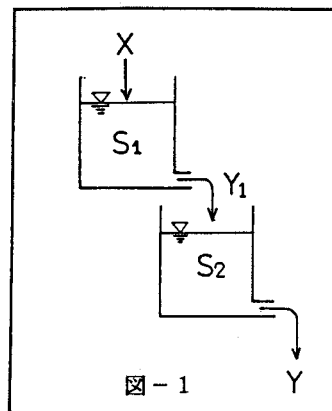


図-1

(1)~(4)の式において、 S ; 貯留量, X ; 降雨量, Y ; 流出量, K ; 貯留係数, t ; 時間。

また、貯留量 S は、流出量 Y に比例するとした。

$$K^2 \frac{d^2 Y}{dt^2} + 2K \frac{dY}{dt} + Y = X \text{ -----(5)}$$

$$Y(t) = \int h(t) X(\tau - X) d\tau \text{ -----(6)}$$

このような系の方程式は、(5)式のような微分形式あるいは、(6)式の重畳型積分式で示される。

$h(t)$ は応答関数で、(5)式より伝達関数を求め、その逆ラプラス変換でもとまり次式で表す。

$$h(t) = \frac{t}{K^2} e^{-\frac{t}{K}} \text{ -----(7)}$$

一般に、流出量の逓減部は次式のように示される。

$$Y(t) = Y_p e^{-mt} \text{ -----(8)}$$

ここで、 Y_p ; ピーク流出量であり、(8)式を(5)式に代入することにより次の関係がえられる。

$$m = \frac{1}{K} \text{ -----(9)}$$

(9)式により m ; 時定数の逆数と K ; 貯留係数の関係が求められる。

貯留係数 K は、 $\text{Log } Q-T$ のグラフの逓減部より、逓減係数 m を求め、 $K = 1/m$ より得られる。

昭和57年6月21日

時間	面積(km ²)
14:15	210
14:20	220
14:30	160
14:40	90

表-1

昭和57年6月21日	-----F = ?
同 年8月 1日	-----F = 0.36
同 年8月 2日	-----F = 0.38
同 年8月 3日	-----F = 0.46
同 年8月25日	-----F = 0.48

表-2

4. 雷雨性集中豪雨 (昭和57年6月21日)

この雷雲の面積はレーダーによる雷雨分布図より、レーダー雨量強度値の最大の領域の面積であり、その面積を表-1に示す。表-1より雨域面積は14時20分をピークに急激に減少していることが判る。一方、雨量は14:00~14:10迄の10分間に40mmの降雨があり、雷雲の面積減少と、概ね対応している。

また、雲頂は11000mであり、雷雲としては最大級のものである。雷雲の中心の移動速度は、150km/hと推定される。

このように、この日の豪雨は雷雨を伴った降雨強度の強い雨であったことが判る。

5. 流出解析

(1) 流出率

各々の流出率Fは、表-2のようである。

(2) 解析

昭和57年6月21日の洪水解析を行う前に、雷雨性集中豪雨の同年8月1日、2日、3日、25日の水文資料を上記のタンクモデルを用いて、流出量のハイドログラフを計算したのが図-2である。

次に、降雨強度の一番強い6月21日の水文資料に適用するが、この出水は河川堤防を上回りオーバーフローしてしまったため、ハイドログラフのピーク流量等が不明である。

そこで、上記のモデルを使い流出量を解析し推定したのが図-3である。

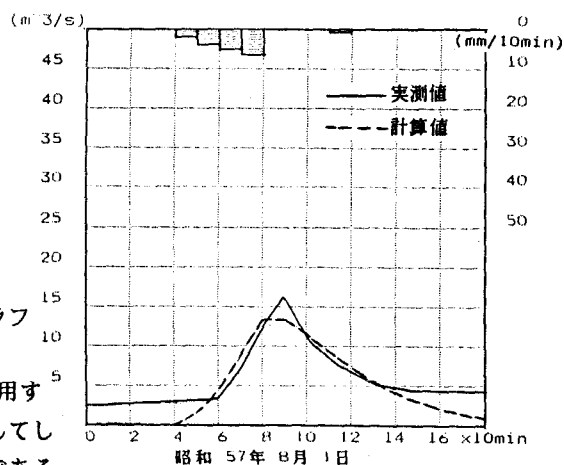


図-2

6. まとめ

雷雨性集中豪雨というものは、短時間内に記録的な大雨を降らす事が良く有る。これが都市に降れば都市河川氾濫の発生が予想される。

本研究は単純な2段のタンクモデルを用いて解析し、より良い結果が得られた。これは、都市河川における集中豪雨が線形で表し得ると思われるからである。

今後、このモデルを他の年度や、地域に適用して行きたい。

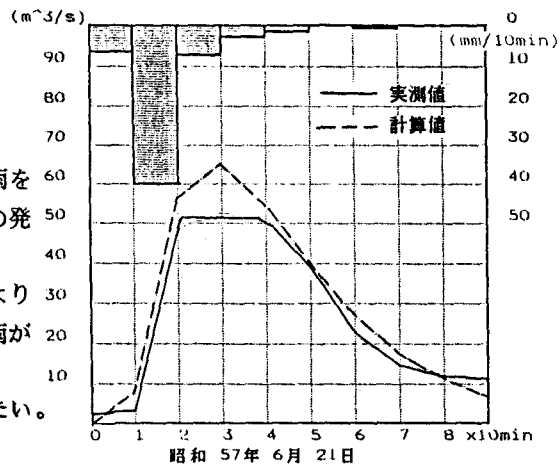


図-3

参考文献

田野辺文司, 富澤廣一, 須賀亮三, 長谷部正彦; 雷雨性集中豪雨による都市河川の流出について。