

神田川流域における貯水池効果を考慮した洪水流出解析

明星大学理工学部土木工学科 学生会員 ○山村 亮

明星大学理工学部土木工学科 非会員 角田裕司

明星大学理工学部土木工学科 非会員 大島康司

明星大学理工学部建築学科 正会員 藤村和正

1. はじめに

神田川流域は急激な市街化により洪水による氾濫を繰り返してきたが、1997年の環状七号線地下調節池の供用以来、洪水被害は減少している。しかし、2005年9月4日深夜から5日未明にかけての首都圏豪雨では妙正寺川や善福寺川で規模の大きい氾濫を起こした。神田川及びその支川には環状七号線地下調節池をはじめいくつもの貯水池があるが、これらの貯水池が今回のような激しい豪雨に対してどの程度、洪水軽減の効果があるのかを知ることは、都市の洪水対策を行う上で重要である。以上のことを念頭に置き、本研究では神田川流域を対象に2005年9月4日の首都圏豪雨に対して調節池を考慮して等価粗度法により洪水流出解析を行い、調節池による流量減少がどの程度現れるのかを試算により確認することを目的とする。



図1 神田川流域の概要図

2. 神田川流域の概要

神田川は妙正寺川や善福寺川、江古田川といった支川をもつ都市河川であり、隅田川合流点までの流域面積は105km²である(図1)。解析対象の流域は飯田橋地点まで93.1km²である。流域の土地利用はGISにより細密数値情報から読み取り、その結果を表1に示す。不浸透域面積率は87.6%、浸透域面積率は12.4%であり、完全に市街化されている。これまで神田川は河道断面の拡大や調節地建設などにより洪水対策が積極的に行われていた。近年では、24万m³を貯留できる環状七号線地下調節池一期区間が1997年に供用開始され、30万m³を貯留できる二期区間も工事を終えている。9月4日の洪水ではこの二期区間も開放し18万m³を貯留し、合計42万m³を貯留した。しかしそれでも今回の豪雨では多くの浸水被害が発生した。本研究で用いた水文資料は、雨量データとして久我山、中野、新宿、和田見橋の4地点、水位データとして鷺盛橋、松見橋、朝日橋、佃橋、方南橋、上高田上、昭和橋、飯田橋、田島橋の9地点を用い、さらに、調節地流入量データは神田川地下調節池、落合調節池、上高田調節池、妙正寺第1、妙正寺第1中間、妙正寺第2、和田堀第6の7箇所データをを用いた。

3. 洪水流出モデル

流出解析は有効降雨の計算と等価粗度法による雨水流計算を組み合わせで行う。有効降雨の算定には降雨強度の変化を考慮して浸透能を計算できるDiskin-Nazimovの雨水浸透モデルを用いる。この雨水浸透モデルの洪水流出解析への適用は藤村・安藤¹⁾により試み

表1 土地利用別の面積率、終期浸透能等

土地利用	不浸透域			浸透域		
	道路	河川	建物	運動場	敷地	果樹園等
面積率(%)	17.0	0.2	70.4	6.1	3.8	2.5
	87.6			12.4		
終期浸透能 $f_c(\text{mm/h})$	0.1	0.1	0.1	3.8	11.3	100.0
最大表層水分保留量 $S_m(\text{mm})$	1.0	1.0	1.0	10.0	10.0	50.0

られている。等価粗度法は従来用いられている流出解析法であり、流域をいくつかの小流域に分割し、実際の小流域の形状を矩形斜面に置き換え、斜面流及び河道流に分けて運動方程式と連続式により雨水流計算を行う方法である。本研究では水位計の位置を基準として9つの小流域に分割した。斜面勾配、河道勾配はGISにより数値地図5mメッシュ（標高）を用いて求めた。以下に、雨水流計算の運動方程式及び連続式を示す。

$$\text{斜面流計算} \begin{cases} q = \frac{1}{N} h^{\frac{5}{3}} s^{\frac{1}{2}} \\ \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = r \end{cases} \quad \text{河道流計算} \begin{cases} Q = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \\ \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial X} = q \end{cases}$$

ここにA：河道流水断面積、X：河道距離、x：斜面距離、h：雨水流の水深、r：有効降雨強度、t：時間、Q：河道流量、q：斜面単位幅流量、n：マンニングの粗度係数、N：等価粗度。

なお、解析は差分法により行うが、それぞれの調節池地点を河道モデルの距離ステップの位置に対応させ、そこから調節池流入量を差し引いた。また、9月4日23時30分から5日1時にかけての二期区間への貯留量も考慮した。計算の時間ステップは10秒、斜面距離ステップは60m、河道距離ステップは100mとした。

4. 解析結果と考察

解析結果の例を実測値との比較として、方南橋地点及び田島橋地点のハイドログラフを、調節池を考慮した場合と考慮しない場合について図2に示す。ハイドログラフの波形を見ると、今回の豪雨に対しては調節池の効果がピークカットには結びついていないが、波形の上昇部、下降部では流量が低減している。次に、和田見橋地点から田島橋地点までの河道区間全体のハイドログラフを立体的に表現したものを、調節池を考慮した場合（図3）と考慮しない場合（図4）について示す。実測値との比較はできないが、調節池を考慮しない場合と比べると調節池の影響が下流に及ぶ様子、そしてピーク部分の規模が縮小していることが分かる。

5. おわりに

本研究では、2005年首都圏豪雨に対して市販の数値地図等を用い、等価粗度法により洪水流出解析を行った。等価粗度法は実流域形状を大きく変えて計算するため、雨水流の厳密な水利計算とは言えないが、比較的容易にそして迅速に計算できるので、解析精度を高めれば実用面で有利な手法といえる。最後に、水文資料を提供していただいた東京都土木技術研究所、東京都建設局第三建設事務所の関係各位にここに記して感謝の意を表します。

参考文献

1) 藤村 和正、安藤 義久：東川流域における表層浸透能の変化を考慮した洪水流出解析（その2）、土木学会第57回年次学術講演会講演概要集第2部、CD-ROM、2002。

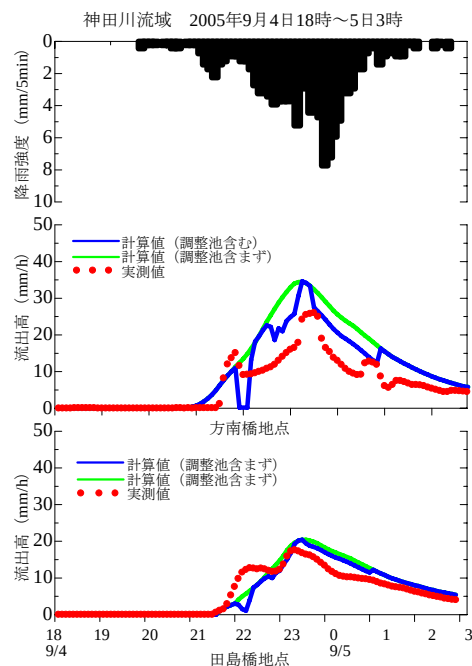


図2 方南橋地点及び田島橋地点の解析結果

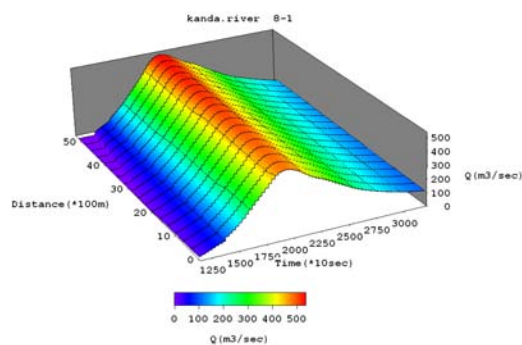


図3 調節池を考慮しないハイドログラフ (和田見橋～田島橋区間)

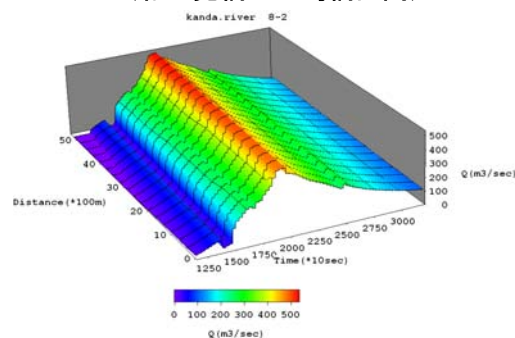


図4 調節池を考慮したハイドログラフ (和田見橋～田島橋区間)