

流出解析による雨水貯留施設の流出抑制効果の評価

国土館大学工学部 正会員 北川 善廣
 早稲田大学大学院 学生会員 丹 邦敏
 早稲田大学理工学部 フェロー 鮎川 登

1. はじめに

鶴見川流域には、宅地開発に伴う洪水流出抑制を目的とした雨水貯留施設が数多く設置されており、治水計画を策定するには雨水貯留施設による流出抑制効果を定量的に評価する必要がある。評価方法としては、雨水貯留施設を組み入れた流出モデルを用いて雨水貯留施設を設置した場合と設置しない場合について流出解析を行い、それぞれの流出ハイドログラフを比較することによって河川に対する雨水貯留施設の流出抑制効果を評価する方法が用いられる。

ここでは、鶴見川上流域を対象として、著者が提案した雨水貯留施設の流出抑制効果を評価する流出モデル¹⁾を用いて洪水流出解析を行い、その再現性と流出抑制効果の評価の結果について述べる。

2. 対象流域の概要と雨水貯留施設の設置状況

対象としたのは、図1に示すように鶴見川上流域の落合橋流域であり、同流域には6つの雨量観測所と、左支川谷本川に寺家橋および右支川恩田川に浅山橋の2箇所の流量観測所がある。2000年時点の各流量観測所の流域諸元と雨水貯留施設の設置概要を示すと、表1のようになる。表1によると、浅山橋流域は寺家橋流域に比して、流域面積は約1/2と小さく市街化率は高いが、流域内に設置されている雨水貯留施設の数は少ない。しかし、流域面積Aに占める雨水貯留施設的全集水面積A_dの割合は高い²⁾。

3. 流出解析法の概要

ここで使用する流出モデル¹⁾は以前著者が提案したものであり、モデルの構造を図2に示す。本流出モデルでは、流出成分を直接流出と地下水流出に分け、流域斜面からの流出計算（有効降雨モデル、2段の線形貯水池モデル、雨水貯留施設モデル）と河道における合流および伝播の計算で構成される。流出モデルと流出計算手順の詳細な内容については、紙面の都合上省



図1 鶴見川の流域概略

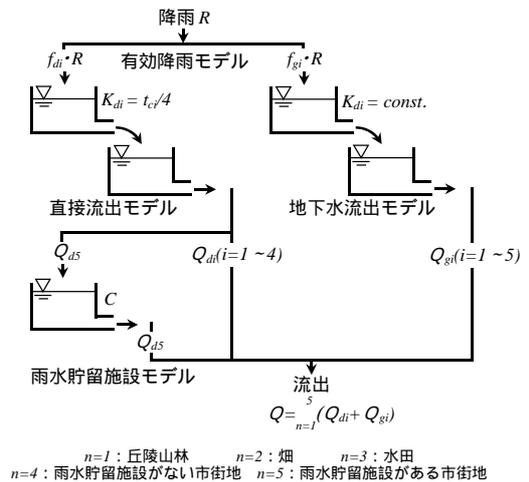


図2 流出モデル

表1 流域諸元と雨水貯留施設の設置概要(2000年時点)

流量観測所名	流域面積 A (km ²)	市街化率 A _r /A × 100 (%)	設置個数	A _d /A × 100 (%)
寺家橋	48	76	297	24
浅山橋	25	90	114	32
落合橋	113	80	876	25

A_d : 雨水貯留施設的全集水面積、A_r : 市街地面積

略する。

流域を地形、河川、排水路などを考慮して42の小流域に分割し、各小流域について土地利用別（丘陵林地、畑、水田、市街地）の面積、斜面長および斜面勾配を求める。今回、斜面長および斜面勾配は、5mメッシュの数値標高データを用いてGISソフト(Arc View)により作成した落水線図に基づいて算出した。各小流

キーワード：都市流出、洪水流出解析、流出抑制、雨水貯留施設、鶴見川

連絡先：〒154-8515 東京都世田谷区世田谷 4-28-1 国土館大学工学部都市システム工学科 Tel 03-5481-3265

域について、土地利用別（丘陵林地、畑、水田、市街地）のモデルパラメータの値を与え、土地利用別の流出ハイドログラフを算出し、それらの和として小流域ごとの流出ハイドログラフを求める。なお、市街地については、雨水貯留施設が設置されているところと設置されていないところに分けて流出計算を行う。雨水貯留施設が設置されている市街地については、施設の集水域からの流出ハイドログラフに対して洪水調節計算を行い、施設からの放流量ハイドログラフを求める。なお、小流域に設置された雨水貯留施設の数が多い場合は、以下のような簡単な方法で洪水調節計算を行う。小流域内の雨水貯留施設の集水面積を重みとして、重み付き平均の諸元（貯水面積 F 、放流孔の直径 D および集水面積 A_b ）をもつ代表の施設を一つ定め、洪水調節計算を行って代表の施設からの放流量ハイドログラフを求め、それを A_b / \bar{A}_b 倍（ A_b は小流域内の施設の全集水面積）したものを雨水貯留施設が設置された当該小流域の市街地からの流出ハイドログラフとする。

4. 流出計算の結果

1996年9月、1998年9月および2001年9月の3つの出水事例について、モデルに含まれるパラメータの値を文献4)の場合と同一として流出モデルを適用し、3地点について流出ハイドログラフの計算値（実線；雨水貯留施設がある場合）と観測値（印）を比較し

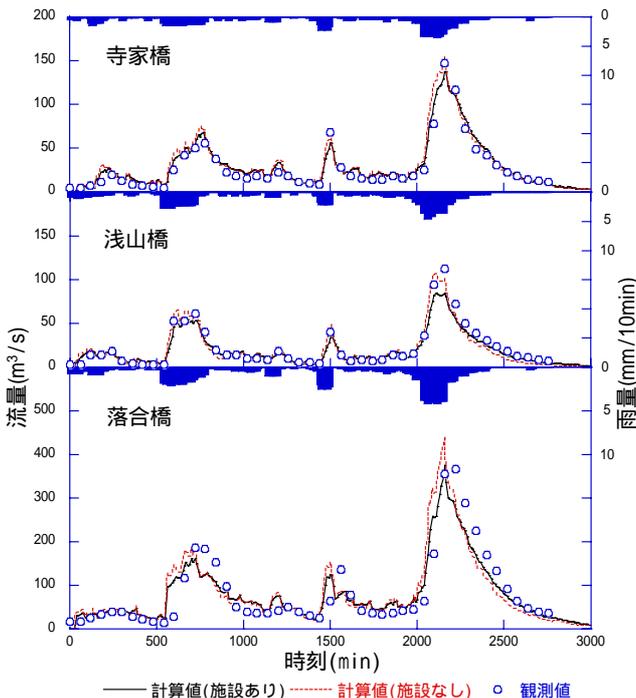


図3 流出解析結果の一例（2001年9月出水）

表2 計算誤差とピーク流量低減率

流量観測所名	1996年9月出水		1998年9月出水		2001年9月出水	
	ピーク誤差 相対二乗 誤差	ピーク流量 低減率 (%)	ピーク誤差 相対二乗 誤差	ピーク流量 低減率 (%)	ピーク誤差 相対二乗 誤差	ピーク流量 低減率 (%)
寺家橋	0.315	5.2	0.032	6.1	0.061	9.4
	0.040		0.022		0.008	
浅山橋	0.063	19.7	0.053	20.9	0.244	20.2
	0.023		0.077		0.004	
落合橋	0.007	8.2	0.040	10.5	0.019	15.3
	0.006		0.011		0.014	

1) ピーク誤差

$$E_p = |Q_p - Q_{cp}| / Q_p$$

Q_p はピーク流量観測値、 Q_{cp} はピーク流量計算値

2) 相対二乗誤差

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_o(i) - Q_c(i)}{Q_p} \right)^2$$

$Q_o(i)$ は i 時の流量観測値、 $Q_c(i)$ は i 時の流量計算値

3) ピーク流量低減率 = $(Q_{po} - Q_{pd}) / Q_{po} \times 100$

Q_{po} は雨水貯留施設がない場合のピーク流量、 Q_{pd} は雨水貯留施設がある場合のピーク流量

た結果の一例を図3に示す。なお、図中には雨水貯留施設が設置されていないものとして流出計算した結果を破線で示した。3つの出水事例について、流出ハイドログラフの計算値と観測値のピーク誤差、相対二乗誤差および雨水貯留施設の設置によるピーク流量の低減率を示すと、表2のようになる。これらによると、流出計算の結果はほぼ良好であり、ピーク流量の低減率は寺家橋流域に比して流域面積に占める雨水貯留施設の全集水面積の割合が高い浅山橋流域の方が大きくなっていることがわかる。

5. おわりに

今後は、さらに多くの出水事例について流出解析し、雨水貯留施設の流出抑制効果と設置状況の関係について検討するつもりである。最後に、貴重な資料を提供して頂いた国土交通省京浜工事事務所をはじめとする関係機関と、GISソフト関連等のご協力を頂いた(株)パスコおよびESRIジャパン(株)の関係各位に謝意を表します。また、資料整理と計算処理に協力して頂いた当時国土館大学工学部4年生の野沢一晃君と加納康臣君には心から感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 鮭川・北川：都市周辺の中小河川の洪水流出解析,土木学会論文集 No.443/ -18,pp.1 ~ 8,1992年2月.
- 2) 北川・植野・鮭川：雨水貯留施設が洪水流出に及ぼす影響の検討,土木学会第58回年次学術講演会講演概要集, 2003年9月.