

広域雨水制御システムによる雨水流出抑制効果のシミュレーション解析

関西大学工学部土木工学科 正員 和田安彦
 関西大学工学部土木工学科 正員〇三浦浩之

1. はじめに

市街地での雨水流出の総合制御は重要な課題である。都市化の進展や拡大に伴い、雨水流出量は従来より非常に多くなっているため、低地での都市河川水系においては、下水道の排除能力があるにも係わらず放流先の河川容量等の関係で十分な排水が行なえず、浸水の生じる危険性が高まっている。このような状況下で浸水を防止するには、下水道システムの中で可能な限りの総合的な流出量制御によって、雨水流出抑制を図りながら市街地の浸水防止に対処してゆくことが重要となる。そのためには、河川水系全域での対応が必要となり、地域に適した広域的な雨水制御が必要となる。ここでは、広域的な雨水制御による治水効果を定量化する方法について述べる。

2. 広域雨水制御システムの基本的考え方

都市域での雨水制御方策は、雨水流出量の増加、集中化に早期に対応でき、しかもその地域の諸特性に適したものである必要がある。このためには、下水道での通常の雨水排除施設整備や河川整備だけでなく、貯留・浸透施設による雨水流出抑制、治水面からの流域全体での開発、都市計画の適正化など、多角的な視野に立つ雨水制御計画が必要となる。また、流域は複数の都市、地域に及ぶため、単に一地域の排水区のみでの対策では対応仕切れないことも多く、広域的な対策が必要である。

したがって、下水道や各種の雨水流出抑制施設を有機的に結んだ機動的なシステム化が大切であると同時に、時系列的な降雨をもとにした流出量の予測、管内貯留や各種貯留施設の動的対応、浸透施設による流出抑制による対応、広域的な情報管理による流出量制御が重要となる。さらに、各種の施設がその機能を発揮しながら、都市の中で他の都市施設と複合化して活用される必要がある。

具体的には、図1に示すように下水道システムの中で可能な限り、複数の機能を持たせた雨水貯留施設・雨水浸透施設の活用、総合的な流出量制御によって雨水流出抑制を図りながら、市街地の雨水の総合的な制御行っていくことが必要である。

3. 都市域の雨水流出量算定モデル

都市域での雨水流出抑制方策による制御・抑制効果の算定には、雨水流出抑制策の種類や規模に応じた方式を用いる必要がある。一般には既存の雨水流出量算定モデルによって雨水流出抑制施設を整備した場合としない場合の流出量を算定して比較する方法が採られている。ここでは、雨水流出量算定モデルとして、雨水流出抑制施設による浸透・貯留を表現しやすい修正TRRL法を用いて、

Yasuhiko WADA, Hiroyuki MIURA

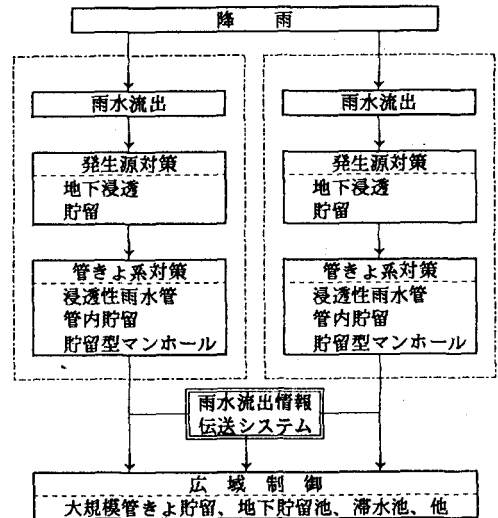


図1 広域雨水制御システムの概念

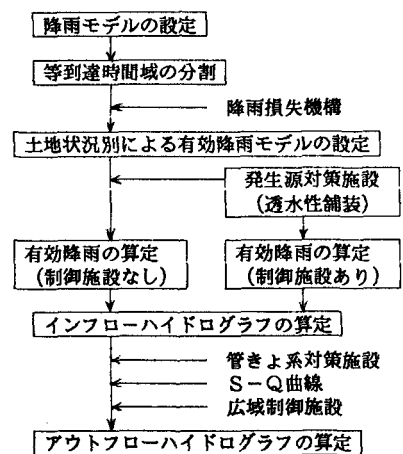


図2 修正TRRL法による算定手順

広域的な雨水制御システムの適用可能性を検討する。計算手順を図2に示す。

4. モデル排水区での広域雨水流出制御システムの実施効果の検討

(1) モデル排水区 モデル排水区は典型的な都市域を想定した。排水区域面積は150haで、不浸透域は105ha(70%)、浸透域は45ha(30%)とする。モデル排水域からの雨水流出量の算定は修正RRL法によって行った。排水区域の土地利用状況は表1のように想定した。排水区全域での流出係数は0.70とした。計算では、排水区域を排水区下流端へ計算時間間隔5分ごとに流達する区域(等到達時間域)に分割した。排水域の幹線長を1,800m、幹線管きよでの雨水平均流速を1.5m/sと考えて、等到達時間域数は4とした。各区域面積は下流端側よりそれぞれ15.9(ha), 47.7(ha), 53.3(ha), 33.1

表1 モデル排水域の設定

	面積 (ha)	初期損失 (mm)	浸透損失 (mm/hr)
不浸透域 直接流出域	75	0	0
凹地貯留域	30	2	0
浸透域 凹地貯留域	45	5	20

(ha)である。したがって、到達時間Tは20分(5分×4=20)である。排水区域内の道路(駐車場等も含む)面積は全体の2割とし、この内の1/3を透水性舗装に変換可能な道路域とした。また、浸透性雨水管は最も上流より2つ目の等到達時間域内に設置した。

表2 各種対応策の施設の諸元

降 雨 特 性	St.1 透水性舗装	St.2 浸透性雨水管	St.3 管内貯留	St.4 雨水貯留池
降雨量 55mm	面積 10ha	水路長 450m	貯留容量 3,000m ³	貯留容量 10,500m ³
時間最大降雨 40mm/hr	初期貯留量 30mm	水路幅 1.3m	遮集最大流量 3,000m ³ /5分	貯留開始流量 3,000m ³ /5分
中央ピーク型	浸透能 15mm/hr	水路勾配 1.0‰	貯留水の最大排出量 3,000m ³ /5分	貯留水の最大排出量 150m ³ /5分
		浸透係数 β 0.0045		
		$Q = \alpha A^n, \alpha = 7.5, n = 1.7$		

(2) 各対応策の施設の諸元と検討ケース 各対応策の施設の諸元を表2に示す。中央ピーク型の降雨でシミュレーションを行った。ここで、各種対応策の施設による雨水流出水量抑制効果は、総流出量とピーク流出量によって評価した。すなわち、各施設毎での抑制効果は前段施設での総流出量、流出ピーク流量を100%とした時の当該施設からの流出量の割合で表し、システム全体での抑制効果は対応策の施設が無い場合の総流出量、流出ピーク流量を100%とした時の当該施設からの流出量の割合で表した。

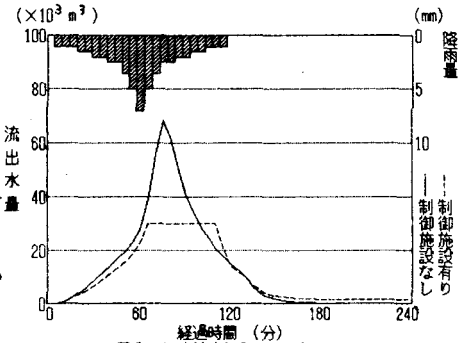


図3 雨水流出シミュレーション

(3) 流出抑制効果 計算結果を図3に示す。雨水制御施設設置によって全体に雨水流出量が減少し、流出ピークが平滑化されている。個別の施設でみると、浸透性雨水管による流出量の削減と雨水貯留池によるピーク流出の平滑化の機能が顕著に表れている。今回の検討ケースでは総流出水量は64,000m³から53,800m³と15.9%減少し、ピーク流出量は6,850m³/5分から5,840m³/5分へと14.7%小さくなった。

4. まとめ

地域に広域的な雨水流出制御システムを導入した場合の治水効果の定量化方法として、修正TRRL法の応用による解析方法を用いた結果、各種の雨水制御施設の適正な組み合わせ方法を検討できることが明らかになった。今後は、複数地域からの流出制御や制御システム導入による費用効果、設置地盤の透水性や地下水位のレベルによる施設浸透能力の変動をも考慮していく必要がある。

<参考文献>1)和田, 三浦: 広域雨水流出制御システムによる雨水流出抑制の効果とその評価, 第25回下水道研究発表会講演集, 1988。

2)市川, 他共著, 都市域の雨水流出とその抑制, 鹿島出版会, 1988。

3)中島, 他: 浸透型雨水流出抑制の効果について, 下水道協会誌, Vol.26, No.298, 1989。