

4. 最適都市雨水対策確立手法に関する調査

下水道研究室 室 長 藤生和也
主任研究官 管谷悌治
交流研究員 岡本辰生

1 はじめに

近年、都市部では、局地的集中豪雨の増加及び市街化により雨水流出量が増加しており、さらに、資産集中によって浸水被害ポテンシャルが増大している。このため、浸水危険度の高い区域においては、緊急的に浸水被害軽減を図るために、ハード対策、ソフト対策及び住民の自助を組み合わせた対応が求められている¹⁾。また、あらゆる降雨に対して都市を守る対策を施すことは実質的に不可能なことから、想定した計画規模の降雨に対する対策を考えたとともに、計画規模を超過する降雨（下水道施設の整備水準を大きく越える集中豪雨）の生起も想定し雨水対策を考えていく必要がある。制度面に目を向けると、平成 15 年に「特定都市河川浸水被害対策法」が制定され、下水道と河川が緊密な連携を図りつつ都市雨水対策を重点的に推進するとともに、貯留浸透施設等を流域全体で整備していくことが対応として盛りこまれた。これらを受け、本年度は超過降雨に対する流出係数等の実態把握及び超過降雨対策としての新たな施策につき調査研究を行った。

2 超過降雨に対する流出係数等の実態把握

雨水排水計画策定において、基本的かつ重要な要素の一つとして流出係数がある。流出係数は合理式や実験式において、ある降雨に対するピーク流量を算定するためのパラメータである。なお、合理式は式 1 のとおりである。

$$Q = \frac{1}{360} C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots \text{式 1}$$

(Q : ピーク流出量(m^3/s)、 C : 流出係数、 I : 流達時間内の平均降雨強度(mm/hr)、 A : 排水面積(ha))

計画上、流出係数は土地利用の将来予測に基づき決定される一定の数値として与えられる。しかし、流出係数は雨水流出過程の種々の要因を包含的に表現する係数であり、その値は種々の要因によって変化する。例えば、降雨強度が大きいほど流出係数は大きくなると考えられる（図 1）し、先行降雨状況や降雨継続時間によっても流出係数は変化すると推測される。すなわち、超過降雨対策を考える際には、それに見合った流出係数等の諸条件を把握した上で計画を策定することが重要である。このような観点から、超過降雨に対する流出係数や流達時間などの実態把握を目的として、都市の下水道整備区域で長期的な連続モニタリング調査を行っている。

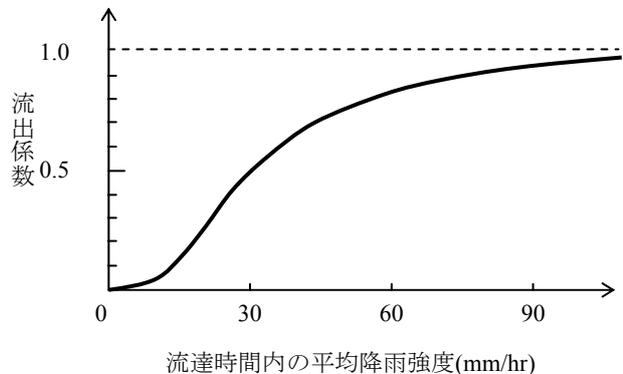


図 1 流出係数と降雨強度の関係のイメージ

表1 調査地区選定の留意点

選定条件	理由
分流式であること	<ul style="list-style-type: none"> 合流式の場合、汚水の影響により正確な雨水流出量を分離が困難である。 合流式の場合、夾雑物が多いため計測機器に支障がでる可能性がある。 合流式の場合、対象流域内に雨水吐があると、CSOにより正確な雨水流出量を観測できない。
流域界が明確であること	<ul style="list-style-type: none"> 流域界が不明確な場合、流出係数等の正確な評価ができない。
土地利用が画一的であること	<ul style="list-style-type: none"> 土地利用ごとの流出特性の違いを把握するために、単一流域内の土地利用は極力画一的である必要がある。
流量観測地点の流況が安定していること	<ul style="list-style-type: none"> 流量測定精度を確保するため、流量測定地点(管渠内)の近傍に分合流が存在しないこと。 背水の影響を受ける場合、管内貯留現象によって正確な流出量を計測できないため、流量測定地点は背水の影響を受けない地点である必要がある。

2.1 調査地区

調査地区は、表1に示す点に留意しつつ、土地利用状況による違いも把握するために市街地と住宅地の計2箇所としており、調査地区の概要は表2のとおりであり、それぞれの地覆状況を図2、図3に示す。

(1) 市街地

オフィスビル等が立ち並ぶ商業地区である。一部に植樹帯や公園に浸透面が存在するが、ほとんどは屋根や舗装の不浸透面で占められている。地表面勾配は小さい。道路排水はL型側溝→U字側溝→下水道管渠の経路で、建物の雨水排水はU字側溝→下水道管渠の経路で流下する。流量観測地点の管渠形状はφ1,100mmである。

(2) 住宅地

一戸建ての住宅が立ち並ぶ住宅団地であり、各宅地には土や芝などの浸透面が存在し、浸透面積率は比較的大きい。地区内の地表面勾配は比較的大きい。ごく一部の道路排水はL型側溝を経由するが、大部分の道路排水と宅地排水はL型側溝を経由せず直接U字側溝に入り、下水道管渠に流入する。流量観測地点の管渠形状はφ600mmである。

2.2 計測方法

(1) 流量観測

流量計測には面速式流量計を用い、水深と流速から管渠内流量が算定される。1分間に測定した10回のデータの中央値を当該1分間の代表データとした。

(2) 雨量観測

雨量計測には転倒マス型雨量計(1転倒0.5mm)を使用し1分ピッチで計測した。調査地区の中央付近から雨量観測地点までの距離はいずれの調査地区でも約400mである。

表2 調査流域の概要

		市街地	住宅地
流域面積		6.67 ha	2.34 ha
地表面状況	不浸透面(屋根)	2.54 ha (38%)	0.99 ha (42%)
	不浸透面(舗装)	4.00 ha (60%)	0.54 ha (23%)
	浸透面	0.13 ha (2%)	0.81 ha (35%)
地表面勾配		5/1,000 ~6/1,000程度	10/1,000 ~50/1,000程度

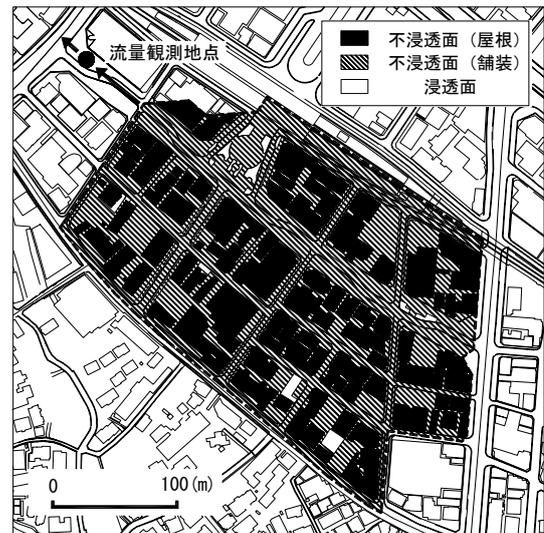


図2 調査流域の地覆状況(市街地)



図3 調査流域の地覆状況(住宅地)

2.3 調査結果及び今後の展望

平成17年9月より実態調査を開始しているが、既に取得できている観測データの例を図4に示す。本調査は今後も長期的に実施していき、様々な規模及び波形の降雨に対する流出データを蓄積することにより、流出係数や流達時間の実態を把握し、今後の超過降雨を対象とした雨水排水計画の策定に資する基礎データとしていく。

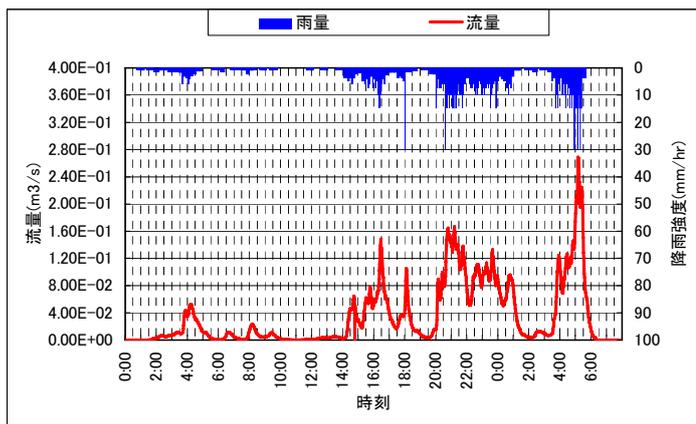


図4 市街地における雨量及び流量データの観測事例

3 超過降雨対策としての新たな施策の提案

超過降雨対策としての緊急的な施策は、従来の管路やポンプ施設、雨水貯留・浸透などの流出抑制施設の整備に加え、施設の有効活用、投資効果及び早期効果発現といった個々の施策の観点と、地域特性を考慮した流域全体の観点から、最適な施策を選定し、推進することが重要である。

3.1 新たな施策

緊急的かつ効率的な新たな施策として、以下のような施策を提案する。

(1) OS (Overland Storage) 式貯留

道路面を広く薄い調整池として利用する方法である。住宅地などでは現行の整備レベル以上の降雨に対しては、道路冠水程度までを許容することも考えられる。このような場合、例えば雨水桝にオリフィスを設置し、道路横断方向に凸部を設けることによって道路を貯留施設として利用することが可能である(図5)。この施策は、下流域を守るための上流域における流出抑制対策として効果が期待される。湛水部と非湛水部を交互に配置することにより、凸部の高さ以上に湛水することなく貯留することが可能である。

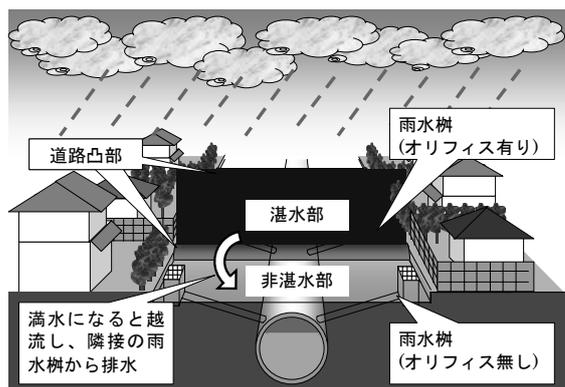


図5 OS式貯留

(2) オリフィス付き雨水貯留タンク

各戸貯留は既に複数の自治体で助成制度が創設されるなど、雨水利用と流出抑制の両面から整備が進められている。しかし、現在の雨水貯留タンクの多くは、あらかじめ空にしたタンクに雨水開始後満水になるまで貯留し、満水後の雨水はそのまま放流する形式のものである。このような形式では、満水後は流出抑制効果がなく、短時間集中型やピークを前方に有する降雨では大きな効果があるが、長時間降雨やピークを後方に有する降雨では十分な効果が得られないことが考えられる。そこで、タンクにオリフィスを設置することにより、長時間降雨にも有効な施設として運用することが可能である。また、浸透ます等の併用によって下水道への流入量をさらに抑制することも可能である(図6)。

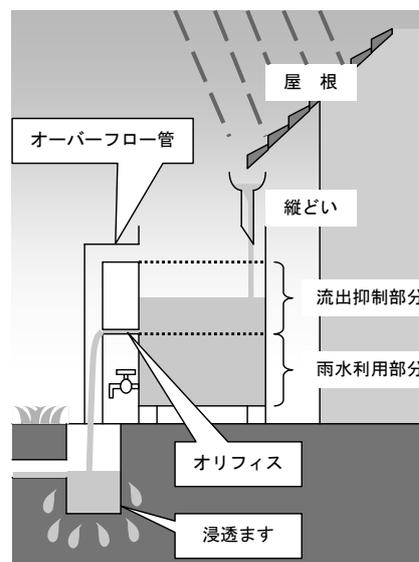


図6 オリフィス付き雨水貯留タンク

(3) その他

起伏の多い地区などでは、想定どおりに雨水が管渠に流入せず、道路面を流下して窪地や坂下などで局所的な浸水被害を起こすことがある。このような場合、道路横断方向に排水溝を設置することによって、道路面の雨水を効率的に管渠に導くことができ、浸水被害を軽減できる可能性がある。

ビルのような屋根の平らな建物が多い地区では、建物の屋根を貯留施設として利用することによって流出抑制対策となる。

3.2 今後の展開

超過降雨対策としての施策実施効果については、今回の実態調査の調査地区等をモデル地区としたシミュレーションにより、前述の施策実施時の効果についてケーススタディ的な検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 下水道政策研究委員会浸水対策小委員会『都市における浸水対策の新たな展開』、平成 17 年 7 月