

京都大学工学部地球工学科 学生会員 ○瀧 敏之 京都大学防災研究所 正会員 城戸 由能
京都大学防災研究所 正会員 岡 太郎

1. 研究の目的

我が国では都市化の進展や生活様式の変化により都市部での水需要が増大し、都市用水の受給が逼迫している。このため、水資源の確保と節水型の社会システムづくりが重要な課題である。

特に、都市部では開発事業に伴う雨水流出抑制施設が設置されており、そのうちの多くが雨水貯留施設である。そこで、これらの施設で雨水利用と流出抑制を総合した場合の流出抑制効果を評価した。

2. 上水代替率の算定と雨水利用シミュレーション

業種別の用途別使用水量をもとに、雨水で代替可能な水使用量割合を施設ごとに設定し、施設の月間上水使用実績から雨水代替可能量を求めた。次に降雨量・集水面積・流出係数・貯留容量を与えて、図1²⁾に示す計算を行い雨水利用量を求めた。また、雨水利用効果の指標として水使用総量に対する雨水利用量の割合を示す上水代替率を求めた。

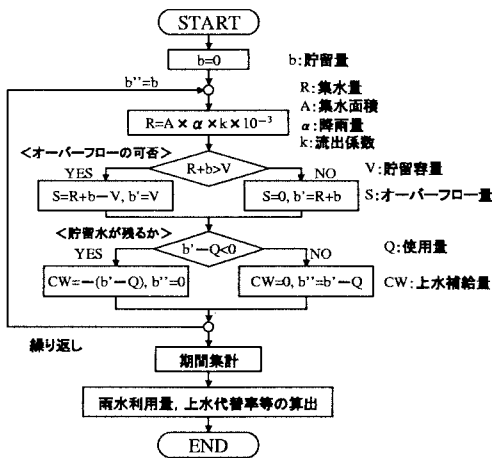


図1 雨水利用シミュレーションフロー

貯留施設の設置評価に関する計算では、貯留施設からの放流量はオリフィス公式、貯留水深は放流量と連続式(1)を用いて求めた。

$$\frac{dV}{dt} = Q_{in}(t) - Q_{out}(t) \quad (1)$$

さらに、貯留施設対象外についてはkinematic runoff modelによって流出量を求めた。管路内の流れについてはManning則を適用した。これらを総合して施設の放流量の変化が流域全体に及ぼす影響を評価した。

3. 対象地区における計算と結果

具体的に流出抑制施設と利水目的の設備との機能を複合させた場合の効果を評価するために、大阪市鶴見区のY地区を対象として雨水利用と浸水防止効果を算定した(図2,表1)。

なおY地区では、流出抑制施設の集水面積は地区面積の約1/7であり、最下流端の下水道管渠の流下能力は $4.79\text{m}^3/\text{s}$ で、十分大きなものであった。

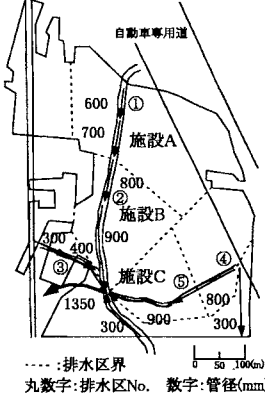


表1 Y地区の諸量

施設名	集水面積 (m ²)	貯留容量 (m ³)
施設 A	15538.5	1108.0
施設 B	2802.0	140.0
施設 C	3259.5	109.0

	面積 (m ²)
排水区 1	57593.98
排水区 2	29157.64
排水区 3	10483.87
排水区 4	24719.86
排水区 5	25108.79
計	147064.14

図2 鶴見区 Y 地区の概要

まず既存の雨水流出抑制施設の貯留槽の一部を雨水利用に使う場合を考える。雨水利用は1984～1999年の16年間の日降雨量を用いてシミュレーションを行った。貯留施設の設置評価については、大阪市における5年確率降雨を与え、雨水利用槽と流出抑制槽は独立して運用するものとして計算した。ただし、今回の計算では不確定なパラメータ等は安全側で評価するために危険度が高めになるよう設定した。なお、浸水量は排水管の流下能力を越えた部分とした。

これらの計算結果より、全施設の上水代替率と浸水量をまとめたのが図3である。なお、最下流端のピーク流量は $2.99\text{m}^3/\text{s}$ (雨水利用割合0%)から $3.06\text{m}^3/\text{s}$ (雨水利用割合100%)であった。この図から流出抑制槽の雨水利用の割合が約30%までは上水代替率が急激に上昇し、ピーク流量や浸水量の増加は少ないことがわかる。

そこで、雨水利用の割合を30%とし、1995年～1999年のアメダスの10分間雨量を用いて次の4つのケースについて解析を行い、施設の有効性に関する評価を行った。なお、評価指標に最大放流量を用いた。

Toshiyuki TAKI, Yoshinobu KIDO, Taro OKA

- **Case 1**：現在の施設で雨水利用を考慮しない。
- **Case 2**：実際には適用しないが浸水危険度を評価するため年間を通して現在の貯留槽の一部を雨水利用に使う。
- **Case 3**：降雨の少ない時期（10月～3月）にのみ貯留槽の一部を雨水利用に使う。
- **Case 4**：新たに雨水利用槽を増設する。

雨水利用槽がある場合、降雨開始後集水された雨水はまず雨水利用槽に貯留され、満水した場合に流出抑制槽に流入する。この場合には、雨水利用槽の貯留分が流出抑制の効果に加わる。なお地下貯留槽の多くは建物基礎部分の構造壁で区分され、オリフィスでつながれている。時期別に雨水利用槽の容量を変化させるためにはオリフィスの開閉操作が行われる。

計算結果として、施設Aの月別最大放流量（平成11年）を図4に、平成11年8月11日の降雨（総降雨量最大）における施設Aの放流量を図5に示す。図4より5～10月でCase 2の最大放流量がCase 1を越え浸水の危険度が高くなり、Case 3では10月を除いてCase 1と同等もしくは低くなることが確認された。図5よりCase 4では降雨初期には出水抑制効果は大であるが、大降雨ではその効果は小さくなることが明らかになった。

4. 結論

本研究では雨水貯留槽の流出抑制効果を、雨水利用を複合させた場合について評価をした。

各施設では、降雨量の多い期間よりも小降雨で頻度の多い期間の方が上水代替率が高くなる場合が多く、特に規模の小さな施設で顕著であった。また、貯留槽の一部を雨水利用に使用する場合、期間を限定することによって流出抑制効果を減ずることなく雨水利用が図れることを示した。実際には、5年間の評価結果から10月下旬あるいは11月初旬から4月頃までの6ヶ月程度を雨水利用期間とすることが妥当である。さらに、新たな雨水利用槽の増設を考えた場合、降雨日数自体が多い梅雨期より、降雨日数は少ない

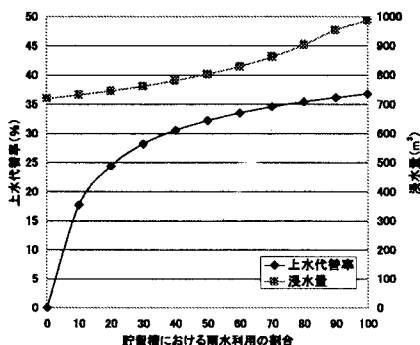


図3 確率降雨での計算結果

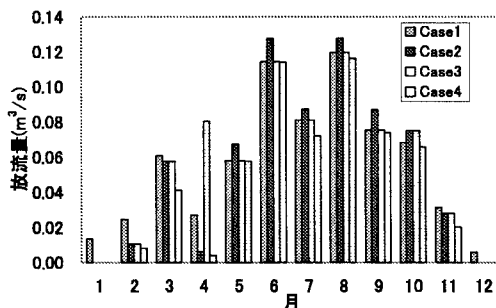


図4 施設Aにおける平成11年月別最大放流量

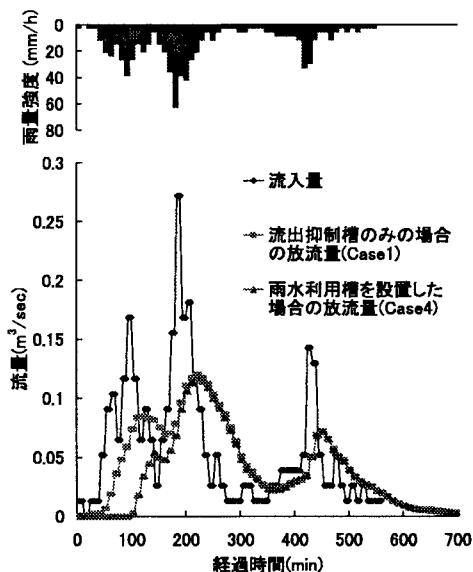


図5 平成11年8月11日の降雨での施設Aの放流特性

が大規模降雨の起こる台風期の方が雨水利用槽の空気が大きいので、流出抑制効果が高くなることが確認できた。ただし、その効果は降雨が長く大きくなるほど降雨時間の後半で小さくなることも確認した。

現存する雨水流出抑制施設の貯留槽について、流出抑制効果とあわせて雨水利用の可能性を示した。今後は雨水利用を行うための施設構造と水質観測に基づいた流量制御の検討を進める。

謝辞

貴重なデータの提供をいただいた大阪市水道局および下水道局に謝意を表します。

参考文献

- 1) 細井由彦他:都市における水質レベル別の水需要量に関する考察、第49回土木学会中国支部研究発表会講演概要集、1997
- 2) 空気調和・衛生工学会:雨水利用システム設計と実務、1997