

雨水制御システムによる雨天時流出負荷削減効果の評価

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

1. はじめに

市街地での雨水流出の総合的制御は重要な課題である。これは浸水防止だけでなく、雨天時流出汚濁負荷量の減少化でも効果がある。雨水流出が抑制できれば、それだけノンポイント汚染源からの流出負荷量は減少できる。下水道システムにおいて流出量制御を行うには、流域全域での対応が必要であり、地域に適した広域的な雨水制御方策を実施しなければならない。ここでは、雨水制御による雨天時流出負荷量の削減効果を予測・定量化する方法について検討した。

2. 雨水制御システムによる流出水量、負荷量制御

(1) 雨水制御システムの基本的考え方

検討する雨水制御システムは、下水道や各種の雨水流出抑制施設を有機的に結合した機動的なシステムであり、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を含んだものである。

(2) 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RRL法を用いて、総合的な雨水制御システムの適用可能性を検討した。一方、雨天時流出負荷量の算定方法には、地域特性や再現レベル等によって各種のものがあるが、ここでは汚濁負荷流出の運動式、連続式の一般式を用いた。

$$L = K \cdot S^n \cdot (Q - Q_c) \cdot Q^n \quad L: \text{流出負荷量(g/s)}, Q: \text{流量(m}^3/\text{s)}, Q_c: \text{限界流量(m}^3/\text{s)}$$
$$S = S_0 - \int L \quad S: \text{堆積負荷量(g)}, S_0: \text{初期堆積負荷量(g)}$$

以上の計算手順を図-1 に示す。

3. 対象地区と導入雨水制御システム

(1) 対象排水区

対象排水区は典型的な都市域のA市のB排水区である。排水区域面積は211.35haで、不浸透域は134.63ha (63.7%)、浸透域は76.72ha (36.3%) である。発生負荷量等は表-1 に示すものである。降雨開始時の堆積負荷量としては、屋根堆積負荷、路面堆積負荷、管きよ内堆積負荷等の都市域に堆積している

表-1 発生負荷量等

人口	63,450人
計画汚水量	35,725m ³ /日
ビーク汚水量	64,133m ³ /日
汚水負荷量	3,173kg/日

ノンポイント汚染源負荷すべてを考慮した。

(2) 雨水流出抑制施設

検討した雨水流出抑制施設は浸透連結管、貯留池、管内貯留、雨水滞水池である。排水域全体の道路には、すべて浸透連結管を設置

表-2 雨水流出抑制施設の諸元

No.	抑制施設	施設規模	抑制能力
St.1	浸透連結管	面積 26.9ha	浸透能 100mm/hr
St.2	雨水貯留池	貯留容量 21,000m ³	貯留開始 30mm/hr以上
St.3	管内貯留	貯留容量 10,570m ³	貯留開始流量 2,892m ³ /5分
St.4	雨水滞水池	貯留容量 21,000m ³	貯留開始流量 630m ³ /5分

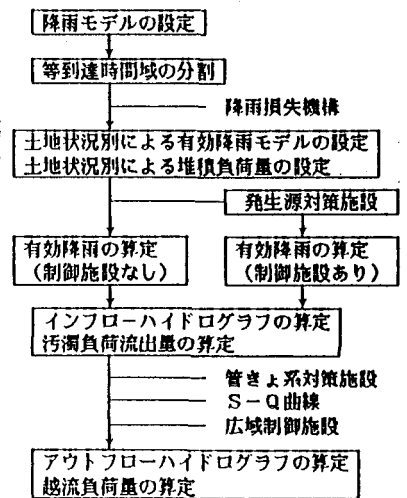


図-1 修正RRL法による算定手順

Hiroyuki MIURA, Yasuhiko WADA

する場合である。各施設の浸透能力と貯留容量は、これまでの筆者らの実験施設での実験、研究結果、及び、文献調査等より設定した。各施設の諸元を表-2 に示す。

(3) 負荷流出の運動式の係数値

負荷流出の運動式の各係数は $K=1 \times 10^{-7}$, $m=1.2$, $n=1$ である。

(4) 処理効率

下水処理施設の高級処理の除去率は93%とし、簡易処理の除去率は30%とする。高級処理は計画汚水量までとし、簡易処理はその3倍量までとする。

4. 雨水制御方策による制御効果

総降雨量79mm、時間最大降雨強度38mm/hrの降雨を対象とした。降雨継続時間は10時間である。雨水制御システム実施前後の処理場を経た後の公共用水域への流出水量、流出負荷量を図-2、3 に示す。

① 雨水制御施設を設置しなかった場合には、越流量が多い。越流を含む全流出水量は90,132m³、ピーク時で16.5m³/秒であった。これは排水区から下水道施設への全流入水量の約60%である。総流出負荷量は1,056kg（ピーク175g/秒）であり、排水区からの下水道施設への全流入負荷量1,532kgの約60%である。流域からの流出負荷量の半分以上は未処理で公共用水域へ放流されることになる。

② 雨水制御施設を設置した場合には、制御施設を経る毎に流量、流出負荷量ともに減少しており、下水処理場への流入水量は108×10³m³、流入負荷量は2,126kgである。また、ピーク流量は9.6m³/秒、ピーク流出負荷量は161g/秒である。また、降雨初期のファーストフラッシュを抑制できている。

③ 雨水制御システム導入により、越流は大幅に抑制され、総量で84.8%、ピーク流量で54.5%の削減率である。このため越流負荷量も大幅に減少できており、総量では84.2%の削減率で、雨水制御方策実施により大部分の越流負荷の発生を防止できている。

④ 公共用水域への流出負荷量では、総量、ピーク流出負荷量共に45%程度の削減率であり、今回の検討ケースでは雨水制御方策実施により、公共用水域への流出負荷量を約半分にできている。

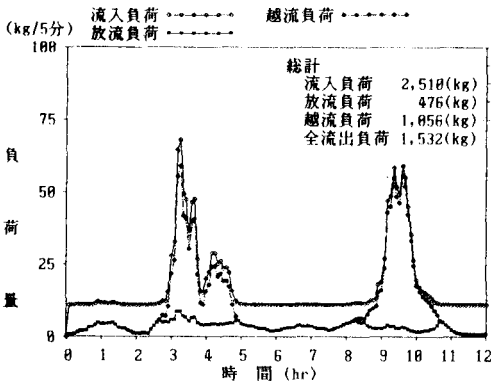


図-2 雨水流出負荷量

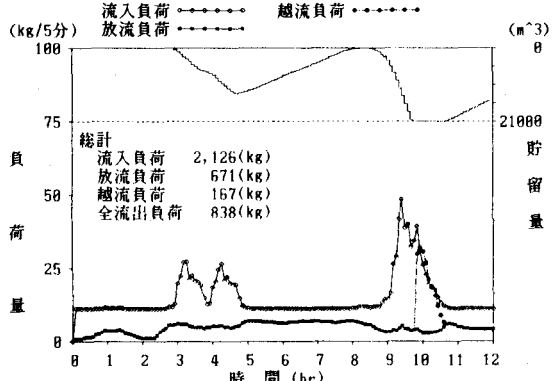


図-3 雨水滞水池による雨水流出負荷量抑制

5. おわりに

流域全体で広域的に雨水の流出を抑制する場合には、各種の雨水制御施設を効果的に運用することが重要である。このためには、種々の降雨に対して広域雨水流出制御システムによる流出制御効果を評価し、最適な運用方式の確立、適切な施設規模の選定、降雨情報や流出情報に基づく施設制御等が必要になる。ここでは、これらについて、地域に広域的な雨水制御施設を整備した場合の雨水制御効果評価を量・質両面で行える方法を示した。当方法により広域的な雨水制御方策の評価が必要な精度で行えることが明らかになった。今後は、当システムの実用レベルでの検討を行っていく。