

II-431

合流式下水道における水質汚濁防止計画のための計画降雨

(株) 日水コン 正員 酒井 彰

(株) 日水コン 正員 蔵重俊夫

(株) 日水コン 正員 ○田中成尚

1. はじめに

合流式下水道における水質汚濁防止計画では雨天時に未処理で越流する流量の制御が重要な課題である。制御すべき流量の決定に際しては、年間ベースでの総越流負荷の削減という観点から実際に年間全ての降雨データを用いた汚濁負荷流出解析による方法が提案されている¹⁾²⁾。しかし、この方法では①大量のデータを扱う必要があり、計算時間が長く、複数の案の評価は容易ではないこと、また、②年間総越流負荷量は発生頻度の高い小降雨によるものが支配的であるため、これを降雨量、降雨波形に関してパターン分類し、代表的な降雨（計画降雨）をいくつか設定することにより年間降雨を代替することが可能であると考えられること、さらに、③越流水の水質は降雨波形に大きく依存する。従って、降雨パターンを分類し、各々に対する負荷の流出特性を明らかにしておくことから、④将来降雨予測が可能となった場合、効果的な施設運用計画の策定の際にも有効であると考えられること、などを考慮すると降雨のパターン分析による計画降雨の設定は合理的な考え方であるといえる。

2. 計画降雨の設定方法

汚濁負荷流出に係わる要因の中で降雨に関する要因としては、総降雨量、降雨継続時間および降雨波形が考えられる。この中で降雨波形はファーストフラッシュに影響を与える要因であり、特に重要な要因である。また、降雨量および降雨継続時間の間には概ね比例関係があると考えられている。そこでここでは降雨波形および総降雨量を考慮した代表的な降雨パターンの選定方法について考える（図1参照）。

①代表年の選定：過去数年間の降雨資料を調べ、年間の降雨量、強度別頻度が平均的な年を分析の対象として選定する。

②降雨波形の分析：各々の独立降雨に対して、時間-累積降雨量曲線²⁾を作成し、それを総降雨量および降雨継続時間で無次元化する。さらに、無次元累積降雨時間が10, 20, …, 100%となる無次元時間、無次元累積降雨量を特性値として主成分分析を行い、有意な降雨波形パターンを選定する（図2参照）。

③降雨波形および降雨量を考慮した計画降雨パターンの設定 ②で設定した降雨波形と総降雨量の組合せを考慮し、生起確率の低い降雨パターンを削除し代表的な計画降雨パターンを選定する。

④計画降雨の選定：③で設定した降雨パターンに属する代表的な実降雨を選定する。

⑤計画降雨の妥当性の検証：計画降雨を用いる妥当性を、年間降雨を用いた流出解析結果と計画降雨を用いた流出解析結果との比較、あるいは同様な汚濁負荷流出結果の比較を行なうことにより検証する。

なお、算定した計画降雨による年間汚濁負荷流出の推定方法を式

(1) に示す。

3. ケース・スタディ

対象排水区は、東西に0.7km、南北に2.7kmと細長く、

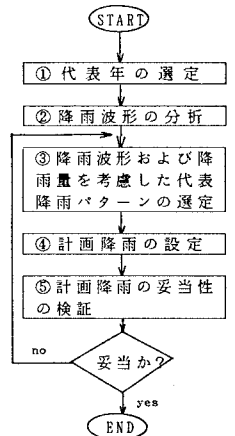


図1. 計画降雨設定フロー

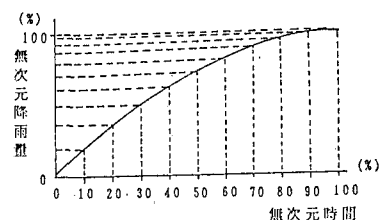


図2. 無次元時間-無次元降雨量

$$\sum_{i=1}^n f_i \cdot P_i \cdot m \quad (1)$$

n: 降雨パターン数 f_i: 計画降雨パターンiのときの汚濁負荷流出
m: 想定年間降雨回数 P_i: 計画降雨パターンiの生起確率

面積約150haのK市S排水区である。当排水区では主要な管渠は一本流下しているのみであり、また汚水系統も他排水区とは独立した単純な排水区である。分析の対象とした降雨は地方気象台の昭和38年から昭和60年のデータである。

- ①代表年の選定：年間降雨資料より、代表年として昭和56年および昭和60年を選定。（ χ^2 検数176）
- ②降雨波形の分析：表1および図3に無次元時間における無次元降雨量を特性値とした主成分分析結果を示す。これより累積寄与率が二軸までで87%であるため、一軸および二軸をもって降雨波形を設定した。各軸の正負による降雨波形の解釈は表2のとおりである。
- ③降雨波形および降雨量を考慮した計画降雨パターンの設定：降雨量に着目したパターン分類はトーマスプロットを用いて設定した。20%程度の生起確率を持つ降雨量のランク分けとして表3のように設定した。さらにこれと降雨波形パターンとの組合せ生起確率を求め、生起確率がきわめて低い組合せを削除して計画降雨パターンを選定した（表4斜線部参照）。
- ④計画降雨の選定：③で設定した計画降雨パターンに属する降雨の中から、各降雨波形パターンに対する因子得点が平均的な実降雨を計画降雨として選定。
- ⑤計画降雨の妥当性の検証：図4に計画降雨と実降雨を用いた場合の汚濁負荷流出解析結果を示す。図中累積負荷量は横軸の流量以下となる汚濁負荷流出量の年間の合計を表しており、また平均水質は同様な流量に対する平均水質を表している。この図より計画降雨と実降雨を用いる場合ではほとんど差がなく、計画降雨を用いることは妥当であるといえる。

4. おわりに

以上得られた結果をまとめると、以下のとおりである。①実際の年間降雨の代わりに計画降雨を用いることが可能である。②計画降雨の設定に際しては、降雨量および降雨波形を考へる方法が有効であり、また降雨波形の分析に当たっては無次元化を行なった降雨時間および降雨量を特性値とした主成分分析が有効な方法である。最後に資料入手の際、御協力いただいた（株）日水コンの田代敏郎氏に謝意を表します。

表1. 無次元累積降雨量に関する因子負荷量

固有値	一軸	二軸	三軸
累積寄与率	0.6583	0.8743	0.9324
1	0.569	0.712	0.270
2	0.712	0.660	0.144
3	0.834	0.463	-0.039
4	0.919	0.168	-0.183
5	0.940	-0.110	-0.252
6	0.918	-0.274	-0.202
7	0.890	-0.371	-0.097
8	0.802	-0.491	0.176
9	0.624	-0.541	0.500

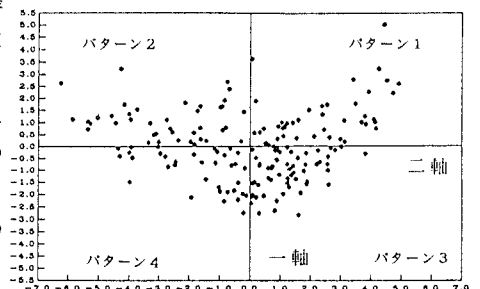


図3. 降雨波形パターンと因子得点

表2. 降雨波形にパターン設定

パターン	一軸	二軸	降雨波形
1	正	正	前方集中型
2	負	正	後方集中型
3	正	負	中央集中前半多降雨型
4	負	負	中央集中後半多降雨型

表4. 計画降雨設定結果

	4mm以下	4～8mm	8～16mm	16～32mm	32mm以上	生起確率
パターン1	58 14.72	38 6.88	0.00	0.00	0.00	21.6
パターン2	42 10.57	20 3.52	28 4.99	28 5.18	0.00	24.4
パターン3	0 0.00	42 7.80	48 8.22	53 10.37	40 5.84	34.4
パターン4	0 0.00	0 0.00	28 4.93	22 4.55	80 9.86	19.5
生起確率	25.40	18.10	19.20	20.70	6.60	100.0

* 表中数値は 上段：降雨規模条件付き生起確率 下段：降雨生起確率
 ** 斜線部が計画計画降雨パターン

表3. 降雨量生起確率

R(mm)	非超過確率	生起確率
4	25.4%	25.4%
8	43.5%	18.1%
16	62.7%	19.2%
32	83.4%	20.7%
32以上	100.0%	16.6%

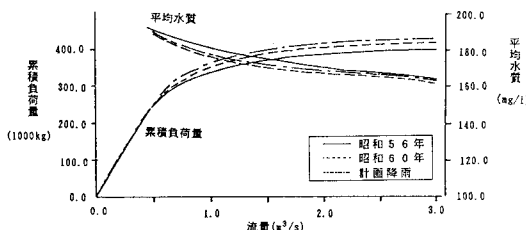


図4. 累積負荷量・平均水質曲線

参考文献

- 1) 日本下水道協会, 合流式下水道越流水対策と暫定指針, 日本下水道協会, 1982.
- 2) 武田篤夫・中村芳之, 合流式下水道における汚濁負荷量の算定方法, 下水道協会誌 Vol21 No. 244, 1984.