

都市域の道路面における雨水・汚濁負荷の流出特性

愛媛大学大学院 学生員 重田尚秀
 愛媛大学工学部 正員 渡辺政広
 愛媛大学大学院 学生員 小林康司

1. はじめに

近年，都市域の合流式下水道管渠システムからの雨天時越流水による公共用水域の水質の悪化が問題となってきた。

このような問題を解決するためには，下水道管渠システム内で発生する流れの制御を伴う流出と，この流れのもとでの汚濁負荷流出を正確に予測する流出解析モデルが必要となる。

本文では，上の流出解析モデルの開発を目指した研究の一環として，市街地道路面における雨天時汚濁負荷流出の観測を行い，既に提案されている雨水・汚濁負荷流出の基礎式の適用性について検討した結果を報告する。

2. 雨天時汚濁負荷流出の観測

愛媛大学（愛媛県松山市文京町3番）と隣接する松山北高校との間を南北に走る道路面を調査・解析対象流出面を選び，雨天時汚濁負荷流出の観測を行った。

道路面は，図-1に示すように，ほぼ平行四辺形状をしており，集水面積は123 m²で，側溝に向かう道路面上の流れの勾配は29‰，側溝のそれは5.8‰である。

雨水および汚濁負荷の流出の観測は，集水域の下流端にある雨水桝で行った。解析の対象とした水質項目はSS，D-COD，P-COD，T-CODで，それらの濃度は下水試験法¹⁾により測定した。

3. 雨水流出モデル

3.1 雨水損失の算定：有効降雨を算定する際に必要となる凹地貯留量は，Linsleyら²⁾の指数関数型の近似式を適用すると，次式のように表される。

$$D_s = S_d \cdot \{1 - \exp(-P_e / S_d)\} \quad (1)$$

ここに， D_s ：累加凹地貯留量， S_d ：最大凹地貯留量， P_e ：累加過剰降雨量，である。

3.2 雨水流出の追跡：観測流出面の道路部の流れを斜面流れ，側溝部のそれを開水路流れとして取り扱い，K. W. 法により雨水流出を追跡する。

3.3 モデルの適合性：図-2に雨水流出の実測値と計算値の比較を示す。これより，本モデルの適合性が高いものとなることが分かる。

4. 汚濁負荷流出モデル

4.1 汚濁負荷流出の基礎式：道路面に堆積した汚濁物質の降雨による流出は，次式のように表される。

$$L_s = a_L k P_s r_e^b A \quad (2)$$

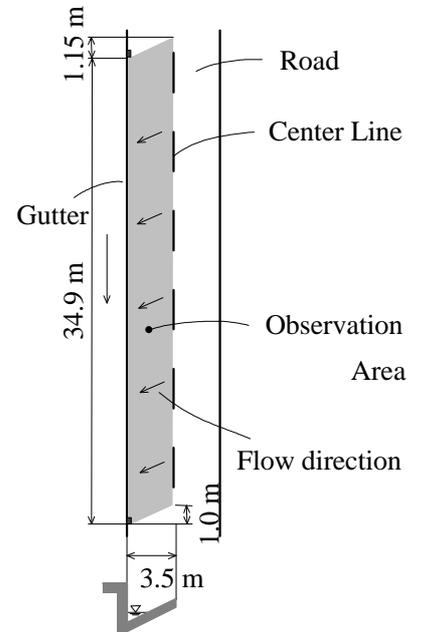


図-1 調査・解析対象流出面

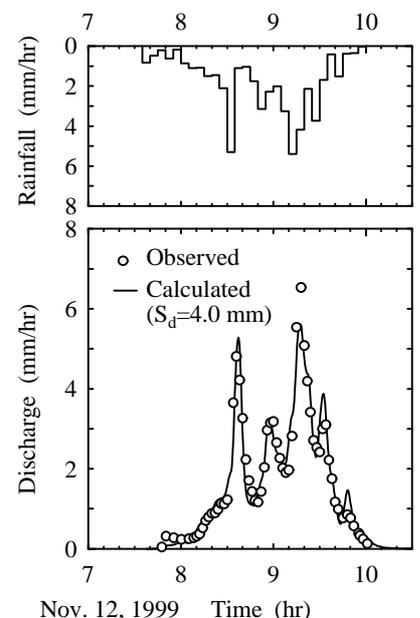


図-2 雨水流出ハイドロの実測値と計算値

初期堆積汚濁負荷量，API 指数，汚濁負荷流出，道路面，都市流域

渡辺政広（〒790-8577 愛媛大学工学部環境建設工学科，Tel. 089-927-9828, Fax 089-927-9831）

ここに、 L_S ：汚濁負荷流出量、 P_S ：道路面上の残存汚濁負荷量、 r_e ：有効降雨強度、 b ：べき指数、 k ：汚濁負荷流出係数、 a_L ： L_S についての単位換算係数、 A ：集水面積、である。

また、累加汚濁負荷流出量は残存汚濁負荷量 P_S と初期堆積汚濁負荷量 P_{S0} を用いると、次式のように表される。

$$\int_0^t L_S dt = P_{S0} - P_S$$

$$= P_{S0} \left\{ 1 - \exp \left[-a_L k A \int_0^t r_e^b dt \right] \right\} \quad (3)$$

上式は、累加降雨量が大きくなるにつれて、累加汚濁負荷流出量が P_{S0} に近づいてゆくことを示しており、図-3の観測結果より、本式が実流域において成立することは明らかである。

ところで、汚濁負荷流出濃度 C_S は、次式のように表される。

$$C_S = a_c \frac{L_S}{Q_S} = \frac{a_c a_L}{a_Q} k P_S r_e^{b-1} \quad (4)$$

ここに、 Q_S ：雨水流出流量、 a_Q ： Q_S についての単位換算係数、 C_S ：汚濁負荷流出濃度、 a_c ： C_S についての単位換算係数、である。

降雨期間中における P_S は常に減少しているため、 $b=1$ の場合、降雨期間中の C_S は常に減少する。一方、 $b>1$ の場合、 C_S は降雨強度の増減に伴って変化する。図-4より、溶解性汚濁(D-COD)では $b=1$ 、粒子性汚濁(SS)では $b=2$ となるべきことが分かる。

4.2 先行降雨指数と初期堆積汚濁負荷量：パラメータ k 、 P_{S0} の組合せを種々に変えて、式(3)による汚濁負荷流出の解析を行い(図-4)、各出水における P_{S0} の適値を求め、これと先行降雨指数(API)³⁾との関係を調べた。その結果を図-5に示す。これより、APIが小さいほど、すなわち、先行降雨の影響が小さいほど P_{S0} が大きくなる傾向が見られることがわかる。

参考文献：1) (社)日本下水道協会：下水試験法-1984年版-、(社)日本下水道協会、1985年。2) Linsley, R. K. et al.: Applied Hydrology, McGraw-Hill, pp. 268 ~ 271, 1949. 3) Chow, V. T.: Handbook of Applied Hydrology, 1964.

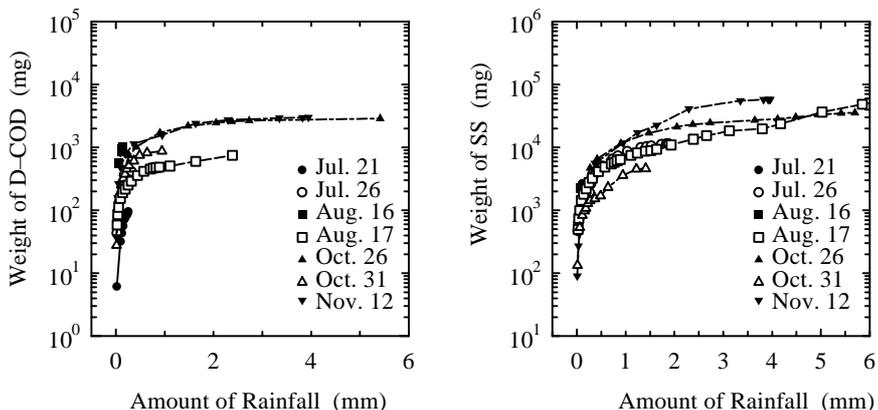


図-3 累加汚濁負荷流出量～累加降雨量の実測値

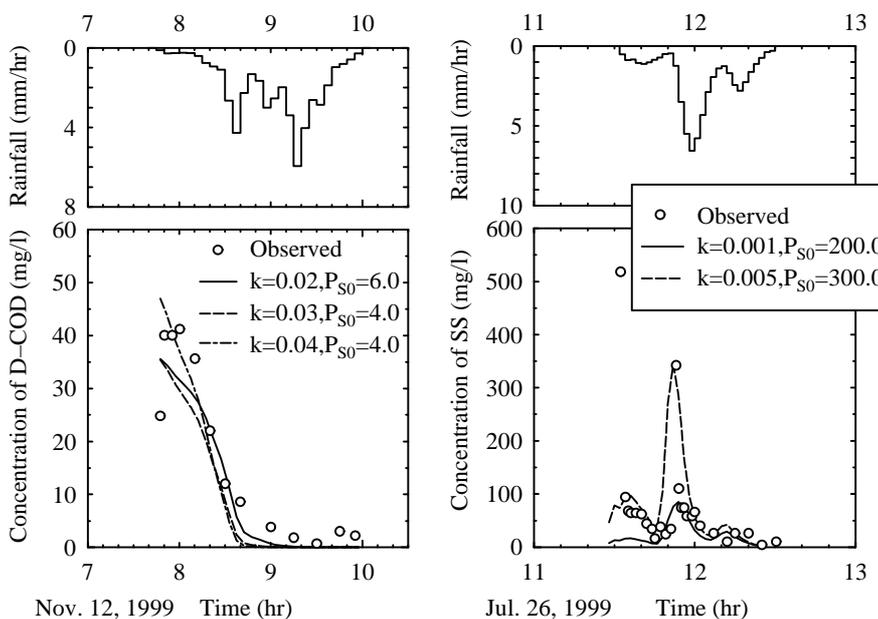


図-4 汚濁負荷流出濃度ハイドロの実測値と計算値

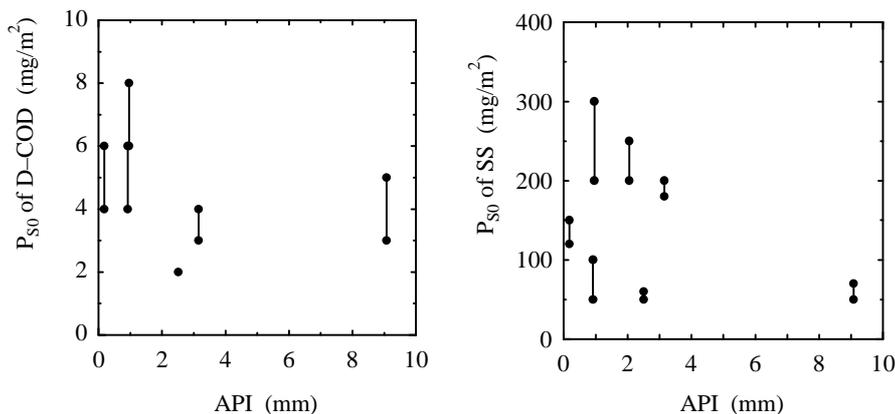


図-5 API と P_{S0} の関係