

ポンプ排水区の雨天時汚濁負荷流出解析モデル

愛媛大学工学部	正 員	渡辺 政広
中電技術コンサルタント(株)	正 員	○右近 雄大
愛媛大学大学院	学生員	永吉 光一
鉄建建設(株)		片上 準也

1. はじめに

各地の都市下水道流域において、流出制御を実施する機会は今後ますます増大してくるものと予測される。これに伴い、都市域の雨水・汚濁負荷流出モデルとして広く用いられてきている修正 RRL 法・土研モデルにおいても、こうした流出制御を伴う出水を取り扱い得るよう、具体的には、下流よりのせき上げ背水（バック・ウォーター）の影響などを考慮し得るようモデルの改良を進めてゆく必要がある。

本報告は、修正 RRL 法・土研モデルをそうした出水へも適用できるよう改良する（ここでは改良モデルと呼ぶ）方向性¹⁾について、A 市の B 排水区を対象として検討した結果を報告する。

2. 解析対象排水区および解析対象資料²⁾

解析対象流域として、A 市の B ポンプ排水区を選んだ。本排水区は、既に述べてきているように、流域面積が 45.5 ha、不浸透性流出面が排水区の約 85% を占める典型的な商業地域である。解析対象資料として、昭和 50～52 年に観測された雨天時 10 出水の降雨・流出（水量・水質）記録および晴天時 3 回（各 1 日）の流出（水量・水質）記録を用いた。なお、検討の対象とした汚濁物質は BOD、COD、SS の 3 項目である。

3. 雨水・汚濁負荷流出シミュレーション結果の検討

修正 RRL 法と土研モデルによる雨水・汚濁負荷流出シミュレーション結果を実測結果と対比した一例を、ポンプ井水位記録と共に、図-1 に示す。これらより、雨水・汚濁負荷のいずれの流出シミュレーション結果についても、午前 1～3 時付近で実測値との間に著しい誤差が生じていることが分かる。この原因として、管渠内で修正 RRL 法・土研モデルでは考慮し得ないせき上げ背水が発生していることが考えられる。

4. 改良モデル

4.1 流域のモデル化

流域を、図-2 に示すように、せき上げ背水が生ずると考えられる管渠区間と、これらに流入するサブ排水区に分割する。サブ排水区には、従来の修正 RRL 法と土研モデルを適用し、管渠区間の雨水流出と汚濁負荷流出には、それぞれ、後述する雨水と汚濁負荷の流出モデル（改良モデル）を適用する。

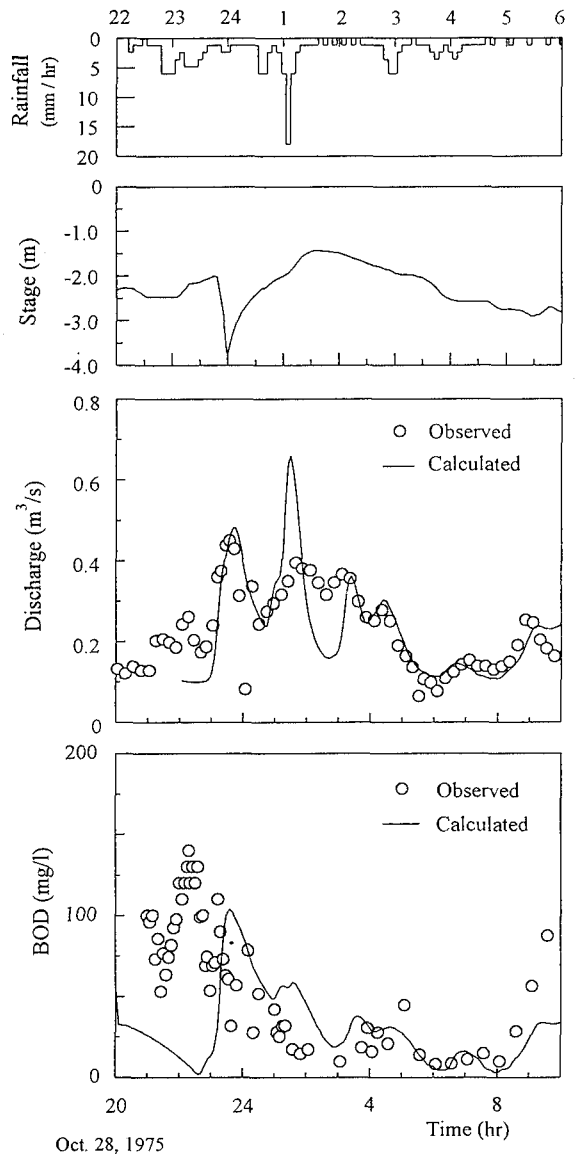


図-1 雨水・汚濁負荷流出シミュレーション結果

4.2 改良モデルの基礎式

(a) 管渠における雨水流出の基礎式¹⁾

管渠区間（管渠長 L ）における流れが diffusion wave として取り扱えると仮定すると、修正 RRL 法の場合と同形の次の貯留方程式(1)および連続の式(2)が得られる。

$$S = KQ^P ; K = \left\{ \frac{n \cdot (\sqrt{S_0} / \sqrt{S_w})}{\alpha \sqrt{S_0}} \right\}^P \cdot L,$$

$$AR^{\frac{2}{3}} = \alpha \cdot A^{\frac{1}{P}} \cdots (1), \quad \frac{dS}{dt} = I - Q \cdots (2)$$

ここに、 S ：貯留量、 I ：上流端流入流量、 Q ：下流端流出流量、 A ：流水断面積、 R ：径深、 S_0 ：管渠勾配、 S_w ：水面勾配、 n ：Manning の粗度係数、 α 、 P ：管渠の断面形に関する定数、 t ：時間、である。

上式の適用にあたっては、「管渠区間 L における流れは、見掛け上、粗度係数 n が時間的に変化する（あるいは、 K が時間的に変化する）等流である」と仮定する。なお、粗度係数の見掛け上の時間的変化は、式 (1) から明らかなように、水面勾配 S_w の時間的変化に起因するものである。

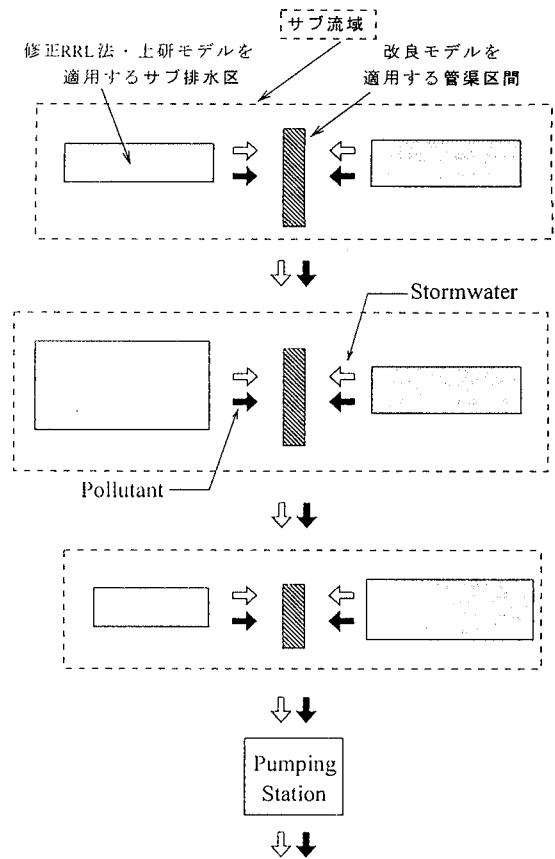


図-2 流域のモデル化

(b) 管渠における汚濁負荷流出の基礎式

管渠（管渠長 L ）内での汚濁負荷流出の運動方程式および連続の式として、流域の全管渠システムを一括して取り扱う土研モデルにおいて用いられているそれらを準用する。すなわち、それぞれ、式(3)および式(4)を適用する（ここでは BOD についてのみ示す）。

$$L_{DB} = C_{DB} \cdot P_{DB}^2 \cdot (Q - Q_C) \cdots (3), \quad \frac{dP_{DB}}{dt} = D_{DB} - L_{DB} + \sum (L_{DB}) \cdots (4)$$

ここに、 L_{DB} ：発生負荷量、 C_{DB} ：負荷流出係数、 P_{DB} ：管渠内堆積負荷量、 Q ：計算流量、 Q_C ：限界流量、 D_{DB} ：補給負荷量、 $\sum (L_{DB})$ ：上流部管渠からの流入負荷量、である。

管渠区間の負荷流出係数および初期堆積負荷量の算定法の基本的な考え方は、初期堆積負荷量の見積りを除けば、土研モデルにおけるそれ³⁾と同様である。なお、各排水区におけるそれらの算定の基本的な考え方も同様のものである。

- ① 全流域の管渠システム全体の初期堆積負荷量は、 $(1/2) \times (\text{晴天時の一日発生負荷量})$ に等しいとする。
- ② ①の初期堆積負荷量は、各サブ流域の流域面積に比例して、各サブ流域の管渠システム内に分布しているとする。
- ③ ②の各サブ流域の初期堆積負荷量は、その管渠システム内（各排水区の管渠システムとせき上げ背水のある管渠区間）に一様に分布しているとする。
- ④ 以上のようにして初期堆積負荷量が見積られると、以降は、雨水と汚濁負荷の流下系統を考慮して、土研モデルと同様な考え方に基づいて負荷流出係数の算定³⁾を進めてゆく。

参考文献 1) 渡辺政広・右近雄大・瀬野敦司：修正 RRL 法の改良の方向性に関する考察，土木学会第 51 回年次学術講演会講演概要集，第 7 部，pp.264～265，1996 年。 2) 渡辺政広・右近雄大・瀬野敦司：ポンプ排水区における雨天時汚濁負荷流出解析，土木学会第 2 回四国支部技術研究発表会講演概要集，pp.148～149，1996 年。 3) 渡辺政広・藤田和博・時尾嘉弘：都市域の合流式下水道排水区における雨天時汚濁負荷流出シミュレーション・モデル，環境工学研究論文集，Vol.31，pp.117～128，1994 年。