

修正RRL法による雨水流出シミュレーションの改良に関する検討

愛媛大学工学部 正員 渡辺 政広
 日本建設コンサルタント(株) 正員 藤田 和博
 愛媛大学大学院 学生員 ○右近 雄大

都市流域の汚濁負荷流出をシミュレートする土研モデル¹⁾と組み合わせて用いられている修正RRL法¹⁾を取り上げ、市街地の一排水区を対象に、その適用性を検討すると共に、適用性を向上させる方向性について検討した結果を報告する。

1. 解析対象排水区²⁾

解析対象流域として、N市のS合流排水区を選んだ(図1)。本排水区は、流域面積が39.5 ha、不浸透流出面が排水区の約80%を占める典型的な商業区域である。

2. 修正RRL法

2.1 修正RRL法の概要: 修正RRL法は、3つのサブ・モデルにより構成されている。すなわち、凹地損失および浸透損失を考慮した雨水損失モデル、等到達時間別面積図

と有効降雨ハイドログラフよりインフロー・ハイドログラフを計算する地表面流出モデル、および貯留法によりアウトフロー・ハイドログラフを計算する管渠流出モデル、の3つのサブ・モデルから構成されている。

2.2 修正RRL法の適用上の問題点: 修正RRL法

による雨水流出シミュレーション結果の1例を図2(RRL-Existing)に示す。なお、図中には、比較・検討のため、欧米で現在も広く用いられているSWMM-TRANSPORTモデルのシミュレーション結果も併示している。この図からもわかるように、実測結果に比べるとピーク流量の発生時間に10~15分程度の遅れが現れる傾向がみられる。この原因として、等到達時間域図を作成する際の管渠内の雨水の流下速度を評価するにあたり、マニング型の満管等流流速 V_{full} を用いていることが考えられる。

3. 修正RRL法の改良³⁾

先に指摘したシミュレーション結果に発生する時間遅れを改善するため、 V_{full} の代わりに、流れの伝播速度 ω を用いる。

3.1 流れの伝播速度: 今、流れがKinematic waveであるとすると、円形断面の管渠の場合、 ω は次式のようになる。

$$\frac{\omega}{V_{full}} = \left[1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{\sin \theta - \theta \cos \theta}{\theta \cdot (1 - \cos \theta)} \right] \left(\frac{\theta - \sin \theta}{\theta} \right)^{2/3} \quad (1)$$

$$; V_{full} = (1/n) \cdot (D/4)^{2/3} \cdot \sqrt{S_0}, \quad \theta = 2 \cdot \arccos \{ (1/2) \cdot (h/D) \} \quad (2)$$

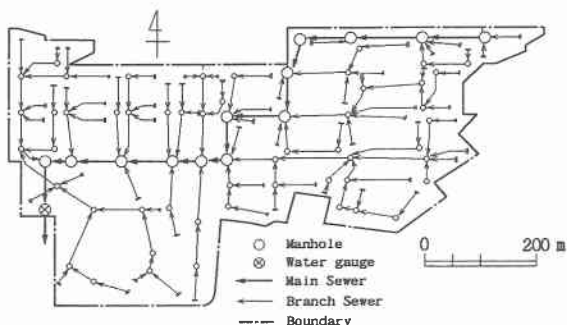


図1 解析対象流域

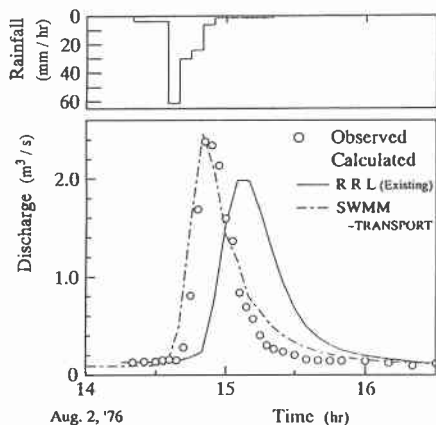


図2 流出シミュレーション結果

ここに、 D 、 S_o 、 n ：管渠の直径，こう配，粗度係数， h ：等流水深， θ ：流水断面の中心角。

式(1)，(2)より， $h/D \approx 0.3 \sim 0.8$ の範囲で， $\omega \approx (1.1 \sim 1.4) \times V_{full}$ となることがわかる。

3.2 時間遅れの改善：しかしながら，実際の下水管渠システムでは，顕著な背水現象や満管流れなどが発生していることも十分に考えられ，従って， ω を上のように単純に決定することは困難である。ここでは，前述した時間遅れが改善されるときの流れの到達時間を T' と定義する。

$$T' = (T_s + T_c) / \beta \quad (3)$$

ここに， T_s ：流入時間， T_c ：流下時間， β ：係数。

この係数 β を対象排水区における9出水について調べた。

具体的には，まず， β を1～3（きざみ0.2）まで変化させ，それぞれの β に対して等到達時間域図を作成した。次いで，9出水それぞれについて，それら等到達時間域図から得た等到達時間別面積率を用い，雨水流出シミュレーションを行って β の適値を検索した。 β の適値と実測結果のピーク流量との関係を図3に示す。

図からもわかるように，中・小出水では $\beta \approx 1.5 \sim 2.0$ ，大出水では $\beta \approx 2.0 \sim 2.5$ ，平均的には $\beta \approx 2$ となることがわかる。ここで，管渠内流速を評価するのに V_{full} を用いた場合（Existing）と $\omega (\beta=2)$ を用いた場合（Improved）の等到達時間域図を図4に，流出シミュレーション結果を図5に示す。

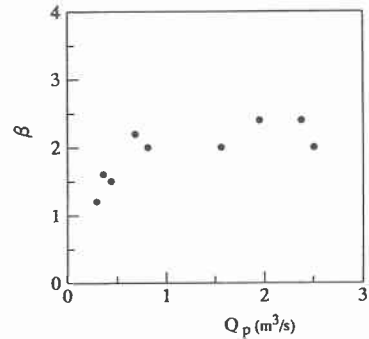
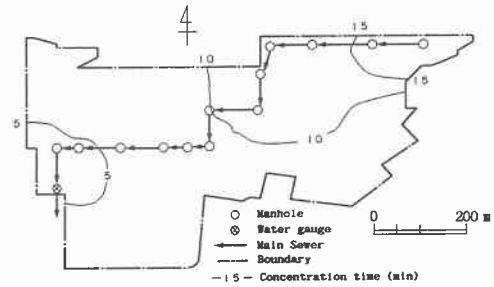
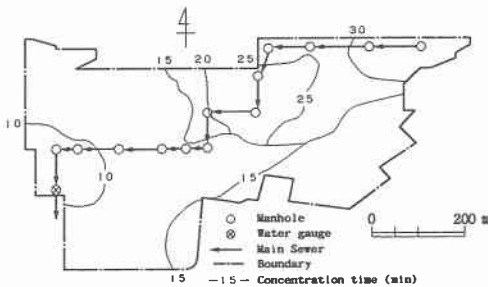


図3 ピーク流量と β の適値との関係



(a) マニング型の満管等流流速 (V_{full}) を用いた場合

(b) 流れの伝播速度 (ω) を用いた場合

図4 等到達時間域図

これより，本排水区では，流れの伝播速度を用いることで，また $\beta = 2$ を採用することで，時間遅れが概ね解消されることが分かる。

参考文献： 1) 日本下水道協会：合流式下水道越流対策と暫定指針，1982年。 2) 建設省土木研究所下水道研究室：土木研究所資料第1478号・合流式下水道の雨天時下水に関するデータベース（その1：自然排水区），1979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。

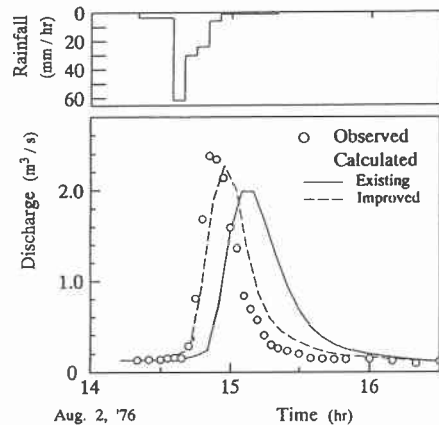


図5 流出シミュレーション結果