

都市流出モデルの適用に関する検討

愛媛大学工学部 正 員 豊国永次, 渡辺政広
愛媛大学大学院 学生員 ○伊藤秀雄

都市域の流域モデリングとその流出シミュレーションについて検討を進めているが、本報告では、雨水排水管渠システムで発生する開水路流れ、パイプ流れ、さらには地表面たん水をもシミュレートしうる管渠流出モデルを、松山市街地域で発生した昭和54年梅雨前線豪雨による出水に適用し、実測結果と対比して、本モデルによる流出の諸特性ならびに本シミュレーション法の適用性について調べた。

1. 流域モデリングと流出シミュレーション

都市域の流域モデリングと流出シミュレーションの概要を図1に示す。まず、各種流出面ならびに流路の諸元を現地調査し、これらをもとに解析目的に応じた流域モデルを作成する。次に、降雨が与えられると、各種流出面を不浸透域と浸透域に分けてそれぞれ有効降雨を求め、これらより各流出面上の雨水流を kinematic wave 追跡して、管渠システムの各マンホール地点における流入ハイドログラフを算定する。管渠システムで発生する開水路流れとパイプ流れを実用的に解析するとき簡易モデルを、詳細に解析するとき Dynamic Wave (DW) モデルを用いる。

なおここでは、実用上の流域モデルである等価流域 Model II と管渠システムの流出モデルに DW モデルを用いる流出シミュレーションについて検討した。

2. 管渠流出モデル (Dynamic Wave モデル)

DW モデルの概要；開水路流れとパイプ流れを共に dynamic wave として取扱い、両流れに対してそれぞれ開水路非定常流、管水路非定常流の基礎式を適用する。実際上は Preissmann スロットの手法を用い、管渠システムの流出を一貫して開水路流れとして取扱う。このとき重要となるパイプ流れにおける圧力波の速度（＝開水路流れの伝播速度）は、これまでの検討により、数 10 m/sec 程度の値を用いて良い結果を得ている。

地表面たん水の取扱い；豪雨時、マンホールより地表面上へ溢水した流出水の挙動は、地面こう配にしたがって流下したり、低地にたん水するなど、微視的には複雑なものとなる。そこで実用上の立場から、ここではマンホール地点を囲む特定面積のたん水域に水平貯留されるものとして取扱う（図2）。この期間のマンホール地点における連続式は次式、 $A_G(dH/dt) = \Sigma I - Q \cdots (1)$ を用いる。ここに、 A_G ：たん水域面積、 H ：水位（ $>H_G$ ）、 H_G ：地面標高、 ΣI ：流入流量の合計、 Q ：流出流量、 t ：時間。

3. 松山市街地域（昭和54年梅雨前線豪雨）への適用

対象流域の概要；松山市街地域の1幹線排水区を調査対象に選んだ。本流域は流域面積 0.234km²、幹線管渠延長1,250mの細長い流域で、不浸透域が 84.4%，浸透域が 15.6% を占める。

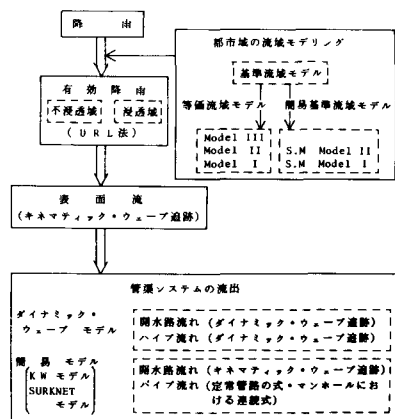


図1 都市流出シミュレーションモデル

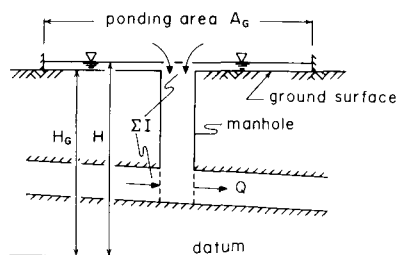


図2 地表面たん水

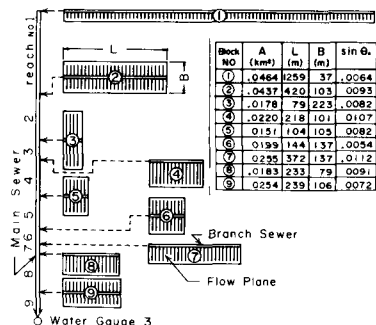


図3 調査対象流域の流域モデル（等価流域 Model II）

流域モデリング；実状に近い流出システムをもつ基準流域モデル（図1）をもとに、実用上これを簡単化した等価流域 Model II（図3）を作成した。管渠システムは幹線（ $\phi=500\sim 1,000\text{mm}$ ），支線（ $250\sim 700\text{mm}$ ）合計74本の管渠からなり、こう配は $1/300\sim 1/125$ と全体に急である。またマンホール地点における管渠の接合は実状に近い形とした。

サーチャージを伴う出水の流出シミュレーション結果；上述の等価流域 Model II と DW モデルを、昭和54年6月梅雨前線豪雨時の出水に適用して流出シミュレーションを行った。これらの結果を図4～7に、流出観測記録（ハイトグラフ、水位計設置点における水位、流量ハイドログラフ）を図4に示す。これらより次の流出の諸特性が指摘される。 i) 幹線下流端の流量ハイドログラフを実測結果と対比すると（図4，サーチャージ期間），実測結果にみられる貯留効果の大きい抑制された流出の特性をよく再現している。

ii) サーチャージ流れの発生、拡大の過程をみると（図6），まず通水能の小さい管渠システムの各所でパイプ流れが現われ、次いでこれらが急速に上流へと伝播する。また第7支線のように、幹線管渠よりの背水効果により、まず支線下流端でパイプ流れへの遷移が現われ、これが順次、上流へと伝播するケースもみられる。 iii) 地表面たん水の変動の状況を見ると（図7），通水能の全体的に小さい支線（NO. 1, 2, 9）および幹線上流部で、たん水が早く、かつ広い範囲にわたって現われる。

iv) 幹線下流端の抑制された流出ハイドログラフ（図4，サーチャージ期間）は、上述の地表面たん水の変動、ならびに幹線各マンホール地点における水位、流量ハイドログラフ（図5）の変動とよく対応しており、これらより貯留効果の大きい流出特性を示していることが分る。

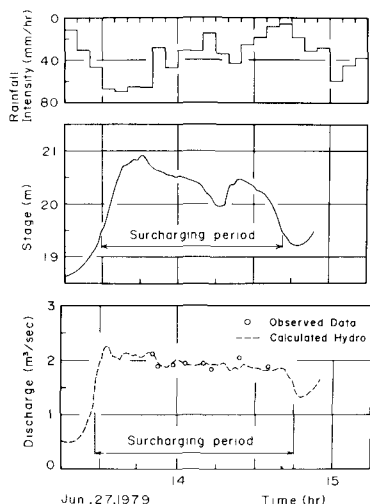


図4 昭和54年梅雨前線豪雨の流出観測記録と流出シミュレーション結果

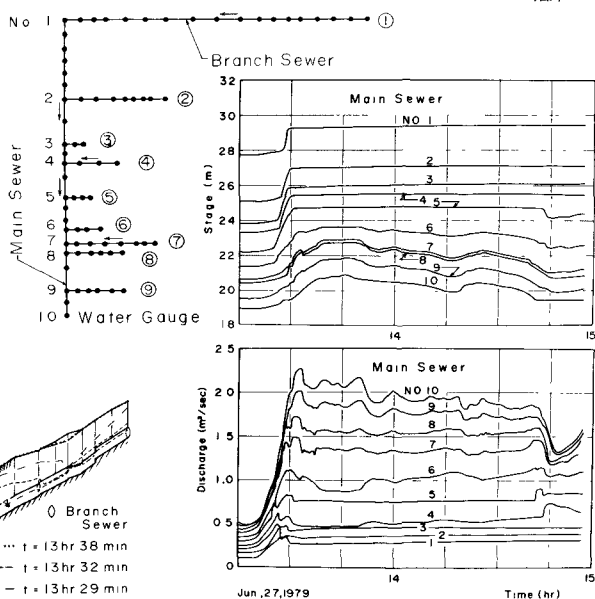


図5 幹線各マンホール地点の水位・流量ハイドログラフ

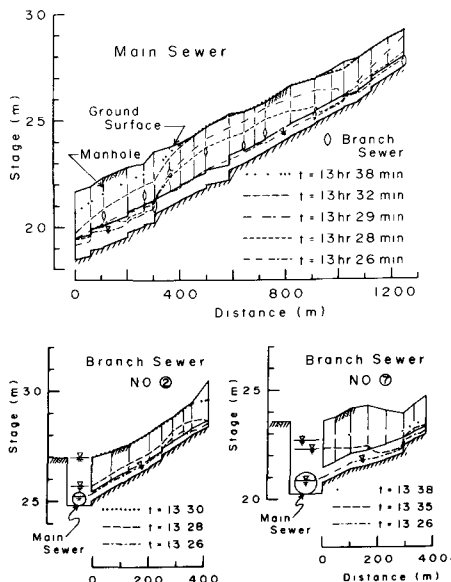


図6 幹線・支線管渠における水面変動（サーチャージ期間）

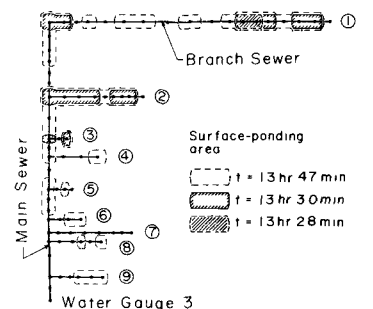


図7 地表面たん水域の時間的・場地的変化