

愛媛大学工学部 正 員 の渡辺政広, 豊國永次

都市域の流域モデリングと先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、排水管渠システムで発生する開水路流れとパイプ流れ、さらに地表面にん水をもシミュレートする流出モデルを、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法の適用性について調べた結果を述べる。

1. 都市流出シミュレーション

流域モデリングと流出シミュレーションの方法の概要を図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、この調査結果をもとに解群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、各種流出面を浸透域と不浸透域に大別してそれぞれ有効降雨を算定し、これらを入力として各流出面への流れを Kinematic wave 追跡する。この計算結果より、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求める。管渠システムで発生する開水路流れとパイプ流れを美用的にシミュレートするとき簡易モデルを、詳細に追跡計算するとき Dynamic Wave (DW) モデルを用いる。

ここでは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. 管渠システムの流出モデル(DWモデル)

DWモデル；開水路流れとパイプ流れを共に dynamic wave として取扱ひ、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10m/sec程度の値を用いて良い結果を得ている。

地表面にん水の取扱ひ；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含む特定面積のに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の式は次式、 $A_g(dH/dt) = \Sigma I - Q \cdots (1)$ を用いる。ここに、 A_g ：にん水域面積、 H ：水位(≧ H_g)、 ΣI ：流入流量の合計、 Q ：流出流量、 H_g ：地面標高、 t ：時間。

3. 実流域(松山市街地域)への適用結果

対象流域の概要；調査対象とした松山市街地域の1幹線排水区($A = 0.234 \text{ km}^2$)は幹線管渠延長1,250 mの細長い流域で、

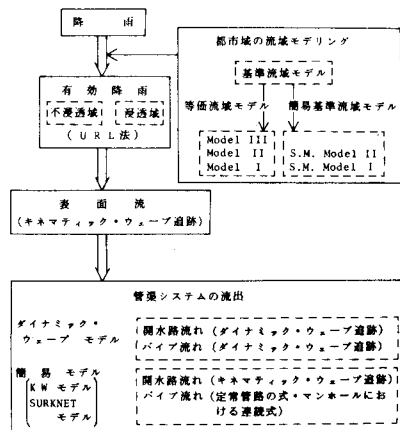


図1 都市流出シミュレーションモデル

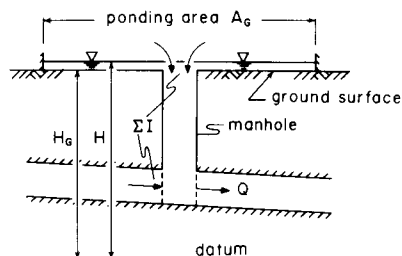


図2 地表面にん水

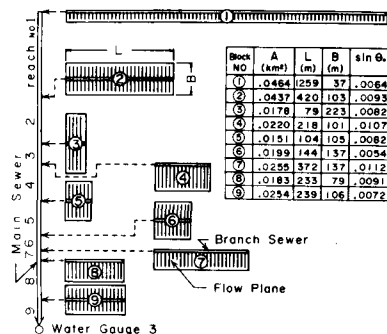


図3 調査流域の流域モデル(簡易流域Model II)

流出面構成は不浸透域 84.4%, 浸透域 15.6%である。

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、実用上これを単純化した等価流域 Model II (図3)を作成した。管渠システムは幹線(φ=500~1000mm)および支線(φ=250~700mm)合計74本の管渠からなり、こう配は1/300~1/125で、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。

サーチャージと降雨出水の流出シミュレーション結果；昭和54年6月梅雨前線豪雨を対象に、上述の等価流域 Model II とDWモデルを適用して流出シミュレーションを行った。ハイトグラフ、流域下流端(水位計設置点)におけるサーチャージ期間の水位ハイドログラフ、および実測流量値を図4に、シミュレーション結果を図4~図8に示す。これらより本シミュレーションによる流出について、次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(サーチャージ期間)を実測結果と対比すると(図4)、実測結果にみられる貯留効果の卓越する抑制された流出の特性をよく再現している。

ii) サーチャージ状態の発生、拡大の過程をみると(図5, 6)、まず通水能の小さい幹線および支線の各管渠でパイプ流れが現われ、これらが急速に上流の管渠へと伝播している。一方、図6(No.7支線)に示すように、幹線水位の上昇に伴う背水効果により、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) 地表面にん水の変動状況(図7, 8)をみると、通水能が全体的に小さい支線(No.1, 2, 9)ならびに幹線上流部で、にん水が早くかつ広い範囲にわたって現われる。また図4のサーチャージ期間内の抑制された流出ハイドログラフは図8の地表面にん水量の変化によく対応しており、これらに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。

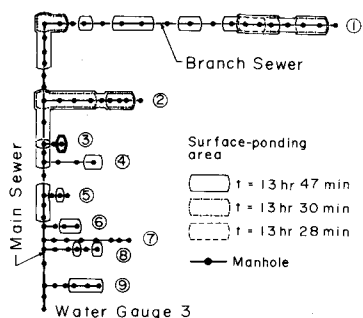


図7 地表面にん水の場所的変化

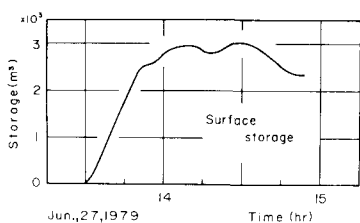


図8 地表面にん水の時間的変化(全流域)

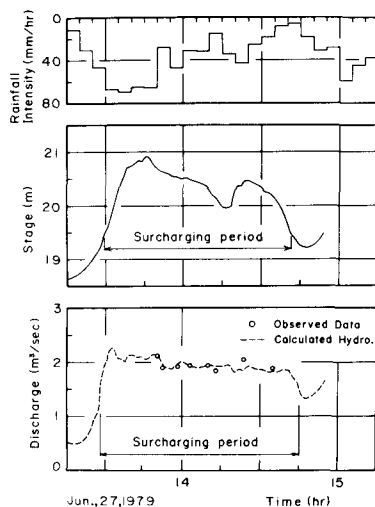


図4 昭和54年梅雨前線豪雨の流出観測記録と流出シミュレーション結果

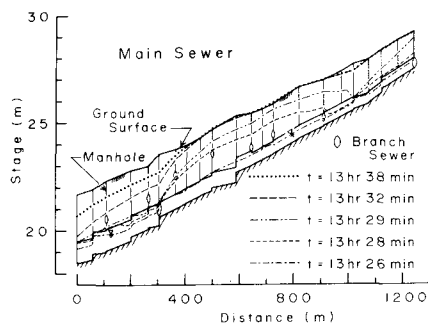


図5 幹線管渠の水面変動(サーチャージ期間)

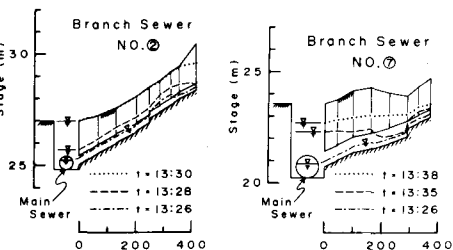
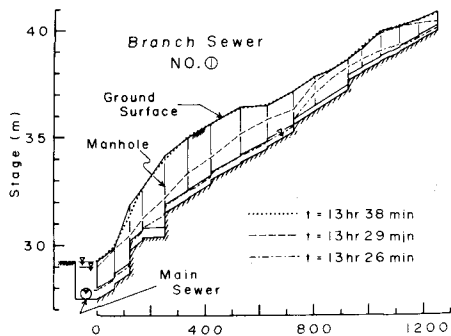


図6 支線管渠の水面変動(サーチャージ期間)