

II-75 大規模な排水管渠システムからなる都市流域の雨水流出シミュレーション

愛媛大学工学部 正 員 渡辺政広
神戸大学農学部 正 員 豊国永次

都市域の排水管渠システムでしばしば発生するサーチャージ流れ、さらに浸水はんらんのプロセスをも組入れた雨水流出シミュレーション・モデルとその適用性について、これまで、1幹線排水規模（ 0.234km^2 ）の区域を対象に詳細な検討を進めてきた。本報告では、これを松山市街地の調査流域（ 6.46km^2 ）に適用し、大規模な排水管渠システムからなる都市流域の雨水流出を実用上の精度で解析できる流出シミュレーション法とその適用性について検討した結果を述べる。

1. 都市流出シミュレーション・モデル

上述した都市流出シミュレーション・モデルは、流域モデル、雨水損失モデル、表面流モデル、管渠流出モデルの4つのサブ・モデルからなる。これらの中で流域モデルと管渠流出モデルについては、解析目的と所要精度に応じた各レベルのモデルを選択できる。

2. 調査流域とその流域モデリング

調査流域は松山市街地の中心部を占め、図1に示すように、流域面積 6.46km^2 、幹線（1～6号）管渠延長 17.4km のかなり規模の大きい排水管渠システムからなる。流出面は不透透度が67%を占めている。

本調査流域の流域モデリングは、大規模な排水システムからなる流域の雨水流出を実用上の精度で解析する立場から、次のように進めた。まず流出に関与する諸量を現地調査し、実状に近い雨水流出システムをもつ基準流域モデルを作成した。次いでこれをもとに流域モデルの単純化を系統的に進め、図2に示すように、幹線規模の各区域（10区）をそれぞれ単一の等価斜面と幹線管渠で表示する等価流域 Model Iを作成した。なお Model Iの管渠システムは156本の幹線管渠（ $90\sim 140\text{m}/\text{本}$ ）からなり、こう配は全体にやゝ急である。

3. 適用性に関する検討

(1) 中小出水に対する検討；上述の等価流域 Model Iと、管渠流出の追跡にKWモデルならびにDWモデルを用いる流出シミュレーション法の適用性について、まず、管渠システムの流出が主として開水路流れの中小出水を対象に、流出シミュレーション結果を実測結果と対比して検討した。これより次の諸結果を得た。①DWモデルを用いるシミュレーション結果はおおよそ出水の全体を通じて、十分実用しえる精度で実測結果を再現している。②KWモデルを用いるシミュレーション結果の適合性は、DWモデルのそれとほぼ同程度である。③これらより、大規模な排水管渠システムからなる都市流域において、中小出

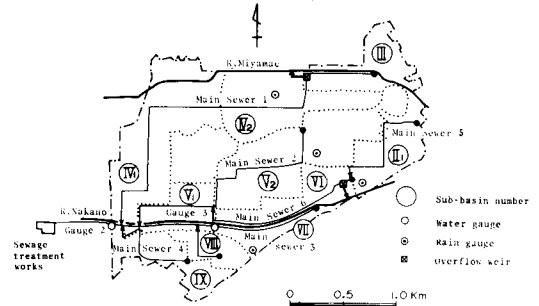


図1 調査流域の概要

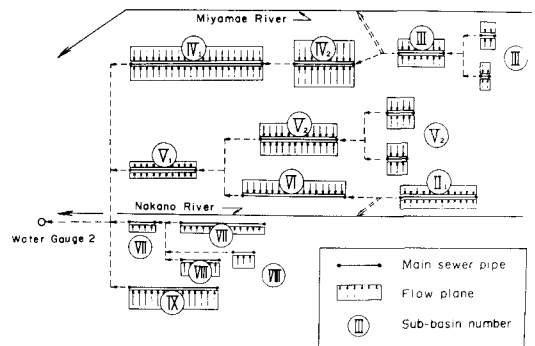
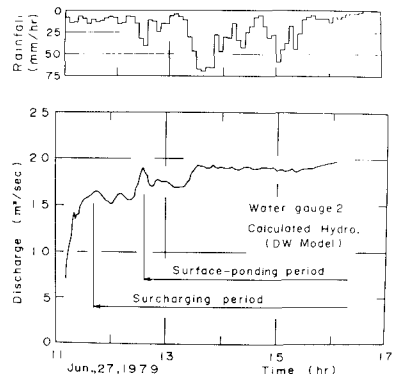


図2 調査流域の等価流域 Model I

図3 降雨記録と流出シミュレーション結果
(昭和54年梅雨前線豪雨時、
Water gauge 2地点)

水（小規模のサーチャージ流れを伴う出水を含む）を対象とする流出解析を行うとき、等価流域 Model I と管渠システムにKWモデルを用いる簡便な流出シミュレーション法は実用上有用なことが分る。

(2) 浸水はらんを伴う出水に対する検討；調査流域では、図3に示す昭和54年梅雨前線豪雨時、排水管渠システムの各所でマンホール溢水が発生し、これに伴う浸水はらんは既往最大級の規模に達した。特に顕著であった浸水はらん区域を図4に示す。そこで、本豪雨時の出水を対象に、前述した等価流域 Model I と管渠流出にDWモデルを用いる流出シミュレーション法を適用し、シミュレーション結果を詳細に吟味すると共に、実測結果と対比して検討を加えた。これより、大規模な排水管渠システムにおける浸水はらんを伴う出水の諸特性、ならびに本シミュレーション法の適用性について、次の諸点が指摘された。

①多数の浸水はらん区域が発生した1号幹線について、シミュレートされた水位変動の状況（図6）を見ると、通水能が特に小さい管渠（No.43）がネックとなり、このためこれより上流の低地で、地表面たん水が早くかつ広い範囲にわたって発生していることが分る。②シミュレートされた流域下流端流量ハイドログラフ（図3）を見ると、浸水はらんに伴う流出抑制効果はかなり大きいものとなる。③本流出シミュレーションによって再現された幹線沿いの主要な浸水はらん区域（図5）を上述の観測調査結果（図4）と対比すると、主要地点におけるはらん発生箇所、ならびにたん水規模はいずれもよく対応している。④これらの結果は、大規模な排水管渠システムからなる都市域の浸水はらんを伴う出水を実用的に解析するにあたり、等価流域 Model I と管渠流出にDWモデルを用いる本シミュレーション法がきわめて有用であることを示唆している。

なお管渠流出モデルの簡易化について、開水路流れ、遷移流れ、サーチャージ流れにおける運動方程式各項のオーダーを比較、検討した結果（図7）、実用上の立場からは、管渠システムの流出を一貫して diffusion wave 流れとして取り扱える可能性が示唆された。

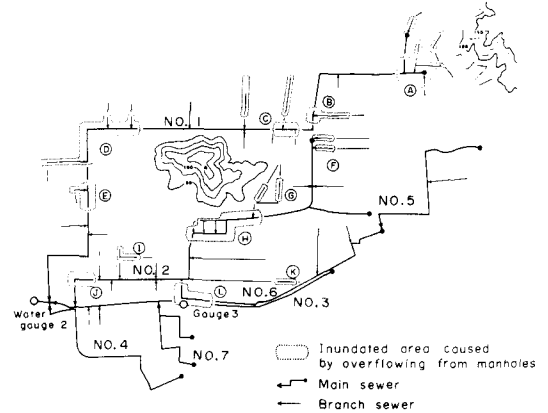


図4 浸水はらんの観測・調査結果
（昭和54年梅雨前線豪雨時）

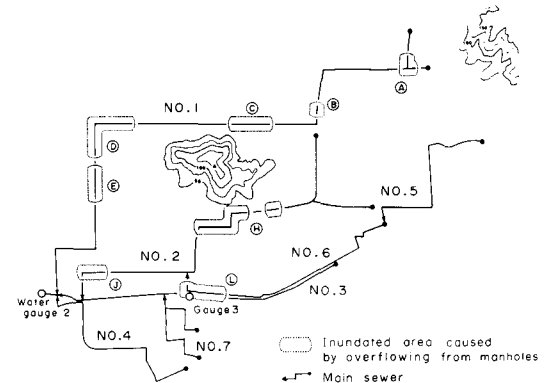


図5 シミュレートされた主要な浸水はらん区域

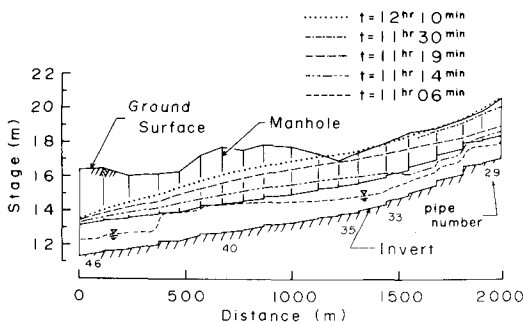


図6 水位変動状況（1号幹線下流部）

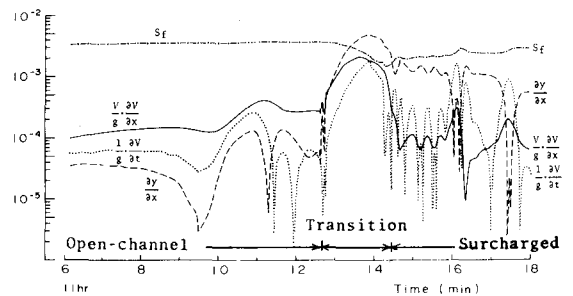


図7 運動方程式各項のオーダー
（1号幹線，No.33 管渠， $S_0=0.00327$ ）