

貯留法による都市流出の検討

愛媛大学 工学部 正員 豊 国 永 次
 愛媛大学 工学部 正員 渡 辺 政 広
 大阪大学 大学院 学生員 〇 大 野 正 己
 日本電炉株式会社 清水 義 博

都市域の雨水流出解析法は、単位図法や貯留関数法などのようなマクロな解析法、雨水の流出過程を詳細に追跡してゆくkinematic waveモデルなどに見られるミクロな解析法、並びにミクロな解析法における流出過程とその数理的な複雑さを実用的見地から単純化して取り扱うInlet法やRRL法などのような準ミクロな解析法の3つに大別されるが、本報告は、こうした解析法の中でも準ミクロな解析法に属し、貯留法の一種で計算が比較的簡単であるとされているRRL法を取り上げて、これが適合性の向上をはかるために改良を加え、調査流域における実測資料と対比して検討を行なったものである。

RRL法の適用に関する検討

周知のように、RRL法は実用的な流出解析法としての幾つかの特長を備えているが、その実流域への適用に際しては、損失雨量(有効降雨)の評価や下水管内貯留量の算定(およびこれに係わる集水面積の測定)などの点に未だ幾つかの問題が残されている。そこで本報告では、RRL法のこうした点に関して、以下に述べるような改良を加えて後、これを実流域へ適用し、その適合性の検討を行なった。

損失雨量(有効降雨)の評価: RRL法においては雨水排水システムに直結している不透流域のみから流出があるものとしているが、強度の大きい降雨が長時間継続するような地域では浸透域からかなりの流出が見られることより、ここでは流域を構成する流出面を雨水損失の立場からTable 1に示すような4つのタイプに分類し、各々の雨水損失特性に応じて(初期損失としての)凹地貯留あるいは浸透損失を評価し、各流出面ごとに損失雨量を算定する。また有効雨量については各流出面の占有面積率をウェイトとして流域平均的に算定する。

下水管内貯留量の算定: 下水管内貯留量の算定にはいわゆる“等水深比の仮定”が主用されてきているが、下流域からの影響を受けない区間における実際の下水管内の流れはこれを近似的に等流とみなすことができ、従ってここでは下水管各地点(実際にはマンホール地点)での等流水深をもとにこれを算定する。

TYPE	DESCRIPTION	DEPRESSION STORAGE (mm)	INITIATION LOSS (mm/hr)	SUBAREA (%)
I	Impervious (1)	—	—	a_1
II	Impervious (2)	D_1	—	a_2
III	Pervious (1)	—	$f_m (=const)$	a_3
IV	Pervious (2)	D_p	$f_m (=const)$	a_4

Table 1 雨水損失評価

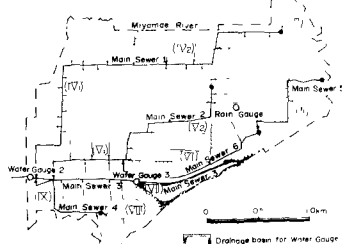


Fig. 1 松山市街地域

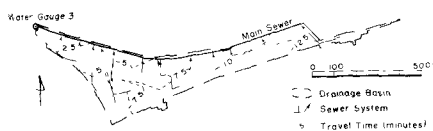


Fig. 2 対象流域とその等到達時間域図

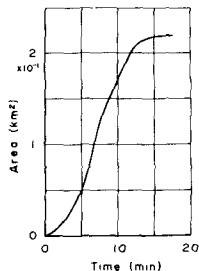


Fig. 3 到達時間～面積曲線

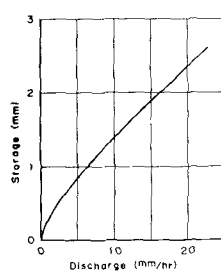


Fig. 4 貯留量～流量曲線

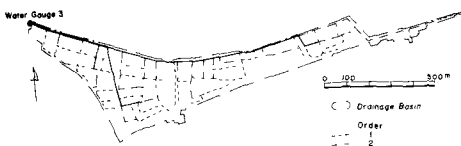


Fig. 5 下水道システムの流路の値数

下水管網の集水面積の測定： 上述した方法による下水管内貯留量の算定に依る下水管各地点の集水面積の測定については、流域の規模が大きくなると共に要する労力は多大なものとなってゆく。これについては、自然河道網において成立する河道位数と集水面積の関係がこうして人工的な下水道網においても成立することが室田らによって指摘され、この関係を利用することによりそうした労力をかなり軽減することが出来る。そこで本報告でも松山市街地域の1幹線排水区域を対象にこの検討を行なうこととした。

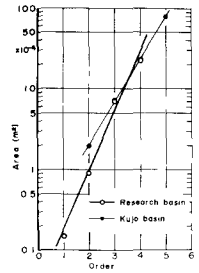


Fig. 6 位数～集水面積

松山市街地域に対する適用

RRL法に上述したような幾つかの改良を加え、これを松山市街地域の1幹線排水区域に適用し、こうして方法の実流域への適合性について検討する。

対象流域の概要： 解析対象とした流域はFig. 1に示す松山市街地域(6.46 km² area)の1幹線排水区域(Gauge 3, 0.219 km² area)で、その主要な下水管システムはFig. 1に示す通りである。

適用結果とその考察： 雨水排水系統図および地形図をもとに作成した等到達時間域図(Fig. 2)、到達時間～面積曲線(Fig. 3)および貯留量～流量曲線(Fig. 4)を用いて、昭和50年4月～10月出水を対象に、本法による流出シミュレーションを行ない、その結果の一部と実測hydro.と対比して示したものがFig. 7, 8である(ここに有効降雨の算定に上述の方法を用いた場合をCase 1、累加雨量～累加損失量曲線を用いた場合をCase 2としている)。またFig. 9にはkinematic wave モデルによる流出シミュレーション結果と本法による結果(Case 2)とを実測hydro.と対比して示している。

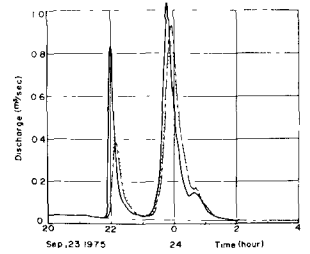
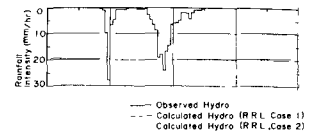


Fig. 7 流出シミュレーション結果

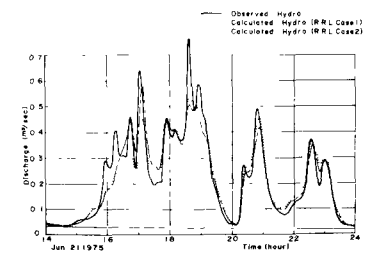
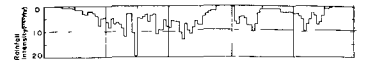


Fig. 8 流出シミュレーション結果

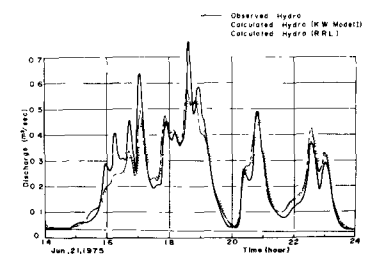
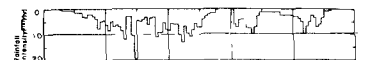


Fig. 9 K.W.法との比較

先ず本法によるシミュレーション結果を実測hydro.と対比すると、実用上の立場からはかなりの適合度を示していると言えるが、全般的に流量ピークが扁平化しており、またピーク発生時刻に5～10分の遅れが見られ、さらに出水初期における適合度にはかなりの低下が見受けられる。こうした適合性の低下は主として降雨損失の場所的分布が流出初期大きく影響すること起因するものと考えられる。次に本法によるシミュレーション結果のCase 1とCase 2を対比すると、Fig. 8にみられるように雨水損失効果の大きい出水初期でCase 1の方がやや適合度が向上する傾向が認められるが、これより有効降雨の場所的分布をlumpして取り扱う場合でも本法による損失雨量の評価を行なった方が良いことが分る。また、このように改良したRRL法は、流域を同程度にlumpしたK.W.法(流域Model I)に近い解析精度を与える(Fig. 9)。次に本流域における位数と集水面積の関係をFig. 5および6に示しているが、これより人工的な下水道網においても、こうした地形則が成立していることが分る。

以上、本報告では、下水管の満流およびはんらん現象が発生しない中小出水を対象に解析を進めてきたが、今後、複雑な大出水について考察を進めると共に流域を細分化した詳細な取り扱い(雨水損失および貯留関数に対するlumpingの検討)についても検討を加えたい。