

名古屋大学工学部 正員 松 林 卓一郎
清水建設(株) 正員 石 田 宏一

1. まえがき 近年、都市化の伸展と相まって、都市域において浸水による人的・物的被害が増加している。この浸水問題は、特にピークが問題となる河道計画とは異なり、量やなれちハイドログラフ全体が問題となる点に特徴がある。この点に関する代表的な解析法には特性曲線法が挙げられるが、取り扱いの容易さという点では修正RRL法も有力な手法である。本研究はこの修正RRL法の適用性をより普遍的なものとする上でとくに問題となるS-Q関係について考察したものである。

2. 修正RRL法 修正RRL法は、流出過程で同時に起っている移流的現象と拡散的現象を2つのステップに分け、計算が容易になるように工夫された優れた手法である。すなわち第1ステップでは、良く知られているように、流域を流出が生ずる不浸透域と流出が生じない浸透域に分け、不浸透域の各点から流出点への到達時間によって集中面積率図を作成する。そして、これを用いて移流による集水過程をシミュレートする(流入ハイドログラフの計算)。第2ステップはこの流入ハイドログラフを入力としてS-Q関係によって実際の流出ハイドログラフを計算するものである。RRL法の最大の長所は、モデルのパラメータのほとんどが、地形図・下水道管網図等、都市計画の基礎的資料から推定でき、必ずしも雨量・流量データを必要としないということである。たゞ、第2ステップのS-Q関係はハイドログラフの低減部から求めるとされており、データの無い場合の便法も用意されているが検討余地が残されている。

3. 流域貯留量の算定法

S-Q関係を客観的に求める第1段階として本研究では以下の方法を取った。

下水管・排水路のA-Q関係 流水の抵抗則として等流状態の関係を用いると、円管や矩形の水路の断面積と流量の関係は近似的に次式で表わすことができる。(図-1参照)

$$Q = \frac{\sqrt{A}}{n} 0.51 \left(\frac{D}{2} \right)^{-0.107} A^{1.387} \quad \dots (\text{円管}) \quad (1)$$

$$Q = \frac{\sqrt{A}}{n} 0.471 (b)^{0.027} A^{1.32} \quad \dots (\text{矩形水路})$$

ここに、Q: 流量、i: 水路床勾配、n: マニングの粗度係数(下水2 0.015, 河川2 0.017 sec/m^{1/2}を用いた。)、D: 円管の直径、b: 矩形水路の中、A: 流水断面積である。

定常条件下のS-Q関係 式(1)を用いれば、流出地点、

である流量のときの各水路の流量がわかりさえすれば流水断面積が求まり、さらに各水路長を考慮すれば貯留量が計算できる。そのためには各水路の流量が分らなければならない。しかし、不定流では流出地点と内部の各地点の流量には一意の関係はない。そこでここでは常に定常状態が生じているものと仮定して、各水路に流量を配合してゆくという方法をとった。すなわち式(2)によって各水路の流量を推定した。 $Q_i = Q_T (A_i / A_T)$ (2) ここに Q_T, Q_i はそれぞれ、流出地点及び第i区間水路の流量、 A_T, A_i は全流域及び第i水路流域の不浸透面積である。

4. 適用例 対象流域は都市化の完了しているY川流域である。流域面積、不浸透面積はそれぞれ1348 km², 503 km²である。本流域の下水は合流式であり、来水時はほとんどが水吐口よりY川に放流され、下水管を

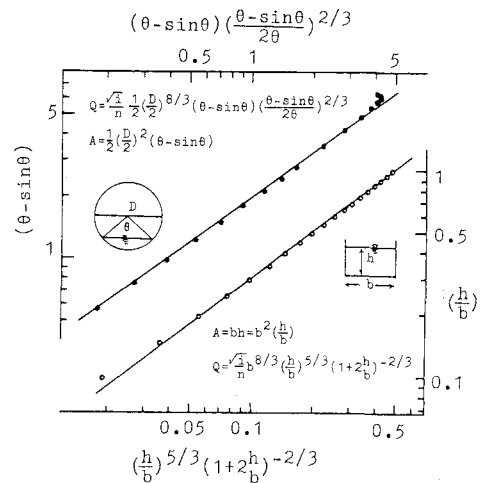


図-1 下水管・排水路のA-Q関係

通って流域外に流去する水は無視し得る。図-2に流域の排水系統の主なものを示すが、前節の方法に従って貯留量を計算する際の水路は次の3種に分類した。i)ほとんど全ての道路に設けられるφ0.3mの下水管で、集水面積は隣接地区のみで一様と考えらる。ii)φ0.3m下水管からの水を集水廊下させる主要下水管で下流ほど集水面積が大きくなるもの。iii)Y川河道。とくにii)については2,3の代表的な地区を抜き出して調べ、集水面積1300m²とし、全流域の管路長を290kmと推定した。

5. 結果の考察 本方法から得た実測データから求めたS-Q関係を図-3に示す。なおここでS-Qはともに単位面積当りとして示している。図より、S-Q関係の指数は一致するが、係数は推定値の方が小さく実測の半分程度となっている。この原因を明らかにするため表-1に貯留量の内訳を示した。これによると河川の貯留効果が高く下水管のそれは低い。ちなみに、下水管が全て満管としてもその量は4.4mmと少ない。一方、比較のため道路側溝(L型)の貯留を計算したがその値は下水管のそれに匹敵している。

又図4は修正RRL法に実測のS-Q関係を用いて流出解析し実測値と比較したものであるが、一般に修正RRL法は小規模降雨(A)には良い適合性を示すが、豪雨(B)の場合には合点に傾向が見られた。この原因を貯留という目で見ると、これは道路雨水浸水により地表の貯留が急増したためと考えられる。このような試算とシミュレーションの結果は地表貯留の重要性を指摘しているが、一方でこの効果を実測データを用いて決めることは困難であり、これはRRL法の大きな利点を失わせることになる。したがって、今後はこの表面貯留の特性を明らかにする必要がある。

6. あとがき 本研究では、当初の目的に対し十分な成果は得られなかったが、下水管の貯留が意外に少ない点、表面貯留の卓越といった貯留の実態の一部を明らかにすることができた。

表-1 貯留量の内訳

QT	SA	SP	SC	ST	SG
0.44	0.11	0.40	1.31	1.82	0.24
0.89	0.18	0.66	2.22	3.05	0.41
1.33	0.24	0.86	3.01	4.11	0.55
1.77	0.29	1.03	3.75	5.07	0.68
2.22	0.34	1.17	4.44	5.95	0.68
2.67	0.39	1.29	5.10	6.78	0.92
3.11	0.43	1.39	5.72	7.55	1.04
3.55	0.48	1.47	6.34	8.29	1.15
4.00	0.52	1.54	6.93	8.99	1.25
4.44	0.56	1.61	7.51	9.68	1.35

QT: 総流量(mm/10分) SC: 河道貯留量
SA: φ0.3m下水管貯留量 ST: 総貯留量
SP: 主要下水管 " SG: 側溝貯留量(mm)

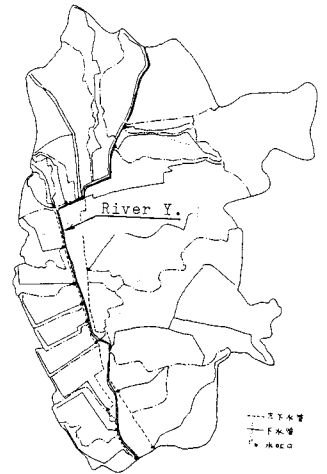


図-2 排水系統図

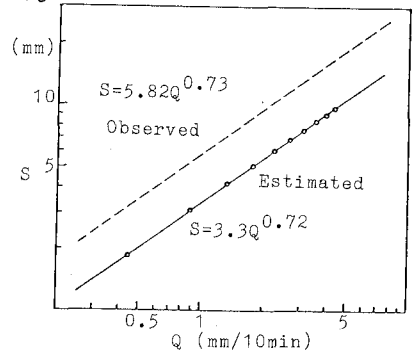


図-3 実測及び計算S-Qの比較

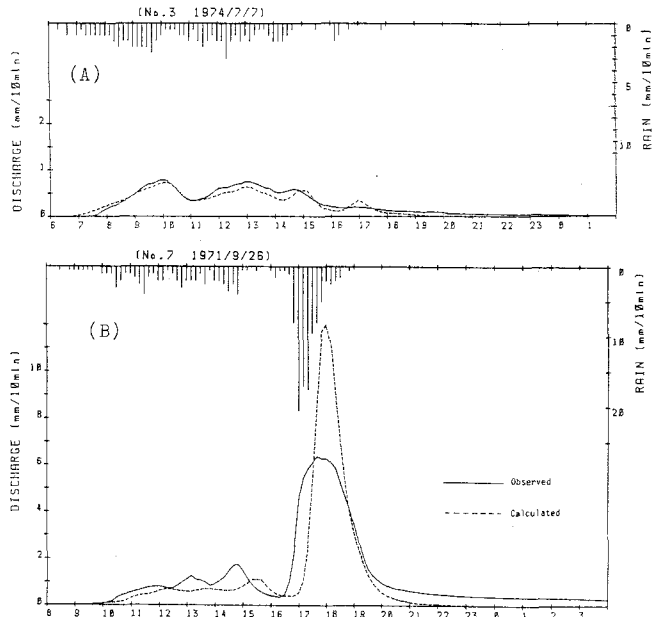


図-4 修正RRL法による計算例