

II-352

小ブロック管網系におけるランダム解析

錦荏原製作所 正員 ○ 林 忠 正
横須賀市水道局 佐々木 一春
錦荏原製作所 田 中 秀 樹

1. まえがき

小ブロック管網系における水理、及び水質解析を行なう場合、開栓率を考慮した水使用量、用途別水使用パターン、管路残塩係数等、現状何らかの対応を要求されるテーマが多々ある。現在、各種実験及び解析ソフトの検証を進めつつあり、ここでは開栓率を考慮したランダム解析について報告する。

2. 開栓率を考慮した節点水量割付

通常の管網系における水理解析では、管路に分布する各戸の使用水量を節点に集中させ、節点水量としては平均使用水量にその時刻の時間係数を乗じて得られる一定量を使用する。しかし、小ブロック内の小さな管網系においては、比較的大きな管網系に比べて1つの節点に集中する戸数が少なく、各戸の開栓率の影響を受けやすくなるので、同じ時刻でも日が違えば節点へ割付る使用水量に大きな差がでてくる。そこで各戸の使用水量の確率分布の式を想定し、モンテカルロ法を用いて取出し水量を決定し、小ブロック内の流況をシミュレートするという方法を試みた。

3. 使用水量の確率分布と計算

今回、計算の対象としたのは横須賀市馬堀海岸町の住宅地域で1328戸の家を含み3つの注入点を持っている。この地域の節点が161点、管路が236本、1つの節点には実数で数軒、多いところで70軒程度の家が集中するモデルとなった。まず、実際の水使用がどのようなパターンに従うのかをみるために、調査日を定め、三丁目の350軒を対象に朝8:00から夕方6:00まで1時間毎の検針データを収集した。この結果を統計処理すると各時刻について図1のような各戸の使用水量のヒストグラムが得られる。但し、縦軸には各時刻

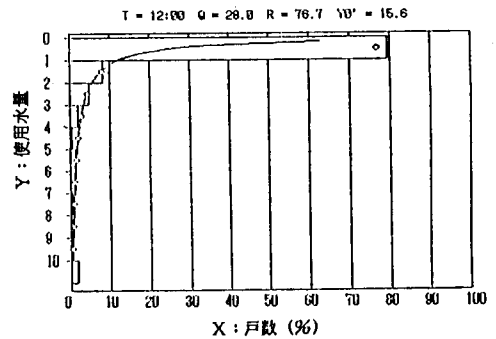


図1 使用水量のヒストグラム

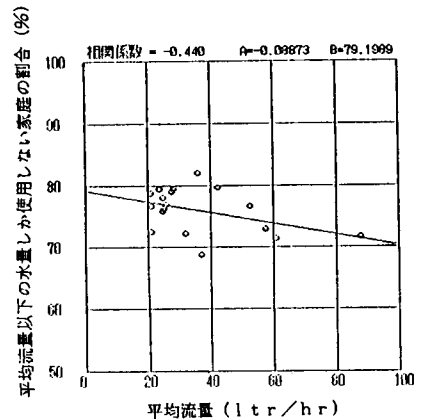


図2 平均流量に対する相関関係

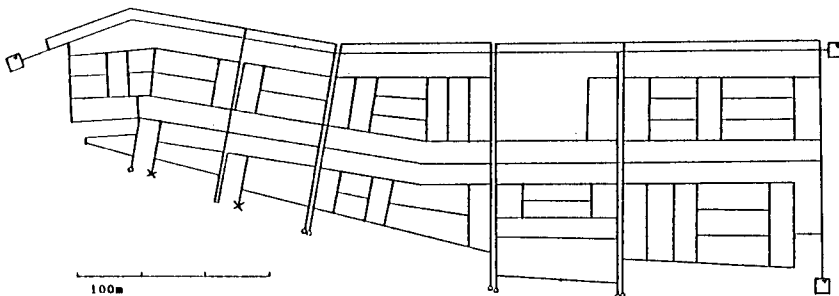


図3 計算に使用した管網系

の全戸の平均流量に対する倍率をとり、横軸は全戸数に対する戸数の割合を表している。このヒストグラムの傾向が双曲線関数のグラフと類似をみることから(1)式で近似を試みる。

$$X = c / (Y - a) + b \quad \text{----- (1)}$$

(X:戸数、Y:使用流量、a, b, c:定数)

一方、検針データより平均流量Qと平均流量以下の水量しか使わない家庭の割合Rとの相関をとると図2に示すように弱いながらも、負の相関が認められる。この相関関係と数学的な整合条件より、平均流量Qをあてると(1)式を一意に定めることができる。よって、この式から全戸の平均流量がQの時の各戸の使用水量Yの確率分布が与えられる。

次に、実際の計算例を示す。検針データより一戸当りの日平均流量Q=36 ltr/hrをある時刻の平均流量とする。ここで、Yまでの使用水量を得る確率を0から1までの乱数で与えることにより1戸の使用水量が定まる。このようにして全戸の使用水量をランダムに定めていくが全体の平均はQに近い値になっている。こうして得られた節点取出し水量を使い水理解析を300回繰返す。つまり、平均流量は一定という条件で全戸の使用水量の割付け方を300通りの場合について行うことになる。

4. 計算結果

いくつかの管路について流速の計算結果を図4にヒストグラムで示す。ここで判るように流速は、概ね、ひとつのピークを中心に対称に分布する。つまり最も得られやすい流速の範囲が存在していることが判る。次に、その最頻階級と平均、標準偏差を表1に示す。使用水量のランダムな割付けに対し、各戸均等に36 ltr/hrを割付けた場合の計算結果との比較を行うと、大部分の管路は平均値及び最頻階級値と比べて、その値がよく一致している。しかし、中には流速が平均から、はずれる管路があり、特に流速が遅い滞留管路(0.001~0.003 m/sec)でその傾向が強い。この理由は使用水量が少ない管路では各家庭の開栓率の影響を受けやすいためと考えられる。一部このような管路も存在するが、その影響も標準偏差内に収まる程度のものであり、全体的にとらえると、小ブロック系における各戸使用水量の割付として、その時刻の全戸の使用水量の平均を均等に与えても、それ程大きな差は生じないといえる。

5. あとがき

以上述べた解析方法は結果の取扱いに慎重な判断を要するが、小ブロック管網系における解析結果の判断、又は解析の精度を検討する場合の一つの有効な評価手段を提供すると考えられる。

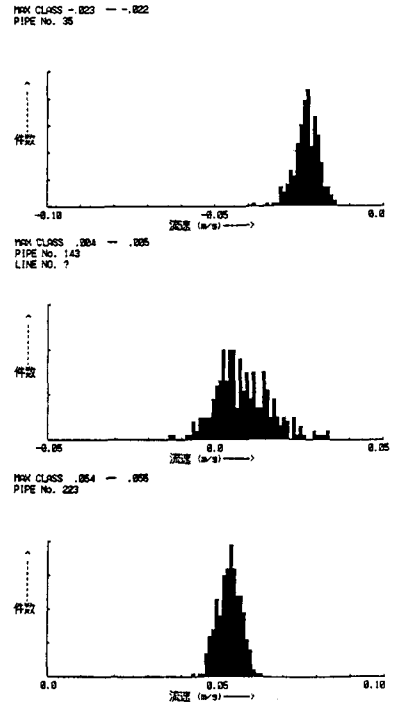


図4 流速のヒストグラム

管路番号	最頻階級 (m/s)	平均 (m/s)	各戸均等割付けによる計算(m/s)	標準偏差 (m/s)
2	0.058 ~ 0.058	0.058	0.058	0.0050
35	-0.023 ~ -0.022	-0.023	-0.023	0.0026
60	-0.020 ~ -0.010	-0.018	-0.018	0.0020
101	-0.012 ~ -0.011	-0.012	-0.012	0.0012
132	0.020 ~ 0.021	0.020	0.020	0.0015
133	0.012 ~ 0.013	0.012	0.012	0.0014
159	0.010 ~ 0.011	0.011	0.011	0.0016
184	0.010 ~ 0.020	0.021	0.021	0.0030
196	0.009 ~ 0.070	0.069	0.069	0.0061
193	0.043 ~ 0.044	0.044	0.044	0.0027
196	0.032 ~ 0.033	0.033	0.033	0.0020
212	0.010 ~ 0.017	0.017	0.016	0.0023
221	0.058 ~ 0.059	0.059	0.059	0.0051
223	0.054 ~ 0.055	0.054	0.054	0.0034
225	0.013 ~ 0.014	0.013	0.013	0.0017
230	0.032 ~ 0.033	0.032	0.032	0.0023
232	0.072 ~ 0.073	0.074	0.074	0.0045
233	0.001 ~ 0.002	0.000	0.000	0.0052

表1 計算結果