

北海道大学工学部	正会員	高桑 哲男
同上	正会員	船水 尚行
同上	学生会員	鈴木 憲明

1. はじめに

雨水管網の非定常解析を行う際、幹線管路に接続される小規模の管路（以下、枝管と呼ぶ）を、無視することが多い。主たる理由は、管路数と単位排水区数の増加によって、扱うデータ数が増し、パーソナルコンピュータへの負担が大となることである。定常解析では、「降雨量＝枝管への流入量＝幹線管路への流入量」となるので、枝管を無視しても差し支えない。しかし、非定常解析では枝管における管内貯留が幹線管路への流入量に大きく影響するため、これを無視することは望ましくない。

本研究では、データ数をそれほど増大させずに枝管を計算する具体的方法を提唱するとともに、枝管を無視した場合と全てを計算した場合の解析結果の比較を行い、その妥当性について確認する。

2. 研究方法

雨水管網の非定常解析には、文献1）、2）のプログラムを用いる。枝管による管内貯留現象の表現には場所的な直線近似を用い、データ数の増加を小さく抑えることとした。また、このプログラム中の幹線管路流入を表現する部分を、枝管による管内貯留現象を考慮したものに改良し、改良前後の比較を行う。

3. 枝管による管内貯留現象についての説明

枝管を無視する場合、幹線管路への流入は図1のように横流入量で表現することになる。これに対して、枝管流れを計算する場合は、図2のように枝管から幹線への流出量で表現される。図1の横流入量は、一定の流入距離と一定の流入速度から算出される一定の流入時間を基にしたもので、降雨強度と排水区面積、流出係数で決まるものである。一方、図2の枝管流入量は、枝管状態によって変化する。非定常解析においては枝管に流入した雨水が幹線に流入するまでの時間は常に一定であるわけではないからである。さらに、幹線管路水位が高くなると、枝管から幹線管路への流出量は、枝管への流入量と枝管のもつ流下能力だけでなく、図3のように幹線管路水位にも影響を受ける。

4. 枝管のモデル化と整合性について

管網内の全ての枝管を表現するために、管網全体を図4のようにいくつかのエリアに分割し、図5のように、各々のエリアの最上流部と最下流部に接続されている枝管（以下、代表枝管）を除いて全て省略する。

このように簡略化された管網を用いて非定常解析を行う。ただし、このままでは代表枝管による管内貯留現象しか考慮されないため、その他の省略した枝管に関しては、上流側代表枝管と下流側代表枝管との間で場所的な直線近似を行い、これをもって代用する。また、図3のように枝管からの流出流量と幹線管路水位が相互に影響しあう場合には、両者のバランスがとれるまで繰り返し計算を行った上で、次時刻に進むものとする。直線近似の具体的な方法は、図7のような簡単なものである。

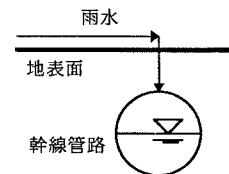


図1 枝管を無視した場合

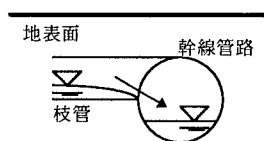


図2 枝管を計算する場合
(幹線管路水深低)

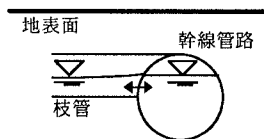


図3 枝管を計算する場合
(幹線管路水深高)

KEY WORD 雨水管網解析 枝管

〒060 札幌市北区北13条西8丁目

TEL 011-706-6270

FAX 011-706-7890

図6に計算法のフロー図を、図8に解析例を示す。解析対象は、図4の管網であり、最下流部マンホールの水位と管路流量を、枝管を無視した場合、枝管を全て含めて計算した場合、代表枝管を用いて表現した場合の各場合について比較している。なお、この管網あるいは用いた雨のデータについては割愛する。これより、代表枝管を用いて充分計算上の代替を行うことが可能であることがわかる。

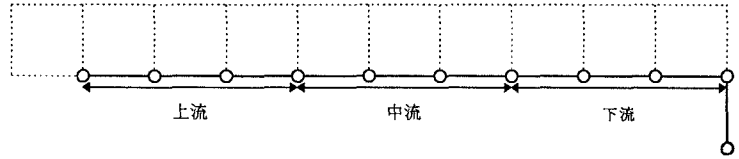


図4 管網のエリア分け

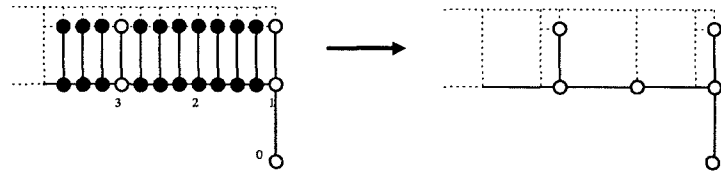


図5 代表枝管の設置（例：図4の管網の下流部エリアについて）

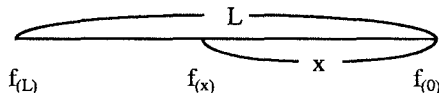


図7 流出抑制量の直線近似

$$f(x) = \frac{f(L) - f(0)}{L} \times x$$

0: 下流側代表枝管の位置

L: 上流側代表枝管の位置

$f(0)$: 下流側代表枝管による流出抑制量

$f(L)$: 上流側代表枝管による流出抑制量

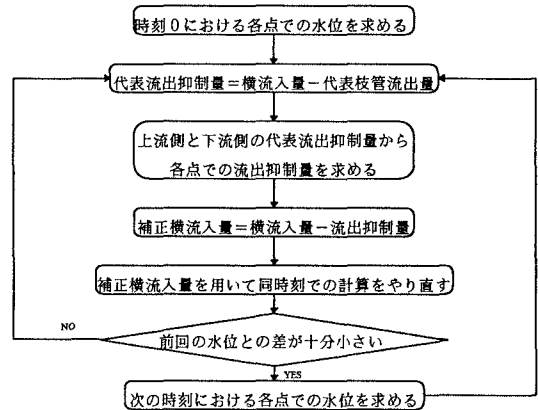


図6 計算方法のフロー図

5. 本研究の成果と結論

本研究において得られた成果と結論を以下にまとめる。

1. 膨大な数の枝管を、その特性を損なうことなく省略計算する具体的方法を示した。
2. 枝管を無視した場合、枝管を全て含めて計算した場合、代表枝管を使用する場合の3つを比較することによって、この計算法の妥当性を示した。

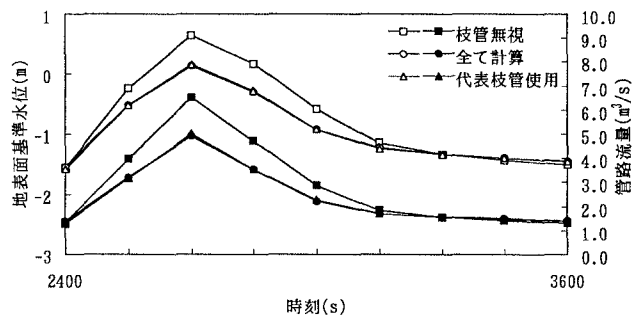


図8 図4で示した管網の最下流部におけるマンホール水位（黒塗り）と管路流量（白抜き）の比較

参考文献

- 1) 高桑哲男・船水尚行：雨水管網の非定常解析における降雨強度と管網内流入量の表現法に関する研究，下水道協会雑誌論文集， Vol.31 No.375 pp14~31
- 2) 高桑哲男・船水尚行：雨水管網の非定常プログラム，下水道協会雑誌論文集， Vol.31 No.375 pp32~45