

(II-116) 合理的な管網モデル作成手法に関する研究

東洋大学 ○学生員 永田 亮
 東洋大学 後藤 圭司
 東洋大学 正員 比企 三蔵

1. はじめに

上水道の適切な設計、維持管理には管網中の水理および水質の特性を把握しなければならないが、そのためには、管網水理解析および管網水質解析が必要である。管網解析はかなり複雑なアルゴリズムを要するが、最近では小型コンピュータの性能の向上が著しく、管網解析においても複雑な計算が便利に行えるようになった。しかるに、管網解析手法を開発するためには合理的に構成された管網モデルが必要であるが、管網モデルの作成のアルゴリズムにもかなりの工夫が必要である。本研究は小型コンピュータを用い、任意の規模の管網モデルを合理的に作成する手法について行ったものである。

2. 管網モデル作成手法

今回作成する管網は、長方形（正方形も含む）で全管路がそろっているブロック化された配水管網であり、一点注入型で注入点の全水頭を既知とし、注入点を除く全節点から流出するものであり、最も基本的な形態である。

2.1 節点番号割付

管網モデルの節点番号割付の最適化に関し、本研究で用いたのが以下の四つの方法である。

①水平平行型 ②水平蛇行型 ③斜行平行型 ④斜行蛇行型

2.2 付随マトリックス

管網を一種のグラフとみなし、その特性を両端点マトリックス（J Sマトリックス）で表現する。図1、2は例として水平平行型で節点番号を割り付けた小さな管網モデル例Aについて、J Sマトリックスを作成したものである。

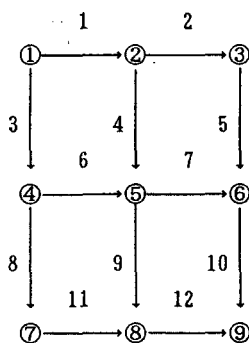
2.3 節点流出量割付

ここで作成する管網モデルは一点注入型であり、その他の全節点から流出するため、節点番号①を注入点とし、各節点に接続している管路の数を、その管路の流出量とした。つまり管路一本に対して1.0 (1/sec)の流出があるものと考えた。例えば管網モデル例Aの場合、節点番号③は二本の管路と接続しているため流出量は、2.0 (1/sec)となり、節点番号⑤は四本の管路と接続しているため流出量は、4.0 (1/sec)となるのである。節点番号①の流入量は、他の各節点の流出量の和と等しくなるので、この場合流入量はマイナス、流出量はプラスとして考えることとした。

2.4 管路流量の算定

管路流量の算定に関しては、節点流出量とその節点の流出管路流量の和を、流入管路で負担するものとし、二本流入する場合には基本的に半

管網モデル例A



図・1

J Sマトリックス

I J	1	2
1	1	2
2	2	3
3	1	4
4	2	5
5	3	6
6	4	5
7	5	6
8	4	7
9	5	8
10	6	9
11	7	8
12	8	9

図・2

分ずつ負担するものとした。

2.5 管路寸法の決定

管路口径の決定には、各管路流量に対応するように直近の規格管口径に合わせて算出する関係式を、関係指針類と実績とに基づいて作成に用いた。管路長は、現実の配水管網を参考にして100～200(m)の範囲で乱数によって決定した。節点地盤高は管網解析には、直接関係しないものであるが、実際の管網を想定して15～40(m)の範囲で乱数により設定した。さらに、管網解析において流量式にヘーゼン・ウィリアムス(Hazen-Williams)公式を採用するため流速係数Cを設定した。ここでは、既存の配水管網の水理解析において流速係数が、ほぼ100に近い値が用いられているため $C=100$ とした。

3、管網モデル評価結果・考察

本研究では、時間差計算プログラムにより四種類の節点番号割付法それぞれのモデル作成に費やす作成時間、および管網水理解析の連立一次方程式の解法における帯行列(バンドマトリクス)法、スカイライン法によりメモリ容量の有効性を評価する。図3は、四種類の節点番号割付法の管網モデル作成時間と、節点数の関係を表したグラフである。本研究では、節点数3600点の規模の管網モデルを作成したが、作成時間は四種類ともほとんど差が見られなかった。図4は帯行列法における正方形管網モデルのバンド幅と節点数の関係を表しており、図5はスカイライン法における正方形管網モデルのスカイラインの長さ(メモリ)と節点数の関係を表したものである。以上の結果より、管網水理解析において正方形管網モデルの場合、連立一次方程式を解く為の帯行列法では、水平平行型および斜行平行型が有効であると考えられ、スカイライン法では、斜行平行型および斜行蛇行型が有効だと考えられる。

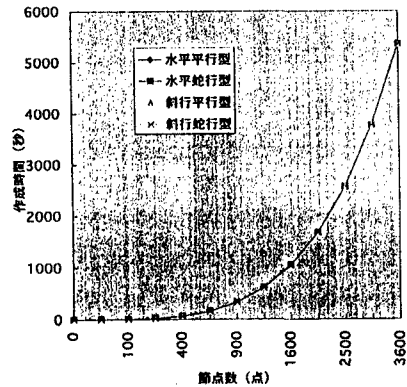
4、今後の課題

今回の研究では、作成時間に関しては節点数3600点、帯行列法およびスカイライン法に関しては節点数81点まで各割付法を行い、評価したが他の連立一次方程式の解法においても、メモリ容量の有効性を評価すればまた、違った評価が得られる可能性がある。さらに、管網モデル自体も実際の配水管網の管網解析に近づけるためには、さらなる改良が必要だと考えられる。

参考文献

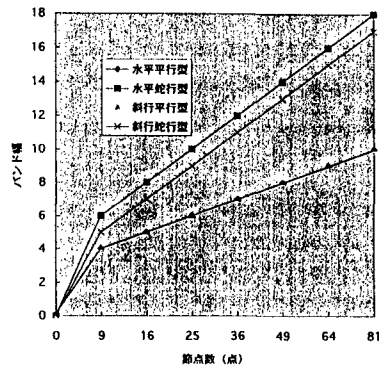
- (1) 後藤圭司：配水管網における水質変化に関する研究
- (2) 高桑哲男：配水管網の解析と設計 森北出版(1978)

管網モデル作成時間



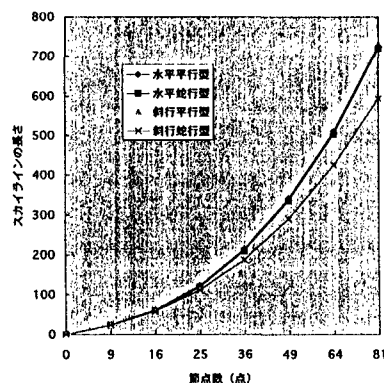
図・3

帯行列法



図・4

スカイライン法



図・5