管路更新計画のための効率的な幹線管路水理モデルの作成方法の検討

○吉田　信正（(株)管総研）　　長田　健一（(株)管総研）
中山　章（(株)管総研）　　加藤　昌彦（(株)管総研）
平林　和幸（さいたま市水道局）　　長島　昌之（さいたま市水道局）

１．はじめに

水道システムの再構築に向けて、管路、特に幹線管路に関して、定量的な評価に基づいた更新計画および耐震化計画が必要である。また、将来の人口減少や都市形態の変化および漏水事故のリスクを考慮して、管路の縮径や新たなバイパス管の検討およびブロック化の検討も必要不可欠である。その為には、幹線管路に関して水理モデルを構築し、管網解析シミュレーションシステムを用いた様々なパターンの水理解析等が必要である。

そこで、さいたま市で導入しているマッピングシステムの管路データを活用して、効率的な幹線管路の水理モデルの作成方法を検討したので以下、報告を行う。

２．基本的な考え方

現在、さいたま市では、マッピングシステムから管網解析シミュレーションシステムにデータ変換を行い、水理モデルを作成している。現行の水理モデルは、配水小管まで含んだ全管網水理モデルであり、配水小管から給水分岐している使用水量を取り出し水量として設定した精度の高い水理モデルといえるが、幹線管路に関して口径の検討やバイパス管の新規布設およびブロック化の検討などを行う上では、幹線管路の全容がわかりづらく、一定の解析時間を要するなどの課題があった。

幹線管路の検討では、前述したように将来の人口減少や漏水事故のリスクを考慮して様々なシミュレーションを行う必要があり、ハンドリングのしやすい幹線管路水理モデルが必要である。そこで、現在作成している配水小管まで含んだ全管網水理モデルから、幹線管路水理モデルの作成を検討することとした。

３．検討課題

本手法を検討するにあたり、以下の課題が挙がった。

①幹線管路の作成方法

②幹線管路への水量の配分

４．対応策

１）幹線管路の作成方法

幹線管路は、管路属性として整備されている口径等の属性項目をもとに抽出した。ただし、末端以外で管路が途切れている場合は、流向や流量を考慮して補完した（図1参照）。また、減圧バルブや加圧ポンプ等がある場合は、抽出した水理モデル（幹線管路水理モデル）の水理解析結果にできるだけ影響が出ないようにするため、減圧バルブや加圧ポンプ等までのルートやそれ以降のルートを、流向や流量を考慮して補完処理した。

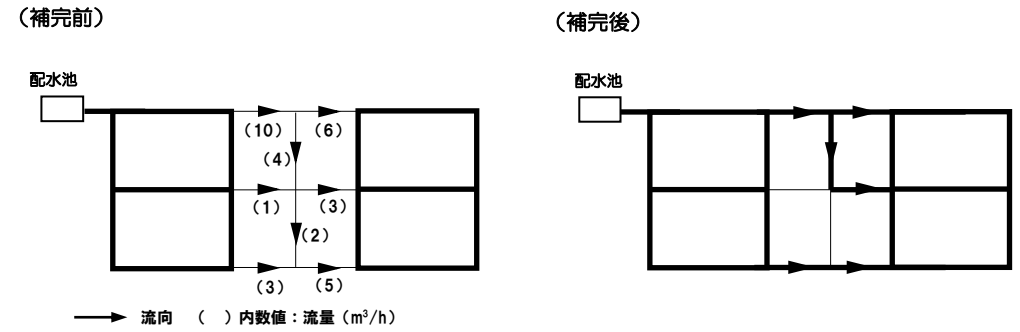
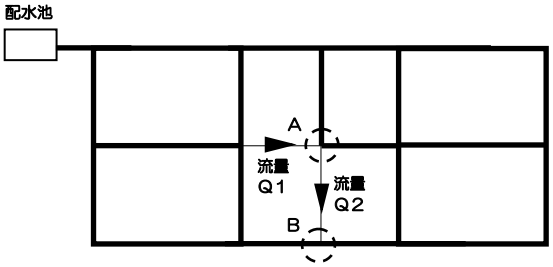


図1　管路補完例

管路更新計画のための効率的な幹線管路水理モデルの作成方法の検討

２）幹線管路への水量の配分

幹線管路からの取り出し水量は、配水小管を含んだ全管網水理モデルにおける水理解析結果の管路流量と流向をもとに、各配水小管の分岐位置（節点）に配分した（図2参照）。



＜取り出し水量計算＞

補完後の節点Ａの取り出し水量

＝補完前の節点Ａの取り出し水量－流量Ｑ１＋流量Ｑ２

補完後の節点Ｂの取り出し水量

＝補完前の節点Ｂの取り出し水量－流量Ｑ２

図2　水量配分例

5．結果の検証

抽出した幹線管路への水量の配分が適正に行われているか、さいたま市の水理モデルを用いて検証を行った。ここでは、原則φ300以上の管路を幹線管路として抽出（保管処理済み）したので、管路・節点数ともに約1/10以下になり、解析時間が大幅に短縮された（表1、図3～4参照）。

表1　検証水理モデルの概要

	全管網 水理モデル	幹線管路 水理モデル
管路数	114,987	10,009
節点数	102,139	9,835
解析時間	4分40秒	1秒未満

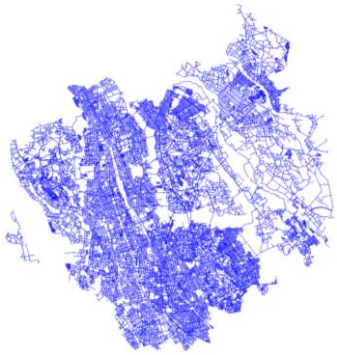


図3　全管網水理モデル

図4　幹線管路水理モデル

同解析条件で全管網・幹線管路水理モデルそれぞれ水理解析を行い、幹線管路における管路流量および節点有効水頭を比較した結果を表2に示す。

幹線管路水理モデルは、全管網水理モデルの幹線管路とほぼ同等の水理解析結果を得ることができた。

以上より、本手法は、効率よく配水小管まで含んだ全管網水理モデルから、幹線管路水理モデルを作成することが可能といえる。

表2　比較結果の概要

	管路流量 （m^3/h）	節点有効水頭 （m）
最大誤差	0.1602	0.0007
最小誤差	0.0000	0.0000
平均誤差	0.0003	0.0000

6．おわりに

今回、報告した内容は、管路更新計画検討のためにマッピングシステムデータからハンドリングのしやすい幹線管路水理モデルを効率よく作成する方法であり、各水道事業体においても参考になれば幸いである。

今後、さいたま市では、抽出した幹線管路水理モデルを用いて、ブロック化に合わせた効果的な幹線管路の計画策定に取り組んでいきたいと考えている。そのためには、幹線管路水理モデルの適正口径やバイパス管の必要性など評価方法の確立が必要であり、今後も日々研鑽を重ねる所存である。

【参考文献】

高橋俊光ほか：配水ブロック化に合わせた老朽管更新（管路耐震化）計画、第60回全国水道研究発表会（p216～p217）
宇野圭亮ほか：管網機能評価に基づく管路更新計画、第62回全国水道研究発表会（p442～p443）