

管網解析による配水コントロール支援

吉田久寿*

*高岡市水道局施設維持課

富山県高岡市京田188

概要

高岡市は、伏木配水区および市内全域への安定給水を図るため、従来より国吉配水場・伏木配水場・能町ポンプ場の3機場の水運用をパターン化し、ポンプ・バルブ等のスケジュール運転を実施してきた。しかし、施設の工事や事故の際にはパターン通りにいかないこともあり、スケジュール策定が困難であった。今回、配水コントロールを支援するために管網解析装置を導入したことから、モデル管網の作成と実測データによる検討を行った。その結果、市内配水状態の正確な把握、様々な配水状況の再現が可能となり、スケジュール策定に効果を上げたので紹介する。

キーワード

管網解析、配水コントロール、水運用支援

1. はじめに

高岡市は、水道事業の効率化、水の供給の安定性向上を図るため、第3次配水施設整備事業の一環として、1994～1995年度にかけて集中監視制御システムのリニューアルを行った。同時に、スケジュール策定や事故時に配水コントロールの対応を支援するため、管網解析装置を導入した。

装置の導入に当たり、市内の配水状態を把握するため、市内管網をモデル化して管網計算を行った。また、需要がピークを迎える8月初旬に市内64ヶ所にて1週間の配水圧調査を実施した。作成したモデル管網の計算結果と実測値の比較に基づき管網データを修正し、より正確に現在の配水状態を把握することができた。

以下に、管網解析による配水コントロール支援について報告する。

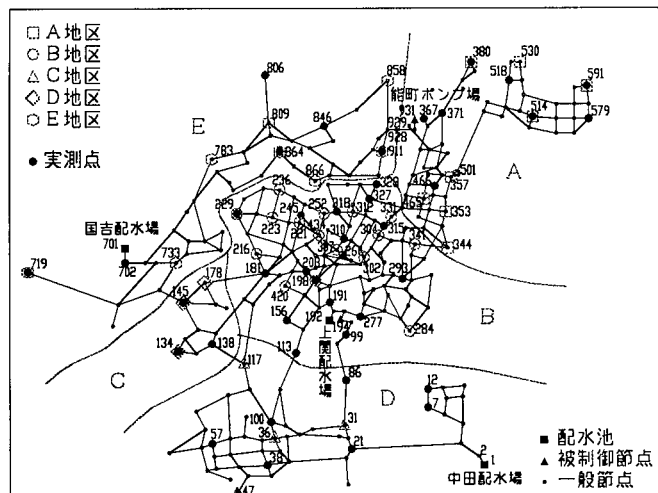


図-1 管網モデル図

2. 配水状態の把握

2.1 モデル化

配管図より原則として 100φ以上の管を拾い出し、並行する管路を1本に合成するなどの簡略化を行った結果、節点 263点、管路 389本のモデル管網を作成した。モデル化した管網図を図-1に示す。

モデル化する上で、配水基地となる施設は、中田配水場、国吉配水場、上関配水場の計3機場である。市内への配水は泉水の和田川水源（中田配水場）および子撫川水源（国吉配水場）を自然流下で配水しているほか、自己水の佐野水源（上関配水場）をポンプ圧送で配水している。また、上関配水場には、中田配水場からの水を圧力制御している調整弁があり、これも配水基地に準ずる扱いとした。

一方、伏木地区へは、能町ポンプ場を経由して両水源から送水しているが、この送水量は需要量とみなしてモデル化を行うことにした。

これらの機場の運用は、能町ポンプ場と上関配水場の運転状態に着目すると、表-1に示すような配水パターンに分類できる。このため、それぞれの配水パターンに対応するモデルを用意し、各時間ごと実際の運用に応じたモデルを使用して管網計算を行った。

表-1 モデル一覧

	能町ポンプ場			上関配水場 配水ポンプ
	伏木送水	水系配水	運転種別	
A	和田川水源	なし	ポンプ送水	運転
B	和田川水源	なし		停止
C	子撫川水源	なし	バイパス※1	運転
D	子撫川水源	なし		停止
E	子撫川水源	あり	水系・ バイパス	運転
F	子撫川水源	あり		停止
G	なし	あり	水系	運転
H	なし	あり		停止
I	なし	なし	停止	運転
J	なし	なし		停止

※1 バイパス：自然流下で送水する運転状態

表-2 相関係数一覧

係数※2	相関係数	
	下水道無	下水道有
1.0	0.985	0.898
1.5	0.988	0.903
2.0	0.987	0.906
2.5	0.984	0.908
3.0	0.982	0.909

※2 係数：下水道が普及しない地区の原単位を1.0とした場合の下水道が普及した地区の原単位の大きさを示す。

2.2 実測値と計算値の比較

管路の省略・合成あるいは需要水量の見込み違いなどのため、モデル管網による計算結果が実際の配水状態を再現していないこともある。そこで、計算値と実測値を比較することにより、モデル管網の評価を試みた。

管網計算は、測定期間中に時間最大流量（4,320 m³/h）の最大の日を対象に行った。263個の計算値の中から測定点に近い節点43個のデータを選び出し実測値と比較した結果、一部の地域で計算値が実測値より15m程度低い数値となった。そこで、その原因の一つとして需要量の算定誤差が考えられることから、下水道の普及状況に着目した。下水道が普及している地区の原単位（1人当たりの需要水量）を普及していない地区の原単位より多くして計算を行ってみた。このときの、実測値と計算値の相関係数の関係を表-2に示す。原単位2を原単位1の2倍以上に設定すると、需要量に差をつけない場合よりも相関が高くなるのがわかる。

このようにして、下水道の有無により需要量を変化させて管網計算を行った結果、より実測データに近い計算結果が得られた。図-2に各節点における全水頭の比較グラフを示す。また、同様にして原単位を2種類設定し、24時間の管網計算を行った。配水量の比較結果を図-3に示す。各時刻で配水量の実績と計算結果が一致しており、精度の高い管網モデルが作成できた。

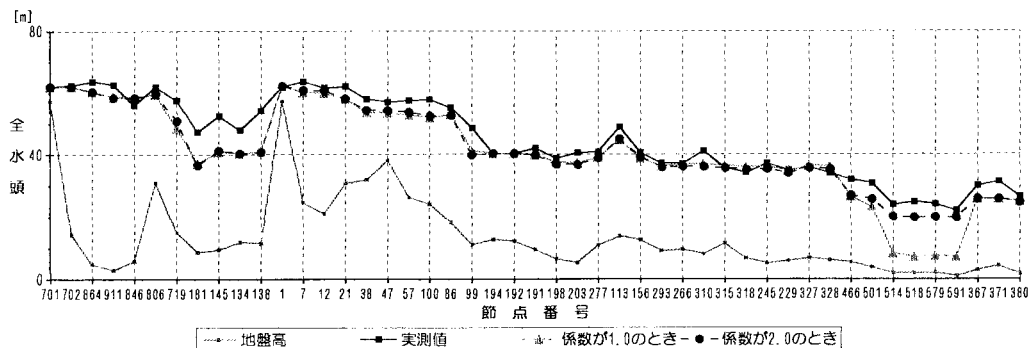


図-2 全水頭の比較

3. 管網シミュレーション例

前項のモデル管網を使用し、様々な配水状況を変換してシミュレーションを行った。

まず、一定の配水量で能町ポンプ場の運転種別を変更し、各配水パターンにおける全節点の有効水頭の変化により、市内を5つの配水区に区分した。次に、各配水区から代表点を選び出し、24時間の有効水頭の変化を調べた。変化を調べた日の配水パターンを図-4に示す。その結果、朝の需要が増加する6時～8時において、圧力の低下が見られた。

そこで、配水パターンを変更して再度管網計算を行い、同様に有効水頭の変化を調査した。

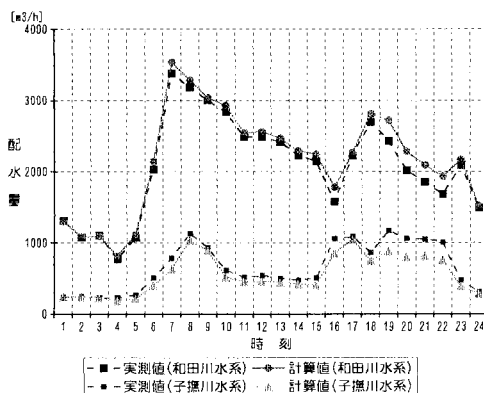


図-3 配水量の比較

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
上関配水ポンプ							●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●		
能	ポンプ送水																								
	バイパス																								
町	水系・バイパス																								
	水系																								
停止																									

図-4 実際の配水パターン

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
上関配水ポンプ							●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●		
能	ポンプ送水																								
	バイパス																								
町	水系・バイパス																								
	水系																								
停止																									

図-5 変更後の配水パターン

能町ポンプ場の送水を停止したシミュレーション結果を見ると、有効水頭は送水を行っている時よりも改善された。また、需要の多い昼間にバイパス送水を行うと、A地区の圧力が全体的に高くなることが確認できた。

A地区について、変更前の有効水頭と変更後の有効水頭を図-6に示す。なお、B～E地区に関しては変化が少なかったため、変更前の有効水頭を図-7に示す。

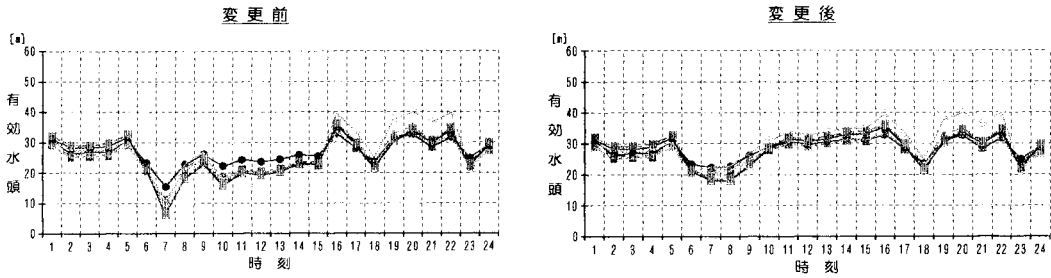


図-6 A地区の有効水頭

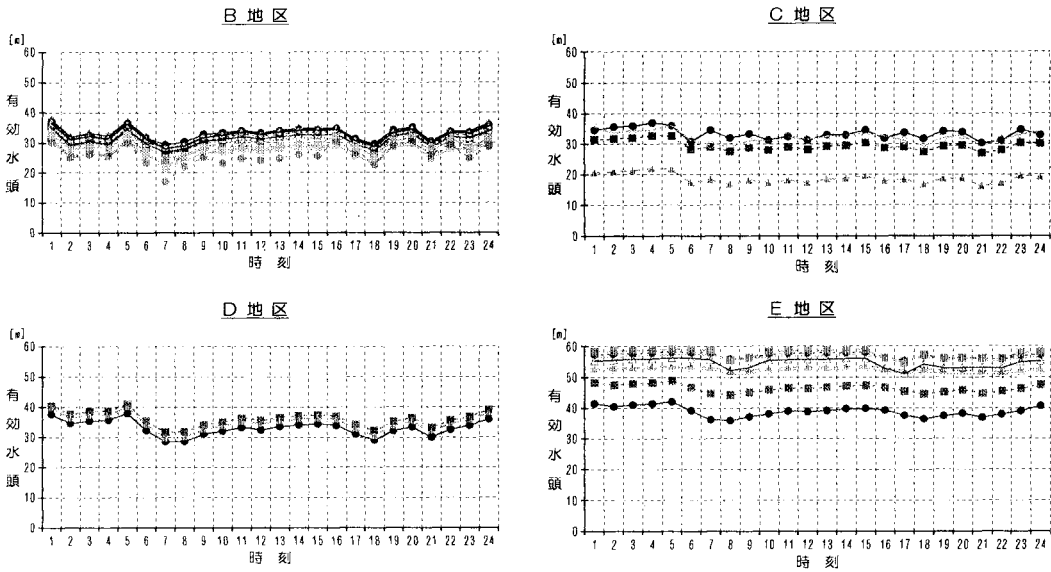


図-7 B～E地区の有効水頭

4. おわりに

高岡市のモデル管網について、実測データによる検証を行った結果、実管網の配水状態を再現していることが確かめられた。また、このモデルを用いて配水パターンを変えたシミュレーションを行うことにより、様々な状況における市内圧力を予測することが可能となり、スケジュール策定に役立てることができた。

今回は、夏季における配水状態についてのみ計算と検証を行ったが、今後は年間の配水パターンを分析するなどして、さらに配水コントロールの信頼性の向上に役立てていきたい。