

配水情報の収集とその運用について

兼岡俊樹

大阪市水道局工務部配水課
大阪市北区南扇町6-28

概要

大阪市の水道は、現在243万³の給水能力、4950kmの総配水管延長を有している。これらの水道施設を適正に運用・管理していくためには、水圧・水量・水質等の配水に関する各種情報の収集と分析及びそれらの情報を利用した効率的な施設の運用が重要である。本市では、昭和63年6月に従来のシステムを一新し、新たに配水情報システムの導入を行った。

本システムでは、日常の市内水圧・水量状況及び浄配水場の配水状況を連続的に把握することにより、配水ポンプの指標水圧設定による運転調整及び各関係事務所への情報の提供等を行い、安定給水のレベルの向上を目指している。また、管網シミュレーションによって配水管改良工事等の断・通水の検討及び口径検討を適時行っている。さらに、きめ細かい配水コントロールを実施して行くため、市内全域及び各系統における需要水量の日・週・年単位の予測も行っている。予測プログラムは過去のデータより需要水量の増減に影響を与える各種要因を分析することにより需要水量を解析的に算出するものである。

ここでは、配水情報の収集と運用に関する本市の現状と今後の方向性について報告する。

キーワード

配水情報 テレメータシステム 配水コントロール 配水計画
管網シミュレーション 需要予測

1. まえがき

本市の水道は、明治28年(1895年)に創設されて以来、9回にわたる拡張事業を経て、現在1日最大給水量243万³の給水能力を有し、導送配水管延長は約4950kmに達している。また、本市ではその水源をすべて淀川に依存しており、柴島・庭窪・豊野の3つの浄水場において浄水処理を施したのち、市内全域にポンプ圧送によって給水している。さらに、市内中央部を南北に縦断する上町台地(海拔9m以上)には、2次配水場よりこれもポンプ圧送により給水を行っている。

これらの配水施設を適正に効率よく運用・管理して行くためには、市内各地及び各浄配水場の水圧・水量・水質等の多岐にわたる配水に係わる情報を収集解析し、有効に活用していくことは必要不可欠なことである。

本市においては、昭和63年6月に従来のシステムを一新し、配水状況の一括監視と配水計画を適

正に実施するためのバックアップを行うことを目的として、新たに配水情報システムの導入を行った。これにより、多岐にわたる配水情報の一元管理とその有効利用が可能となった。

本稿においては、配水情報システムにおける配水情報の収集とその運用に関する現状と今後の方向性について報告する。

2. 配水情報の収集・管理

配水に関する情報は多岐にわたりその量も膨大であり、それらを効率的に収集・利用していくためには、十分な情報管理体制が必要である。

本市では、配水情報システムの導入により市内テレメータから送られてくる水圧・流量・水質や、各浄配水場の配水ポンプ吐出圧・各主要幹線吐出流量・配水池水位など表-1に示すような約220の情報を図-1に示すような流れによりNTT回線を通して10秒単位で連続的に取り込んでいる。これらのデータは1分間、1時間単位で加工され、10秒データは1時間、1分データは48時間、1時間データは永久に保存される。

また、これらの情報はグラフィックパネルへの表示、トレンドグラフ等のCRT表示、帳票としての記録、8インチフロッピーディスク、マグネットテープ(MT)への保存が可能であり、また端末機の5インチフロッピーディスクに転送することにより、市販のソフト(マルチプラン、ロータス1・2・3等)を利用して解析処理することができるようになっている。

さらに、これら10秒ごとに連続的に送られてくる水圧・流量・水質データの異常値を自動的に感知し、異常発生と同時に警報装置が作動するようになっており、これにより配水ポンプ停止及び配水管破裂等の事故に対する適切な対応が可能である。

また、これらの異常値は各テレメータの地域的特性を加味して上限値及び変化率として設定可能であり、設定値から急激な変化をすると感知するようになっている。また、感知された事故データは事故ファイルに保存でき適時利用可能である。

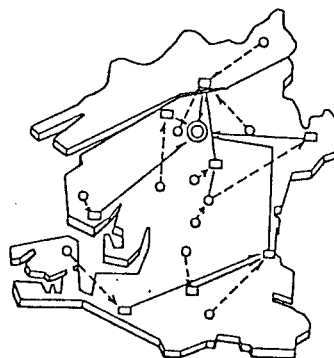
3. 科学技術計算

本システムでは、配水管工事の計画的実施を支援し配水計画の技術面のバックアップをするために、管網シミュレーションと需要予測の機能を有している。

3-1. 管網シミュレーション

管網シミュレーションは、市内一円の口径400mm以上の管網についてのモデル管網を作成し、多点注入系の管網シミュレーションができるようにしている。

基本モデル管網は、ループ数約250、管路数約1400、節点数約1200の管網である。管網方程式の定式化は、配水管網の構成要素(管、ポンプ、バルブ等)を枝とし、接続点及び需要点を接



◎……配水情報センター
○……テレメーター
□……浄配水場

図-1 配水情報の流れ

表-1 データの種類

名 称	情 報 量
市内配水圧……	55量
市内幹線流量……	28量
配水池流入量……	14量
配水池水位……	13量
幹線吐出量……	33量
幹線吐出圧……	43量
市内配水管内水質	33量
連絡弁開度・気温	2量

点とするグラフを考え、各接点における流量連続条件により行う。ここで得られる管網方程式は非線形 n 元連立方程式であり、各配水ポンプの吐出圧、節点需要水量を与えニュートンラフソン法で解くことにより、各節点水圧、管内水量・流速・流向・滞留時間を求める。入力条件としての節点需要水量の設定は、需要水量を市内トータル水量として与え、天候、曜日及び昼夜別に 17 ブロックに需要配分を行い、さらに年間データから得られる各節点の分岐水量とブロック毎の需要配分より各節点における節点需要率を計算し、トータル配水量をその比率に分配することにより行う。

また、ポンプ吐出圧はオンラインデータとして与えることも可能である。

管網シミュレーションの結果は、CRT 画面のモデル管網上に表示され、節点水圧は段階毎に色分けされて表示されるため、市内全域的な水圧状況がとらえやすくなっている。

3-2. 需要予測

需要予測の手法はさまざまなものがあるが、配水情報として必要とされるものは短期的なものであるため、当システムでは日・週・年単位の短期的な需要予測を行っている。

日配水量の予測手法は、まず市内各系統別の実績データの天候と曜日に該当する時間配水パターンを求め更新する。つぎに、日配水量予測モデルを作成するために、天候・曜日係数、最高気温等の実績データを入力し、(1) 式のような標準化配水量を計算したのち、最高気温と標準化配水量の 6 日前からの移動平均を求める。

$$Q_s = Q_R / (K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4) \quad (1)$$

Q_s : 標準化配水量

Q_R : 実績配水量

K_1 : 天候係数

K_2 : 曜日係数

K_3 : 気温係数

K_4 : 補正係数

この標準化配水量の移動平均に予測日の予想天候係数、曜日係数、気温係数を与えることにより日配水量を予測する。さらに、予測配水量は系統別の時間配水パターンにより時間配水量に配分される。

天候・曜日・気温等の係数は、表-2 のように定数または計算式により与えることができ、過去数年の実績データを分析することにより算出している。

表-2 定数テーブル

週需要予測は日需要予測と同じ方法で各要因を与えることにより、当日より 6 日後までの 1 週間の日配水量を予測し、予測配水量を系統ごとの時間配水量に配分するものである。

年需要予測は、来年度及び今年度残り月の各月の最大日配水量を予測するために、9 年前から今年までの各月の実績最大配水量を一回帰することにより求める。

天候係数		曜日係数		気温係数	
快晴	1.02	月	0.98	$K_3 = \begin{cases} a_1 * \delta_{t+1} & ; -\alpha_t < \delta_t < \alpha_t \\ a_2 * \delta_t + (a_1 - a_2) \alpha_{t+1} & ; \delta_t > \alpha_t \\ a_2 * \delta_{t-1} - (a_1 - a_2) \alpha_{t+1} & ; \delta_t < -\alpha_t \end{cases}$	
晴	1.02	火	0.99		
曇晴	1.01	水	0.99		
曇	1.00	木	1.00		
曇雨	0.99	金	0.99		
雨曇	0.98	土	0.97		
雨	0.97	日	0.90	δ_t : 実績最高気温 - 前日の最高気温移動平均 $a_1 = 0.005$ $a_2 = 0.005$ $\alpha_t = 3.00$	
補正係数		曜日係数を日曜とする日			
1.00		1/1 1/15 2/11 3/21 4/29 5/3 5/4 5/5 8/15 9/15 9/23 10/10 11/3 11/23 12/23			

過去の実績データについては、渇水、暖冬、冷夏等の異常気象による影響が除外できるようになっている。

4. 配水計画上の運用

管網シミュレーションにより、計画工事における長期断水及び夏期断水の可否についての検討を行い、市内配水管網にできるだけ影響を与えないような配水計画を実施している。

また、市内各所で行われる配水管改良工事等に伴う断・通水作業によって、付近の配水管網が受ける影響について検討し、流速・流向・水圧の変化を把握することにより、赤水の発生、減水などが起こらないような作業計画をたてるようにしている。

さらに、市内全域の配水管網のシミュレーションにより、市内配水管の水圧損失状況、流速・流向状況を把握し適正な改良配水管口径の検討等の施設改良のための資料としたり、長期的構想に基づく配水管新設による、常時及び配水ポンプ停止や配水管破裂等の事故時におけるメリットや市内配水管網の受ける影響について検討している。

需要予測は、日・週予測については、日常の配水ポンプ運転の資料として、年需要予測については、算定される来年度の各月の1日最大配水量を年間配水計画の資料としている。

また、これらの時間配水量を求めることにより、必要とする時間毎にポンプ能力を算定し、配水量予測に基づく浄配水場の改良が可能である。

5. 配水コントロール上の運用

5-1. 市内水圧の均一化

本市では、市内各系統毎に需要水量及び地域特性に応じて、系統内指標テレメータを一定値に保つように各配水ポンプ場のきめ細かいポンプ運転の調整を指示し、市内配水圧が均一になるようにしている。また、市内末端部における配水小管と指標テレメータ水圧の時間的変動及び季節的変動の相関性を把握することにより、適正な指標テレメータ水圧の設定を行っている。

5-2. 有効な水運用

各浄配水場の改良工事による施設能力の変動または配水幹線改良工事に伴い、配水区域の系統切替を行い相互に融通することにより、各施設の能力にみあった配水を行い水の有効利用を図っている。

また、年間配水計画の各配水区域における分担率を指標テレメータの設定水圧の微調整により保つようにしている。

5-3. 配水管工事における利用

大規模な断通水作業及び系統切替作業等には、市内テレメータによって水圧・流量・流向の変化を確認しながらバルブ操作を行うことによって、赤水発生を抑え周囲の配水管網に影響を及ぼさない作業をするようにしている。

5-4. 情報の提供

各浄配水場には上述のように指標テレメータ水圧の指示や必要に応じてテレメータデータ及び浄配水場のデータを提供することによって適正な配水ポンプ運転を実施するようにしている。

また関係各所において必要とされるデータについてのフロッピーベースでの提供及び適時オープン利用がなされている。

6. まとめ

本市の水道における配水方式はすべてポンプ圧送で、2次配水場も含めると8つの配水区域に分かれており、大きな意味でのブロック配水となっている。

今後は、計画にそってさらにテレメータの増設を図り、各地域での水需要の把握を行うことによりさらにきめの細かい配水コントロールと配水計画を実施するとともに、データバンクとしての機能の充実を図っていく予定である。