

II—34 管路・管網の情報処理について

札幌市水道局 正会員 平賀 岑 吾
前田 悦 弘
渡 辺 和 俊

1. はじめに

昭和50年代までの札幌市の水道は、普及率を高めるため、水源の確保と浄水場など基幹施設の増強、及び配水管の布設を主たる目標として推し進められた建設の時代であった。その中でも市民サービスの向上に直接寄与する配水管の布設の勢いはめざましく、昭和47年以降は、毎年160～220kmものペースで布設されてきている。創設以来50年を経過しようとする本市水道の配水管は今や3680kmに達したが、これまで布設された管種（ダクタイル鋳鉄管、普通鋳鉄管、塩ビ管、石綿管等）、管径（75～2600mm, 22種）、継手（印籠、メカニカル、タイトン等）、異形管（曲管5種、T字管等13種）、弁（バタフライ弁・仕切弁・副弁内蔵形、立形・横形、鋳鉄製・鋼製）等、どれをとっても多種多様である。管内面の処理によっては赤水・閉塞等の障害が発生し、管外面にも土壤腐食による障害が発生している。配水管は地中に埋設されるがために点検しづらく、現況を的確に把握することを難しくしている。このため、配水管情報に対する認識の重要性が高まり、それらを効率的に処理するシステムの開発が望まれるようになってきている。

本稿では、この主旨に沿った将来的な配水管管理システムの開発を念頭におきながら、その前段としての基本的な管路・管網情報処理機能を、市内の水量管理を行っている配水センタの配水情報管理システムに、その拡張にあわせて付加したので、この概要について紹介したい。

2. 配水センタの機能

表-1 配水情報管理システムの機能

本市の配水方式は、自然流下が基本であり、藻岩浄水場系のみであった。昭和46年白川浄水場が通水し2配水系統となり、さらに標高差の関係から西岡配水調整池を設けた。配水センタはこれら2系統の水圧調整のための水量管理体制としてスタートしたものであり、本市における配水情報管理システムの始まりであった。昭和46年以降、高台地区からの給水要望が増大し、本市では初めて自然流下から

処 理 情 報	目 的	機 能
水量管理情報	集中監視制御	配水区域瞬時CRT表示（流入量・流出量・水位等） 配水区域トレンドCRT表示（流入・流出量・水位等の前日、当日分） 設備運転状況表示（受電、自家発、ポンプ等） 配水池・配水池流入量制御（平岸、清田、西岡）
	予 測	配水量需要予測（浄水場別、施設別） 配水池水位予測
	データ処理	ロギング機能（管理日報、月報、年報、任意印字） データファイル機能（10分、1時間、日、月、年データ）
設備管理情報 （高区配水施設）	保守管理	設備台帳（機械、電気、計装、テレメータ） 運転管理台帳（ポンプ、自家発）
管 路 情 報	管路整備計画	管路台帳、弁台帳、管理台帳 管網図表示
管 網 計 算 情 報	幹線運用計画	管網計算（実管網、模擬管網） 管網図表示、作成（CRT、カラープロッタ）

からポンプ揚水へと方向転換した。その結果現在では、ポンプ場41ヶ所、配水池31ヶ所・57池と言う高区配水施設を有するに至り、本市配水量の24%を占める迄となっている。配水情報管理システムは、当初、計測点も少なくアナログ計装で十分であったが、前述の如く、高台地区へのポンプ揚水による配水方式の採用により、一挙に計測・監視項目が増大したため、昭和50年には計算機システムの導入に踏み切った。しかし、その後も引き続き施設増により、昭和58年には計算機の容量不足解消のため、従来のシステムをさらに発展させた新配水情報管理システムに移行した。この新システムの機能は表-1に示す様に、これまでの集中監視・制御に加え、長年積み重ねてきた需要予測等のプログラム化、設備管理（高区配水施設）等の新たな機能を盛り込み、更に管路・管網の情報処理をその中の一部として位置付けた。

3. 管路・管網情報システムの構成

3-1 基本的な考え方

管路・管網情報のデータベースを構築する場合、その基本単位は、管路について言えば、究極的には管一本・異形管一個づつとなり、本市の場合 100万件を優に越し、給水管の分水・メータまでも含めると 150万件を突破する規模となる。また、管網について言えば、管路の情報よりは少なく、かつこの情報さえしっかりしていれば、容易に実用化が図られる。即ち、基本単位の区切（ノードの設定）をどう決定するかが第一の課題である。本市の配水管管理の現状は、1/2500の管網図（その他、1/15000, 1/30000）、配水管工事日報・竣工図マイクロフィルム、維持管理日報、各種調査資料等で行っている。今回の管路・管網情報システムの導入にあたっては、将来的な配水管管理システムの完成を目指すステップの指標としながら、管路の総合管理部門に於いて最少限に必要な情報に限ることを原則として、基本単位を決定することとした。即ち、幹線の管路・管網整備計画、運用計画、配水調整計画に有効に活用できる最少限のデータベースの構築を主眼とし、これらを有機的に活用するソフトの開発を目指すものとした。

この第一段階として、管路の基本データは管径 400mm以上の配水幹線を対象とし、第二段階としては、管径 150～200mmの準幹線まで進めるが、管径 150mm以下の配水支管については別機構に委ねる。また、管網の情報はこれら管路の基本データから選択し、実管網で管網計算を行う方針とした。このシステムは前述の如く、配水情報管理システムの一部であり、主体ではないこと、水道管と他の埋設物とを総合管理する方向が今後必要となること等から、処理範囲を限定したものである。又、このようなシステムは、実際にすぐ使ってみることで、不備部分が無いかどうかの検証が容易にできる構成としておくことが重要であると判断したからでもある。

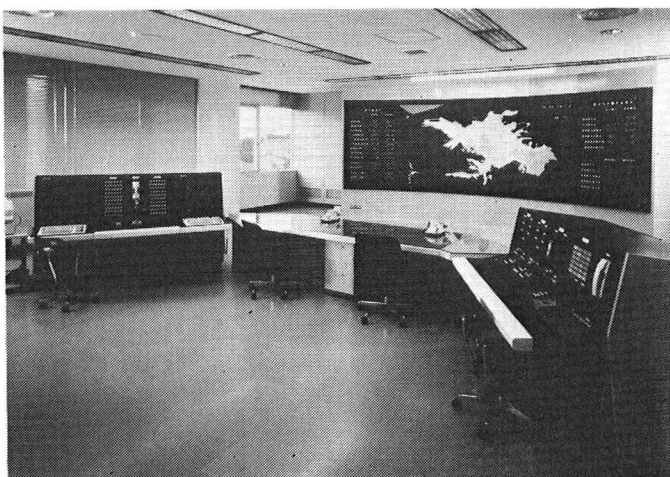
3-2 ノードの設定（基本単位の区切）

ノードの設定の基礎資料として、1/2500管網図に示された幹線図を用いたが、その管路を図形的な情報として区切ると、幹線の接合点、準幹線の分岐点、管径変更点、弁設置点、曲がり部の五点で区切られ、空気弁等の付属設備はそれらの属性情報として位置付けされる。また管路を属性情報として区切ると、管径、管種、布設年度、工事経歴の四点となる。これらの中で、図形的情報の区切点五点と、属性情報の管径、管種の二点はそのまま管網計算のノード設定点として活用できるものである。しかし、布設年度と工事経歴については、工事のマイクロフィルムが整っていることから、布設年度が重複するノード間では代表年次としてどちらか一方を採用し、工事経歴については、これで区分するよりはむしろ管路として特異な水管橋・橋梁添架管について区分した方が実用的であると考え、これらをノードの設定の条件とした。

以上をまとめ、次の条件でノードの設定を行った。

①接合点（合流点）、②分岐点（準幹線取出点も含む）、③弁設置点（弁の前後～管網計算用）、④管径

配水センタ管理室



変更点（管径），⑤管種（材質），⑥布設年度（代表年次），⑦曲管（45°の一部と90°ただし縦断は除く），⑧水管橋・橋梁添架部

この八点の条件でノード設定を行ったが，区切点，即ちノードそのものと，ノードを起点・終点とする線分，即ちノード間に，いかに基本的なデータを盛り込ませるかが第二の課題である。

3-3 ノード間情報とノード情報

管路情報はノード間情報のみとして表し，①管情報，②弁情報，③管理情報から構成した。又，管網計算情報は，ノード間情報とノード情報から表した。このノード間情報は管路情報の内から選択されるものであり，ノード情報はそれ自体が独自に持っている基本データである。

3-3-1 管路情報の基本データ

① 管情報： 管情報

は，管径・管種・布設年度の属性情報の他に，幹線名称（配水系統），と延長（布設距離）及び，継手，住所，土被り，付属設備とマイクロフィルムNoとした。マイクロフィルムには長年にわたり積み重ねてきた種々の情報が凝縮されており，種々のデータ解析，維持管理の主体となっているも

のであるために，どうしても必要なものであった。又，工法特記事項として，推進・伏越・水管橋等を基本データとした。

② 弁情報： 弁情報は本弁と副弁の情報に分け，本弁については，管径，形式，設置年度，メーカー，弁開度（Cv値）及び，マイクロフィルムNoとした。副弁については，配水調整等で使用していることがまれにあるだけなので，その管径と弁開度（Cv値）のみとした。

③ 管理情報： 管理情報は，事故履歴，洗管履歴，弁室形状，土質，防食対策項目とした。これらの情報は前二項とは違い，管路の基本単位毎としてではなく，幹線別，地域別におさえておくべき情報である。これらは総合管理部門として，最少限この程度の維持管理情報の把握が必要という観点にたったものである。

3-3-2 管網計算情報の基本データ

① ノード間情報： ノード間情報は管情報と弁情報に分け，管情報は，管径，延長，流速係数，実流量（幹線流量計），弁情報は，管径，弁開度（Cv値），副弁管径，副弁開度（Cv値）とした。これらのうち，流速係数と実流量以外の情報は，管路情報の基本データから選択して自動設定される。又，実流量は管網計算時の指定により，計算の補正用データとしてオンラインデータから自動設定が可能である。

② ノード情報： ノード情報は，配水池（流入点）の水位，流出量と需要点の需要量，地盤高からなり，水位・流出量については，管網計算時の指定により，オンラインデータの自動設定，または任意データの設定が可能である。

以上を整理した結果を表-2に示す。

表-2 情報の分類

管 路 ・ 管 網 情 報						
管 路 情 報				管 網 計 算 情 報		
管 情 報	弁 情 報		管理情報	ノード間情報		ノード情報
	本 弁	副 弁		管	弁	
名 称 : 幹線別・配水系統別	管 径	管 径	洗 管 履 歴	管 径	管 径	配水池水位
管 径 : $\phi 400 \sim \phi 2000 \text{ mm}$	形 式	弁 開 度	弁 室 形 状	延 長	弁 開 度	地 盤 高
管 種 : DCIP・CIP・SP等	設 置 年 度	(Cv値)	土 質	流 速 係 数	(Cv値)	需 要 量
継 手 : 印籠・A形・K形・T形等	メ ー カ		防 食 対 策	実 流 量		
延 長 : 布設距離	弁 開 度		(ポリスリーブ)		副弁管径	
住 所 : 区・条・丁目	(Cv値)				副弁開度	
土 被 り : 代表点	マイクロ				(Cv値)	
布 設 年 度 : 代表年次	フィルムNo					
弁情報コード : 索引用コード						
付 属 設 備 : 空気弁・排水弁・流量計等						
工法特記 : 推進・伏越・水管橋・橋梁添架等						
マイクロフィルムNo : 索引用コード						

3-4 全体の構成

配水情報管理システムの構成は、図-1に示すとおりである。管路・管網の基本データは、配水センタホストCPU（デュプレックス方式のスタンバイ側）の配水情報管理システムの各種データベースの一部として登録されており、モデムを介して接続される本庁の端末装置二組を通じてアクセスする構成となっている。そのCPUは、主記憶3.8MB、補助記憶200MBで、端末装置は、日本語ターミナル・日本語プリンタとカラーグラフィックターミナルから成っている。

日本語ターミナル・日本語プリンタは、図-2に示す様に、対話形式のプログラムにより、ノードの設定に従い収集された基本データの入力、各種台帳の作成、管網計算等を行っている。

カラーグラフィックターミナルは、管網計算結果と管網図の表示用である。この図は、配水センタのカラープロッタで作図することも可能である。

又、この端末装置は配水センタの集中監視機能とリンクして、リアルタイムな配水量・幹線流量・主要配水池水位等の情報を受けることが可能であり、従来、電話でしか得られなかった配水施設の情報が、瞬時に本庁でも把握することが可能となっている。

4. 活用例

情報の分類に従い整理された管路情報は、管・弁・管理台帳として統計的に処理され、今後の準幹線を含めた情報処理の基礎資料に、管網計算情報は実管網・模擬管網計算として実際の幹線の運用・配水調整計画・事故対応及び管網整備計画等に活用されている。

4-1 各種台帳作成（数値を主体とした情報処理の一例）

①管台帳：幹線毎に、総延長、管径・材質・布設年代別延長、管径別弁数、付属装置総数等を帳票出力する。また、起点から終点までの属性詳細も登録データの基本単位毎にも表示・帳票出力できる。

②弁台帳：幹線毎に、弁総数、管径・形式・設置年代別数を帳票として出力する。また、起点から終点までの弁の個別の属性詳細も表示・帳票出力できる。

図-1 配水情報管理システムの構成

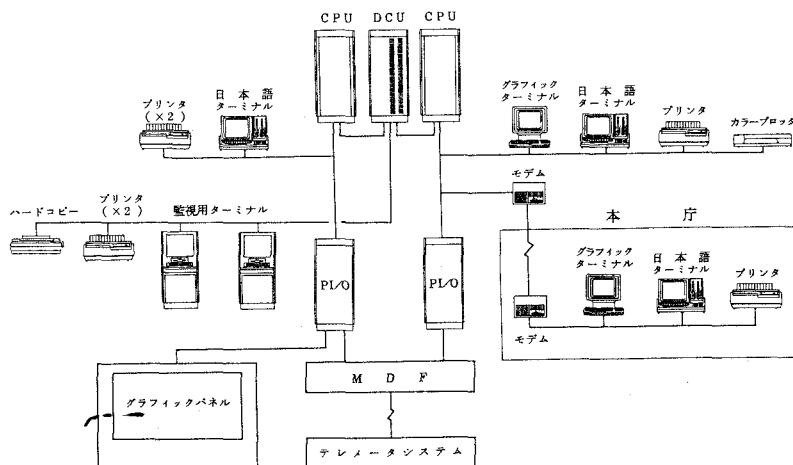
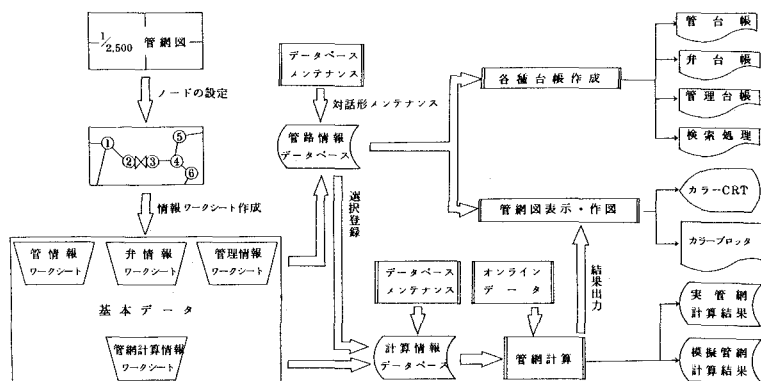


図-2 情報処理流れ図



③管理台帳：幹線毎に、事故履歴・洗管履歴・弁室形状・土質・防食対策について、表示・帳票出力する。

④検索処理：管路情報、弁情報について、上記の中の条件を任意に組合せた条件で検索し、その総延長・総数を全市・幹線別・指定幹線について、表示・帳票出力する。

4-2 管網計算（数値を主体とした情報処理の一例）

本システムにおける管網計算は、管路情報に登録されている実管網による実管網計算と、任意に登録する模擬管網計算に大別される。

(1) 実管網計算

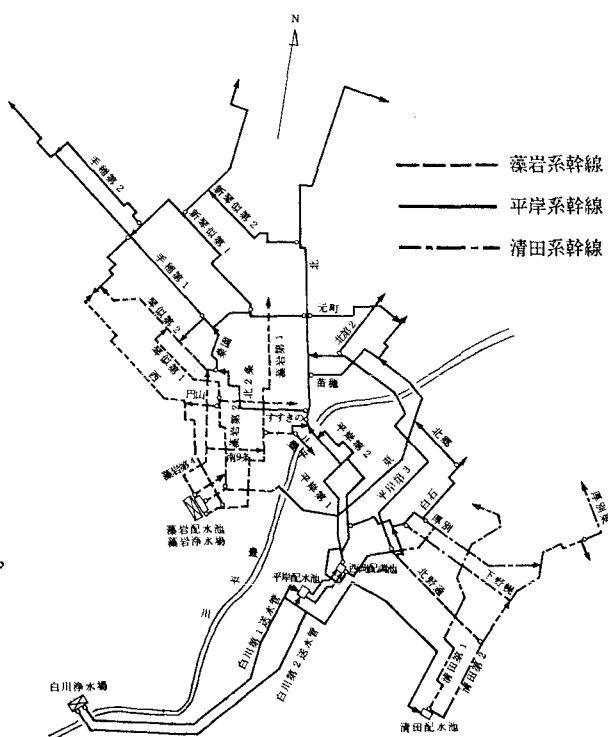
実管網計算は、前述した管路情報に登録された実管網の基本データを管網計算情報に選択登録し、管網計算を実施するものである。実管網計算では、各幹線流量・配水池流出量等のオンラインデータを取り込み計算の補正を行い、弁開度設定による計算が可能である。現在、ノードの登録数は、本市の三大自然流下配水区域別に、礫岩系 348点、平岸系 896点、清田系 240点、計1484点であり、管路としては水理上支障のない実管網といってよい。

この実管網計算システムを利用した、事故時対応手順の一例として ①オンラインデータによる通常時実管網計算起動 ②事故発生時における漏水量の確認及び事故地点の把握 ③事故発生時の管網計算起動 ④通常時及び事故時実管網計算結果の比較による濁水発生地区の予測、水圧不足地区の発見 ⑤復旧に伴う断水時の管網計算起動 ⑥通常時及び断水時実管網計算の比較による濁水発生地区の予測、水圧不足地区の発見、とすれば、各幹線ごとの事故発生時のマニュアルとなり、迅速かつ的確な復旧に活用できるものである。

(2) 模擬管網計算

本市では、45ヶ所の高区配水区域及びブロック配水の整備（現在20ヶ所）等により、任意データでの管網計算のニーズが高まってきている。本システム導入以前は、NTTの科学技術計算システム（DEMOS-E）による管網計算処理を行ってきたが、使用頻度の増加による使用料の高額化・データ入力複雑化等の問題があった。このシステムは、端末装置のみの設備投資だけでよく、計算用のデータもフロッピー内に収まり、データ整理も簡素化された。模擬管網計算は、実管網計算と違い、バルブ前後のノード・曲管部のノード等が必要ないため高区系で準幹線にかぎり50点、ブロック配水では配水支管まですべて登録し 100点程度のノード数であり、高区系・ブロック内の洗管作業に活用している。

図-3 幹線概要



4-3 管網図表示・作図（図形を主体とした情報処理の一例）

この機能は、管網計算結果を視覚的に表現することを主目的として採用したもので、ノードと管路および弁からなる管網図である。ノード・弁・主要建物のシンボルと管径別に色分けされた管路と計算結果を表示

する（配水センタの管網計算用カラープロッタで作図も可能）。この図は、拡大・縮小が自由にでき、局所的な詳細も表示することができる。

5. おわりに ～ 今後の展望も含めて ～

配水管の管理は図形的資料、現状では縮尺1/2500の管網図をその基本としており、この図面には管径・管種など実務管理に必要な情報が盛り込まれている。今後の配水管を総合的かつ効率的に管理するためには、この図形的認識をぬきには考えられないが、この管網図には表しきれない種々の情報を網羅することが必要である。一枚の図面に各種情報を盛り込むことは繁雑過ぎて実用的ではないが、階層的に積み上げて行けば、より多くの情報を処理する上で好都合である。しかし、配水管にとって一番重要な位置関係を表すにはあまりに縮尺が大きすぎ、たとえこれを1/500としても無理がある。その意味で、工事竣工図のマイクロフィルムは有効であるが、すばやくという点では難点がある。

配水管管理の今後の方向は、この位置関係をより明確にするための方策が必要であるが、この情報の完璧さを追求すると膨大な情報となる割に密度差がありすぎ、時には利用価値がそれほどないことになりかねない。一方、総合管理部門からすれば、図形的資料よりは数値を主体とした情報に重きがあり、双方の要求度を満足させるためには、第1には配水管の多種多様な情報を目的に応じ、いかに取捨選択していくかの整理が重要である。第2には、現在有効に利用している各種管網図・マイクロフィルムといった資料を直接活用できるハード・ソフト的システムの開発が必要である。

今回のシステムでは、幹線の管路・管網の情報に焦点をあて、総合管理部門に必要な数的処理の観点から、管路の基本単位の区切と基本データの整理を行ってきたが、幹線250km分の最少限のデータとはいえ、そのノード及びノード間の総数は3000、基本データ数にして29000を入力したが、最少基本単位の区切からいえば、約1/30程度の割り切りをしている。しかしこのシステムの位置付けからすれば、この程度の割り切りで十分機能を発揮していると考えている。この入力には定常業務を続けながら、これらのデータ収集に2ヶ月／3人、さらにこれらのソフト処理のためのコード化、入力に1ヶ月／2人、データチェックに1ヶ月の計4ヶ月という短期間で終了した。これは担当した職員の資質に帰する部分も多く、通常この種の資料を整理するには多大な時間を要するが、今回の場合は、幹線別に整理された竣工図綴、即ち幹線の管路台帳というべき基礎資料が存在したからであり、もし仮になかったとすれば、データ収集に今回の3倍以上はかかったであろうと推定している。

今後は、幹線に限ってまとめた情報を幅広く活用し、その成果に基づき準幹線まで拡張し、さらには、配水支管にまで広げ、配水管の総合的かつ効果的管理に努めたいと考える。