

II-35

札幌市におけるブロック配水

札幌市水道局 相原重則
 札幌市水道局 町田孝三
 札幌市水道局 正 員 今野和夫

1. はじめに

本市水道は、昭和12年通水以来半世紀を経過しているが、市域の拡大と市勢の急激な発展に対応するため、これまで7期にわたる拡張事業を実施し、量の確保を主眼とした水源確保や浄水能力の増強、また積極的な配水管の新規布設を行い、普及率の向上を図ってきた。この結果、現在では、普及率が98%を越える高普及時代を迎え、文字通り市民皆水道を達成しつつある。水道は、いまや市民生活や都市の諸活動に欠かすことのできないライフラインとして位置づけられ、多様化する市民のニーズやライフスタイルの変化とも相まって、これまで以上に安全で安定した給水の継続と給水サービスの向上が求められている。このため、今後の水道施設の拡充・整備においては、施設の質的安全性の向上とともに、市民ニーズに応え迅速な給水サービスを可能とする管理面の充実を念頭に置いた施策が重要となっており、その基本として、必要な情報の収集が容易な施設整備、換言すれば「水道施設自身の情報化」を図ることによる「管理の容易な施設づくり」が必要であると考えたものである。

本市で、昭和59年度からスタートしているブロック配水システムは、このような意義をもつ施策のひとつとして実施しているものであるが、本論では、このシステム導入の背景と概要及び今後の課題等について報告する。

2. ブロック配水システム導入の背景

本市は、豊平川扇状地に拓けた街であり、南西部の山岳地から扇状地扇頂を経て、北東部の低地帯に向かい緩やかに傾いており、市街地の大半がこの扇状地とこれに連なる形で発展しているという立地条件が、創設時において配水池自然流下方式を採用した背景といえる。以来、豊平峡ダムを水源とする白川浄水場が稼働開始した昭和46年からは、従来の藻岩配水池と新たに建設した平岸配水池とによる「二大（自然流下）配水」、さらに昭和59年からは清田配水池建設により「三大配水池」系として整備し、配水池自然流下系の配水区域を広げてきた。また、これに伴い旧施設の統廃合を実施し、浄水施設も白川・藻岩・西野・定山溪・宮町の5浄水場に整理してきている。

一方、昭和40年代後半からの人口増加は、自然流下区域にとどまらず、高台地域へも拡がり、給水要望も切実なものとなったことから、ポンプ揚水による配水を開始することになった。この方式も、基本的には高台地区の配水区域毎の配水池自然流下方式を指向しており、ポンプ揚水も配水池までの送水を行うものであるが、地形条件や道路整備状況、さらに経済的要因等から、送水管と配水管の機能を一本の管路に委ねるサージング方式やポンプ加圧方式も採用してきている。

表-1 本市の配水区域の構成

(昭和63年度末)

配 水 系 統		系統数	面積 ^{※1} 比	水量 ^{※2} 比
大配水池自然流下系	藻岩系	3	70.7%	74.9%
	平岸系			
	清田系			
小規模浄水場	西野	3	29.3%	25.1%
配水池系	宮町			
	定山溪			
高区配水池自然流下	配水池 32	16		
高区サージング系	ポンプ場 42	16		
高区ポンプ加圧系		14		

※1 各配水区域面積/市街化区域面積

※2 各配水区域年間配水量/給水区域年間配水量

以上のような経緯から、現在、本市の配水区域は、表－１に示すとおり、三大配水池系と小規模浄水場系及び高区系で構成されており、配水方式別に各々異なる配水区域、即ち配水系統ブロックを形成している。しかしながら、三大配水池自然流下系の占める割合が、水量比・面積比ともに７割を超える状況にあることから、このような大規模な配水区域がかかえる水運用や維持管理面での種々の問題が提起されている。

即ち、①配水池や大口径管路で一端発生した事故による断濁水の影響範囲が大きいこと、②影響範囲の予測が困難なこと、③現況水圧が比較的高く、管路事故や慢性的な漏水の危険性を持っていること、④区域内での水圧差が大きく、給水サービスの障害となる等の問題である。また、管路管理面では、⑤管路での配水状況の把握が困難であり、⑥情報を基にした的確な管理や迅速な対応が困難なこと等から、管理性向上のため、これまでの幹線流量情報に加えて、新たな情報収集拠点を効果的に構築する必要が生じていた。

このような状況が、本市がブロック配水システムを導入することとした背景であり、大規模な配水区域をさらに分割し、配水支管網のブロックを形成することにより、事故等に強い配水システムの構築を図るとともに、膨大かつ複雑化した配水管網における管理面での向上を期待するものである。

３．ブロック配水システムの意義

ブロック配水システムは、昭和３９年の新潟地震で被害を受けた配水管網の復旧において、震災に強い配水施設づくりを目指し、計画されたのが最初であり、現在、都市規模や地形条件あるいは水源状況等の違いから、その目的及び形態・規模に差は見られるものの、我国の多くの主要都市でこのブロック配水システムが導入もしくは計画がなされている。

ブロック化の定義は、明確に整理されてはいないが、基本的には「配水区域及び配水管網の機能的分割と組織化」を指向したものであり、配水池を核とする配水系統ブロック、その中を幹線網で構成するブロック及び支管網で構成するブロック等に細分化するものである。このような配水管網の機能的な分割と組織化は、事故や災害に強い配水システムの実現を図るものであるとともに、配水施設、特に膨大な延長をもち複雑化している配水管網自身の「情報化」を行うことであり、ブロック化された配水区域単位での水圧コントロールや各種配水情報収集が可能となるなどから、管理性の向上を図りうるという最も重要な今日的意義をもつものである。

ブロック配水システムは、このような基本的意義を持つものであるが、本市がこのシステムに期待する具体的目的を以下に述べる。

３－１ 有収率向上と等圧化の実現

限りある水源を有効に使うことは、全国の水道に共通な課題である。本市の有収率は、昭和６３年度末で８４．１％であり、年間約１８、０００千㎡の水が漏水等で無駄になっている。この原因のひとつに、配水区域が広大なため、標高が低い地域での夜間水圧が高いことがあげられ、適正水圧確保を図る施設整備は、漏水防止作業の努力とともに重要な課題である。配水支管網を対象とするブロック化は、幹線からの流入点を限定できることから、ここに減圧弁を設置することで水圧を調整することが可能である。また、ブロック毎の夜間水量の変化を把握することで、漏水箇所の早期発見も可能となり、漏水防止作業も効率的に展開でき、有収率向上に役立てることができる。さらに、ブロック内の管網整備を行うことにより、流入点以降の管路損失の軽減化を図りやすく、特に標高差があまり無いようなブロックでは、等圧化も可能である。このことは、管内の圧力管理を容易にし、均等な水圧の確保から市民への公平なサービスを提供しうるものと期待できる。

３－２ 事故・障害に強いシステムの実現

管路は、公道下に埋設され、かつ厳しい自然環境中に長期間さらされることから、外的・内的要因による事故や機能障害が発生する。外力や内外面の腐食に起因する破損や欠損、流向変化に伴う赤水・濁水の発生は、大きな影響を市民に与えるものであり、さらに地震時には、水道施設の内、管路が最も被害を受けやすいとされている。このような事故に対する予防措置として、埋設環境の改良や腐食防食対策、耐震継手の採

用等の諸対策を行っている。また、日常の維持管理においても、計画的な管路点検や洗管作業、漏水調査等を行うとともに、緊急時に備えた資材の備蓄にも努めている。しかし、管路の事故や機能障害は、いくら対策を行っても皆無にはできないものであり、また、事故や障害の発生を予測する上での情報も不十分である。

ブロック化は、その配水区域の規模を細分化することで、ブロック内の事故や障害の影響を他に伝えないこと、即ち事故影響の限定が可能であるとともに、情報の収集も容易となることから、事故対応の迅速化も可能となり、事故に強い配水システム化の構築が期待できる。

3-3 情報化を指向した配水システムの実現

本市では、配水池から各需要点までの管網において、配水管路を口径規模により、幹線（φ400mm 以上）・準幹線（φ200 ～350mm ）・枝管（φ75～150mm ）と分類しているが、これらは、管網を形成していることから、そのほとんどが配水区域内で有機的に繋がっている。これは、水圧確保や事故時の断水防止という点では有利であるが、事故に伴う濁水の影響範囲の特定が困難であったり、特に大きな配水区域では、管網計算による水量・水圧・流速・流向、さらには水質までを含めた流況推定が難しく、種々の対応において、不利な面が多かった。このような問題を解決するには、実際の管内の流況を可能な限り知ることが必要であり、効果的にこれら情報収集を行う必要がある。本市の目指す配水支管網のブロック化では、幹線からの流入地点が有効な情報収集拠点となり、ブロック毎の解析を実流量や検針水量を用いて行うことができること、管網規模を小さくできるため、実際の流況により近似させた計算が可能となることから、維持管理上極めて有効な手段を得ることになる。また、計算精度の向上により、滞留管路の特定や、残塩レベルの推定手法にも関連づけることが可能となり、適正な管網整備計画や設計につながるものと考えている。さらに、幹線での水運用上でもブロック毎の流量をベースとした解析が可能となり、幹線計画においても有効な情報を得ることが期待できる。

4. 本市ブロック配水システムの概要

4-1 ブロックの対象区域と規模

先に述べたように、本市の配水区域は、既に配水系統ブロックを形成しているが、その中で、配水区域の7割以上を占める三大配水池自然流下系では、水運用や施設管理面から更に細かな系統分割が必要との観点から、この区域を優先的にブロック化の対象区域（図-1）として、準幹線・枝管等で構成する配水支管網レベルのブロック配水システムの導入を計画した。

ブロック化の計画段階での重要な課題は、既存の配水区域をいかに効果的に分割するかであった。本市では、同一標高区域、統計区、区境、河川、主要道路、鉄道、軌道等で分割を行ったが、これは、主として、①分割を容易とし、等圧化を図るため、地形的要素を取り入れること、②維持管理区分を明確にするため、行政区毎の分割を行うこと、③経済性の面から、既設配水管網の改廃を最小とすること等を念頭に置いたものである。

この結果、約100箇所のブロックとなったが、実際の整備では、管網形成が十分な地区から順に仕

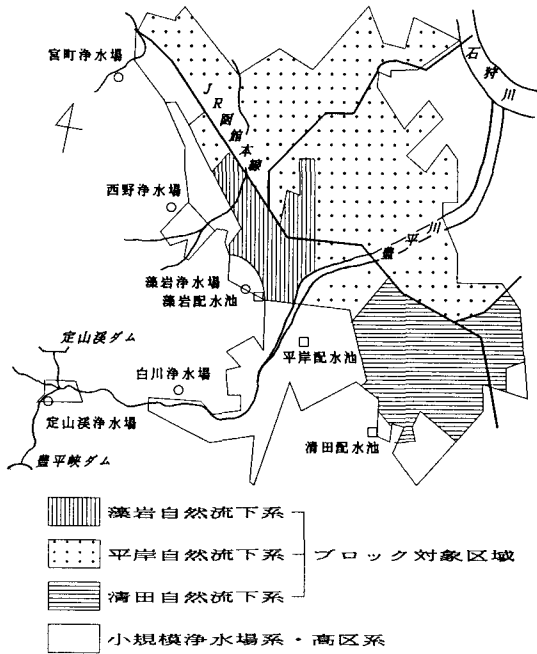


図-1 ブロック対象区域

切弁閉止による分割を年間5ヵ所のペースで行い、平成17年度に完了予定としている。尚、1ブロックの面積及び給水人口は、それぞれ平均160ha（100～500ha）、平均14,500人（2,000～30,000人）と予想している。

4-2 ブロックの構成（図-2）

ブロックの構成は、幹線からの流入点とブロック内の準幹線網及び枝管網からなる。流入点には、弁室を設け、必要に応じて減圧弁と圧力計を設置するとともに、流量計を設置可能な直管長をとり、弁室内で測定可能なようにしている。また、流入点における幹線分岐は、既設の取り出し位置を可能な限り利用し、かつバイパスを設け減圧弁の補修等の際にも断水しないように配慮してある。この弁室以降は、ブロック内をφ200～350mmの準幹線でループ化し、枝管末端での圧力を保証するとともに、行き止まり管を無くし、滞留水の解消を図ることとしている。即ち、ブロック内の等圧化のため、流入点以降の管網内の圧力降下については、 $0.5 \sim 1.0 \text{ kg/cm}^2$ に抑えるよう計画している。また、隣接するブロック間は、準幹線で連絡し、非常時には仕切弁操作により、ブロック間の相互融通を可能としている。

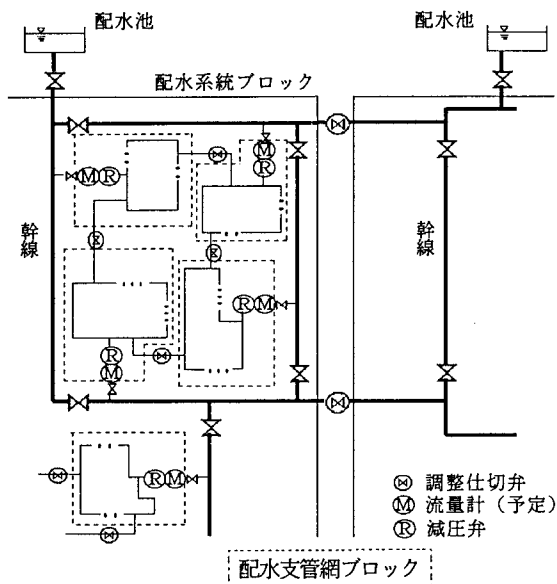


図-2 ブロックの構成

4-3 ブロック内の減圧

本市の配水管現況水圧は、 $4.0 \sim 7.0 \text{ kg/cm}^2$ であり、給水管の設計水圧 2.0 kg/cm^2 に対し、高いものとなっている。一方、漏水量を低下させるための水圧コントロールは、配水池では不可能であり、幹線網の減圧には技術的に不安がある。しかし、配水支管網レベルの小規模なブロックでは、その流入点で減圧制御することが可能であったことから、ここに二次圧一定とすることが可能な減圧弁を設置することとした。減圧弁の二次側設定水圧は、給水管のロスが大きいこと、圧力の急減が市民に及ぼす種々の影響、さらには3階直圧給水の実施に伴う圧力保証の観点から、段階的に圧力を低下させることが望ましいとの判断に基づき、現在は 4.0 kg/cm^2 としている。昭和63年度末で25箇所のブロック分割を行っているが、比較的地盤が高い2ブロックでは、減圧弁の設置を行っていない。

4-4 ブロック化の手順

実際のブロック化においては、図-3の手順に従い、比較的管網が整備され、ブロック分割が容易な地区から実施してきている。事前の整備計画において、新たに管網整備が必要となったブロックでは、ルート選定時に、老朽管等の更新計画と整合させることにより、費用の低減化とともに、管路機能の向上を図っている。また、ブロック分割作業においては、ブロック内の管路洗管を実施するとともに、減圧効果の確認のため、減圧前後の水量調査を行っている。

5. ブロック配水システムの評価と今後の課題

本市のブロック化は、昭和63年度末で25ヵ所と目標の約1/4の整備状況である。ここでは、これまでの実績から得た、所期の目的を達成するうえで重要と思われる点について、ブロック化の効果と今後の課題として、以下に述べる。

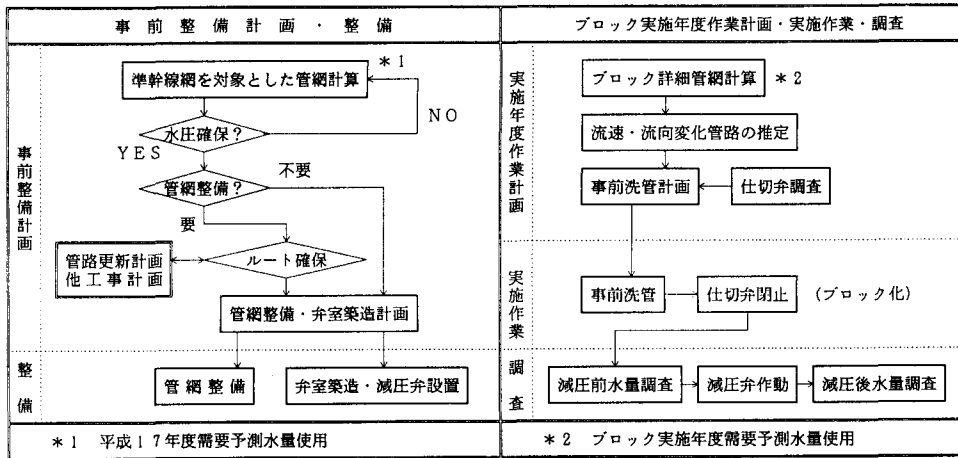


図-3 ブロック化の手順

5-1 ブロック化の効果

(1) 減圧による節水・漏水防止効果

減圧弁稼働による水圧の調整効果は、ブロック内水量の低下として現れている。各ブロックの減圧開始前後の水量を各1週間に渡り調査した結果では、平均的な減圧量約 2.0 kg/cm^2 に対し、約6.9 %程度の使用水量減となっている。また、夜間最小流量においても、減圧前に比べ、 $0.7 \sim 12.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 程度低下しており、日常の使用水量変動があるにしても確実に減圧による節水・漏水防止効果が得られていると考えられる。また、このことは、漏水調査作業にとっても、漏水多発地区の選定等を行う上で、十分応えうるブロック規模であることを示唆している。

(2) 管網整備の効率化

ブロック化に伴い実施する管網整備では、ルート選定時に老朽管を抽出して、布設替を実施する他、ダクタイル管であっても小口径管路を準幹線程度まで口径増を図っている。これらは、管網計算に基づくものであることから、現在推進している管路更新事業との整合を図り、効率的な管網整備を実現しうるものである。即ち、ブロック化は、管路機能の向上はもとより、事業効果を高めうる価値ある施策と考えている。

(3) 管網解析手法の改善

ブロック化に合わせ、ブロック別の水需要把握を行うべく、各戸検針の有収水量のデータベース化を図っている。このことは、将来の需要予測をより小さな配水区域単位の総量として把握するための第一歩となるものである。また、「管網自身の情報化」が図られてきたことから、管路の維持管理上必要な流況把握が、よりきめ細かなレベルで可能となってきており、加えて、幹線系と配水支管網を計算上分離することができることから、配水調整等の水運用の検討が徐々にではあるが、容易になってきている。このような解析手法の改善により、将来的には幹線の濁水発生予測等も容易となるものと考えている。

5-2 今後の課題

(1) 適正配水圧の再評価

減圧における配水圧の設定では、ブロック管網内の水圧をどの程度に抑え、節水・漏水防止効果を期待するか、また圧のサービス上で必要な水圧はいくらかという相反するニーズを満たす接点を把握することが重要である。本市では、昭和61年7月から直圧給水範囲を従来の2階建から3階建へ拡大しており、このサービスを実現するうえで必要な配水管水圧は、 2.0 kg/cm^2 あれば十分と考えている。しかし、実際には、 4.0 kg/cm^2 設定でも圧力低下の状況がみられ、その原因のひとつとして、共用管や給水装置での損失が大

きことがあげられている。このことは、今後の水圧設定において、配水管網の整備は勿論、給水装置面の改善が必要なことを示唆しており、適正な設定水圧がどの位かは、種々の側面から慎重に再評価すべきであり、今後の大きな課題と考えている。

(2) 管網整備の再検討

ブロックへの流入は、これまで経済性等から一点流入で整備してきたが、この方式では、幹線事故や洗管時にブロック全体が濁水の影響を受けたり、流入点付近の漏水や事故に対しても、やはりブロック全体が断濁水の影響を受ける恐れがあり、また、当初懸念した滞留水の発生例も経験している。このことから、流入点については、異なる幹線からの2点流入を理想に、準幹線網の整備と合わせ、再度、管網整備の在り方について検討する必要がある。

幹線ネットワークの整備もブロック配水システムを有効に活かすための重要課題であり、洗管や施設更新時、さらには事故時の対応も可能な管網整備が肝要であると考えている。また、これらの整備に加え、実際にブロック間の相互融通を行う場合の洗管手法や、滞留水や濁水、及び残塩レベルの予測手法等の確立も、重要な課題である。

一方、本市のブロックの規模についても、適正かどうか再評価する必要がある。即ち、現在のブロックの規模は、漏水防止や管網解析、また情報収集の面での効果が示唆されるものの、真に適正な大きさかどうか確証は得ていない。今後は、水圧確保、管理性、及び経済性等の種々の観点から、本市の理想とするブロック規模について、見極める努力をしたいと考えている。

(3) 情報収集体制の確立

本市では、安定した水処理や管理面の高度化を指向して、各プロセスにコンピュータを採用し、システム化を図ってきた。特に、配水施設では、配水情報管理システムを構築し、水運用や設備関連のデータベース化を図っており、水質情報管理システムやマッピングシステムの導入も検討中である。

現在、ブロックの流入点には、水圧計以外の測定機器及び通信機器は設置していないが、将来は徐々に各種情報の収集体制を確立していく考えである。この際には、必要な情報とは何か、またそれをどのように収集し、どのように活用していくかの検討が必要であるとともに、上述の種々のシステムといかに連携を図り、活用していくべきか検討しなければならない。

6. おわりに

以上のように、本市がブロック配水システムを進めるにあたり、早急に検討を要する課題もあるが、高普及下の水道に求められるニーズに応え、安全・安定給水の確保を図る上で、施設整備と情報整備の両者を総合的に実現しうるこのシステムは有効な施策であり、「管網の組織化＝情報化」による管理性の向上の効果は非常に大きいと考えている。また、高区配水池系にも、比較的大きな規模の配水区域や減圧系統が含まれており、管理面からは、さらに系統分化の方向が望まれる区域もあることから、今後は、これらの区域も含めた理想的な配水系統・方式の実現のため、ブロックの評価・検討を十分行いながら、さらに充実したシステムとなるよう整備を進めていく考えである。

<参考文献>

- 1) 高桑哲男；配水管網の解析と設計，森北出版，1978
- 2) 牧野勝幸，平賀岑吾，西條肇昌；札幌水道の技術，土木学会北海道支部論文報告集，1988