

大阪市における配水区域のブロック化の取り組みについて

大阪市水道局 ○藤本 和明 鮫島 竜一
谷屋 秀一 宇野 陽介

1. はじめに

配水施設は、受け持つ配水区域で時間的に変動する需要水量に対して適正な水圧を確保した上で連続かつ安定的に供給することが必要であるとともに、維持管理が効率的で容易であることが望ましい。受け持つ配水区域が広大な場合、管路の摩擦損失による圧力の低下や地形の標高差による水圧の不均衡などの問題が生じる。その問題の解決手段として、配水区域を適当な広さに分割して管理する配水区域のブロック化があり、その効果は、水圧・水量管理が容易になる他、事故等に伴う影響の局所化や配水量分析における精度の向上が挙げられる。

本市では、配水区域のブロック化の効果を期待し、口径 400mm 以上の基幹管路を対象に、市域を地形・地勢等に基づき 18 ブロックに分割した 1 次配水ブロックを設定している。加えて、事故等に伴う影響の更なる局所化や配水管末端に至るまでの水圧均衡化を目的として、1 次配水ブロックを概ね 500m 格子状に細分化し口径 200mm 配水管を中心とした管路で構成する 2 次配水ブロック (561 ブロック) を設定しており、階層化したシステム構成となるよう、管路更新等施設整備に併せて配水区域のブロック化を段階的に進めている。(図-1、2)

配水区域のブロック化にあたっては、制水弁の閉弁などによるブロック境界の確立だけではなく、配水池やポンプといった既存施設的能力などを考慮し運用の可否を検討することに加え、1 次配水ブロックへの送水ルートでの断水を想定し配水拠点となる配水場等へ至るルートの 2 重化あるいは 2 系統化を図るといった配水ブロックへの送水安定性や、配水場からの流出配水管の複数化やループ化による配水ブロック内の配水安定性を確保したうえで進めることが重要である。

本市の配水区域のブロック化は、平成 28 年 10 月現在、18 ブロックのうち 7 ブロックが完成している。本稿では、平成 27 年度に実施した高地区における 2 つの配水ブロックの構築に向けた検討方法及び作業方法について報告する。

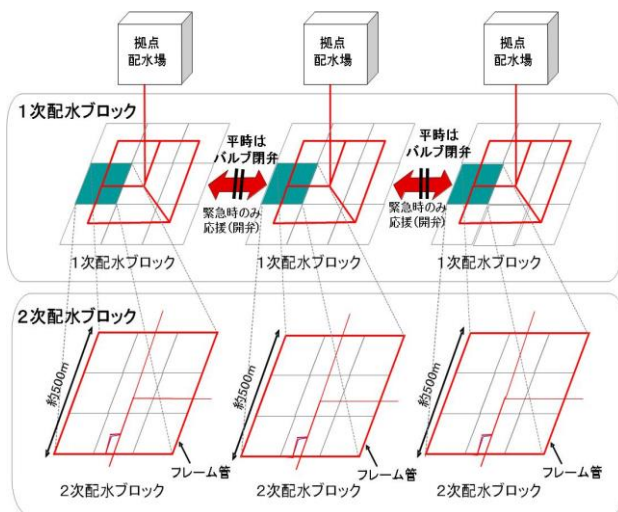


図-1 配水ブロックシステムの概念図

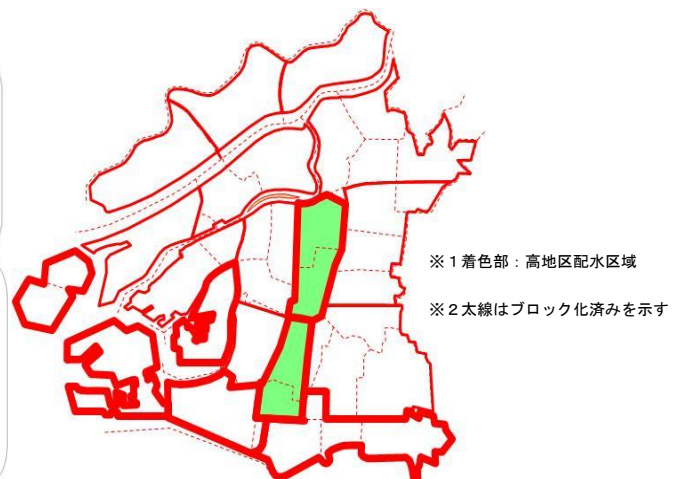


図-2 大阪市における1次配水ブロック

2. 高地区における配水ブロック構築

(1) 地域特性

本市の地勢は概ね平地であり、O. P. + 3 m前後の低地が大部分を占めているが、本市の中央部からやや東寄りを南北9 km、東西2 km にわたり上町台地（最高 O. P. +25m）が縦貫している。この上町台地に位置する配水ブロックを高地区と称しており、高地区内では大手前配水場、真田山加圧ポンプ場及び住吉配水場の3つが配水拠点となっている。（図-3）

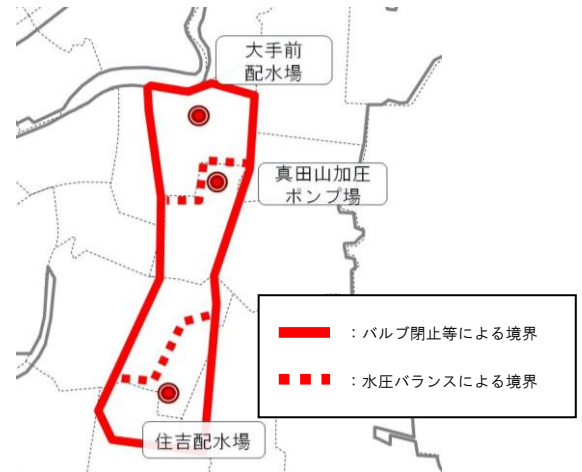


図-3 高地区の配水拠点

(2) 従前の配水運用及び問題点

高地区とその周辺の低地区との境界は制水弁を閉弁することにより確立しているが、高地区内は適切な位置で境界を確立しておらず水圧バランスによる運用を行っているため、配水管事故発生時には高地区全域ににがり水や水圧低下が発生するといった恐れがあった。こうした恐れを解消するため、高地区を2分割した配水区域のブロック化を進めることとした。

(3) 配水ブロックの設定

高地区は3つの配水拠点を配備しているが、そのうち大手前配水場には自家用発電設備を設置するスペースがなく、また真田山加圧ポンプ場は配水池を有していないことから、大手前配水場と真田山加圧ポンプ場を一体的に運用することで相互に補完しあうシステムとみなし、1つの配水ブロックとした。また、配水区域の境界は地形・地勢を踏まえた適切な位置に設定する必要があるが、高地区の中央部に位置する東西方向の国道25号及び鉄道を境界として設定した。その境界では、横断する管路が1本と少なく数少ない制水弁（600mm 1箇所及び300mm 1箇所）の操作により、配水区域のブロック化が可能であることや、水理計算の結果、配水区域の末端部までの流達時間は約12時間と所定の範囲内であり残留塩素濃度の低下も見込まれないことから、最適な境界と判断した。

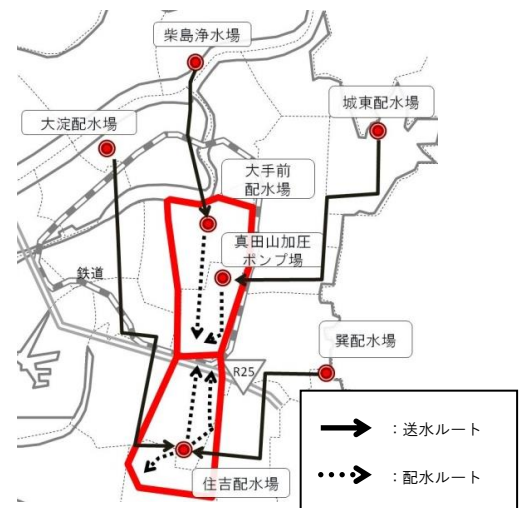


図-4 高地区配水拠点への送水ルート
及びブロック内の配水ルート

なお、この2つの配水ブロックにおける安定性を評価したところ、送水安定性に関しては、大手前配水場及び真田山加圧ポンプ場は異なる浄配水場を水源としており、既に流入水源は2系統化されている。また、住吉配水場においては、これまで巽配水場の2次配水場として運用を行ってきたが、系統連絡管として平成21年に整備した浪速枝管の運用開始に伴い、大淀配水場からの送水が可能となり、流入水源の2系統化が実現している（図-4）。次に、配水安定性に関しては、配水拠点から流出する管路は複数化やループ化により配水ブロック内のバックアップが可能となっている（図-4）。

以上から、図-5のとおり、大手前配水場及び真田山加圧ポンプ場からの配水区域を1つの配水ブロックとし、住吉配水場からの配水区域をもう1つの配水ブロックとして、配水区域のブロック化を行うこととした。

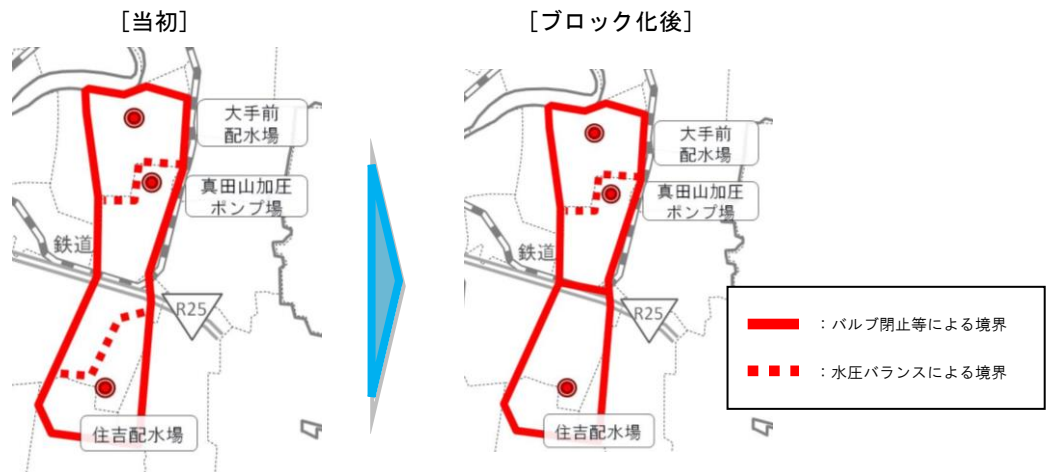


図-5 高地区内における施設配置及び配水系統

（４）配水区域の拡大及び配水区域のブロック化に対する影響及び対策

高地区の配水ブロックの境界を上述のとおり定めた結果、住吉配水場の配水区域は拡大し、大手前配水場及び真田山加圧ポンプ場の配水区域は縮小することから、以下のとおり、既存施設での運用可否の検討やにがり水発生の予測を行い対策を講じた。

① 配水池運用可否の確認

住吉配水場（容量：12,000 m^3 ）が賄う配水量は、配水区域のブロック化による配水区域の拡大に伴い34,200 m^3 /日から57,000 m^3 /日に増加し、配水池水位の変動幅が大きくなることを踏まえて、配水池運用の可否を検討した。検討にあたっては、住吉配水場への最大流入可能量を実機にて調査を行うとともに、時間当たりの配水量と流入量をもとに配水池の水位変動をシミュレーションすることとした。その結果、水位変動は0. P. +10.6m～0. P. +12.4mであり、設計上での高水位（0. P. +13.0m）及び低水位（0. P. +10.0m）の範囲内で運用できることを確認した。

② 配水区域拡大及び縮小によるポンプ運転への影響及び対策

住吉配水場のポンプ設備は、既に更新時期を迎えていたため、配水区域の拡大を見据え平成22年度に吐出し量の増量などの能力増強を兼ねた更新改良を行った。一方、真田山加圧ポンプ場では、以前から深夜帯の特に配水量が少ない運転状況下で、キャビテーション発生の目安となる吐出弁の最低開度でも絞きれない流量での運用となり、結果、配水区域内の圧力が設定値よりも上昇する現象が生じていたため、配水区域を縮小すると更に圧力上昇することが見込まれた。このため、ポンプ設備の更新までの間は夜間停止を行い、大手前配水場のみの運転とすることで配水区域の圧力上昇を回避することとした。また、更新時には同様の問題が生じないよう、ポンプ能力を減少させるとともに回転速度制御を取り入れた更新を行うこととした。

③ 配水区域のブロック化作業の立案及び作業に伴うにがり水発生範囲の予測と対策

配水区域のブロック化によるにがり水発生を事前に予測するため、配水区域のブロック化作業に先立ち高地区内の全配水管を対象とした水理計算を行った。水理計算の結果、管内の流速は砂や錆が流れる目安としている0.5m/s以下であったため、流速増加に伴うにがり水の発生はないものと判断した。その一方で、管内の流向変化は図-6の範囲で見込まれ、その範囲でのにがり水発生が懸念されたため、過去の断水実績によるにがり水発生状況及び口径300mm以下の小口径管路内の洗浄実績をもとに予測することとした。

まず、今回閉弁する 600mm 管路は、平成 20 年度の漏水事故の際に断水作業を行っており図-7 の範囲（斜線部）でにぎり水が発生していた。漏水事故の際に閉弁した制水弁と今回作業を行う制水弁の位置は異なるものの、同様の流向変化が予想されたため、水理計算で詳細を確認した結果、流速の大きさや流向の変化が概ね同じであることが判明した。漏水事故時には、管内に浮遊している夾雑物を取り除くといった必要最小限のにぎり水排水を行ったのみであり管内洗浄に効果的な管内流速（1m/s 以上）を満たしておらず、その後も小口径管路内の計画的な洗浄排水作業を実施していない。このことから、未だ夾雑物が堆積していることが懸念されるため、今回の配水区域のブロック化においても図-7 の範囲（斜線部）をにぎり水が発生する範囲として予測した。

次に、流向変化予測範囲（図-6）から 600mm 管路断水時のにぎり水発生範囲（図-7 斜線部）を除く範囲では、600mm 管路断水時にはにぎり水は発生していないが、病院や学校が立地しており、仮ににぎり水が発生した場合には水使用に対する影響が大きいと予測される。このため、にぎり水発生を確実に回避する観点から、この範囲を対象に铸铁製及び塗布式シールコートが施工されている平成 2 年以前に布設されたダクトイル铸铁製の小口径管路内の洗浄排水実績を確認し、洗浄排水作業を実施していないエリアを対象ににぎり水発生範囲として追加した。

以上を踏まえ、図-7 の範囲（着色部及び斜線部）で流向変化によるにぎり水発生の恐れがあると判断した。

配水区域のブロック化作業によるにぎり水の発生を回避するため、にぎり水の発生が見込まれる範囲（図-7）のうち、铸铁製及び平成 2 年以前に布設されたダクトイル铸铁製の小口径管路は対象範囲の約 80% を占めており、こうした小口径管路を対象に配水区域のブロック化作業に先立って洗浄排水作業を行うこととした。なお、残り約 20% の小口径管路は、比較的新しい管路であり、新設時に洗浄排水作業を行っていることから、夾雑物の堆積はないものと判断した。加えて、配水ブロックの境界となる制水弁（φ 600mm）の操作を 1 カ月間（実作業日は 9 日間）に亘って段階的に閉弁することにより、急激な流向変化に伴う濁度上昇を抑制することとした。

こうした事前の洗浄排水作業や制水弁の段階的閉弁の効果により、にぎり苦情もなく、にぎり水発生範囲内に設置している水質遠隔監視装置（1 箇所）でも濁度上昇を示すことなく作業を完了するとともに、配水区域の境界を横断する管路の流量計により止水を確認できたほか、各配水区域の末端に設置している水質遠隔監視装置により残留塩素濃度も 0.2mg/L 以上を確保できていることを確認し、計画どおり配水ブロックの構築が完了した。

3. おわりに

今回実施した配水区域のブロック化作業は、大口径管路のみならず小口径管路に至るまでの管網解析を行い作業に反映した本市唯一の事例である。この方法により、にぎり水を発生させることなく配水ブロックの構築が完了でき、今後の配水区域のブロック化にあたって有効な方法であると考えられる。こうした配水区域のブロック化に係る検討方法及び作業方法に関する本報告が他の水道事業者の一助となれば幸いである。

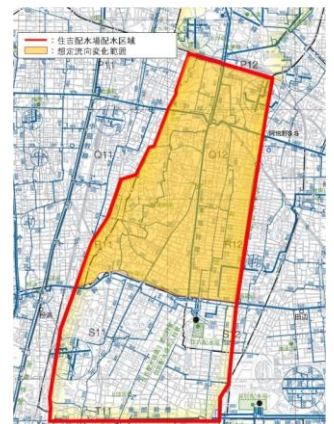


図-6 水理計算による流向変化予測範囲



図-7 にぎり水発生予測範囲及び事前洗浄排水作業範囲