

事例4. 公平・効率的・強靱な水運用を支えるブロック化：

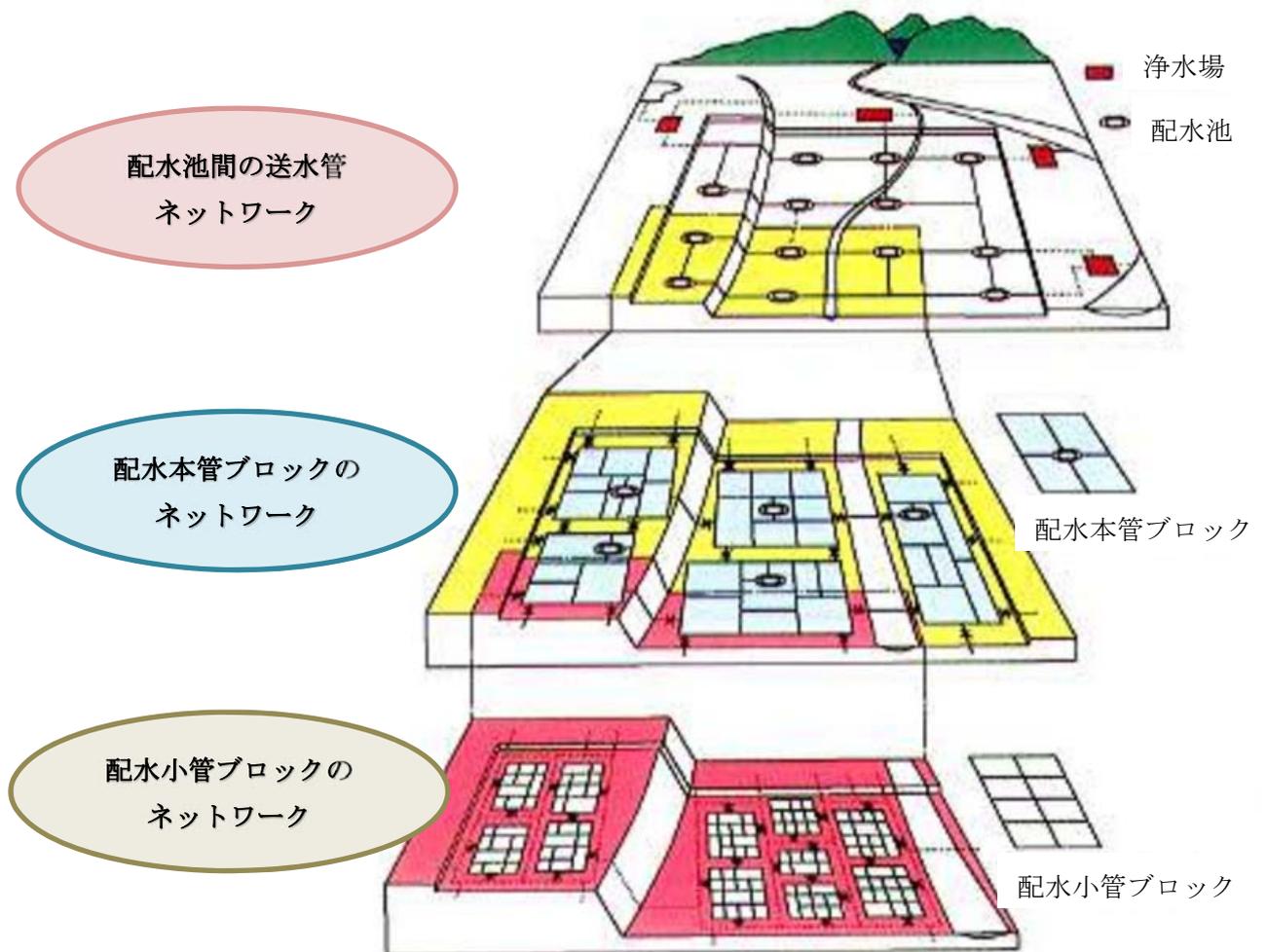
横浜市、福岡市

目次

1. はじめに	C4-1
2. 日本におけるブロック化.....	C4-2
(1) ブロック化の概要.....	C4-2
(2) ブロック化の経緯.....	C4-3
(3) 配水管のブロック化.....	C4-3
3. (事例1) 横浜市のブロック化.....	C4-5
(1) ブロック化が目指された背景.....	C4-5
(2) ブロック化の効果.....	C4-8
4. (事例2) 福岡市のブロック化.....	C4-9
(1) ブロック化が目指された背景.....	C4-9
(2) ブロック化の効果.....	C4-12
5. 教訓	C4-14

1. はじめに

本教材は、我が国に特徴的な配水管網整備計画の手法であるブロック化がどのようにして推進されてきたのか、ブロック化によってどのような水運用が実現されたのかという経験について、いくつかの事例を用いて説明する。



出典：東京都水道局「送配水システムの概念図」

<https://www.waterworks.metro.tokyo.jp/suidojigyo/torikumi/kadai/step21/05.html>

図1 送配水システムの概念図

2. ブロック化 (Block Distribution System, BDS)

(1) ブロック化の概要

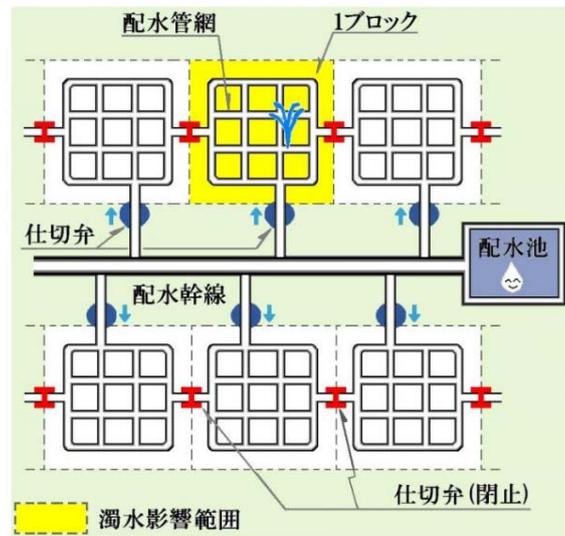
「ブロック化」は、①配水圧適正化、②異常を早期に発見するための流量計測、③管路の損傷箇所の特定の容易化、④配水ルート of 迅速な切替えとバックアップ供給等の効果を得ることを目的としている。

配水区域が広大な場合、①管路の摩擦損失による圧力の低下、②地形の標高差による水圧・水量の不均衡、③事故時の影響範囲が大きいなどの問題が生じる。ポンプ加圧による配水方式では、最も高い標高地点の圧力を確保するよう運転せざるを得ないため、標高差が大きいとポンプ運転の損失が増大する。こうした問題の解決策としては、配水区域を適当な広さに分割して管理することが有効である。この配水区域を適当な広さに分割して管理することは、「配水区域のブロック化」とよばれる¹⁾。

ブロック化に類似した配水管網として、測定対象区域 (District Metered Area, DMA) がある。DMA は、水道メータを用いて配水量を測定・管理するために分割された配水区域をいう。DMA もブロック化も分割された配水管網という点では共通している。DMA は、漏水を削減・制御するという目的で行われるものである。これに対して、「ブロック化」は日本の特徴的な配水管理計画であり、①配水圧適正化、②異常を早期に発見するための流量計測、③管路の損傷箇所の特定の容易化、④配水ルート of 迅速な切替えとバックアップ供給等の効果を得ることがその目的である。

ブロック化の様相は目的によって様々である。ブロック化は水源や浄水場間、配水区域間の水融通を目的とするような規模の大きなものを大ブロック、大ブロック内で配水管網の工事上の管理区域を念頭においた規模の小さなものを小ブロックとして区分される。水道事業体は、ブロック化に着手した時期や予算に応じて、大ブロック・小ブロックの順で整備している。

¹⁾ 水道技術研究センター「配水区域のブロック化とは?」 <http://www.jwrc-net.or.jp/qa/12-38.pdf>



出典：札幌市

図2 ブロック化のイメージ

(2) ブロック化の経緯

ブロック化を導入するきっかけは、体系的に整備されておらず管理しにくくなっていた管路の再構築であったが、その後、より高度な配水管理や、漏水の削減など、水道事業体それぞれの必要に応じて取り入れられていった。

ブロック化が導入されるに至った経緯は様々である。ブロック化を最初に提唱したのは横浜市水道局であるが、この時の主目的は、複雑に錯綜して配水管理が困難な状態になっていた管路を整理することにあった。

福岡市では、大規模な濁水が契機となって多数の水源を活用するための高度な水源管理と水の効率的な運用を目的に進められた。他にも、地震による液状化をきっかけとして漏水や事故時の断水等の局所化を目指した新潟市、給水区域内の地形差が大きいために水圧の均等化を目的とした仙台市や神戸市等などがある。

(3) 配水管のブロック化

配水ブロックは、最大配水量、地形・地勢、配水本管の布設状況や配水池の位置を勘案して設定される。

配水ブロックには、通常、一つの配水池と配水本管で構成される大ブロックと、これをさらに細分化し、配水支管で構成される中ブロックあるいは小ブロックがある。大ブロック、中ブロック、小ブロックというのは事業者毎の管理上の呼び方であり、工学的な定義があるものではない。そのため、ある程度の大規模な都市では、便宜的に中ブロック小ブロックと呼んでいることもあるが、慣習的なものであり、ブロック化を行う水道事業の全てが大中小ブロックという段階的な管理をしているわけではない。

配水ブロックは、最大配水量、地形・地勢、配水本管の布設状況や配水池の位置を勘案して設定する。中小ブロックは、管路の高度に応じて水圧と水量を調整するよう設定する。バックアップ機能を確保するため、大ブロック同士の配水本管の連絡管の整備が、中小ブロックでは配水本管からの流入を2～3箇所程度確保することが重要である²。

今後、社会の情報化が進み、各種センサーや通信インフラの低価格化が進めば、ブロック化はより普遍的なものとなり、福岡市のような、高度な配水制御機能と漏水検知機能を備えた先進的なブロック化の導入もより容易になっていくと期待される。

講師の方へ：

地中の送配水施設の整備は、浄水場の整備に比べ、途上国では援助プロジェクトを自らの成果としたい政治家や高級官僚などのトップ層からは軽視されがちです。

それでも、途上国では無収水量を細かく区切った区画毎に把握するために、DMA方式をとる場合が多数見られます。DMAは形態的には日本の小ブロックに類似していますが、区切られたブロックの大元に水道メータを設置し、ブロック内の各メータの水道使用量との差から、漏水等の無収水量を把握することを目的としています。日本の各地で進められたブロック化は、それぞれの水道事業の事情により異なる目的がありますので、必ずしも無収水対策のみを目的としていないという点で、DMAとは異なるものです。

管路については「テーマ2. 上水道システム（水源から送配水システムまで）」では、配水システムの基本について説明していますので参考してください。また、「テーマ5. 無収水対策」でも水道管路の合理的な整備の重要性について触れています。

² 水道技術研究センター「配水区域のブロック化とは?」<http://www.jwrc-net.or.jp/qa/12-38.pdf>

3. (事例1) 横浜市ブロック化

横浜市ブロック化は日本で最初に提唱されたもので、自ら開発した電算システムと連動させて、水圧を含めた高度な管理を図ることが目的であった。このブロック化が、事故被害の局所化とバックアップに貢献した。

(1) ブロック化が目指された背景

横浜市ブロック化は、神奈川県内広域水道企業団から受水するに当たり、体系立てて整備されていなかった配管の状況を改善するために行われた。

横浜市でブロックシステムを作ることになったきっかけは、1968年(昭和43年)の神奈川県内広域水道企業団の設立であった。第二次世界大戦後の復興に合わせて、人口や給水区域が増大してきた横浜市では、水道施設は導水施設と浄水施設の拡張が精一杯で、市内の配水管やポンプ場の整備は計画的には実施できず、乏しい資金で一時しのぎ的に整備をするような対応となっていた。このため、配水管路は秩序立っておらず、どの配水池の水がどこまで、どれだけの水量が配られているのか、さらには、どの管がどこに接続されているのか、布設にあたったベテラン職員以外は見当がつかない状況であった³。

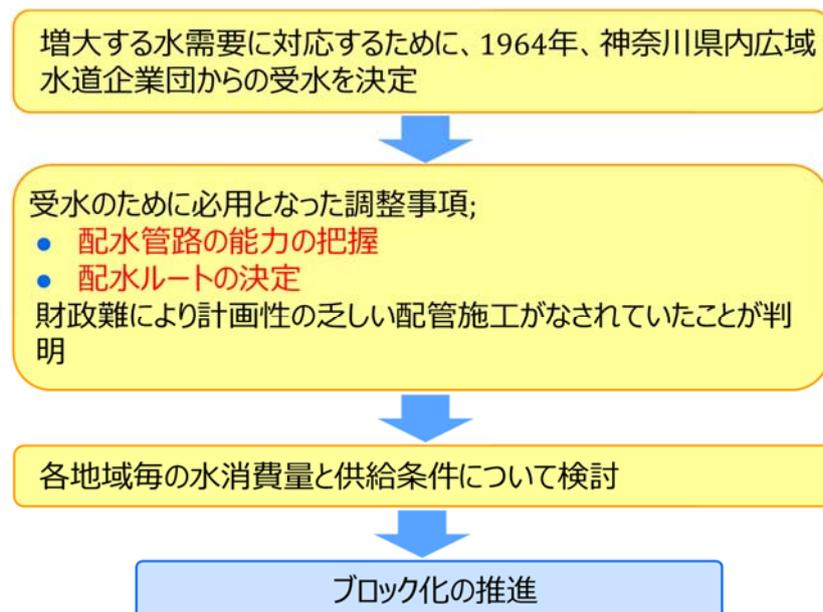


図3 横浜市ブロック化への経緯

³ 神林智博氏

企業団からの受水を利用して供給量を増やすためには、このような状況を打開し、配水管路の能力の把握、配水ルートの設定が必要であった。そこで、町ごとの使用水量や配水実態の一斉調査を行ったところ、ばらつきの大きい配水の状況が判明した。

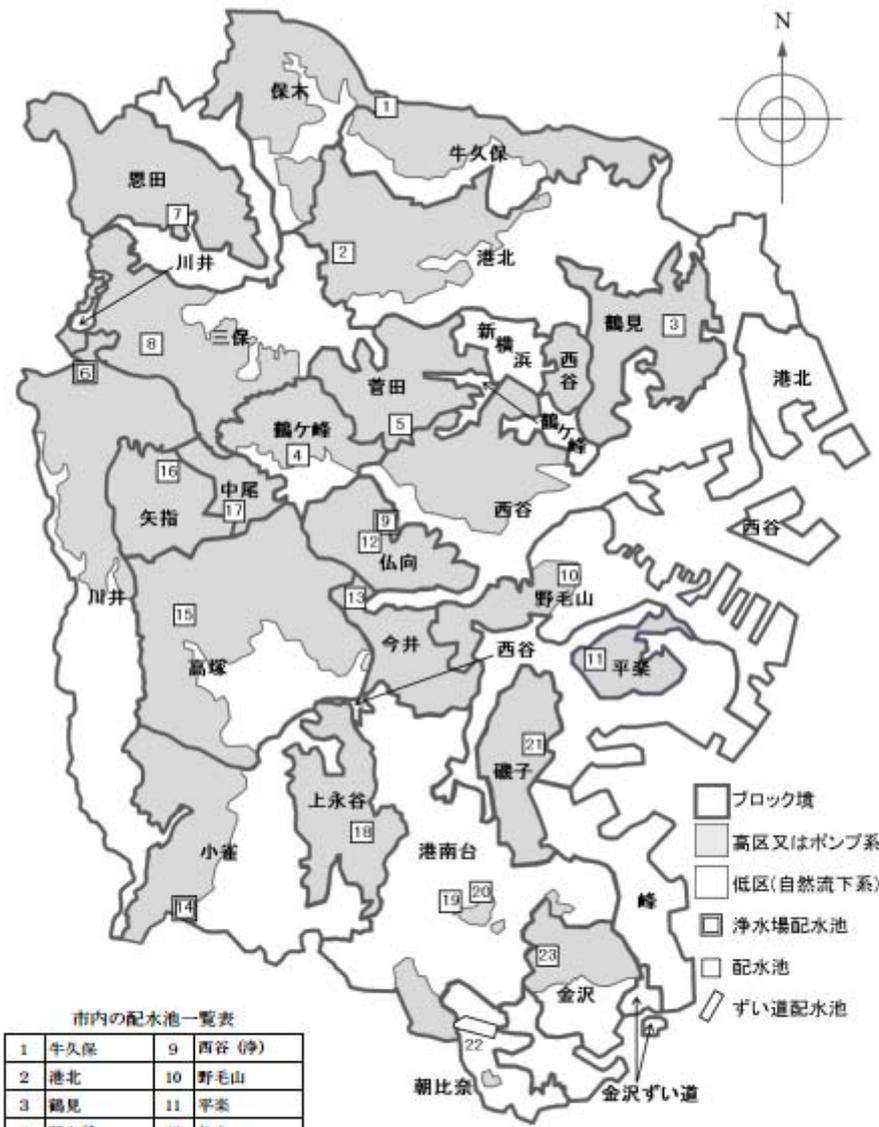
このような状況を改善するための方策として考え出されたのが、ブロック化であった。配水池の給水区域をそれぞれ大ブロックとし、ポンプ系統に基づく高区と自然流下による低区を整理した。また、地盤高や給水戸数を勘案し、給水圧を一定の範囲内に収めるとともに、ブロック内の給水人口も一定の範囲内に収めて管理しやすくした最小単位を小ブロックとした。それらを制御するための電算機システムの開発導入も図った⁴。

当時のブロック化の目標は、次のとおりである。

- ① 企業団からの受水量を市内に適切に配分できるよう送配水管網を拡張、整備すること。
- ② 急増する給水量に対応する配水池を建設すること。
- ③ ポンプ場を新設するとともに既設ポンプ場を統廃合し、併せて加圧ポンプ地区及び自然流下地区の設定を行い、配水系統を明確にすること。
- ④ 水道施設管理センターを設置し、電子計算機の導入による集中管理を行うこと。

局内には、大幅な水道料金値上げにつながることから、従来の配管にこだわる抵抗もあったが、管路事故時の復旧遅れやクロスコネクション（誤接続）等の問題解決に不可欠であることを粘り強く説得して、一步一步実現していった。

⁴ 横浜市水道局『横浜水道百年の歩み』（1987年）p.735



市内の配水池一覧表

1 牛久保	9 西谷 (浄)			(企) 保木
2 港北	10 野毛山			(企) 矢指
3 鶴見	11 平楽			(企) 朝比奈
4 鶴ヶ峰	12 仏向			
5 菅田	13 今井	17 中尾		
6 川井 (浄)	14 小雀 (浄)	18 上永谷	21 磯子	
7 恩田	15 高塚	19 港南台	22 金沢ずい道	
8 三保	16 矢指	20 峰	23 金沢	

(浄)：浄水場配水池

出典：横浜市水道局「平成 27 年度水道事業概要」
<http://www.city.yokohama.lg.jp/suidou/kyoku/suidoujigyo/jigyogaiyou.html>

図 4 横浜市の配水ブロックシステム

(2) ブロック化の効果

ブロックシステムの導入により、配水状況の的確な把握や、事故発生時の断水時間の大幅な短縮など、配水管の管理水準は向上した。

地盤のレベルに配慮したブロック化によって適正水圧保持のための減圧・増圧のコントロールが容易になった。ブロック内の配水量を流量計・バルブ等で操作して適正配分できるようになり、バルブを閉めることによって事故や修理時の影響を小ブロック内に限定することが可能になった。さらに、高度なマッピングシステムによる管網情報の整理によって、小ブロックごとの状況に合わせた高度な管理ができるようになった。

ブロックシステムの導入と、これと同時に推進された管路情報の整備、さらに早期に整備された高度なマッピングシステムによる管網情報の管理により、配水管の事故時の対応能力、さらには管路システムの改良、日常の維持管理性は飛躍的に向上した。

このような取り組みにより、様々な原因によって水源や配水管網に事故が生じた場合においても、早期の復旧を可能とし、断水時間を短くすることに成功している。例えば、1986年（昭和61年）の大雪による高圧線転倒（停電）によって引き起こされた大規模断水の際には、ブロック化の効果により、最短の時間で復旧することができた。

また、ブロック化前の膨大な管路や配水池等の施設に流量計等の計測機器を大量に設置することはコスト高となり困難であるが、ブロック化を行うことにより、必要な場所に少ない計測機器によって水道システム全体の配水状況を把握することができるようになった。

4. (事例2) 福岡市のブロック化

福岡市は、人口約150万人、管路延長約4千kmの地方中核都市である。福岡市のブロック化は、大渇水の経験を踏まえて、各浄水場系統の配水本管の連絡と電動調整弁の遠隔操作による各浄水場間の配水融通、ブロック単位での漏水把握に主眼を置いたことが特徴である。このブロック化により、水圧調整による漏水量の抑制と効率的な水運用が実現している。

(1) ブロック化が目指された背景

福岡市では、1978年(昭和53年)の大渇水を契機に、「地形的な高低差に影響されない市内全域に対する公平な蛇口からの給水」、「水源の多系統化による浄水場毎に異なった水源状況への対応」を目的とした配水調整事業に着手し、1981年(昭和56年)に水管理センターを設立した。

福岡市は、もとより水資源に乏しく渇水の被害を受けやすい都市であったが、1978年(昭和53年)の大渇水を契機に、水資源開発だけでなく、配水管網の面からも節水型都市をめざした取組を行うこととなった。大渇水時の287日間にわたる長い給水制限の中で、弁操作等の配水調整作業に要した人員は延べ3万2,400人に達し、多大な労力を費やし、かつ、断水や出水不良地域の多発等の問題を引き起こした。この苦い経験から配水調整作業を的確かつ迅速に、さらに省力化するために、節水型都市づくりの一環として、配水調整システムの導入を計画したものである。1979年、1980年(昭和54、55年)の2か年事業で、1981年(昭和56年)に水管理センターの運用開始とともに稼働している。



写真1 1978年(昭和53年)の大渇水で出動した給水車



写真2 1978年（昭和53年）の異常小雨で干上がったダム

適正な配水調整を行うには、給水区域のブロック化が必要不可欠であるとの認識の下に、既設管網に対して配水連絡管や枝管等を補充整備し、市内の全給水区域を各浄水場の配水池及び下原配水池の6配水池を配水基地として、大きく20ブロックに区分した。区分に際しては、配水幹線による配水系統別エリア、地盤の高低差、幹線道路、河川、軌道及び都市計画における用途地域の区分等が考慮された。ブロック数は最初計画では給水戸数割で50程度となる計画であったが、最終的には地形的な連続性や高低差に応じて分割され、その後1ブロック追加されて最終的には21ブロックとなった。

また、各配水幹線及び各ブロックの注入点123か所に電動調整弁、各要所の99か所に水圧計、47か所に流量計を設置し、水管理センターからテレコン⁵、テレメータ装置によってこれらの計器類を監視、制御できるようにした⁶。

水管理センターの目的は、①各浄水場間の流量調整と相互融通、②水圧調整による漏水量の抑制、③センターからの遠隔操作による渇水時における弁操作の省力化、④センターでの給水地域の常時監視による配水管異常時の早期発見と遠隔操作による早期対応、⑤情報の収集・分析による効率的な水運用である。水管理センターのこれらの機能によって、①多系統化した水源の各々の状況に応じて各浄水場間の配水融通により水資源を有効活用すること、②給水制限時に高台や配水末端地区の水が出ず不公平感が市民の不満を高めた経験から地形的な高低差に影響されない市内全域に対する公平な給水を実現すること、③水圧や流量の常時監視により大規模な漏水の発見を迅速に行うこと等が可能となった。その後水需要に伴う配水管整備に応じて電動調整弁等も増加しており、2016年（平成28年）現在、電動調整弁は180か所、水圧計は124か所、流量計は83か所に増加している。

⁵ 制御信号（電気信号）を電波に変換し、離れた場所に制御信号（電気信号）を伝える装置

⁶ 福岡市水道局『福岡市水道70年史』（1994年）p.202、203

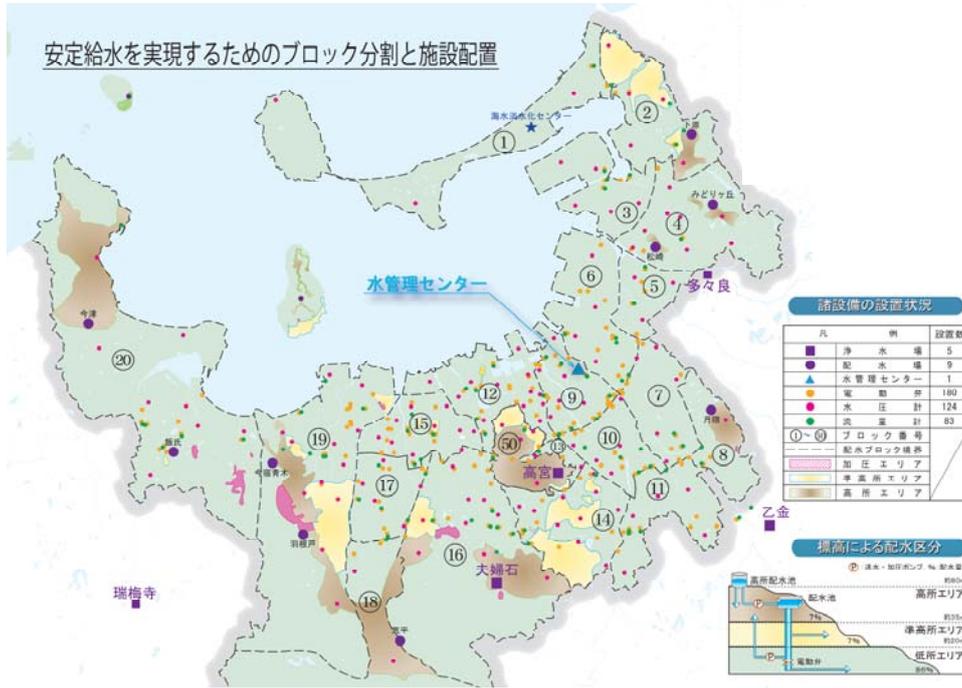


図5 福岡市の21ブロック

電動調整弁の開閉は、オペレーターが手動で遠隔操作しており、水圧や流量の異常と同様に、電動調整弁の故障も警報で検知できるようになっている。刻一刻と変化する水需要に応じて随時電動調整弁を操作しているので故障はしにくく、年間点検も実施している。このように、配水調整作業を電動化しても配水管理は熟練したオペレーターが経験から得られるノウハウに基づいて行っており、引き続き配水管理ができる人材を育成することは重要である。



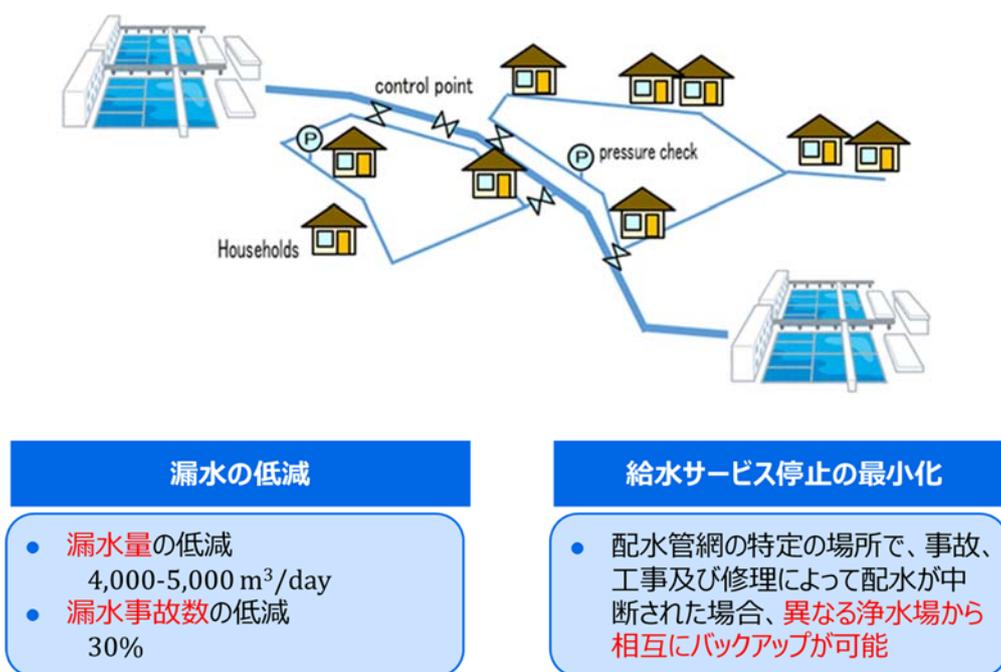
写真3 福岡市水管理センター 2016年（平成28年）4月19日撮影

(2) ブロック化の効果

福岡市では、ブロック化により水圧調整による余剰水圧の抑制ができるようになり、漏水の減少による節水効果があった。

各浄水場の日計画配水量に基づき配水量を調整するとともに、過剰な水圧が管路にかからないようにブロックごとに細かく水圧調整することで、計算上、4,000~5,000m³/日の漏水削減による節水効果があった。また、漏水率については、水管理センターによる水圧調整以外の老朽配水管更新等の効果も含めて、センター建設前の1980年(昭和55年)には13%台であったものが、2014年(平成26年)には2.3%へ削減することができた。水圧調整の効果により、漏水発生件数は30%ほど減少している。

1994年(平成6年)の渇水時には、各浄水場間の配水融通により、水資源の有効活用が可能となり、断水や水圧低下等の出水不良を発生させずに給水を行うことができた。仕切弁等の弁操作もこれまでの半分の人数での対応が可能となった。大雨による浄水場からの配水停止の際には、水管理センターによる浄水場間の配水融通により、断水を回避することができた。このように、事故時や基幹管路工事の際に、他系統からの配水の融通を可能にするこの効果も大きかった。



漏水の低減

- 漏水量の低減
4,000-5,000 m³/day
- 漏水事故数の低減
30%

給水サービス停止の最小化

- 配水管網の特定の場所で、事故、工事及び修理によって配水が中断された場合、異なる浄水場から相互にバックアップが可能

図6 福岡市におけるブロック化の効果

講師の方へ：

福岡市は、大規模な渇水を経験して、配水のコントロールによって水資源不足に対応した事例である点に大きな特徴がありますが、並行して総合的な水源確保策をとっています。「事例2．水源確保：淀川水系、沖縄県、福岡市」もあわせてご覧ください。

5. 教訓

以上に述べた我が国の経験から、他国の参考となる以下の教訓が得られた。

- **(ブロック化)** 「ブロック化」は日本の特徴的な配水管理計画であり、①配水圧適正化、②異常を早期に発見するための流量計測、③管路の損傷箇所の特定の容易化、④配水ルート of 迅速な切替えとバックアップ供給等の効果がある。
- **(大ブロック・小ブロック)** 水源や浄水場間、配水区域間の水融通を目的とするような規模の大きなものは、大ブロックとされる。大ブロック内で配水管網の工事上の管理区域を念頭においた規模の小さなものを小ブロックとされる。これらは、断水の最小化に加え、災害に強い水道、水圧の均等化などのそれぞれの目的により整備されていったものである。
- **(横浜市の事例)** 横浜市のブロック化は、それまで体系的に整備されていなかった管路を抜本的に改め、電算システムと連動させて高度な管理を図ることが目的であった。このブロック化が、事故被害の特定の容易化と水融通によるバックアップに貢献した。
- **(福岡市の事例)** 福岡市のブロック化は、大渴水の経験を踏まえて、水源・配水池間の高度な連携と、遠隔弁操作による随時の配水融通、ブロック単位での漏水把握等が特徴である。このブロック化により、水圧調整による漏水量の抑制と効率的な水運用が実現された。ブロックシステムは監視・コントロールセンターや高度なマッピングシステムと合わさることで、漏水削減に効果的であった。
- **(地形的特徴)** 配水管の整備においては、地形的な特徴(水源や浄水場の配置を含む)等を踏まえた上で、ブロック化を行うことで、効率的な水運用を実現することが可能となる。