

II-27 浄水場の相互連絡について

札幌市水道局 正会員 平 賀 岑 吾
牧 野 勝 幸
正会員 金 谷 敬 一

1. はじめに

本市の水道普及率は昭和59年度現在96.4%に達し、市民生活並びに産業活動を支える都市の重要な基盤施設となっている。このような背景のもとで施設の安全性をどのように確保するかは、施設建設・維持管理の重要なポイントである。札幌市の水道は昭和12年の藻岩浄水場通水開始以来、6期にわたる拡張事業を施行し、昭和59年度からは第7期拡張事業を実施している。この事業は「安定・安全給水の確保」をテーマとして施設の整備拡充を行うものであり、人口増加に伴う量的充実の施策として、浄水場・配水池・配水管等の基幹施設を拡充するとともに、従来から実施してきている水道システムの質的向上を更に一步進める施策として、配水池容量の増強・原水池建設・震害対策（緊急貯水槽・緊急遮断弁）の推進・老朽管更生・ブロック配水システムの導入等を実施するものである。本市で以前から実施してきた安定・安全給水確保のための具体的施策は、①浄水場・配水池等基幹施設の分散化、②浄水処理過程における沈降傾斜板の採用、③DDCシステム・テレメータ設備を中心とした計装設備の充実、④ダクタイル鋳鉄管・S型耐震継手等の採用による配水管網整備、⑤チェックリスト・オペレーションマニュアル等による点検・整備の強化等である。しかし、まだまだ実施しなければならない安全策は数多い。

藻岩浄水場においても従来から老朽化した施設・設備の更新の際、各種の安全策を実施してきたが、このたび白川浄水場と藻岩浄水場との間に連絡管を布設し、これによって浄水場の安全性を一段と強化することができたので、その背景と概要について報告をしたい。

2. 藻岩浄水場における安全策（実施例）

2-1 水道施設の概要

札幌市の水道は市勢の発展とともに施設の整備拡充が進められ、昭和59年度では給水人口 1,449,300人・給水区域26,200ha・給水普及率96.4%・給水能力 685,200 m^3 /日・配水管延長 3,604kmとなっている。また、本市の浄水場は藻岩・白川・西野・宮町・定山溪の5つの浄水場で構成され、それぞれの施設概要は表-1および図-1に示すとおりである。

このうち藻岩浄水場は本市浄水場の中で最も古く、藻岩山麓標高68m地点に建設されており他の浄水場の中でも標高的に最も低い地点に位置している。取水は藻岩取水と山鼻取水の2系統であるが、いずれも豊平川表流水を北電藻岩ダムから取り入れ、藻岩発電所導水路（内径 3.4m・延長 10.36km・標準馬蹄形トンネル）を經由している。

藻岩取水は発電水槽から自然流下で91,300 m^3 を取水し、山鼻

表-1 浄水場施設概要

()内は将来数値

浄水場名	藻岩浄水場	白川浄水場	西野浄水場	宮町浄水場	定山溪浄水場
地盤高 (配水池LWL)	EL 68.32	EL 133.00	EL 127.40	EL 96.95	EL 327.53
水源の種別	豊平川表流水	豊平川表流水	発寒川表流水	星置川表流水	豊平川表流水
水利権	163,300 m^3 /日	520,000 m^3 /日 (840,000 m^3 /日)	16,200 m^3 /日	6,000 m^3 /日	10,000 m^3 /日
給水能力	155,000 m^3 /日	500,000 m^3 /日 (800,000 m^3 /日)	15,600 m^3 /日	5,600 m^3 /日	9,000 m^3 /日
浄水方式	凝集沈でん急速ろ過方式				
配水池容量	44,000 m^3 (64,000 m^3)	150,000 m^3 (240,000 m^3)	8,060 m^3	4,000 m^3	3,500 m^3
給水区域	市街中心部 地	市内周辺住宅 地	西野平和福井 地	手稲稲穂金山 地	定山溪地区

また、白川浄水場は本市最大の浄水場で、藻岩浄水場の上流に位置し、最新の施設・設備が導入された最も近代的な浄水場である。給水能力は現在 500,000 ㍓であるが、将来は 800,000 ㍓に施設増強する計画である。浄水場からは白川第 1 送水管（ ϕ 1,500mm-11km）と白川第 2 送

水管（ ϕ 1,800mm・ ϕ 1,650mm—20km）で平岸配水池（容量 120,000m³）と清田配水池（現在30,000m³，将来 120,000m³）にそれぞれ送水され，市内周辺の住宅地区を中心に給水が行われている。小規模浄水場としては，西野・宮町・定山溪の各浄水場がおもに高台地区の給水を行っている。

これらの施設・設備には種々の安全策が実施されており、その主要なものは次のとおりである。①浄水場配水池等の基幹施設は、給水需要に見合うよう約4年ごとに段階的に施設を建設し、5つの浄水場および岩・平岸・清田配水池の分散配置と、2条の送水管による施設の多系統化を図り、危険分散および保全作業を容易としている。また宮町等の小規模浄水場は、豊平川長期汚染事故および地震災害等における非常給確保施設としての機能を持たせている。②浄水場には沈降傾斜板を採用し、沈でん効率を高めることにより過池負荷の低減化・高濁処理の安定化を図っている。③DDCシステム・テレメータ設備を中心とし、計装設備を充実させ、計算機による浄水場の運転制御および各種データの情報処理を効率化するとともに、計装設備の信頼性を向上させ迅速かつ適確な施設の運転管理を可能としている。④ダクタイル鋳鉄管・S型手等の採用により、配管材料の耐久性を強化し、軟弱地盤や地震時の対応を強化している。⑤チェックリット・オペレーションマニュアル等による点検・整備方式を採用し、施設の運転管理をサービス管理とプロス管理に機能を分化するとともに、施設・設備の点検方法・異常の判断・運転操作方法等を標準化することによって、事故の未然防止と事故処理の迅速化を図っている。

水道施設安全策の1つとして、浄水場の相互連絡による方法がある。この相互連絡には、浄水場あるいは配水池の上流側に連絡管を布設する方法と、下流側の配水管の末端を連絡する方法がある。しかし、上流側の連絡管による方法は、浄水場の規模・標高差・連絡ルート等の各種条件が整うことが必要である。一方、下流側の配水管による連絡は配水調整と呼ばれる方法で、ある浄水場の給水区域と隣接する他の浄水場の給水区域とを部分的に変更することによって、浄水場の相互連絡を行うものである。この方法は、従来から給水区域内の給水量増加に対応する場合、あるいは水圧不足を改善する場合等の給水系統変更で実施されてきており、わずかの配水幹線布設とバルブ調整によって比較的容易に行える浄水場の相互連絡方法である。

藻岩浄水場の安全策として最初に行った浄水場の相互連絡は、白川系との配水調整による方法である。藻岩系と白川系とは、φ 500㎜～φ 700㎜の配水幹線が5ヵ所で連絡されており、標高差を考慮すれば手稻東

・琴似・幌北地区の3地区で配水調整が可能である。今までの実績では、手稲東地区と琴似地区の両地区を同時調整しており、昭和57年11月に16,500％・昭和59年2月に18,500％を配水調整した実績がある。

藻岩浄水場ではこの配水調整による安全策の他に、特に施設・設備の老朽化に対処するため、改修・更新等を次のように実施した。①創設時に布設した藻岩導水管を普通铸铁管からダクタイル铸铁管に布設替えし、また導水段渠を鋼管のベンストックに改修して導水管の更新を行った。②沈降傾斜板を採用し、浄水処理を安定化した。③ろ過池洗浄を高架水槽方式からポンプ洗浄方式に変更し、洗浄効率を高めた。④消石灰・塩素注入設備を改修し、薬品注入の効率化と貯蔵能力を増強した。⑤受電を2系統とし、バックアップとして自家発電機を設置した。⑥運転管理にDDCシステム・ITV等を導入し、計算機による集中監視体制を強化した。また、⑦原水水质監視は、水源パトロールを行うとともに、バイオアッセイ・オーダーモニター設備によるチェック等を採用した。

このように取水場および浄水場の施設・設備は、各種の安全策を取り込んで整備保全を行い、安全性の確保を図ってきている。しかし、浄

水場を長期間停止し整備保全しなければならない特殊な施設・設備、特に北電との共用施設である藻岩導水路については、十分な整備・保全ができず、導水路の老朽化が進行していた。このため藻岩浄水場では導水施設の安全性が強化されず、その対応策が最も強く望まれていた。

写真-1 藻岩浄水場DDCシステム



3. 藻岩導水路補修計画と川沿幹線布設計画

3-1 藻岩導水路補修計画

藻岩導水路（北電藻岩発電所導水路）は内径 3.4m・総延長 10.36kmの標準馬蹄形トンネルであり、藻岩ダムから自然流下で藻岩発電所発電用水 15.58％と藻岩浄水場水道用水を導水している。通水開始は昭和11年9月で、すでに50年もの年月が経過しようとしており、以前から補修工事の検討がなされていたが、藻岩浄水場は24時間運転で浄水を生産しなければならないから、取水停止が短時間しかできないことから、補修工事は短時間で終わる軽微なものに限られていた。

しかし、この程度の補修では導水路の老朽化を遅延させることは不可能で、万一導水路が決壊した場合の付近住宅街の被害、および藻岩浄水場の長期断水による社会的影響は測りしれないものであり、本格的な補修工事を実施しなければならない状況となっていた。このため、北電では導水路補修についての調査・検討を行い、3期にわたって鋼材補強と敷部修繕で全線を補修する導水路補修計画を策定した。今回の補修はその第1期分で、鋼材補強（1,035m）・敷部修繕（3,288m）・クラック補修（1,295m）・清掃点検（全線）を行う計画であった。補修期間は昭和59年10月～昭和60年2月の5ヵ月間にわたる長期間のものであり、この期間の藻岩浄水場の原水確保をどのように行うかが、今回の補修計画実施における最大の問題点であった。

3-2 川沿幹線布設計画

川沿幹線は、高区配水区である南の沢・川沿地区の配水幹線として布設を計画していた。南の沢・川沿地区は標高40～210m・面積 745haで、給水人口と1日最大給水量との計画は、①昭和56年度42,910人・16,430％、②昭和70年度58,230人・26,210％であり、給水需要の増加に対応するため、硬石山配水池（10,000㎡）建設と川沿幹線布設が検討されていた。川沿幹線布設の当初計画は、昭和58年度φ 700mm—2,250m・

この幹線は、白川第2送水管硬石山水管橋の手前（白川浄水場から3,550mの地点）で分岐し、硬石山配水池を経由して川沿地区の給水を行うものであり、布設ルートはその殆どが国道230号線で、ルートの大部分が築山・谷間にあった。すなわち、布設距離を延長し、管径を増径させて山鼻取水場の山鼻導水管に連絡すれば、白川浄水場の水のある程度藻岩浄水場へ導くことができると思慮さ

4. 藻岩浄水場の原水確保

大規模浄水場である白川浄水場が藻岩浄水場の上流側に位置しており、連絡管の布設によって藻岩浄水場への送水が自然流下で行えることから、その送水可能量について検討を行った。白川浄水場は昭和58年に2系浄水場が完成し、給水能力 500,000㎥に施設増強したばかりであり、導水路補修が計画されている昭和59年の冬期間は、時期的に 116,000㎥の給水能力の余裕が生じるものと予測され、藻岩浄水場の1日平均給水量が約 120,000㎥であることから、水量的には概ね白川浄水場の給水能力でカバーできることが明らかとなった。しかし、将来的（昭和70年）には白川浄水場の給水能力が 800,000㎥に拡張され、負荷率を80%とすると1日平均給水量は 640,000㎥となることから、平均では 160,000㎥の送水が確保できるものと思慮された。

藻岩浄水場の給水量は、最大 155,000㎥・平均 124,000㎥であるが、藻岩導水路補修工事期間中の給水量は 120,000㎥と推計された。このうち20,000㎥の給水量は配水調整によって白川系とすることが可能であり、これによって藻岩浄水場では 100,000㎥の原水を確保しなければならないこととなった。このため、次のような種々の原水確保対策案が検討された。①導水路内に仮配管し原水を導水する案は、必要水量を確保する仮配管の管径が大きくなり、本来の目的である導水路補修工事の支障となって補修工事が長期化する。②豊平川本流の山鼻地点に仮ポンプ場を建設し原水を導水する案、あるいは新たに新設導水路を布設する案等もあったが、いずれも施設建設費が膨大で施工性や施設の信頼性も劣り、補修後の有効利用も難しかった。また将来にわたって導水路補修工事が継続的に行われる場合、その対応策は恒久的で信頼性の高い対策が要求されること等から、これらの案は見送られた。

— 294 —

量が増加するため、30,000%の水量が不足すると見込まれた。この不足水量については北電で対応することとし、導水路内の仮配管設備によって原水を確保した。この原水確保策は導水路の補修区間を仮締切壁で仕切り、補修区間外に湛水された原水を、補修区間内に配管されたφ 300mm-2条の導水管に水中ポンプで圧送するものであった。

このように、藻岩導水路補修における藻岩浄水場の原水は、①配水調整による給水区域の変更、②浄水場連絡管の布設による送水、③導水路内仮配管設備による導水、の3つの対策で確保し、川沿幹線は配水幹線と浄水場連絡管の機能を有した幹線となった。

5. 藻岩浄水場連絡管の布設

藻岩浄水場への連絡管である川沿幹線の布設工事は、国道230号線をメインルートとし、全長7,400mを28工区に分割して、昭和56～59年度の4ヵ年にわたって行われた。布設管は、φ 1,200mm-4,600mmとφ 900mm-2,800mmであり、総事業費43億円を投入しての工事であった。布設ルートが国道230号線以外にない、埋設物が輻輳していることから布設位置は国道の歩道緑石下とした。また、交通量が多いことから開削工法は困難であり、下水道用推進管(φ 1,650mm・φ 1,350mm)を鞘管とする連続推進工法を採用した。

布設工事は、立坑を100～150m間隔に設置し、玉石(平均径20cm)混じり砂礫土の盛土内推進であった。このため各工区とも崩落が相次ぎ、薬液注入で地盤改良しなければならなかった。また南の沢川および北の沢川の横断は岩盤内推進となり、機械掘削機(ロードヘッダ型掘削機と開放型油圧ブレイカ・バケット付掘削機の併用)による施工であった。さらに、水枯れ・車道部のクラック発生・営業補償・他工事関係との工程調整等の各種の問題が発生し布設工事は難航したが、工期を変更することなく計画どおり布設が完了した。

また、流量制御設備はキャビテーションの発生を防ぐため、硬石山配水池にスリーブ弁(φ 600mm)と、山鼻導水管接続手前にロート弁(φ 600mm)を採用した。ロート弁は微調整用の調節弁として、藻岩浄水場の管理室からテレメータ設備による遠隔制御ができるものとした。

この川沿幹線の布設完了によって藻岩浄水場の原水確保対策が確立し、藻岩導水路補修工事が開始された。補修期間中は、藻岩浄水場の原水確保および導水路補修工事とも順調に進捗し、計画どおり第1期分の補修を完了することができた。

6. 藻岩浄水場安全性の向上

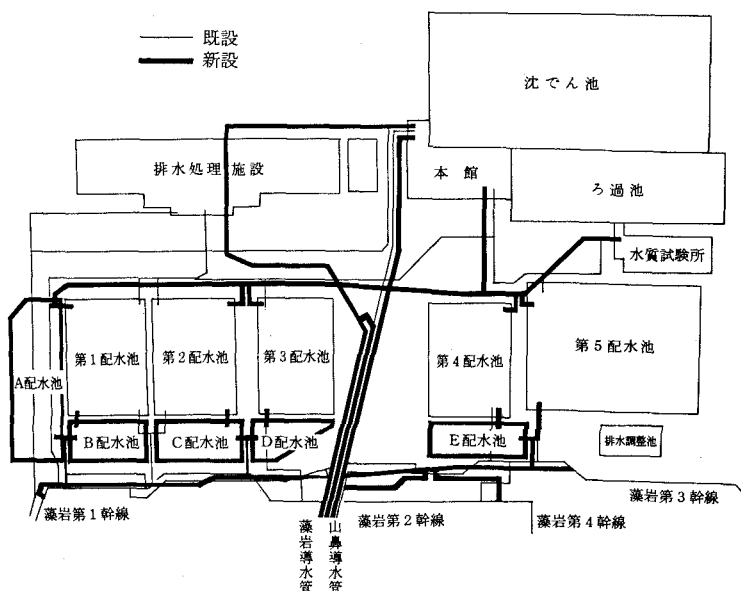
川沿幹線の布設は上流側での浄水場連絡であり、事故や異常に対しては施設の2重化にも等しいほどの安全策であった。特に藻岩浄水場のような稼働年数が長く、施設・設備の老朽化が進行する浄水場では、浄水処理に影響をあたえることなく補修・更新等の作業が行えることは、安定・安全給水確保にとって極めて重要なことである。藻岩浄水場ではこの連絡管布設によって、これまで困難とされていた新たな安全策の実施が可能となり、さらなる安全性の強化が進められることとなった。これらの主な具体例を示すと次のとおりである。

写真-2 川沿幹線布設工事



①藻岩浄水場の安全策において最大の問題点となっていた藻岩導水路を補修し、その安全性を確保するとともに今後の補修作業を可能とした。②藻岩取水場および山鼻取水場の改修工事を実施し、取水場の事故に対するバックアップを図ることができた。③創設時に布設された藻岩第1幹線(φ1,000mm)の安全性を向上させる管更生(パイプインパイプ)工事が、減断水することなく施工できるようになった。④配水池増設工事が実施可能となり、浄水処理の安定化が図られる。⑤幅狭っていた配水池流入・流出管の整理統合により、維持管理を容易にできる。

図-3 藻岩浄水場配置図



7. おわりに

浄水場の相互連絡と安全性の確保について述べてきたが、水道施設の安全性確保には都市の特性に適した施策を適切な時期に実施することが重要である。今回実施した藻岩浄水場の連絡管布設による安全確保策は、これらの条件に適合し、積極的に押し進められたものである。現在、本市においては、このような有効な安全策を実施すべく都市特性を考慮し、①白川浄水場の浄水池容量増強による浄水処理の安定化、②定山溪浄水場の原水池建設による原水水質の均一化と安定処理、③ブロック配水・配水情報管理システム等の充実による効率的な配水システムの確立、④緊急貯水槽・緊急遮断弁設置等による非常給水の確保、⑤パイプインパイプ等の老朽管の更生および布設替えによる配水管網の強化、等の安全策を計画している。これらの安全策は水道施設の質的向上につながるものであり、今後ともこれら安全策の適正な実施に努め、安定・安全給水確保の推進を図っていきたい。

〈参考文献〉

1. 岡本成之, 平賀岑吾, 佐々木春代; 札幌市の水道施設における計装について
土木学会北海道支部研究発表会論文報告集, 1983
2. 田沢紀陽, 山本雅裕, 萩原民雄; 藻岩浄水場改修に伴う計装設備について
第34回全国水道研究発表会講演集, 1983
3. 岡本成之, 平賀岑吾, 佐々木春代; 水道施設の水力発電について
土木学会北海道支部研究発表会論文報告集, 1984
4. 沖登喜男, 行方 彰, 吉田 功; 大規模配水区の配水調整について
第36回全国水道研究発表会講演集, 1985
5. 盛田裕一, 佐々木喜一, 藤懸 武; 水質汚染事故とその対策
第36回全国水道研究発表会講演集, 1985