

II—33 既存配水池の機能向上策について

札幌市水道局 正会員 野島 廣紀
相原 貞雄
正会員 五十嵐 寛

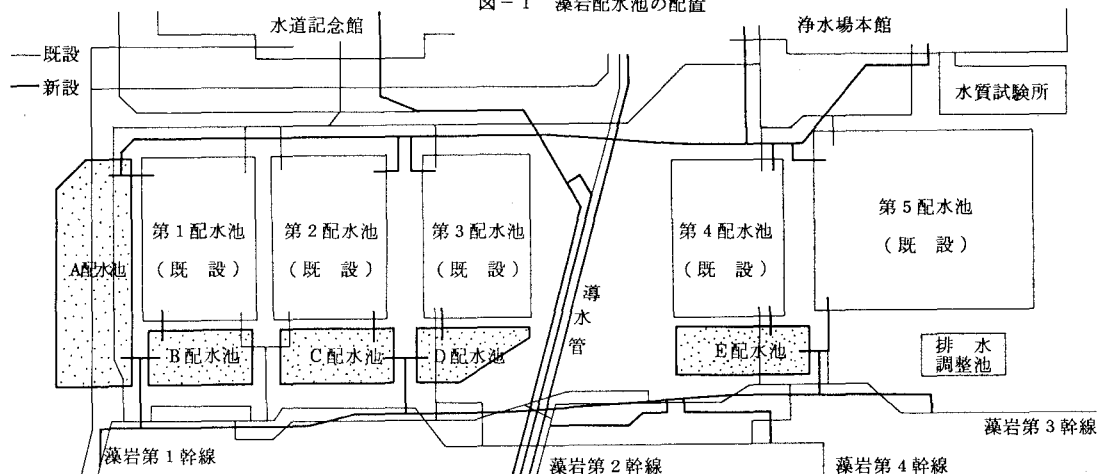
1. はじめに

札幌市の水道は、昭和12年の創設である藻岩浄水場に始まり、約半世紀を経過することになる。創設時には給水人口 220,000人に対し、35,800%の処理能力で給水を開始したのであるが、以来6期にわたる拡張事業を実施し、昭和59年度からは第7期拡張事業を「水源の確保」と「安全、安定給水の確保」をテーマにライフライン構想を前面に打ち出し、事業の推進にあたっている。創設当時、豊富な地下水に恵まれた市民が容易に水道になじめなかったことに比べ、現在では、本市の人口は、ほぼ長期計画に沿った増加をみせており、水需要も増加率の鈍化が見られるものの、総体的には着実な伸びを示している。このため昭和60年度現在、給水普及率が97%に達してもなお量的な充実の方策が求められている。したがって、安全、安定給水を確保する上で必須条件である水源の確保に加えて、取水、浄水、配水等の諸施設の新増設を行わなければならないのである。本市においては、これら諸施設拡充のため段階的に整備を行う方針であり、高普及時代を迎えて量的かつ質的な向上をも含め諸施策に着手したのである。つまり、安全、安定給水を維持するため、災害や事故に強い施設づくりとシステムの確立を図ることを主眼に、①既存配水池の容量増強、②原水池の建設、震害対策の推進、③老朽管の更生、④ブロック配水システムの導入等の具体的な施策をかけた第7期拡張事業はスタートしたのである。この施策の一環として、創設浄水場である藻岩浄水場の既存配水池の改修ならびに容量増強工事に着手し、浄水貯留施設の増強と適正配置を行うことにより、安定度の高い給水システムの確立を目指した。これら一連の事業が昭和61年度末をもって概ね完成するので、既存配水池の機能向上策を主眼として、札幌市が推し進めている安全、安定給水確保の施策の一端を紹介したい。

2. 藻岩配水池の現況と問題点

藻岩配水池は昭和12年の藻岩浄水場通水以来、第2期拡張事業終了時（昭和41年度）までに5池築造されており、配水池容量は44,000 m^3 を有するに至っている。藻岩配水池の配置の現況は、図-1に示す通りである。また、藻岩配水池の各池の容量等の概要は、表-1に示す通りとなっている。段階的に建設した配水池は、建設以来20～50年を経過し施設全般が老朽化していく中で、運転管理上、次のような問題が生じている。

図-1 藻岩配水池の配置



(1). 配水池の低水位は、流出管のラップ口の位置の関係から、各池毎に異なっている。このため、配水池の管理が低水位が最も高い池によって有効水位が決定されるので、池容量を有効に使用出来ない状況にある。

(2). 流入管の管径が小さいため（ $\phi 800\text{mm} \sim \phi 700\text{mm} \sim \phi 600\text{mm}$ ）損失水頭が大きくなり、各池に水位差が生じている。そのため弁開度による調整を行っているが、水位差の解消は難しく、さらに高水位が各池において一致していないので池容量を有効に使用できない。

(3). 流出管が幅狭し、流出弁や各幹線の流量計も多く散在しているため維持管理が繁雑であり、運転管理上適切でない。

(4). 流入、流出管には昭和9年製造の普通铸铁管が使用されているため強度的に不安があり、かつ老朽化が進行している。また、弁類も同様に老朽化しており、開閉出来ないものや開度が不明なものなどがある。

表－1. 藻岩配水池の概要

配水池 番 号	建設 年度	現 況 （ 実 質 ）			計 画				
		既			設		新 設		
		水表面積 (m^2)	水 深 (m)	容 量 (m^3)	水 深 (m)	容 量 (m^3)	水表面積 (m^2)	水 深 (m)	容 量 (m^3)
(A)							1,520	5.25	8,000
1 (B)	昭12	1,424	3.22	4,580	5.20	6,775	495	5.25	2,600
2 (C)	昭12	1,424	3.22	4,580	5.20	6,775	495	5.25	2,600
3 (D)	昭30	1,342	3.47	4,650	5.30	6,775	380	5.25	2,000
4 (E)	昭34	1,349	3.485	4,700	5.30	6,775	535	5.25	2,800
5	昭41	3,273	4.67	15,200	5.30	16,900			
容 量 小 計				33,710		44,000			18,000
容 量 計									62,000

3. 既存配水池の機能向上策

前述の問題点の解決と容量増強の必要性から、藻岩浄水場において以下に述べる機能向上策を実施することにした。

3－1. 容量増強策

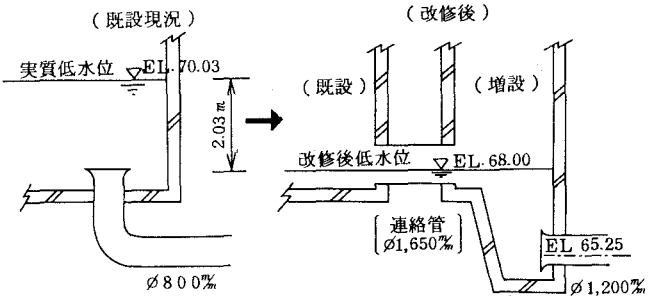
(1). 配水池は、主として給水量の時間変動を調整し浄水量の急激な変化を避ける機能を有するものであり、水道施設設計指針・解説でも、その容量として計画1日最大給水量の8～12時間分が標準とされ、最低でも6時間分が必要であるとされている。ところが、藻岩配水池の現在の総容量は44,000 m^3 （実質は、有効水深の関係から33,710 m^3 ）である。この容量は、藻岩浄水場の処理能力 155,000 t に対し 6.8時間分（実質 5.2時間分）にすぎない。配水施設の事故は、直ちに広範囲な減断水などの重大な結果を生ずるため、配水池容量は前述の機能のほか、万一の事故にも対応出来るものでなければならない。したがって、藻岩配水池においても、配水池容量は標準時間分確保することが必要であり、第7期拡張事業では先ず10時間分を目標として安全かつ安定給水を図ることとした。このため5池を増設して配水池容量18,000 m^3 の増量を行うほか、既設5池の改修により実質10,290 m^3 を増量し総容量62,000 m^3 を確保する。

(2). 既設配水池改修時には、その配水池は運転停止となることから、現配水池容量が減少するため、あらかじめバックアップ用の配水池を建設すると共に浄水場の処理水量を減少させ対応することとした。この配水池の通水後既設配水池を改修することとし、浄水場内の利用出来る空きスペースと地盤高等を考慮し、増量する配水池の配置を図－1の通り決定した。増量する配水池はそれぞれ既設配水池の流出部をも兼ねた構造であり、その容量は表－1に示した通りである。

(3) 既設配水池はその流出部が、ラップ口となっており、そのため吸い込みの際、渦を発生するこもある
ので低水位を高くする必要があり水深を有効に使用出来ない状況にある。そこで深い流出ピットを新設し、
流出管のレベルを下げる必要がある。しかし、既設配水池に直接流出ピットを新設し、流出管を布設替える
ことは、構造上から不利であり、施工上からも無理であることから、容量増強のために増設される配水池
に流出ピットを設け、既設配水池と連絡管（ $\phi 1,650\text{mm}$ 、ダクトイル鋳鉄管）によって繋ぐ構造とする。こ
のため増量する配水池の階高は高くなり、この高くなった部分の中間に継ぎばりを設けていることが、構
造的な特徴となっている。このことにより、既設配水池の計画水深を有効に使用し実質容量の増加を図る。

(図-2 参照)

図-2 流出部の改修



3-2. 流入、流出管の整理統合

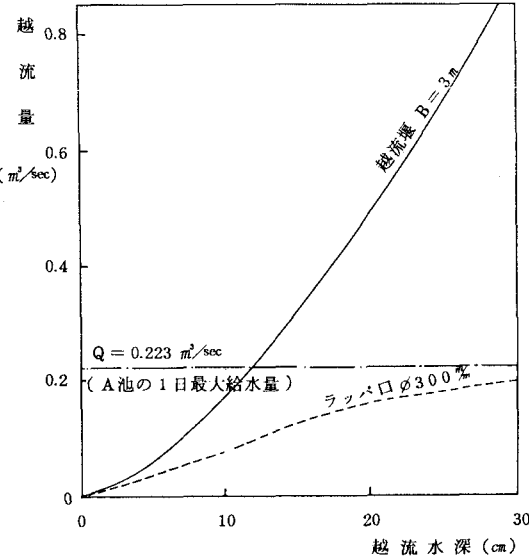
(1) 既設流入、流出管は管内面がコー
ルタル塗装されただけで、水道水と接
触する面の防錆効果が期待出来ない。本
市における過去の調査結果の傾向からも
多くの錆び瘤が発生し、管体を腐食させ
ているために管の強度を低下せしめ、さ
らには通水能力を低下させている状況に
あり、かつ管径が小さく水位差が生じや
すいため、 $\phi 1,200\text{mm}$ 、ダクトイル鋳鉄管に布設替えることにより整理統合を図る。流入弁室は3ヶ所に
集約することにより、弁の保護および維持管理を容易にする。各池の流量配分を水表面積によって水位計算
したが、各池の水位差は10cm程度となり運転上支障はないと判断される。

(2) 既設流出管は4系統の配水幹線と接続されているが、各池の連絡管を兼ねており、また布設年度が異
なることからかなり輻輳している。このため新設流出管は $\phi 1,200\text{mm}$ 、ダクトイル鋳鉄管1条に布設替える
ことにより整理統合し、流出弁室も4ヶ所に集約する。水位計算の結果では、流出管による各池の水位差
は、最大でも10cm程度であり運転上支障はないと判断される。

3-3. 越流能力の向上

配水池の越流装置は、ラップ口を用いることが多い。
しかし、ラップ口の口径については、明確な基準はな
く、通常、排水先に接続される排水管の管径を参考に
して恣意的に決定されることになる。増設配水池にお
いては、越流量を排水管の管径に制約されることなく
決定出来るように、越流装置として躯体と一体のRC造
の堰を設けることにした。これは、ラップ口の場合よ
りもかなり大きな越流幅が実現でき、越流時におい
ても越流水深を小さく出来るという長所を有するからで
ある。例えば、A配水池においては排水管の管径は
 $\phi 300\text{mm}$ であり、堰幅は3mである。この越流堰と
 $\phi 300\text{mm}$ のラップ口の場合について越流能力を比較
すると図-3の示す通りである。A池の1日最大給水
量 $0.223\text{m}^3/\text{sec}$ を越流させるためには、 $\phi 300\text{mm}$ のラ
ップ口の場合に30cm以上の越流水深が必要であるの
に対し、越流堰では12cmでよく越流堰の方がはるかに能
力大きいことが明らかである。

図-3 越流量の比較



4. 藻岩配水池の建設と改修工事の施工

4-1. 施工上での制約条件

基本計画に基づいた配水池の建設および改修工事の施工に際し施工上での基本的な制約条件として、次の3点が挙げられる。

- (1). 既存浄水場の限られた敷地内で全ての施工を行わなければならない。
- (2). 既存浄水場の通常の運転管理に支障をきたしたり、既存施設に損傷を与えてはならない。
- (3). 工事を原因とする減断水および濁水等の発生により、給配水に支障をきたし市民に損害を与えてはならない。

4-2. 工事の実施状況、問題点とそれに対する施策

(1). 藻岩浄水場のように既に半世紀を経た浄水場は、稼働年数が長く、諸施設の老朽化ならびに複雑化が進行しているが、このような中で、上記の制約条件を満たしながら施工しなければならないのは、当然のことながらも非常に厳しいものがある。即ち、藻岩浄水場の建設位置が札幌市内を一望出来る高台の傾斜地に位置していることから、本館への進入路の勾配が急なこと、幅員が狭いこと、敷地内にはほぼ満度に近く諸施設が配置されていること等である。このような状況のもとで工事を施工するにあたり、先ず問題になったのが工事用スペースが限られ、非常に狭いことであった。それに加え流入、流出管の整理統合を先行しなければならず、施工が難しいものとなったのである。3ケ年にわたる一連の工事の施工順序、配水池容量とその運用状況は表-2に示す通りである。この表からわかるように、現配水池容量の減少を避けるため、1池通水後でなければ次の配水池工事に着手することは出来なかった。そのため、その都度水の流れ、流量の変更による配水幹線への影響を考慮しながら、一連の通水作業をするという手順を繰り返さなければならなかった。次の工事が発注されたにもかかわらず前の工事の通水が遅れ、工期を変更したケースもあった。

(2). 掘削にあたっては、増設配水池の位置、地盤高、用地の関係から出来る限り土を残すように配慮はしたものの、既設配水池の壁面が完全に露出することになった。このため、壁面に作用していた土圧が一時的に取り除かれることから、構造物の強度の面で不安があったが、掘削の時期、水抜き等の時期等の調整を図りながら問題なく施工を終えた。また、稼働している施設と相対しながらその機能を停止させることなく、一連の配水池関連工事を遂行することは、施工側の配慮は勿論のこと、維持管理する側の3ケ年もの長期にわたる理解と協力がなければ成りうるものではない。

(3). 流入、流出管の掘削、布設作業にあたっては、埋設当時の記録が不十分なため、位置、深さ等が把握出来ない既設の配水管やケーブル等の支障物件をかわしながらの作業で、その進捗は思うにまかせなかった。それに加えて既設流入、流出管を通水させながら施工しなければならないという極めて限られたスペースの中での施工となったため工法については事前に十分検討を重ねた。その結果、開削工法と推進工法の併用となったが、工程上埋め戻しの時期が冬期間にまたがり、春先の融雪時の掘削路の手直し等にも時間と労力が費やされた。

(4). 藻岩配水池の流出管は札幌市内中央部への配水幹線に接続されており、一時も減断水は許されない。しかも、一池完成ごとに順次新設流出管と既設配水幹線とを接続し、即通水しなければならないことから、本工事においては各接続箇所にてIPDC（インサートリングプラグ付割T字管）の採用を決定した。この採用に踏み切ったのは次の条件を満足するものと判断されたからである。

- (I) 不断水で接続および切り替えが短時間で完了すること。
- (II) 水の流れがスムーズで、濁水等の発生がないこと。
- (III) 経済性に優れ、施工性の良いこと。
- (IV) 構造が簡単で維持管理し易く、耐久性に富むこと。

工事は、大きな管径の作業にもかかわらず、予定通りの時間内で、何のトラブルもなく通水まで完了できたのである。

表-2 施工順序と配水池容量とその運用状況

	昭和59年度			昭和60年度												昭和61年度					昭和62年度	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5						
配水池容量 増強工事	A池 (3,000㎡) B, C池 (2,600㎡×2) D池 (2,000㎡) E池 (2,800㎡)																					
	φ1200布設 φ900 φ1200 φ900 φ1200, φ1650布設 φ900 φ900 φ1200 φ900 φ1200 φ900 φ900 φ900 φ900 φ900 φ900																					
管	φ1200布設 φ900 φ1200 φ900 φ1200 φ900 φ1200 φ900 φ1200 φ900 φ1200 φ900 φ1200 φ900 φ1200 φ900 φ1200																					
路	φ1200布設 φ900 φ1200 φ900 φ1200 φ900 φ1200 φ900 φ1200 φ900 φ1200 φ900 φ1200 φ900 φ1200 φ900 φ1200																					
整	仮設流入管φ600 φ600 φ1200 φ900 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000																					
備	既設流入管φ600 φ600 φ1200 φ900 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000																					
工	既設第四幹線 φ600 φ1200 φ900 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000																					
事	既設第一幹線 φ600 φ1200 φ900 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000 φ1000																					
清掃補修	第3池清掃補修 第1,2池清掃補修 第4,5池清掃補修																					
配水池 断水・通水	A池通水 第3池断水 B, C池通水 第1,2池通水 D池通水 第3池通水 第1,2池断水 B, C池断水 第4,5池断水 E池通水 全池通水																					
配水池容量	33,710㎡ 37,060㎡ 34,550㎡ 35,520㎡ 52,420㎡ 62,000㎡																					

(5) 既設配水池の状況確認のため、各池の断水停止時に調査した結果、約半世紀にもわたり長年稼働しているにもかかわらず、壁面等の汚れはあったものの、構造体自体には大きな損傷は見受けられなかった。若干の防水モルタルの剝離程度であり、今回工事の中では構造的な補強ならびに補修はせず、伸縮継手部の充填材補修をするにとどめた。

5. 更なる安全性の向上

一連の配水池の改修および増設により容量増強がなされ、流入、流出管の整理統合により藻岩配水池の機能は更に向上することになった。運転管理面においても繁雑さの解消は勿論のこと、安全度の向上により浄水場の浄水処理作業にまで与えた効果は評価すべきものがある。また、この工事とタイアップして、本市が安全性向上の一環として積極的に推し進めている管更生事業（パイプ・イン・パイプ）を藻岩配水池からの配水幹線である藻岩第1幹線において断水区域なしに施工することが出来た。このように、藻岩配水池の機能の向上により、その役割は従来にも増して大きくなった。しかし、更なる安全性の向上実現を目指すため、既設配水池の構造補強を含めた、池内面塗装の補修等、各配水池の詳細な構造調査を実施し、その評価を踏まえ新たな改修計画を立案し配水池増設が完了後実施する予定である。

6. おわりに

藻岩配水池の機能向上策としての既設配水池の改修と容量増強工事の計画、施工について述べてきたが、何よりもここで問題となったことは、稼働している浄水場の機能を損なうことなく、数多くの手順を踏みながら限定された用地の中で実施しなければならない現実であった。工事の計画立案、そして施工過程を経て、諸問題を種々の施策により解決し、所期の目標である容量増強策は達成されんとしている。そして、これら一連の工事が無事故、無災害にて達成出来たのは、本市が水道施設の安全確保策を、積極的かつ継続的に推し進めているからに他ならない。藻岩浄水場においては本工事に先立ち、水源の確保策として、藻岩導水路の補修、藻岩取水場および山鼻取水場の改修工事がなされ、川沿幹線の布設による藻岩浄水場と本市の基幹浄水場である白川浄水場との相互連絡が可能となったことも背景として大きく評価されるべきである。今回工事を締めくくるにあたり、札幌市水道の歴史を永年にわたって具現している伝統ある藻岩浄水場にふさわしい外観整備を考慮しつつ、浄水場全体としての機能がより一層向上するよう考えていきたい。

<参考文献>

1. 日本水道協会；水道施設設計指針・解説，1977
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. 平賀岑吾，牧野勝幸，金谷敬一；浄水場の相互連絡について
土木学会北海道支部研究発表会論文報告集，1986