

埼玉県企業局

埼玉県新三郷浄水場 高度浄水施設について

(2011年1月掲載)

1 高度浄水処理導入の経緯

埼玉県営水道は、昭和43年度から供給を開始した大久保浄水場をはじめ、庄和・行田・新三郷・吉見の5浄水場から、日平均180万㎡の水道用水を59市町（56団体）に対して供給しています。

これらの浄水場は、荒川系に大久保浄水場と吉見浄水場が、利根川系に行田浄水場が、利根川から分かれた江戸川系に庄和浄水場と新三郷浄水場が配置されています。

新三郷浄水場は、県南地域に給水する大久保・庄和浄水場をバックアップする浄水場として、平成2年7月に稼働しました。

同浄水場は、江戸川の下流部から取水していて、

カビ臭やトリハロメタンへの対応に苦慮していました。このような中、給水区域の一部で水質基準は超えないものの、それに迫る濃度のトリハロメタンが検出される状況も見られるようになりました。

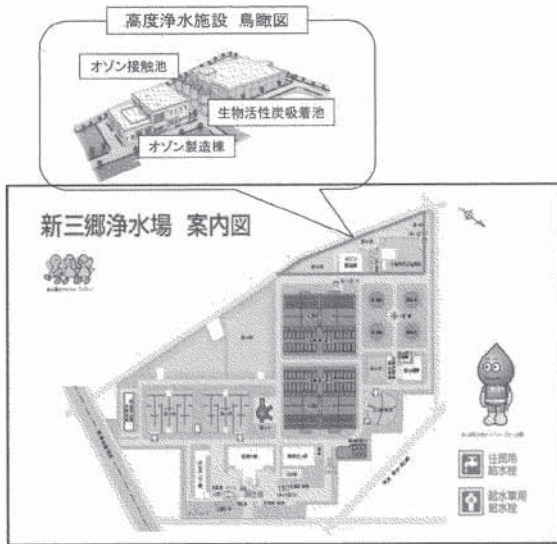
一方で、水道水質基準の強化・拡充が進み、水道水に対してより高い安全性が求められるようになってきました。

そのため、粉末活性炭の注入や中間塩素方式に切り替えるなどの対応策を講じてきましたが、将来にわたって水道水の安全性を確保することは難しいと判断し、原水水質の変化に幅広く対応できる高度浄水処理を導入することとし、平成16年3月に浄水方法の変更認可を取得しました。

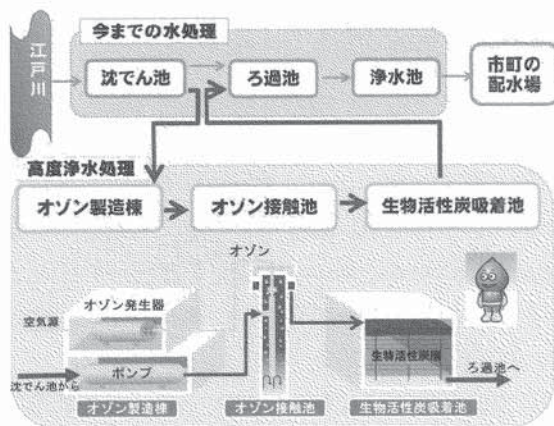


2 高度浄水処理方法の決定

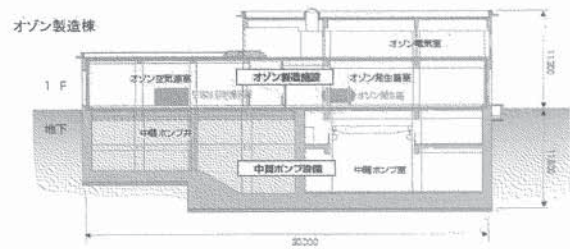
高度浄水処理導入前の新三郷浄水場は、薬品沈殿池+急速ろ過池により、水処理を行っていました。



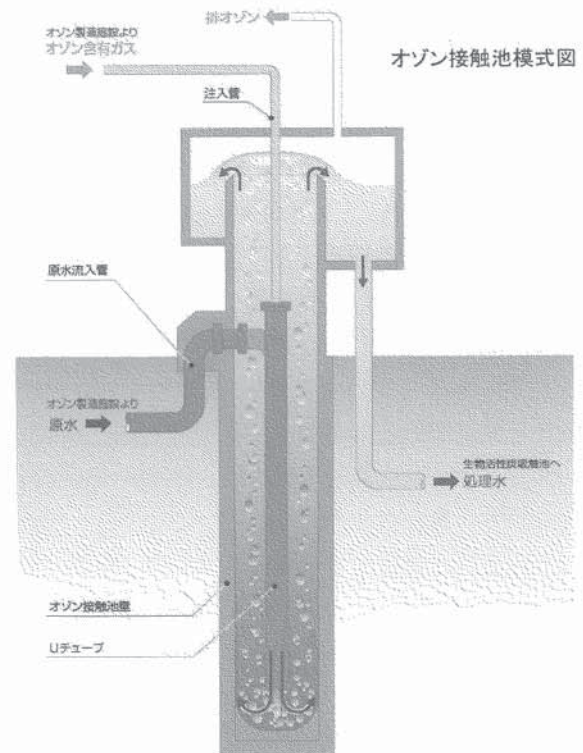
高度浄水処理は、沈殿とろ過の間に「オゾン+生物活性炭」処理を加える方式としました。この方式としたのは、庄和浄水場内での実験において、処理効果や信頼性の検証ができていたことに加え、同じ江戸川系の東京都金町浄水場及び共同で取水している三郷浄水場における同方式の実績によって、確実性や継続性も把握できていたことが大きな理由です。



施設は、オゾン製造施設と中間ポンプ設備を有する「オゾン製造棟」、オゾン処理を行う「オゾン接触池」、生物活性炭処理を行う「生物活性炭吸着池」と既存の沈殿池やろ過池とを接続する連絡管で構成されています。



オゾン処理を行うオゾン接触池は、下向管方式により処理を行うもので、模式図のように2重管構造になっています。処理過程は、オゾン製造棟から送られた水とオゾンを内管で地下約30mの池底まで送り、この時の水流と高い水圧によりオゾン化空気の気泡を破断し、水との接触面積を増大させ、接触しやすくします。そして、オゾンの酸化力でトリハロメタンの原因物質等を分解します。



この処理方法は、①垂直方向に処理するため、平面積を小さくできる、②高い水圧により吸収効率が低い、③メンテナンスフリーという点から採用となりました。

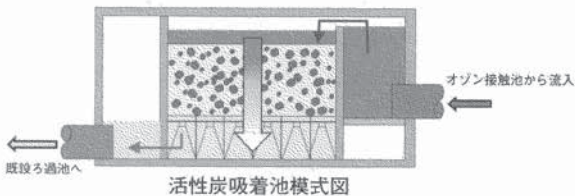
なお、同方式は海外メーカーによるもので、国内での採用は本施設で5例目でした。

生物活性炭処理は、下向流方式により処理を行う方法で、活性炭の吸着作用と活性炭に繁殖した

生物の分解作用により、有機物を除去します。

ろ過の制御方法は、設備投資や維持管理に費用がかからず、調整堰による流量調節で、誤作動のない自然平衡型を採用しています。

また、下部集水装置は多孔板方式と比較した結果、水・空気洗浄用有孔ブロックを採用しました。



3 高度浄水施設の建設

(1) 発注までの経緯

高度浄水施設の発注は、入札・契約の適正化を図るため、水道担当部長を委員長に、庁内関係課長で構成する「発注形態等検討委員会」を設置し、発注区分、入札参加形態及び発注方式を検討しました。

この委員会では、①施設能力36万5,000m³/日全量の高度浄水処理施設を、②既存浄水場施設の安全の確保と運転へ影響を最小限にする、③1万m²と狭い用地（新三郷浄水場全体で14万m²）に、④工期を厳守して（約3か年）、建設することを踏まえ検討されました。

さらに、外部有識者会議に検討結果について意見を諮り、発注者の恣意性の排除と透明性・客観性・公正性を確保する事に努めました。なお、同会議は入札で提案された内容について審査する「VE審査会」の役割も担うこととなり、引続き審査を行いました。

○発注区分

工種として本体工事が3つの施設とそれぞれの土木・建築・機械・電気工事があり、さらに、既設構造物と接続する配管があるため、どのような組み合わせをすれば①～④を最も好条件でクリアできるか検討しました。

この検討の中では、施設ごと、工種ごと、それらの組合せ等、様々な案が出ましたが、最終的には、本体工事は施設・工種すべてを1つの工事にまとめ、配管工事は施工エリア別に3工区として

発注することとなりました。

○入札参加形態

高度浄水処理に関する設備は、技術が特殊なものとなるため、機械・電気設備の製造メーカーが限定され、競争性の確保が難しいことから、本体工事は、土木工事に機械・電気工事を含めた、土木単体あるいはJVによるものとしました。配管工事については、通常の送水管布設工事であるため、県の要綱等によって定めることとしました。

これらにより、本体工事は、1工種だけでも複雑となる工程や浄水場との調整等による負担が比較的軽くなり、工種間の調整もほとんど不要となり、工期の厳守をはじめ、現場の安全や品質の確保に大きく寄与したと思われます。

○発注方式

本体工事においては、一般競争入札、公募型指名競争入札等の形態を検討した結果、民間技術力の活用による品質向上とコスト縮減が図られる、入札時VE方式を取り入れた一般競争入札としました。

入札時VE方式とは、入札前に発注者が仕様書や図面で示した施工方法等の標準案に対して、コスト縮減が可能となる技術提案を入札参加者から受付け、発注者の承認を得た場合、その提案を元に入札ができる、というものです。特に提案がない場合は、標準案による入札参加が可能です。

VEは、本工事の施工方法、生物活性炭吸着池の下部集水装置及びオゾン製造棟の省スペース化を提案範囲として、入札を行いました。

VE提案は、連続地中壁の芯材や支保材の変更、ケーソン工法をニューマチックから圧入へ変更等があり、狭い用地に短期間で、合わせてコスト縮減を可能とするために、設計コンサルタントとはまた違った建設会社のノウハウを発揮した提案となっていました。

なお、配管工事については、一般競争入札としました。

○入札結果

- ・ 本体工事：土木単体での契約
- ・ 配管工事：1工区が土木同士のJV、2工区は土木単体

(2) 施設・工事概要

本体工事の施設概要と工事概要は、一覧表のとおりとなっています。

また、配管工事は、既存沈殿池～オゾン製造棟(中間ポンプ井)を連絡する「中間ポンプ井流入管(φ900～2,000)」、高度浄水処理した水を既存ろ過池に送る「高度処理水流入管(φ900～2,000)」、PC送水調整池の水位差を利用して、生物活性炭吸着池(活性炭)の洗浄をする「生物活性炭吸着池逆洗管(φ1,100)」、活性炭を洗浄した水を排水池へ送る「生物活性炭吸着池排水管(φ1,100)」を布設しました。

配管材は、屋内は鋼管、土中埋設部はダクタイル鋳鉄管を採用しました。

なお、ダクタイル鋳鉄管は、耐震性を考慮して、S形及びNS形を使用しました。

○本体工事

本体工事は工区をまとめたことにより、調整は大幅に減少されましたが、既存浄水場の運転と安全の確保という点では変わらないため、現場管理の中で最も気を使ったうちの1つでした。

そのため、以下の対策を実施し、既存浄水場の運転と安全の確保に努めました。

①既存浄水場エリアと工事エリアを仮囲いで明確に分けました。これにあわせて、浄水場外周に設置されていた機械警備センサーの切回しも行いました。

切回し箇所には、浄水場の日常点検ルートも一部含まれていたため、点検通路の確保、点検者や工事作業によるセンサーの誤報の防止及び警備上有効な位置の選定に苦心しました。

②浄水場側の窓口を1ヶ所に決め、連絡不足の

施設・工事概要一覧

	土木・建築工事	機械・電気工事
オゾン製造棟	施設概要	
	オゾン発生器室、オゾン空気源室、電気室、中間ポンプ室、中間ポンプ井	
	工事概要	
	土工 1式	中間ポンプ設備 4台
	基礎工 SC+PHC杭 121本、φ1,000 L=42,46m	横軸両吸込渦巻ポンプ、64ml/min 揚程19m 280kW×6000V×6P 回転数速度制御
	仮設工 柱列式連続地中壁	オゾン注入設備 2台 原料:空気 円筒多管水冷式、12kg/h×35g/Nm ³ ×343Nm ³ /h
	躯体築造工 RC造 地上2階地下2階 延床面積 3,234m ²	排オゾン処理装置 2台 マンガ触媒分解方式+活性炭、処理風量 343Nm ³ /h 入口オゾン濃度 3.5g/Nm ³ 、出口オゾン濃度 0.06ppm以下
	オゾン接触池	施設概要
内径φ3.5m、外径φ6.0m、有効水深41.2m、4池 オゾン接触方式:下向管方式		
工事概要		
躯体築造工 RC造 ケーソン工法による掘削・躯体築造		オゾン溶解設備 4基 φ800×φ700 ステンレス製
生活活性炭吸着池		施設概要
	活性炭吸着池 16池、空洗プロワ室 活性炭接触方式:下向流方式	
	工事概要	
	土工 1式	空洗プロワ設備 2台
	基礎工 SC+PHC杭 302本、φ800 L=47~55m	鋼板製ターボプロワ φ300×φ250×105ml/min×66.6kPa、180kW×6600V×2P
	躯体築造工 RC造 地上1階地下1階、延床面積 273m ²	オゾン分解装置 2台 活性炭分解方式
	活性炭 石炭系破碎炭、粒径 1.3~1.6mm 均等係数 1.3以下、層厚 2.5m	処理風量 39Nm ³ /min、排オゾン濃度 0.1ppm以下

防止と調整時間の短縮に努めました。この際、管理する立場と建設する立場による、意識の相違を埋めることに苦勞しました。

- ③施工業者には、浄水場を運転しながらの工事との認識が不足している場合があったため、現場立会の際はこの点にも注意し、認識の向上に努めました。

そして、工事施工においては、3つの施設を同時に築造していくための施工手順と仮設道路・施工ヤード・資材置場の配置をどのように行うかが、重要なポイントでした。

施工手順は、以下のとおりです。

- ①まず、ア) 地下構造が深く(約10m) 躯体の施工に時間がかかり、内部に主要な設備であるオゾン発生器と中間ポンプを設置するオゾン製造棟、イ) 躯体が大きく、構造が複雑な生物活性炭吸着池、の2施設を施工。両施設は、別途実施する配管工事との接続もあるため、先行する必要があります。

- ②次に、他の2施設に比べて短期間・狭いスペースで施工できるオゾン接触池の築造とオゾン接触装置の設置。

- ③オゾン発生器、中間ポンプ設備と電気・計装設備の設置。

- ④活性炭の敷込み。

仮設道路は、既設の出入口の他に、新たに仮設出入口を設置し、施工段階における通行止めの際にも資機材の搬出入を可能としました。

また、施工ヤード・資材置場は、オゾン接触池の施工を他の2施設の地上構造物完成後とすることにより、同施設の設置スペースも利用することとしました。

オゾン接触池の施工は、請負業者の提案により、当初の「ニューマチックケーソン工法」から「都市型圧入ケーソン工法」に変えて行いました。

これは、分割した鋼製リングを掘削しながら沈めていき、所定の深さまで設置したら、次に鋼製リングを外型枠としてRC構造物を立上げていく工法です。

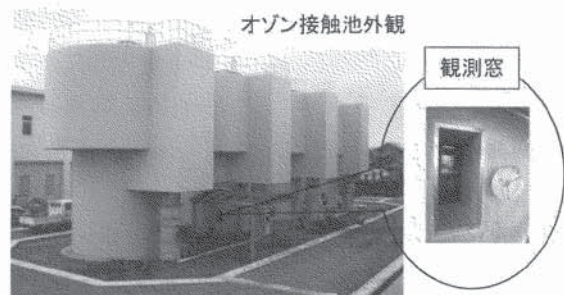
これにより、さらに省スペースでの施工が可能となりました。

本施設は、県営水道初の高度浄水処理施設であ

ることから、県民や受水団体の皆様等に、より理解していただくためにも、見学用施設についても配慮しました。

- ①処理過程を実際に見られる施設

- ・オゾン製造棟内に、見学用スペースを設け、オゾン発生器及び発生状況を見られるようにした。



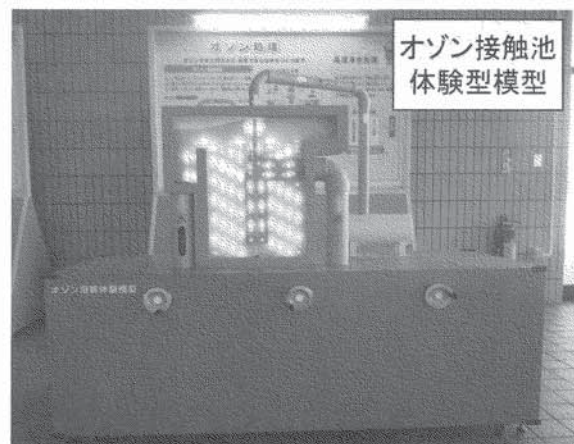
- ・オゾン接触池に観測窓を設置し、オゾンと水の接触状況を視認できるようにした。
- ・生物活性炭吸着池では、高度浄水処理された水が流出するところを直接見られるように、流出堰の上部に見学窓を設けた。

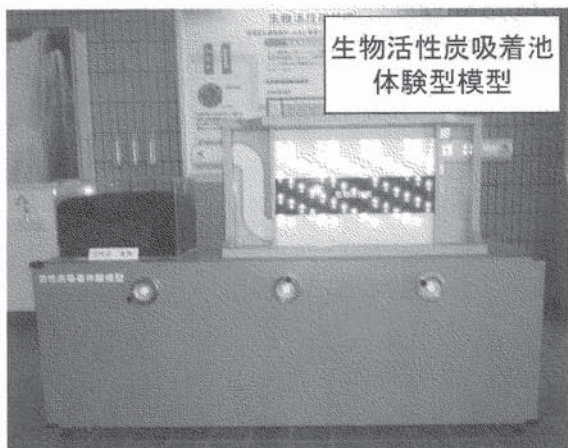
- ②処理過程をより理解する施設

- ・オゾン・生物活性炭処理を体験できる模型を管理本館内に設置した。
- ・オゾン・生物活性炭処理過程の模式図をパネルで作り、模型と一緒に展示し、処理方法の知識を得られるものとした。

- ③導入の経緯や施設・設備・処理方法の説明をまとめたビデオを作成し、短時間で高度浄水処理の概略を説明できるようにした。

- ④試飲設備を設け、できたての水をいつでも飲めるようにした。





○配管工事

配管工事は浄水場内での施工であり、既存施設への接続も行うため、浄水場の運転と密接な関係があります。このため、水処理や維持管理のための制約があり、請負業者にとっては、この部分で通常の配管布設工事とはかなり違った施工だったと思います。

新三郷浄水場の水処理は2系統あるため、既存施設への接続の際は、水処理を半量ずつ停止して行いました。これは、同浄水場の水運用だけでは間に合わないことから、県営浄水場全体での対応となるため、設計の段階から調整を行ってきました。

維持管理上では、土中配管は管理道路下、建物内配管は管廊内に布設することから、日常点検ルートでの切回しや工程調整、維持管理工事の施工ヤード確保等が生じるため、浄水場との協議・調整は、工事期間を通して常に続いていきました。また、沈殿池やろ過池への接続、既設配管の切回し等においては、位置の確認だけでなく、それぞれの役割や仕組み等について説明し、運転中の浄水場での工事との認識を持つようにさせることも重要なポイントでした。

○総合試運転

平成22年4月の供用開始に向けて、総合試運転を同年の1月から行いました。

スケジュールとしては、機器単体試運転、配管の充水・洗管、各施設のアク抜き、活性炭の洗浄を事前準備として行った後、3ヶ月の総合試運転に入りました。

総合試運転は配管の接続と同様に、1系統ずつの試運転・水質検査を行い、両系統完了後、全量試運転に入り、供用開始となりました。

いずれも、試験後の水は場内に排水することとなり、当然のことながら、水処理に影響を与えるわけにはいかないため、排水先や処理方法について、浄水場との綿密な打合わせと共に、試運転期間中は請負業者やプラントメーカーだけでなく、県の監督員も常駐・監視をしました。

今回の施設整備の特徴としては、

- ①既存浄水場の最大処理能力と同等となる、日量36万5,000 m^3 の施設を一度に整備することでコスト削減を図ったこと。
 - ②狭い面積での施工を可能とするため、オゾン接触池は散気管方式と比べて省スペースとなる下向管方式を採用したこと。
 - ③生物活性炭吸着池の洗浄を、既存のPC送水調整池との水位差を利用した洗浄方式とすることで、ポンプ設備費用を削減するとともに、ランニングコストと CO_2 の削減にも寄与させたこと。
 - ④見学者が高度浄水処理をわかりやすく理解できるように、オゾンや活性炭の働きがわかる体験型模型の設置、オゾン接触状況が目で見られるような観察窓の設置、出来たての水が試飲できる設備等を設けたこと。
- などです。

4 稼働後の状況

(1) 設備の運転状況

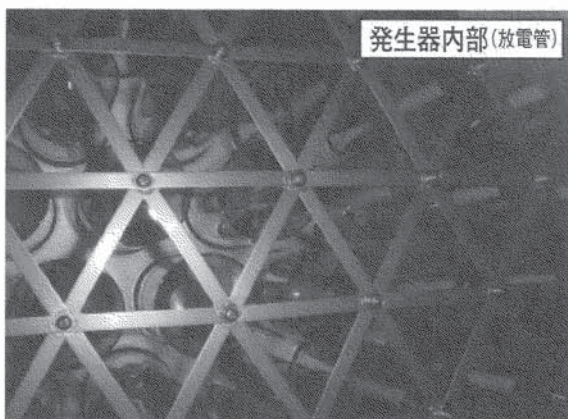
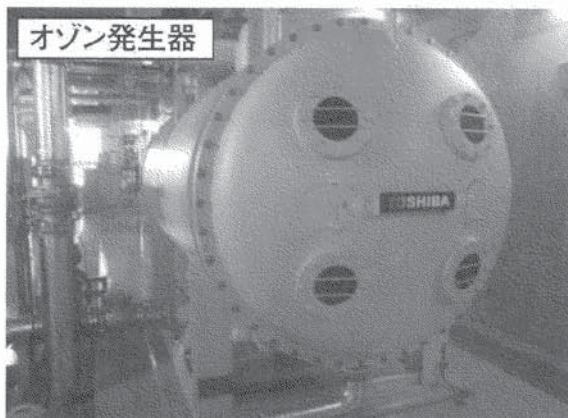
新三郷浄水場の高度浄水処理は、沈殿池で処理された水をオゾン接触池、生物活性炭吸着池を経由して急速ろ過池に戻す方式です。

沈殿池から流出した処理水は、中間ポンプ井に流入し、中間ポンプ(VVVF変速制御)でオゾン接触池に汲み上げますが、中間ポンプ井の容量が小さく水位一定制御(運転範囲4~7m)が中間ポンプ井を溢れさせない重要なポイントになるため、急攪池流入量と中間ポンプ吐出量のバランスを保つ必要があります。

オゾン接触池は、1池あたりの処理能力が1,900~3,800 m^3/h で、通常は4池が均等流量となる

よう調節弁で制御しています。

オゾン発生器は、オゾン接触池における溶存オゾン濃度を一定に保つよう、原水水質変化に応じて、発生量の自動注入制御を行っています。オゾン発生量の調節は、最適な処理ができるよう、臭素酸生成量、活性炭吸着池での処理状況等のデータを集積しているところです。

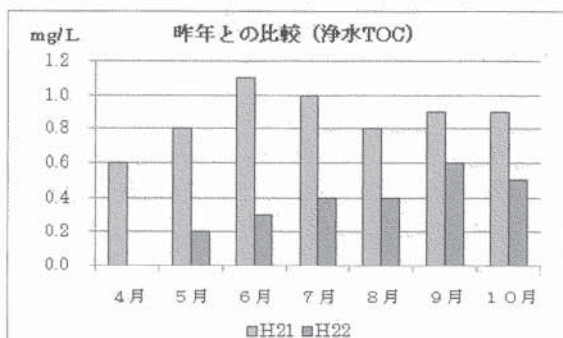
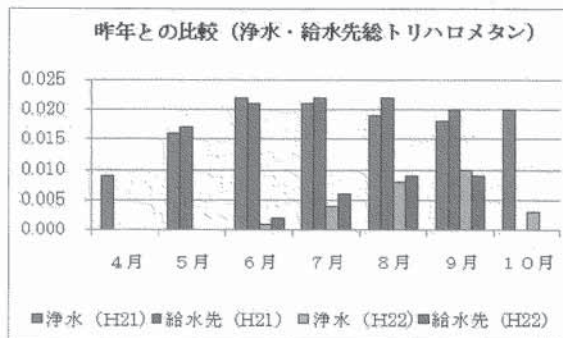


生物活性炭吸着池は全16池で、現在は2日に1回の周期で洗浄を行っています。生物の繁殖状況は夏期を過ぎた頃から活性炭吸着池の入口、出口のpH値にわずかながら差が見られるようになりました。今後、活性炭を採取し詳細な調査を行う予定です。

高度浄水処理の運転を開始してからこれまでの間、給水に影響を及ぼす大きな故障はありませんでしたが、軽微なものは数多く発生しています。その多くは、オゾン注入に係るオゾン発生器本体、空気源、水質計器等によるもので、その都度調査と対応が必要になりました。

(2) 水質の状況

総トリハロメタン及びTOC（全有機炭素）は、昨年度に比べ下図のとおり大幅に改善されています。



また、カビ臭物質は、昨年度までは毎年検出されていましたが、高度浄水処理稼働後の今年度は、浄水では全て不検出となりました。

TOCの低下に伴って、送水の残留塩素濃度を低減化できるようになりました。

浄水処理では、生物活性炭吸着池での微生物を繁殖させるために、前塩素注入を停止し、中間塩素注入に切り替えました。

また、オゾン注入により発生する臭素酸イオンを低減させるために、着水井への硫酸注入を行い、pH値を7.0以下に調整しました。臭素酸イオンは6月に $4\mu\text{g}/\ell$ まで上昇したときもありましたが、通常は $3\mu\text{g}/\ell$ 以下に抑制できています。

江戸川には、取水口上流に増水時不定期に流入する生活排水河川があり、水質変動が大きいと、以前から水処理に影響を与えていました。しかし、高度浄水処理開始後は、異臭味対策の活性炭注入が不要になったほか、安定的な薬品注入が可能となり、水質変動のリスクを大幅に減少できました。

高度浄水処理を開始してから、順調な運転が続

き、水質的にも大きな問題はありません。

今後は、適切な管理体制の構築に向け、季節的な変動がある生物活性炭吸着池の経過観察をはじめ、運転に関する各種データの収集・整理をすると共に、運転マニュアルを整備していきます。

5 その他

高度浄水処理施設の建設に合わせ、監視制御装置の更新が行われました。通常給水を継続しながら旧システムから新システムへ順次切替えていくと同時に、高度処理設備の制御を新システムに組み込む作業は慎重、かつ確実性が求められ、3年間の継続工事で実施しました。また、塩素設備を次亜塩素設備に切り換える工事も同様に実施し、既存塩素貯槽を硫酸貯槽に転用した他、次亜塩素貯槽を残る塩素貯槽室に設置し、空調設備の継続使用を図りコスト縮減に努めました。次亜塩素の注入配管は、高低差におけるガスロックが問題との情報を得ていましたが、自動調圧弁を設置したことの効果が出ている模様で、ガスロックによる支障は一度も発生していません。

新三郷以外の浄水場は、直ちに高度浄水処理を導入する状況にはありませんが、導入が必要となった時に備えて、末端の蛇口を含めた給水先の水質状況調査と、原水の水質に応じた最適な浄水方法を選択する比較実験を平成18年度から6か年の計画で実施しています。

6 おわりに

高度浄水施設稼働に伴い、県民向けの見学会を下記のとおり開催しました。

対象：県内在住、在勤の方
実施日
水道週間：6月1日～4日（火～金）、 7日（月）
水の週間：8月2日～6日（月～金）
県民の日：11月14日（日）
参加人数：287名

また、見学会で「できたての水道水」と「ミネラルウォーター」2種類との飲み比べを行ったところ、参加者からは「どちらも同じくらい美味し

い」等の感想を頂きました。

なお、工事中においても、高度浄水処理への理解を深めていただくため、埼玉県営水道の受水団体職員向けに見学会を開催したところ、多数の方に参加していただくことができました。

その他、近隣の自治体や国内の多くの自治体からも、職員の方々に視察をしていただきました。その際に、様々な情報交換ができ、有意義なものとなりました。

新三郷浄水場高度浄水処理施設の稼働を機に、広く皆さまに水道水の良さを実感していただけるよう、高度浄水処理水のペットボトル化を予定しています。

このボトル水を皆さまに飲んでいただき、水道水への安全性とおいしさへの理解を深めていただきたいと思います。

高度浄水処理施設の建設にあたっては、計画段階から建設や管理について、多くの方々にご意見や疑問点をお聞きしました。その際は、お忙しい中、対応していただきましたこと、誌上を借りて御礼申し上げます。

