

# 北千葉広域水道企業団 北千葉浄水場 高度浄水施設

北千葉広域水道企業団

## 1. 北千葉広域水道企業団の概要

北千葉広域水道企業団は、千葉県、松戸市、野田市、柏市、流山市、我孫子市、習志野市及び八千代市の1県7市で構成され、これら県北西部地域を対象に、計画一日最大給水量525,000m<sup>3</sup>を目標として水道用水供給事業を行っています。

この一帯は、首都東京に隣接する立地もあって、昭和30年代の後半頃から急速に都市化が進み、水需要が著しく増大した地域です。当時の水道水源は多くが地下水でしたが、地盤沈下の懸念などから地下水の汲み上げ規制が次第に強化されました。このため、表流水への水源転換を急ぎ、水道

施設を広域的に一元化して整備する観点から、昭和48年3月、企業団が設立されました。

第一期施設が完成した昭和54年には一部構成団体への給水が始まり、昭和56年からは全構成団体に給水しています。以降、水需要に合わせた計画的な施設整備により、平成12年度には28年に及ぶ創設事業が終了し、その後も地域のライフラインとして事業の効率的な運営に努めるとともに、今般稼働した高度浄水施設のほか、施設の耐震化やバックアップ機能強化事業など、安全で良質な水道用水の安定供給に向けた取組みを続けながら現在に至っています。

## 2. 高度浄水施設導入の経緯

### (1) 導入の背景

企業団は、利根川水系江戸川から原水を取水しています。原水は、松戸市内の取水場から流山市にある北千葉浄水場にポンプで導水され、浄水処理された水道用水は、20箇所の各構成団体の受水槽に送水されます。

江戸川は、利根川から分岐して千葉県と埼玉県・東京都の境を流れ、東京湾へと注ぐ都市河川です。工場排水や生活排水が各所で流入し、水質改善はなかなか進んでいません。さらに利根川水系の広大な流域では水源水質事故の発生や農薬散布などが頻繁にあり、また、かび臭の発生源も上下流に点在しています。

企業団が高度浄水施設導入の検討を始める直接の契機となったのは、平成2年夏、上流貯水池（水源施設）で発生した高濃度のかび臭物質2-メチルイソボルネオールによる影響でした。企業団では、水質事故や異臭味の発生を想定し、稼働当初から取水場に粉末活性炭注入設備を備えていました



図1 北千葉広域水道用水供給事業概要図

が、対応限界をはるかに超える濃度の原水が流入し、そのため多数の苦情が発生する大きな異臭味被害になったのです。

さらには平成5年12月、新たな水質基準の施行によりトリハロメタンが基準項目に加わり、陰イオン界面活性剤の基準値が強化されました。この改正に伴い企業団では、夏の高温期になるとトリハロメタン対応のために、粉末活性炭をほぼ毎日注入するようになり、冬季には陰イオン界面活性剤濃度が上昇するたびに注入しなければならないなど、粉末活性炭注入は常態化する状況が続いていました。

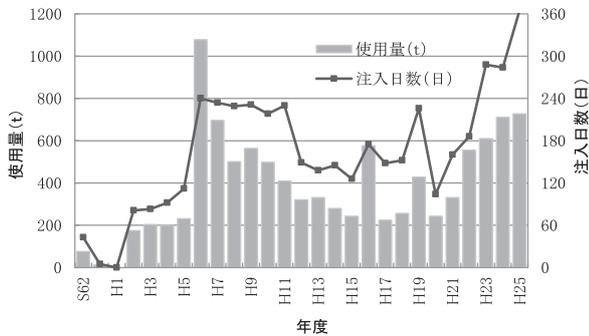


図2 粉末活性炭年間使用量・注入日数の推移

しかし、渇水や降雨に伴う著しい水質悪化が生じた場合など、確実なモニタリングと濃度の急変に応じた粉末活性炭の注入制御に努めつつも、苦情の発生や水質基準値超過の不安は消えません。こうした水源水質と浄水処理の課題を背景に、企業団は「安全で良質な水の供給」を事業運営の基本方針に掲げ、より安全で確実な浄水システムの構築を図るべく、高度浄水施設の導入検討に取り組んできました。

## (2) 導入方式の検討

高度浄水施設導入に先立っては、日量1,000m<sup>3</sup>規模のプラントを取水場に建設し、江戸川の原水による実証実験を行っています。この大規模プラントの実験フローは、事前に行ったカラム規模の実験結果や近隣事業体の事例等を踏まえ、図3に示した「中オゾン+生物活性炭」処理方式を基本として、処理性や維持管理性に関する情報収集とともに、オゾン・活性炭処理の施設諸元や運転条

件等の検証を行いました。また、実験プラントは2系列あり、異なるオゾン接触方式（散気管方式及び下向管方式）を比較検討しています。

### A系



### B系



- 実験規模: 1,000m<sup>3</sup>/日 (500m<sup>3</sup>/日 × 2 系列)
- 実験期間: 平成 13 年度～平成 17 年度

図3 大規模プラント実験フロー

実験では、異臭味成分やトリハロメタン前駆物質等の十分な除去・低減効果により、導入する処理方式として妥当であることが確認され、またコスト縮減や維持管理に関する有用な情報を得ることができました。

オゾン接触方式の比較について、有機物等の処理性は両方式に大きな差異はなく、臭素酸の生成量もほぼ同等でした。この結果を踏まえ、最終的には配置上の制約から、設置面積の小さい下向管方式を採用しています。

## 3. 高度浄水施設建設事業

### (1) 事業への着手

企業団は、構成団体の共同事業として運営されており、事業の実施にはその総意が必要になります。構成団体とは、大規模プラント実験が終了して以降、実験結果等をもって高度浄水施設の導入に関する具体の協議が始まりました。企業団としては、導入の必要性・効果や建設計画など技術面から、また中長期の収支見通しなど経営面から、構成団体への丁寧な説明に努めつつ協議を重ね、平成19年11月の企業団運営協議会において事業着手の了承を得ることができました。

もとより、水道水の質の安全が何より重要であることは、構成団体も十分理解しています。会議などの席では、一層の費用縮減が求められる一方で、工期をさらに短縮しできるだけ早い稼働を、といった意見もありました。

翌年度には、基本設計と並行して厚生労働省との打合せを進め、平成21年3月に浄水方法の変更

に伴う変更認可を取得しています。また、平成21年度は、実施設計や国庫補助事業に係る事前評価を行い、事業に着手する運びとなりました。

(2) 導入フローと施設の概要

導入した高度浄水処理フローは、前述したとおり、既設の凝集沈澱池と砂ろ過池の間にオゾン処理施設と生物活性炭処理施設を組み込む方式です。既存施設との水位高低の関係から、中間ポンプ施設を新設し、中間ポンプ井に自然流下で流入した沈澱処理水は、中間ポンプによってオゾン処理施設に加圧揚水されます。その後はオゾン処理と生物活性炭処理を経て、自然流下で既設の砂ろ過池に戻ります。

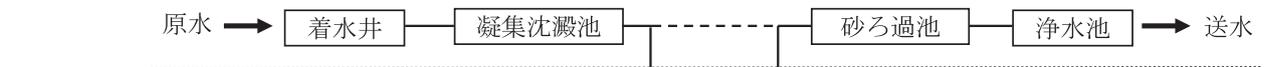
中間ポンプ施設は、ポンプ井とポンプ棟で構成される地上1階、地下2階の鉄筋コンクリート構造物です。中間ポンプ井は2池、12,000m<sup>3</sup>の容量

があり、ポンプは全体計画で4台設置されます。

下向管方式のオゾン接触池は4池あり、内径4.7mの円柱形鉄筋コンクリート構造物で、中央にφ900mmのステンレス製内管を有する二重管構造となっています。内管部分がオゾン溶解装置であり、オゾン化空気は内管上部で流入水に注入されます。水深47mの池底部において、高水圧と水流により効率良くオゾン接触が行われ、池が深い分、設置面積が小さいのがこの方式の特徴です。(写真1)

オゾン発生器は、乾燥空気原料・無声放電方式で、オゾン発生量12kgO<sub>3</sub>/h、発生濃度35g/Nm<sup>3</sup>の装置を4台設置し、最大オゾン注入率は2mg/Lとなっています。装置は、従来の同等性能機種よりもコンパクトで、消費電力も小さくなっています。(写真2)

< 現有浄水施設 >



< 新規高度浄水施設 >

(浄水場未稼働用地等に配置)

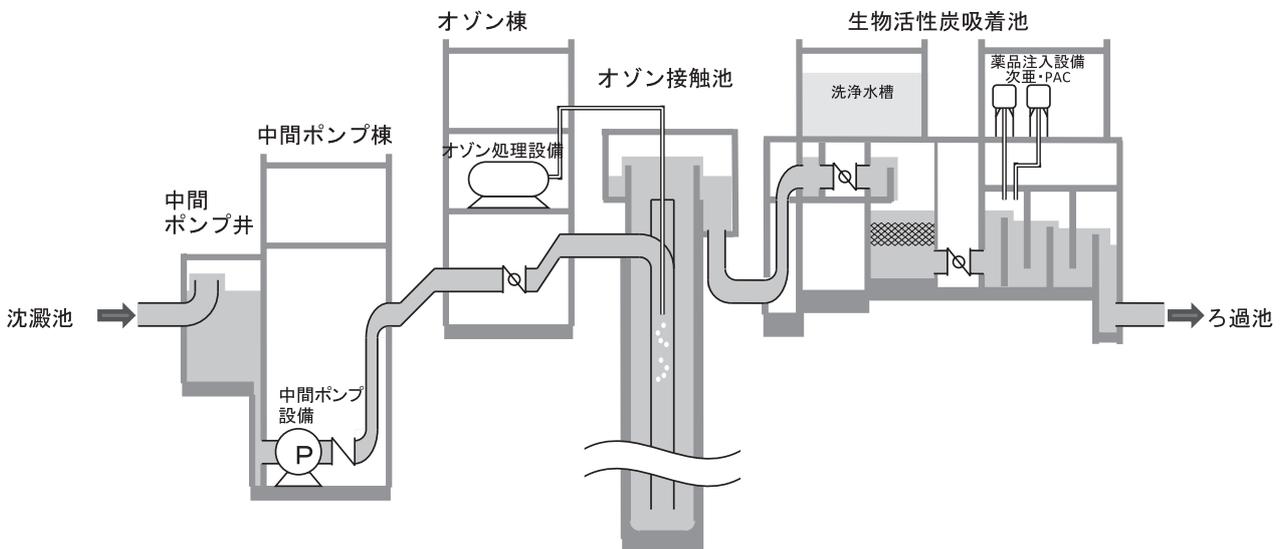
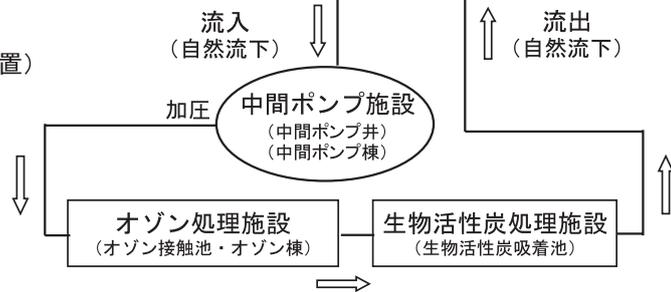


図4 高度浄水処理フロー



写真1 オゾン接触池とオゾン棟



写真2 オゾン発生器

表1 施設及び主要諸元

施設名称	区分	数量	諸元等
中間ポンプ施設	ポンプ棟	1棟	鉄筋コンクリート造、建築部地上1階地下2階、延床面積3,295.75㎡
	ポンプ井	2池	容量 12,000㎡ (6,000㎡×2池)、有効水深5.9m
	ポンプ設備	3台	横軸両吸込渦巻ポンプ、口径φ1,000mm×φ900mm、29.4㎡/min×22m ※予備1台、全体計画4台
オゾン処理施設	オゾン棟	1棟	鉄筋コンクリート造、地上2階地下1階、延床面積3,368.64㎡
	オゾン発生装置	4台	円筒多管水冷式、無声放電法、乾燥空気原料 オゾン発生量12kgO <sub>3</sub> /h、オゾン濃度35g/Nm <sup>3</sup>
	排オゾン処理装置	4台	マンガン触媒分解法（活性炭バックアップ）、風量343Nm <sup>3</sup> /h
	オゾン接触池	4池	鉄筋コンクリート造、ケーソン基礎、内径4.7m、外径7.1m 下向管方式、接触水深47.0m オゾン溶解装置：流入管φ1,000mm、溶解装置φ900mm×40.7m
生物活性炭処理施設	生物活性炭吸着池	32池	鉄筋コンクリート造、建築部地上1階、延床面積1,253.56㎡ 下向流固定床方式、自然平衡型、吸着池面積78.1㎡/池 線速度 240m/日（最大）、空間速度5.0hr <sup>-1</sup> 石炭系活性炭、層厚2m（28池分）、有効径0.9～1.1mm、均等係数1.3以下
	空洗フロア設備	4台	回転容積方式（ルーツ式フロア）、吐出風量31.24㎡/h以上
	排オゾン処理装置	2台	活性炭分解方式
主要場内連絡管	流入管	328.5m	鋼管φ1,800mm～φ2,400mm（沈澱池⇒中間ポンプ施設）
	オゾン接触池連絡管	202.5m	鋼管φ2,400mm
	生物活性炭吸着池連絡管	95.2m	ステンレス鋼管φ1,000mm～φ2,400mm
	流出管	749.1m	鋼管φ1,350mm～φ2,200mm（生物活性炭施設⇒ろ過池）
	洗浄排水管	306.0m	鋼管φ900mm（生物活性炭施設⇒排水池）

生物活性炭吸着池は、下向流固定床方式を採用しています。活性炭の層厚は2m、線速度は1日あたり最大240mです。1池あたりのろ過面積は約78㎡あり、全体で2系統32池を整備します。石炭系の活性炭を用い、洗浄は空気と水の併用によって行います。（写真3）

これら高度浄水施設間および高度浄水施設と既存の浄水施設を結ぶ場内連絡管は、口径が900～2,400mmの鋼管またはステンレス鋼管であり、バ

イパス管を加えると総延長は約1.8kmに及びます。

なお、今回の工事で完成した施設は、先行投資を避ける観点から、全体処理能力525,000㎡/日のうち現在企業団の安定水利権量に相当する470,000㎡/日の規模を第一期工事として整備しています。残るのは、中間ポンプ1台の設置と生物活性炭吸着池4池分の活性炭敷込や弁類の設置などですが、この第二期工事は今後の水需要動向を見極めながら計画する予定です。



写真3 生物活性炭吸着池

### (3) 建設工事の経過

工事は、まず既設浄水場に隣接した建設用地の造成工事を平成22年度に発注し、平成23年度からは本格的な施設工事に着手しました。

これら主要な工事については、土木・建築工事と設備工事に分け、さらにそれぞれ施設単位などで工事を幾つかに分割して発注しています。入札は、総合評価方式を採用し、施工の安全確実性のもとより、工程の適正管理と工期短縮等に関する技術提案を評価しました。というのも建設用地の地盤は相当に軟弱である上、企業団の浄水場敷地はかなり狭隘で、その狭い中を既設の場内配管や共同溝などが輻輳しており、特に土木工事は制約の多い難工事が予想されました。加えて、保有浄水場が1箇所の企業団にとっては、既存施設の運用を妨げないことが絶対の条件になります。その一方で、施設の早い完成を求める構成団体の期待にも応えられるよう、企業団としては、安全を最優先にしつつ、工程管理にも十分留意した様々な工夫に努めました。

オゾン接触池の仮設工は、鋼製セグメント圧入工法によりました。この工法は、掘削を行いながらリング状に組み立てたセグメントをジャッキで地中に圧入していくもので、都市域など狭いスペースの施工に適し、周辺環境への影響も少ないことから都市型圧入ケーソン工法（アーバンリング工法）とも呼ばれます。4基の同時施工が可能であるため、工期の短縮にもつながりました。



写真4 施工中のオゾン接触池  
(上：セグメント築造後  
下：コンクリート打設・内管取付後)

こうした工法の採用もあって、オゾン処理施設と生物活性炭処理施設の土木・建築工事は比較的順調に進みましたが、中間ポンプ施設の土木工事と場内連絡管布設工事では、事前の入念な試掘調査や地中探査にもかかわらず苦労が続きました。

中間ポンプ施設の土留工は、騒音・振動が少なく建設発生土量の減量が可能な柱列式連続壁工法であるECW(エコロジーウォール)工法を採用し、さらに栈橋を仮設した上で、最大深さ約20mの掘削工事を行いました。しかしその途中、地盤面から思いがけず湧水が発生し、工事が中断してしまつたのです。事前の地質調査からは把握し得なかった不透水層の不陸があり、地下水が浸入したものと推測していますが、薬液注入による止水や揚水井設置などの対策のため、工事再開までには1ヶ月以上を要しました。

次に、場内連絡管布設工事です。末尾の写真6は、施設完成後の浄水場全景写真ですが、既設浄水場は細長い形状の敷地に建設され、ろ過池と浄水池は省スペースのために階層構造となっていま

す。その狭いエリアに往復する連絡管のルートを確認し、かつ既設の維持管理動線も考慮しながら管を布設していく厳しい工事になりました。

連絡管布設のほとんどは開削工事によりましたが、既設の共同溝や配管と新設連絡管との交差は13箇所を上り、交差箇所が集中する一部区間は、50mを推進工法により布設しています。その上、布設ルートには、浄水場築造当時のコンクリート塊や鋼材などの地中障害物が出現し、その度に工事を中断して障害物を撤去する作業の繰り返しでしたが、幸い大きな事故もなく完成をみています。



写真5 推進工法による流出管（φ1,800）の布設

#### (4) 通水へ

以上の難工事に当初の予定からは若干遅れながらも、主立った工事は平成26年8月末に概ね完成し、9月からは総合的な試験調整に入りました。

事前の充水や試験用水の確保には、送水運用に支障がないよう運転側と綿密に水量調整を図りました。総合試運転調整には約2ヶ月半をかけ、11月末、厚生労働省に給水開始前届を提出しています。

そして12月からは、4系統の既存施設を1系統ごと高度浄水処理系統に切り替え、12月16日、全量が高度浄水処理に移行しています。

#### 4. おわりに

平成24年5月、利根川水系に、塩素と反応しホルムアルデヒドを生成するヘキサメチレンテトラミンが流出する大規模な水源水質事故が発生しました。粉末活性炭では処理できず、北千葉浄水場では、2回にわたる取水停止、送水停止を余儀なくされ、結果、断減水被害は構成団体給水区域の36万世帯に及びました。

その際、高度浄水処理を行っていた近隣浄水場はほとんど影響を受けませんでした。それは、万能とは言えずとも、化学物質の流入等に対し高度浄水施設が格段に安全性を向上する効果を示すものであり、構成団体も大きな期待を寄せています。

まだ施設の稼働から日も浅く、小さい初期障害はありましたが、今のところ運転管理、水処理とも概ね順調にきています。まずは新たな施設の確実な運用が大事と心がけ、さらに安全で良質な水道水の供給に努めたいと考えています。



写真6 高度浄水施設完成後の北千葉浄水場全景