



はまピョン

日本最大規模の膜ろ過施設を導入した 川井浄水場再整備事業

横浜市水道局

1. はじめに

稼働後約50年を経過した川井浄水場の再整備を行い、平成26年3月、日本最大規模の膜ろ過方式の浄水場に生まれ変わりました。この事業は、日本ではじめて、浄水場全体の更新と運営管理をPFI事業で行うものです。今回、この特色ある事業をご紹介します。

2. 長期ビジョンにおける浄水場配置の考え方

横浜市は、自然流下系の道志川系統及び相模湖系統の水源を利用する川井、西谷、鶴ヶ峰浄水場のほか、ポンプを多用する馬入川系統の水源を利用する小雀浄水場の4つの浄水場を有していました。

平成18年に「横浜水道長期ビジョン10か年プラン」を策定した際、「水質・水圧面で有利な自然流下系の浄水場を優先的に再整備して、1つの浄水場が1系統の原水を処理する合理的な水運用を行なう」との方針を定めました。

この方針を受け、明治34年に建設され、本市で最も古い川井浄水場を道志川系統の水利権の全量を処理できるよう増強し、4浄水場のうち、鶴ヶ峰を廃止することとしました。今回、川井浄水場の再整備完成に伴い、予定通り鶴ヶ峰浄水場を廃止し、西谷は相模湖系統、川井は道志川系統の水源に集約し、1浄水場1水源を達成しました。

3. 再整備前の浄水場の状況

1) 施設概要

川井浄水場は、主として道志川を水源としています。今回の再整備前の旧浄水施設は、拡張工事により昭和38年に完成して以降稼働後約50年を経て、老朽化が進んでいました。さらに、場内には

明治34年から使用している配水池（写真1参照）までありました。

川井浄水場の再整備前の施設概要

施設名	規模・能力等
浄水能力	106,400m ³ /日（標準）
沈でん池	高速凝集沈でん池 3池
ろ過池	急速砂ろ過式ろ過池 8池
配水池	3池 有効容量10,100m ³
排水処理施設	排水池 3池 排泥池 4池 送泥ポンプ 2台 返送ポンプ 2台



▲写真1 1号配水池

2) 耐震診断結果

耐震診断を実施した結果、川井浄水場は、配水池、沈でん池、ろ過池など主要な施設の耐震性に問題があり、浄水場全体の抜本的な再整備が必要であることが判明しました。

4. 川井浄水場再整備のコンセプト

再整備にあたっては、単に施設の更新に止まらず、お客さまの声を基本とするとともに、今日の課題である環境の保全、コストの縮減などにも配慮した計画にする必要がありました。

そこで、次のコンセプトを基本に再整備を進めることにしました。

- ① 安全でおいしい水を求めるお客さまの声を反映させる。
- ② 耐震性を重視した施設整備を行うとともに、危機管理が万全な浄水場づくりを進める。
- ③ 電力や薬品使用量の低減を図ることに加え、自然エネルギーを活用した省エネルギー型の環境にやさしい浄水場づくりを進める。
- ④ 見学コースの整備、案内板や事業紹介パネルの設置など、市民が親しめる浄水場づくりを進める。
- ⑤ 施設整備と運転管理の両コストを可能な限り圧縮できる最適な整備手法を選択する。

5. 再整備方針

上記の基本コンセプトを踏まえ、再整備に当たっては、次のような方針により事業を進めました。

1) 浄水処理方式について

道志川系統全量（172,800m³/日）を、上流から本施設までの導水水圧を有効利用し、膜ろ過方式により処理する。

2) 事業手法について

浄水場内の施設の整備及び運転・維持管理（20年間）の業務をPFI事業の対象とし、次の条件を付すこととする。

- ア 施設整備にあたっては、既設浄水場施設を稼働させながら新設対象施設の建設工事を行う。
- イ 浄水の水質は、浄水水質要求水準値を確保するものとする。浄水水質要求水準値は、水道

水質基準よりも厳しい横浜独自の水質目標と同等とする。

- ウ 新設対象施設では、水道法の責任を含めた施設の運転管理を第三者委託として行う。

6. 膜ろ過方式の導入

1) 経緯

浄水場の再整備を見据えて、水道局の技術陣の中ではかなり前から膜ろ過方式についても研究していました。平成14年度から16年度にかけて行われた（公財）水道技術研究センターのe-Waterプロジェクト（環境影響低減化浄水技術開発研究）の大規模浄水場への膜ろ過方式の適用に関する研究の際、川井浄水場をフィールド提供し、その結果から、膜ろ過方式の導入の可能性に確信を持ちました。

2) 導入理由

本事業で膜ろ過処理方式を採用したのは、次のような長所を有しているためです。

膜ろ過の長所

項目	内容
省スペース	膜ろ過方式を導入する場合、沈でん池とろ過池が不要となり、少ないスペースで建設ができる。このため、既存の浄水処理施設を稼働しながら更新工事を進められ、給水に支障をきたさない。
導水残圧の有効利用	膜ろ過方式は、一般的にポンプ等により圧力を生じさせてろ過するシステムである。川井浄水場では、水源と浄水場間に高低差（有効落差11.5m）があり、自然流下による導水残圧を有効利用できる。このため、ポンプが不用となり電力の大幅な節減が図れる。
原水水質	原水である道志川の水質は、本市水源の中で最も清浄であり、膜ろ過方式に適している。
薬品使用量の削減	膜ろ過方式では、砂ろ過方式で使われている凝集剤が削減できる。
運転管理の効率化	運転管理の要員が少なくできるなど効率的な維持管理が図れる。

浄水水質要求水準値の例

水質項目	浄水水質要求水準値	水道水質基準
一般細菌	1 個/mL以下	100個/mL以下
有機物 (TOC)	1 mg/L以下	3 mg/L以下
濁度 (膜ろ過)	0.01度以下	2 度以下
色度	1 度以下	5 度以下

7. PFI方式の導入

川井浄水場の再整備にあたり、より効率的な整備手法を検討するため、平成18年度に「PFI導入可能性調査」を実施し、その結果、VFM (Value For Money) が見込めたため、PFIを活用した再整備を進めることとしました。

1) PFIの導入目的

- ① 民間に蓄積されている膜ろ過方式に関する技術力やノウハウの活用
- ② 設計・建設・維持管理までを一体とした事業とすることにより、トータルコストの削減や施設整備、施設の運転管理でのコスト削減
- ③ 最適ナリスク管理を考慮し、運転管理、事故、災害時の適正ナリスク移転による負担軽減

2) 事業方式

PFIには、様々な方式がありますが、本事業では、BTO (Build Transfer Operate ; 民間事業者が自ら資金調達を行い、施設を建設した後、その施設の所有権を公共に移管した上で、民間事業者がその施設の運営・管理を行う) 方式を採用しました。BTO方式を採用した理由は、コスト面で次の有利な点があったからです。

- ① 国庫補助金が適用される。
- ② 固定資産税の支払いが発生しない。

8. 事業概要

1) 施設整備

今回の再整備により、前述しましたように、道志川系統全量を処理できる浄水場となっています。

新設浄水場と既設浄水場の比較

	新設浄水場	既設浄水場
処理能力	172,800m ³ /日	106,400m ³ /日
処理方式	膜ろ過方式	急速砂ろ過方式
配水池	(新設) 1池 有効容量 : 30,000m ³	(撤去) 3池 有効容量 : 10,100m ³
排水処理施設	(新設) 排水・脱水 処理施設	(撤去) 排水池 3池、 排泥池 4池

2) 事業期間

事業期間は、平成21年度から45年度までの25年間です。21年度からの5年間で、新設浄水場の設計、建設を行い、26年度から新設浄水場の供用を開始し、その後20年間にわたり、運転・維持管理を行います。

3) 事業費 (契約時)

約265億円 (消費税及び地方消費税相当額除く)

4) VFM (契約時)

約6%

5) 契約事業者

PFI事業のために設立された特別目的会社

(SPC)である、ウォーターネクスト横浜(株)が担っています。

9. 事業の考え方

1) 事業者の役割

本事業は、PFI手法を活用していることから、事業者には、①効率的かつ効果的な浄水場施設の新設工事の実施及び膜ろ過方式への円滑な移行、②維持管理期間中、要求する浄水水質を確保した安定的かつ継続的な水の提供を行うこと、を期待しています。このため事業者には、浄水場施設の工事及び維持管理への深い理解と十分なノウハウを有しているなど、本事業において期待される役割を果たす上で必要とされる能力を有していることを求めました。

2) 前提条件

本事業で整備する浄水施設は、道志川系統の清澄な原水を用いますが、横浜市は、取水後、青山沈澱池での処理により、最大濁度を30度までに抑制します。そのため、事業者には濁度30度以下の原水に対して、171,070m³/日の生産水量を常時確保できる浄水及び排水処理システムを構築することを求めました。

3) 要求する機能

ア 処理水量と主な膜ろ過水水質

本事業において、浄水場施設に求める処理能力と、求める膜ろ過水水質は次のとおりです。

要求する浄水能力と水質

浄水能力	最大取水及び処理水量	172,800m ³ /日
	膜ろ過水濁度	0.01度以下
	配水池出口 残留塩素濃度	目標値 ± 0.05mg/L

イ 構造物の耐用年数

配水池や管廊等の土木構造物や建築構造物は事業期間終了後も市が継続して使用することから、次に示す耐用年数が維持できる仕様としました。

構造物の耐用年数

施設の内容	耐用年数
土木構造物 (配水池等)	60年
建築構造物	50年
場内配管 (うち可動部を持つ弁類)	40年 (30年)

ウ 膜ろ過装置

膜ろ過装置は、事業期間にわたり適切な更新などを行い、事業期間終了後1年以上の性能を保持する仕様としました。事業期間終了後1年以内に膜ろ過装置が業務要求水準書に示された性能を下回った場合、事業者は自らの費用負担にて修繕を行うものとしています。

4) 整備対象施設と業務範囲

整備対象となる施設と業務範囲は次のとおりです。

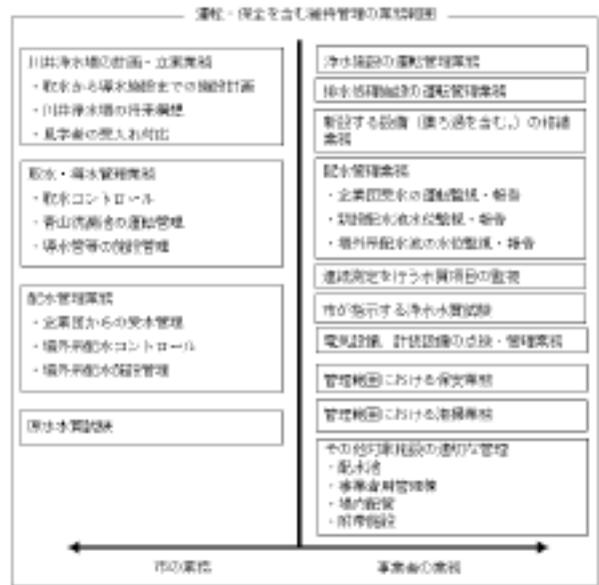
整備対象施設及び業務範囲

整備対象施設		業務範囲	
		設計・工事	運転・保全管理を含む維持管理
新設対象施設	浄水施設	○	○
	配水池	○	○
	薬品設備	○	○
	事業者用管理棟	○	○
	排水処理施設	○	○
	電気設備	○	○
	計装設備	○	○
	場内配管	○	○
	その他必要な附帯施設	○	○
撤去	支障施設の撤去	○	—
	既存浄水施設の撤去	○	—

既存の浄水施設を稼働させながら更新工事を行うため、撤去工事は、2段階に分けて行うこととしました。まず、第1段階として、新施設建設に支障となる旧緩速ろ過池などの撤去工事を行い、新設対象施設の建設スペースを確保しました。次に、新設浄水施設が完成し稼働した平成26年度に、第2段階として旧浄水施設を撤去します。

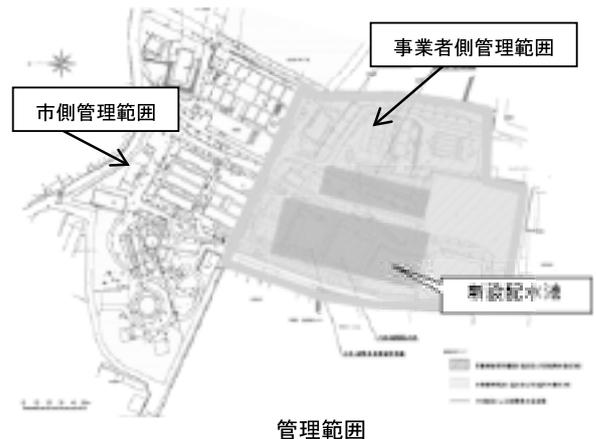
上記に示す新設対象施設のうち、運転・保全管理を含む維持管理に関する業務範囲は次の図に示すとおりです。

なお、本事業に係るリスク分担は、PFI事業の実施方針の公表から入札に至るまでに、事業者からの計4回、2,710件の質問へ回答する過程で事業者の過度な負担とならないよう明確化し、決定しました。



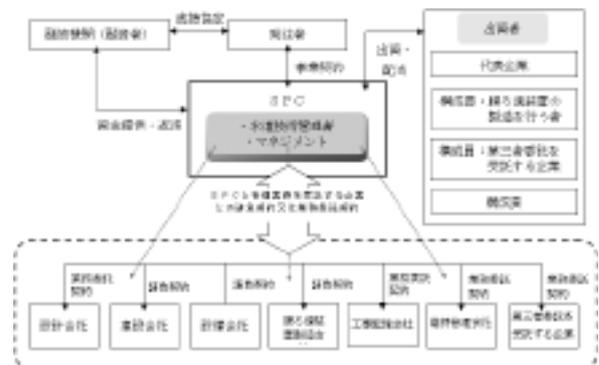
5) 管理範囲

事業者は、既設浄水場施設のうち、次の図に示す管理範囲において、今後20年間にわたり維持管理を行います。



6) 事業実施体制

発注者である市と融資者との間で、直接協定を結び、SPC、融資者、横浜市の協力関係が継続する体制をとりました。



10. 整備状況

1) 工程

平成21年度に着手し、PFI事業エリアの施設の撤去工事にはじまり、新施設の設置を進め、25年度には約9か月の試運転を実施し、26年4月の稼働を迎えました。

工程表

	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度
1 準備・設計	■					
2 撤去工事	■					■
3 土木建築工事						
躯体工事		■				
配管工事		■				
4 プラント設備工事						
機器据付・電気工事		■				
太陽光パネル設置					■	
プラント試運転					■	
5 その他						
配水池・管路洗浄					■	
啓発設備の据付					■	
完成検査・引渡し					■	
供用開始						■
既設浄水場停止						■

2) 完成施設

事業者の提案により、川井浄水場には、セラミック製の膜ろ過装置が導入されています。日本最大の既存膜ろ過浄水場が80,000m³/日であったため、川井浄水場は、これまでの約2倍の規模となりました。

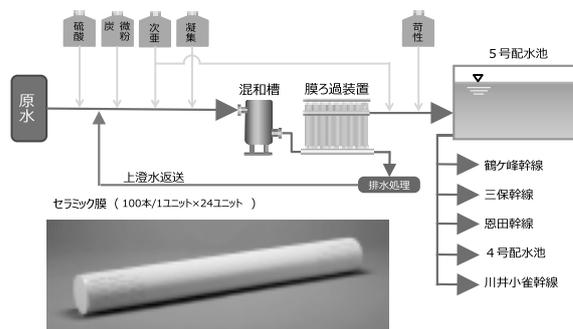
また、環境負荷軽減のため、配水池と膜ろ過棟の屋上に太陽光発電設備（336kW）が設置されています。



▲航空写真（2013年8月撮影）



▲膜ろ過装置



施設のフロー概要図

11. 市民に愛される施設へ

横浜市は、お客さまが水道事業に親しみを感じ、また、ご理解をいただけるよう、様々なPRを行っています。そのため、本事業でも、次のような取組を行いました。

1) 継続的な情報発信

局のウェブサイトにおいて本事業を紹介し、契約経緯がわかる資料を公開するとともに、毎月現場写真を掲載し、刻々と変化する施工現場の状況をご覧いただけるようにしました。これは、平成26年度の撤去工事においても継続予定です。

2) 愛称の命名

新浄水施設は、これまでの川井浄水場の敷地の一部を占めていることから、既存浄水施設エリアと区分された新しい施設を総称した名前があると分かりやすく、愛着も持っていただけるのではないかの思いから、愛称をつけることとしました。

愛称命名に際しては、一般市民の方からの公募を実施し、「セラロック」に決定しました。

この愛称には、「『横浜の水は世界一おいしい!』これから先100年以上も世界に誇れる安心でおい

しい水であるように願って、日本の高い技術力を示すよう、セラミックと、ろ過を融合させた名称を考えました。』との思いが込められています。

3) 環境に配慮した水道システムの構築

横浜市は大正5年に山梨県道志村の水源涵養林を取得し、約100年に渡り森林管理を行い、道志川の良質な水を守る努力を続けており、この水質が川井浄水場への膜ろ過の導入を可能としました。

また、近代水道創設時に選定された標高差を有効活用した施設配置により、浄水処理に電気エネルギーを必要としない施設とすることができました。すでに稼働している導水管内の小水力発電設備(270kW)に加えて、本事業で太陽光発電設備も導入できたことから、年間合わせて約180万kW(一般世帯約400軒分)を発電できる、より環境にやさしい浄水場とすることができました。さらに、川井浄水場が市内で最も標高の高い浄水場であることから、今回の規模拡大に伴いポンプ系の小雀浄水場の給水エリアを自然流下系の川井浄水場の給水エリアに変更することが可能となり、省エネ、災害時対策の観点でも、さらなるメリットを生み出すことができています。このように、水源から給水まで一貫して環境にやさしい水道システムを構築することができ、現在の社会的課題に応えられるシステムの一例としてご紹介させていただきます。



環境にやさしい水道システムのPRパンフレット

12. おわりに

再整備事業により、これまで経験したことのないことにチャレンジできましたのでご紹介します。

1) 浄水場の切替の経験

4月1日のセラロック稼働後、約2週間で3つ

の幹線を旧浄水場から1つずつセラロックからの給水に切替えるとともに、2つの幹線の新規開始を行い、この作業の終了後、旧浄水場を停止しました。大口径管の大規模な切替や運用開始など、多くの部署に係わる検討が必要でしたが、約9か月かけて計画を策定し、局内関係部署やSPCとの綿密な調整も行き、お客さまにご迷惑をおかけすることなく、無事に切り替えることができました。

今後は、数か月かけて、給水エリアの拡大を徐々に進めていくこととしています。

2) 第三者委託による維持管理

水道局とSPCは、「取水から浄水場までは水道局、浄水処理はSPC、送水から先は水道局」と一連の水道システムを分担して、お客さまに水道水をお届けしていくことになります。安全、安定した給水のためには、双方が強みを発揮し、より連携して円滑な業務を行うことが重要です。

現在、行っている維持管理モニタリングやきめ細かい情報交換、意見交換の経験は、安定稼働を図るとともに、水道局の膜ろ過方式に関する技術力の習得、向上にも役立ちます。

3) セラロックに関する積極的な情報発信

本事業は、日本で初めて浄水場全体の更新、維持管理をPFI事業として行ったこと、環境を重視した水道システムを構築したこと、など特徴的な要素を持つ事業です。これらの事業で得た貴重な経験やノウハウ等は、今後、SPCと連携して情報発信していくことに加え、横浜市水道局の外郭団体である横浜ウォーター(株)の業務展開を通じた国内の他の水道事業体の課題解決にも役立てていただけるのではないかと期待しています。特に、「環境を重視した水道システムのモデル」は世界に誇れる技術として、広く海外へも発信していきたいと考えています。

施設見学のお申し込みも受け付けていますので、是非、現場で、多くの皆様にこの取組をご覧いただきたいと考えております。