

# 鳥取市水道局

## 江山浄水場・UF膜ろ過設備

(2010年10月掲載)

### 1. はじめに

鳥取市の水道事業は、大正4年、全国で29番目の近代水道として通水を開始しました。以来7回にわたる拡張事業を行い、現在、平成35年を目標年次とした第8回拡張事業を進めているところです。鳥取市の水道は、長年にわたり主に一級河川千代川せんだいがわの良好な水質と安定した水量に恵まれ、河床下約3mに設置した集水埋渠及び立型集水井により取水した清澄な伏流水を水源（叶水源かすゐ地・向国安水源むこうくわんすゐ地の2ヶ所）として、塩素消毒のみにより給水してきました。

しかし、この伏流水（原水）からクリプトスポ

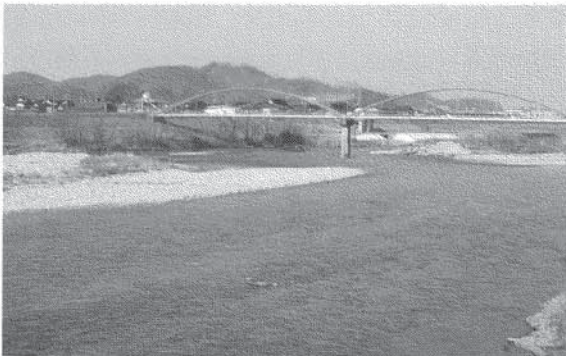


写真1 千代川（取水場所付近）

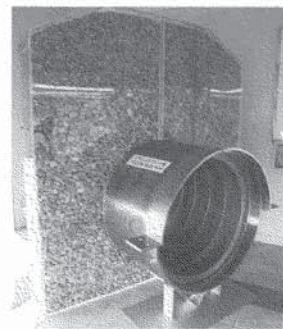


写真2 集水管（φ1,000mm）実物大の模型



写真3 集水管（側面拡大）

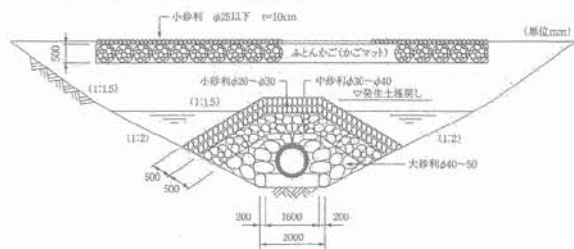


図1 集水管布設断面図

(平成21年度)

表1 叶水源かすゐ地・向国安水源むこうくわんすゐ地原水水質一覧表

検査項目	検査箇所	叶1号系原水			叶2号系原水			向国安系原水		
		最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
水温	(°C)	26.5	5	15.7	25.3	6.2	16.3	22.4	7.6	15.1
濁度	(度)	0.35	<0.1	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	0.34	<0.1	<0.1
色度	(度)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
pH値		7.28	6.27	6.69	6.89	6.45	6.6	6.9	6.3	6.55
一般細菌	(個/ml)	3	0	1	21	0	2	3	0	1
塩化物イオン	(mg/l)	8.9	6.3	7.4	9.3	5.5	7.1	9	6.6	7.6
鉄	(mg/l)	<0.03	<0.03	<0.03	0.03	<0.03	<0.03	0.05	<0.03	<0.03
マンガン	(mg/l)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.02	<0.005	<0.005
硬度	(mg/l)	30	23	26	28	23	24	34	26	30
有機物量	(mg/l)	0.5	<0.3	<0.3	0.5	<0.3	<0.3	0.6	<0.3	<0.3



リジウムの指標菌が検出されるため、クリプトスポリジウム対策として、平成11年度に江山浄水場の建設を計画しました。

## 2. 浄水方法見直しの経緯

新たに建設する江山浄水場は、当初、ろ過方法を急速ろ過法、計画一日最大浄水量を98,100㎥として平成16年度の完成を目指して工事に着手しました。

しかし、浄水場建設をめぐる、ろ過方法について市民の中に懸念の声と反対意見があり、平成14年4月に工事を一時中断し、ろ過方法の見直しを行いました。

まず、同年8月に水道関係の専門家4人と市民からの応募による公募3人で構成する浄水施設見直し検討委員会を設置し、市民に安全でおいしい水を供給するため、本市にとって最も適したろ過法や施設規模などについて検討を重ねました。見直しの結果、クリプトスポリジウムの除去率が最も高いこと、建設費及び維持管理費が総体的に最も安いなどの理由により、「鳥取市に最も適したろ過法は、膜ろ過法である。」「施設規模は当面80,000㎥/日とする。」旨の報告を受けました。

## 3. 最適な膜ろ過システムの選定

次に、本市にとって最適な膜ろ過システムを選定するため、平成15年8月、水道事業、河川、水質環境に関するそれぞれの専門家8人で構成する

ろ過施設検討委員会を設置しました。本委員会では膜ろ過実験の基本的条件・実験参加者の選定方法などについて検討を行い、プロポーザル方式により応募があったグループの中から審査の結果3グループを選定し、膜ろ過実験と設計提案の評価を行いました。

膜ろ過実験は、平成16年1月から約半年間、叶水源地に設置した3グループのプラントを用いて、処理性能等を確認しました。膜ろ過実験の結果から、膜ろ過3グループのシステムは、水質面・クリプト対応面・高濁度水対応面のいずれにおいても十分なる過機能を有していることを確認しました。

最終的に水道局の職員で構成する膜ろ過施設選考委員会を設置し、3グループの中から「総原価が最も低額である。」「電力消費量が最小である。」等の理由により1グループのシステムを決定し、中止していた江山浄水場の工事を平成17年1月に再開しました。

## 4. 江山浄水場の概要

江山浄水場は、本市の市街地から南西約5kmの丘陵地に位置し、限外ろ過膜（UF膜）による浄水能力80,000㎥/日の施設で、完成時は国内最大規模の膜ろ過施設になります。浄水場の面積は、3.5haで、管理棟、原水槽、浄水棟、薬品棟、塩素混和池、浄水池、排水中和槽、排水ろ過槽などの施設を配置しています。（写真4）

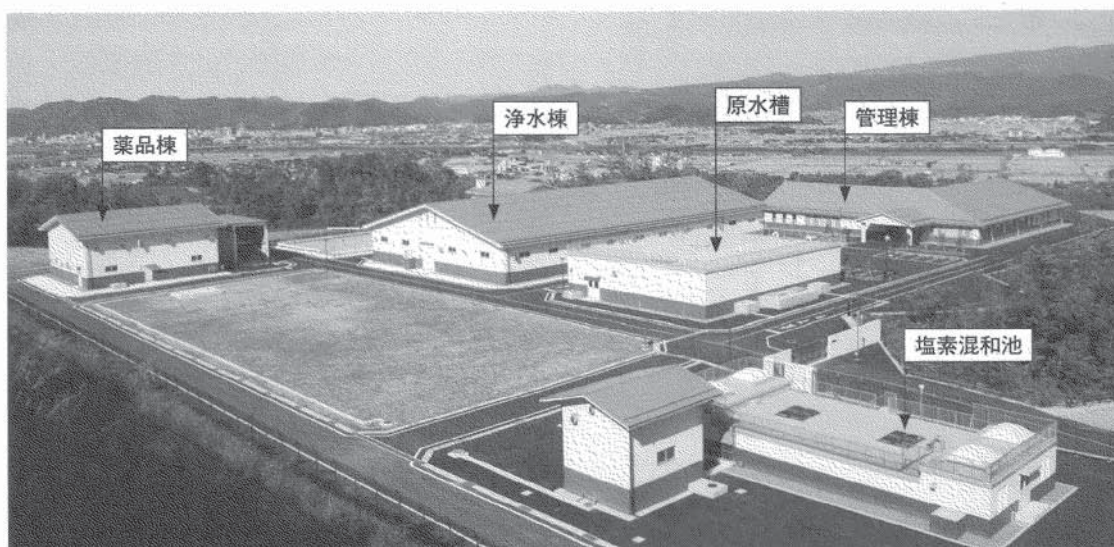


写真4 江山浄水場



### (1) 膜ろ過処理フロー

処理フローは、原水をろ過する浄水系膜ろ過施設と浄水系の膜を物理洗浄した洗浄水をろ過する回収系膜ろ過施設の2段階の全量ろ過方式とし、浄水系の物理洗浄排水を回収系でろ過することにより、回収率は99.7%になっています。なお、原

水の水質が良好であるため、凝集剤等を使用した前処理工程は実施していません。(図2)

膜ろ過施設は、浄水系4系列×4ユニット×18モジュール(288モジュール)と回収系3系列×1ユニット×18モジュール(54モジュール)で構成しています。(写真5)

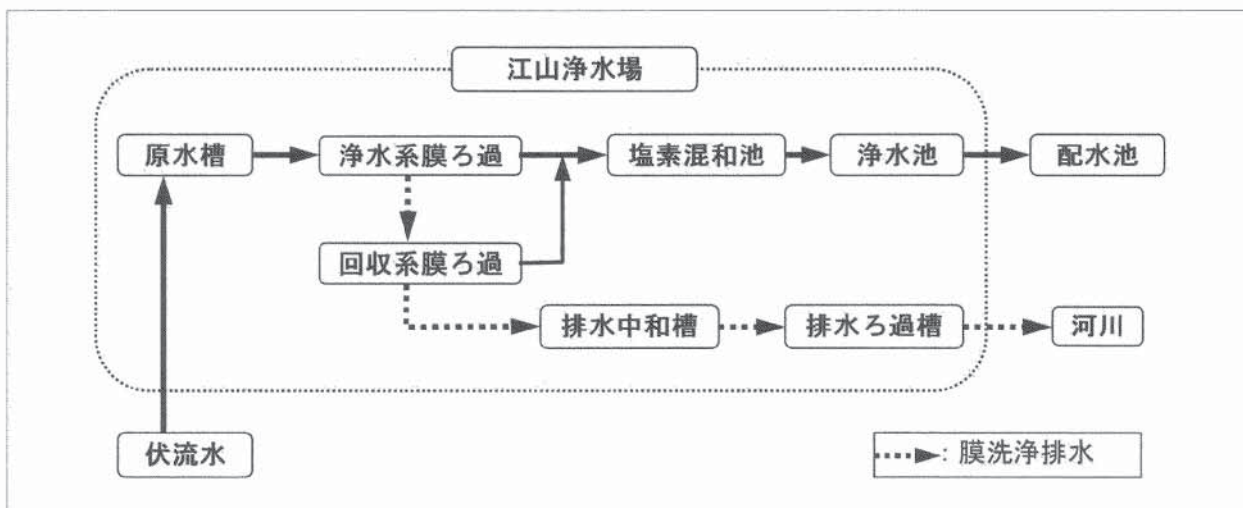


図2 江山浄水場の膜ろ過処理フロー

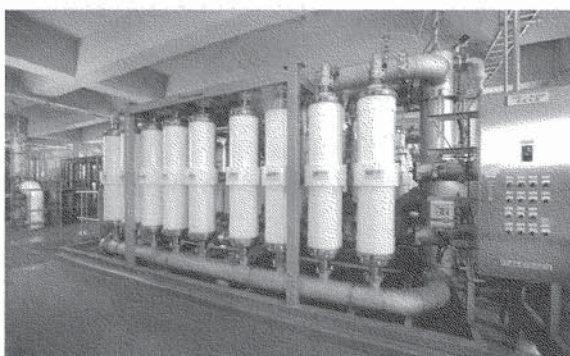


写真5 膜ろ過ユニット(1ユニット)

### (2) 膜モジュール

江山浄水場で採用した膜モジュールは、膜分離技術振興協会の膜モ認第270号に認定された、材質がポリエーテルスルホン(PES)、分画分子量150,000の中空糸内圧式の限外ろ過膜です。

また、(財)水道技術研究センターで規定している水道用膜モジュールJWRC仕様のタイプ1-B(縦ケーシング一体型)で、1モジュールの膜面積は62㎡です。(図3)

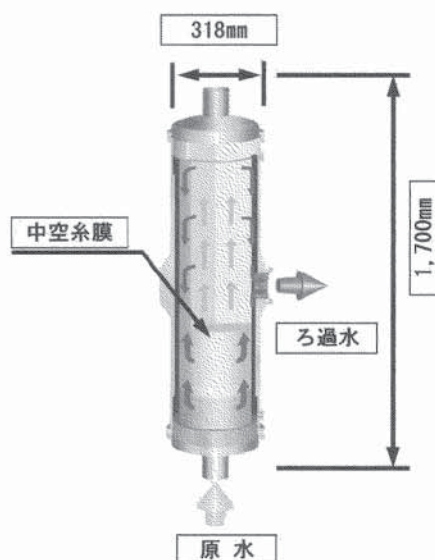


図3 膜モジュールカット図

### (3) 関連施設

関連施設は、物理洗浄の設備、定期的に膜を薬品で洗浄するための薬品洗浄設備、膜の洗浄排水を下流の河川に放流するための排水中和槽、排水ろ過槽の設備などで構成されています。

## 5. 膜ろ過の運転

### (1) 膜ろ過流束

膜ろ過流束は、浄水量が80,000m<sup>3</sup>/日の場合に原水をろ過する浄水系が4.8m<sup>3</sup>/ (m<sup>3</sup>・日)、回収系は浄水系の物理洗浄排水をろ過するため、常時1.4m<sup>3</sup>/ (m<sup>3</sup>・日)としています。

また、季節や曜日などによる一日当たり浄水量の変動に対応するため、浄水系膜ろ過設備に供給するための膜原水ポンプは両吸込ポンプ（インバーター制御対応）6台で膜ろ過設備への供給量を制御し、ろ過流束を変えて運転します。

### (2) 物理洗浄

ろ過の継続と共に、膜に付着する懸濁物質を除去するために定期的に膜の2次側からろ過水を給水して洗浄を行います。浄水系は30分毎に43秒間、逆洗流束12m<sup>3</sup>/ (m<sup>3</sup>・日)で、回収系は45分毎に40秒間、逆洗流束4.7m<sup>3</sup>/ (m<sup>3</sup>・日)で洗浄します。

### (3) 薬品洗浄

ろ過を長時間継続すると、膜に物理洗浄では除去困難な金属や有機物などが付着するため、定期的に薬品洗浄を行います。江山浄水場の薬品洗浄は、オンサイト・オンライン洗浄を採用し、洗浄頻度は年間2回程度を予定しています。

薬品洗浄について、より効果的な方法を検討するため、膜ろ過実験終了後も引き続き運転性能評価実験を継続して実施しました。金属除去には当初計画では硫酸を使用する予定でしたが、実験によりシュウ酸が有利である結果を得ましたので、硫酸からシュウ酸に変更しました。有機物除去には当初計画のとおり次亜塩素酸ナトリウムを使用することとしました。

### (4) 膜破断検知

膜破断検知は、各ユニットに設置している微粒子計と空気加圧式膜破断検知試験の併用方式を採用しています。異常感知した場合は、当該ユニットの運転を停止して、他の系列の流束を上げて水量を確保します。破断モジュールの特定は、各モジュールを微粒子計に接続して検査します。

## 6. 稼働状況

江山浄水場は平成21年3月に一日最大浄水量20,000m<sup>3</sup>で一部供用を開始しました。さらに、同

年7月には給水区域を拡大して、現在、一日最大浄水量40,000m<sup>3</sup>で運転を行っています。供用を開始して以来、大きなトラブルもなく順調に稼働しています。

今年度の下期には全面供用開始となり、計画一日最大浄水量80,000m<sup>3</sup>で本格稼働することになります。

### (1) 膜ろ過の状況

膜ろ過水の平均濁度は0.001度以下で、良好な水質が確保できています。回収率は施設が全面供用開始になっていないことから、計画していた回収率99.7%を若干下回っています。

### (2) 膜の損傷検知

膜の損傷検知は、ユニット毎に設置している微粒子計（3～5μmを検知）による連続監視を行っています。（写真6）また、膜の薬品洗浄の工程の中に空気加圧式膜破断検知試験を組み込んで膜の損傷確認を行っています。

現在まで、膜の損傷は確認されていません。

### (3) 物理洗浄時の薬品の注入等

膜ろ過装置の物理洗浄水は、膜の殺菌や洗浄効果を高めるため、次亜塩素酸ナトリウム（注入率1.5mg/ℓ）を注入しています。

逆洗工程では、膜モジュールに急激な圧力変動が生じない対策として、バルブ開閉のタイミングの調整を細かく行っています。また、モジュール全体の洗浄を均等に実施するため、逆洗水の排水はモジュールの下部及び上部からの排水時間をそれぞれ20秒間ずつ実施しています。

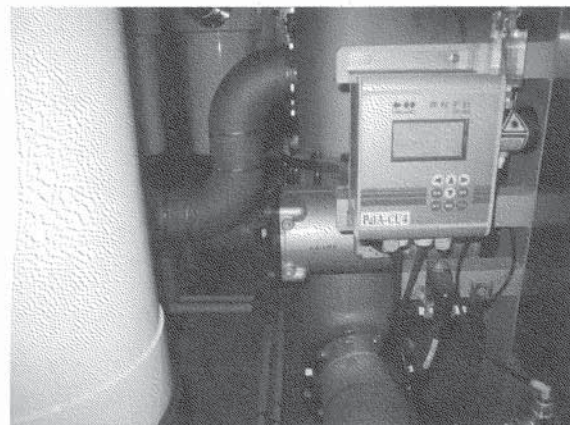


写真6 微粒子計



## 7. 今後の課題

### (1) 技術力の向上

江山浄水場は、膜ろ過の浄水場としては国内最大規模の施設であり、職員に膜ろ過に関する技術的な蓄積及び運転管理の知識・経験がほとんどない状態でしたが、職員の研修を繰り返し実施して供用開始に臨みました。

浄水場の供用開始後の運転管理は職員が行っており、研修では想定していなかった事象が発生することもあります。概ね順調に稼働しています。

今後は、運転管理に従事する職員の技術力の向上を目指すと共に、危機管理対策の徹底を図っていきたく考えています。

### (2) 最適な運転方法の確立

浄水場の運転管理を日々行っていくことで、取水から給水に至るまでの総合的なデータの蓄積と検証を継続して、膜のファウリング対策をはじめとする施設の延命化対策や省エネルギーなどを考慮した最適な運転方法を確立する必要があります。

### (3) 水質管理

原水に微量な鉄・マンガン等の金属系のファウリングに結びつく物質が含まれているため、これらの水質の動向に注意を払う必要があります。

また、農薬類等の溶解性物質は江山浄水場の膜ろ過では除去が困難です。これまでの原水の水質検査では農薬類等は目標値の1/100以下の値で推移していますが、今後もこれらの溶解性物質の動向にも注意が必要です。

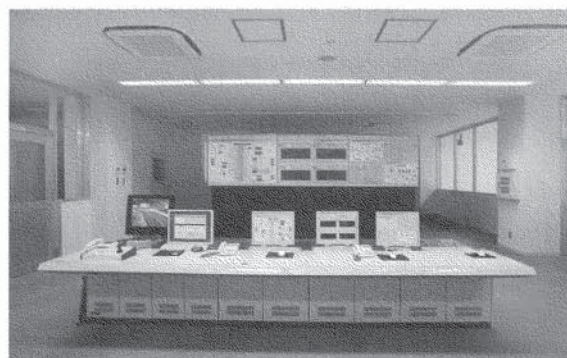


写真7 中央監視室（管理棟内）

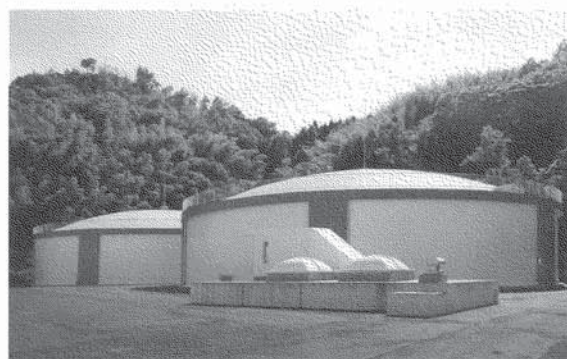


写真8 浄水池（5,000㎡×2池）手前は緊急遮断弁

## 8. おわりに

江山浄水場は、昨年3月に一部供用を開始し、現在、江山浄水場の給水区域の住民約15万人のうち50%にあたる7万5千人に給水しており、今年度下期の全面供用開始を目指して事業を進めています。

江山浄水場の完成により、これまで以上に安全で良質な水道水を安定的に供給できるものと確信しています。



写真9 鳥取市の中心市街地（写真上部は鳥取砂丘と日本海）