

- 地震動強さとして最大加速度を採用しているものが多いが、管路被害との相関が高いと言われている最大速度も採用している場合がある。

表5 各地震動予測手法の特徴

予測対象	特徴	詳細/簡易	採用 事業体数
工学的基盤面 の地震動	震源断層の動的パラメータを考慮する手法	詳細法	29
	距離減衰式を用いる手法	簡便法	15
地表面 の地震動	応答解析を用いる手法	詳細法	32
	表層地盤増幅度を用いる手法	簡便法	7

2.3 管路被害データベースの構築

平成16年新潟県中越地震における旧長岡市、平成19年能登半島地震における七尾市、旧門前町、同年新潟県中越沖地震における柏崎市、刈羽村の管路被害データを収集し、管路図と被害地点をGISデータベースとして構築するとともに、管路属性も整備した。また、最大速度分布や地盤特性などについてもデータベースとして整備した。表6に、データベース化対象の概要を、表7に整理した項目をまとめる。

表6 各地震のデータベース化対象地域

地震名	対象地域	管路等 被害箇所数	継手形式の 管理状況
新潟県中越地震	長岡市	206	○
	小千谷市	113	△(一部)
能登半島地震	輪島市	47	△(一部)
	七尾市	68	△(一部)
新潟県中越沖地震	柏崎市	476	○
	刈羽村	103	△(一部)

表7 データベース化項目

項目	整理内容	引用元
地表最大速度分布	GIS上でのメッシュによる区分	推計結果
微地形分類	GIS上でのメッシュによる区分	地形・地盤分類データベース (防災科学技術研究所)
管路被害位置	GIS上でのプロット	現地調査結果・工事台帳・厚 労省調査報告書
管路被害属性	被害状況、管種、口径、布設 年度、継手形式	現地調査結果・工事台帳・厚 労省調査報告書

D. 考察

1. 基幹水道施設の機能診断手法の検討

1.1 管路の機能診断マニュアル

事業運営面・維持管理面から回答可能な設問をベースとした機能評価手法の検討を行い、管路の機能評価マニュアルにおける「管路別機能評価の様式案」及び「評価結果判定の様式案」の原案を作成した。これにより、管路情報の少ない場合においても

管路機能の評価が可能となり、特に中小規模を含む全国の水道事業体で用いることができると考えられる。

また、ケーススタディにより「管路別機能評価の様式案」のあり方や「評価結果判定の様式案」における改善必要度の算出結果等に関する課題が残されており、今後の研究活動において改善を図るとともに、浄水施設等の機能診断マニュアルとの統合検討を行う必要がある。

1.2 浄水施設等の機能診断マニュアル

「水道施設機能診断の手引き」をもとにケーススタディを実施し、課題点の抽出及びその改善を図った。特に、各様式の記載事例や使用上の解説を充実することにより、分かり易く使い易いマニュアル原案を作成した。今後は、管路の機能診断マニュアルとの統合を行うべく、設問形式や評価フローの再整理を検討する必要がある。

2. 地震による管路被害の予測等

2.1 被害予測手法の課題に関するアンケート調査

地震被害予測実施済み事業体及び未実施事業体向けのアンケートを行うことにより、今後作成する管路被害予測手法の必要条件が明らかとなった。主な内容以下のとおりであり、今後これらのニーズを満足しうる予測手法を構築する必要がある。

- 管種の継手構造については、多くの事業体で管理されており、特にダクタイル鉄管の継手別被害予測のニーズは高く、対応が求められる。
- 被害予測対象管路のニーズは事業体により異なるが、小規模水道事業体においてはφ50程度の小口径についても配水本管となりうるため、被害予測可能とすることが望ましい。
- 耐震化対策を将来的に実施したいと考えている事業体が大半であったが、実施されていない場合が多い。被害予測実施の阻害要因としては、費用や手間がかかるという内容が大半であり、本研究において簡便な被害予測手法の構築が望まれる。

2.2 想定地震動の評価

管路被害と相関が高い最大速度の推定手法として、工学的基盤面におけるそれを

司・翠川の式を用い、工学的基盤面から地表面までの地震動増幅を松岡らの式を用いることとした。選定したこれらの式による地震動の予測結果と実績とを比較すると、図 23 に示すように、高い相関が得られ、その有効性が確認された。

また、これらの式は、全国的に入手可能な国土数値情報やメッシュ地形・地盤分類データベースなどを用いて情報を準備することができるので、中小を含めた全国の水道事業体で用いることができると考えられる。

○司・翠川の式

$$\log PGV = 0.58M_w + 0.0038D + d_i - 1.29 - \log(X + 0.0028 \cdot 10^{0.50 \cdot M_w}) - 0.002X$$

X : 断層最短距離(km)
 M_w : モーメントマグニチュード [6.7]
 d_i : 断層タイプに関する係数 [地殻内地震:0]
 D : 震源深さ(km) [8.0]

○翠川・松岡の式

$$\log ARV = 1.83 - 0.66 \log AVS30$$

$$\log AVS30 = a + b \log Ev + c \log Sp + d \log Dm$$

ARV : 最大速度の増幅率
 $AVS30$: 地下 30m までの平均 S 波速度 (m/s)
 Ev : 標高(m)
 Sp : 傾斜(正接)の1000倍
 Dm : 先第三系・第三系の山地・丘陵地からの距離(km)
 a, b, c, d : 微地形分類による係数

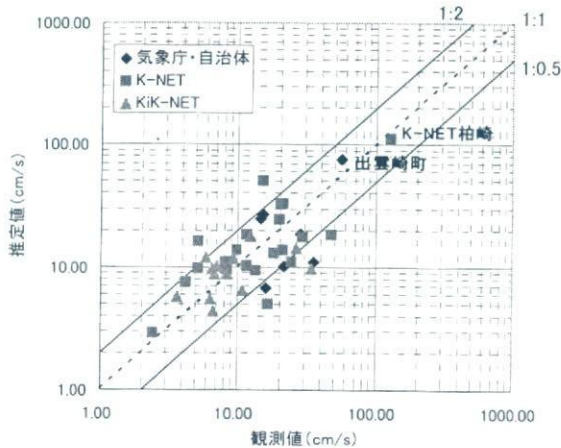


図 23 推計結果と実績値の比較
(中越沖地震)

2.3 管路被害データベースの構築

収集した管路被害及び属性を概観すると、

φ100mm 前後の、いわゆる小口径管の布設延長が大きく、被害数も小口径管の被害が多いことから、大口径管の被害予測にはこれらのデータベースだけでは十分でないことが推察された。継手種類についてはデータとして残されていない事業体が少なくないので、今後、対応方法を検討する必要がある。

E. 結論

浄水部門及び管路部門ともに、当初計画どおり各種調査及びマニュアル案の作成等を行った。

具体的には、導入の進む膜ろ過及び紫外線処理に関する維持管理上の課題等を調査し、膜ろ過及び紫外線処理設備の維持管理の適正化・高度化、及びろ過膜の性能向上のための検討を行った。また、中山間部における管路の地震被害等のデータベースを作成し、併せて管路の機能診断手法原案を作成するとともに浄水施設等の機能診断マニュアル案を作成した。

今後はこれらの成果を基にマニュアルの作成・推敲、地震被害予測手法の確立等を行うこととしており、以下の内容を予定している。

(1) 浄水部門

- ・ 膜処理性能向上の主な課題である膜構造と膜ファウリング特性の相関解明を中心とした実験を行い、原水水質別最適膜の性能・仕様等の検討を行う。
- ・ 膜ろ過浄水施設について得られた課題に関し、維持管理水準の向上等について検討を行い、維持管理高度化マニュアル(案)を作成する。
- ・ 紫外線処理に関し、地表水・排水処理への適用における水質等の制約条件及びその対応策、塩素代替消毒としての適用法について検討・実験を行い、紫外線処理導入・維持管理マニュアル(案)を作成する。

(2) 管路部門

- ・ ケーススタディによる管路及び浄水施設等の診断手法の問題点抽出と改善・充実化を図り、管路及び浄水施設等に関するそれぞれの機能診断マニュアル(案)

の完成を図る。さらに、これらを統合して編冊するとともに、人的・技術的に余裕の少ない中小規模都市においても使い易く分かり易い水道施設機能診断マニュアルの作成を目指す。

- ・ 地震被害データの整理分析を継続した後、新たな管路等の被害予測手法を確立する。また、ケーススタディにより被害予測手法の適用性評価等を行うとともに、人的・技術的に余裕の少ない中小規模都市においても使いやすく分かり易い手法の構築を目指す。

F. 健康危険情報

特になし。

G. 研究発表

1. 論文発表

- ・ N. Hayashi, H. Yokota, H. Furumai and M. Fujiwara, Evaluation of source water quality for selection of drinking water purification system, *Water Science & Technology: Water Supply*, 8.3, pp.271-278, 2008
 - ・ 藤原正弘、伊藤禎彦「水道における臭気原因物質の検出と除去」、*環境衛生工学研究*、2008、Vol.22、No.3、pp.15-18
 - ・ 渡部英、滝沢智、藤原正弘「浄水施設を対象としたライフサイクルアセスメントに関する研究（続報）」、*環境衛生工学研究*、2008、Vol.22、No.3、pp.19-22
 - ・ 横田治雄、古米弘明、藤原正弘「日本の水道原水水質の多変量解析による得点化及び類型化に関する研究」、*環境衛生工学研究*、2008、Vol.22、No.3、pp.23-26
- ### 2. 学会発表
- ・ N. Hayashi, H. Yokota, H. Furumai and M. Fujiwara, Evaluation of source water quality for selection of drinking water purification system, *International Water Association World Water Congress*, Sept., 2008
 - ・ H. Taniguchi, M. Fujiwara, N. Iwase, T. Myoi, N. Higuchi and T. Moniwa, *Roof Renewal of Aging Pre-stressed Concrete Distribution Tank Without*

Suspension of Water Supply, *International Water Association World Water Congress*, Sept., 2008

- ・ S. Ando, *History and Development of Drinking Water Quality Management in Japan*, *Seoul International Symposium on Waterworks Technology*, Sept. 2008
- ・ W.Takashima, S.Takizawa and M. Fujiwara, *Applying Life Cycle Assessment to Drinking Water Treatment*, *Us-Japan Joint Conference on Drinking Water Quality Management and Wastewater Control*, March 2009
- ・ Y.Suzuki, *Performance Assessment of Aging Drinking Water Infrastructure*, *Us-Japan Joint Conference on Drinking Water Quality Management and Wastewater Control*, March 2009
- ・ 田名部直勝、伊藤雅喜、山根陽一、橋本敬行、藤原正弘「前処理と組み合わせた膜ろ過システムの開発」、第59回全国水道研究発表会、2008、pp.196-197
- ・ 宮ノ下友明、伊藤雅喜、惣名史一、藤原正弘「水質に応じた最適浄水処理システムの構築手法」、第59回全国水道研究発表会、2008、pp.244-245
- ・ 原敬一、藤原正弘、松井佳彦、近藤博幸、小島久司、石山明、岩竹貴則「浄水処理性へ影響を及ぼす設計操作因子の統計解析」、第59回全国水道研究発表会、2008、pp.246-247
- ・ 古米弘明、藤原正弘、山口太秀、林野「原水水質の累積頻度分布特性に基づく浄水フロー推定法の検討」、第59回全国水道研究発表会、2008、pp.600-601

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

未定

健康リスク低減のための新たな浄水プロセス
及び管路更新手法の開発に関する研究

平成21年度 総括研究報告書

添付資料

健康リスク低減のための
新たな浄水プロセスに関する研究【浄水部門】

1. 水道事業者のニーズ合った浄水膜の性能・仕様等の検討
 - 1.1 将来に望まれる膜の性能・仕様等についてのアンケート調査結果
 - 1.2 膜処理現地調査結果
2. 膜ろ過施設の維持管理の高度化等
 - 2.1 膜ろ過維持管理アンケート調査結果
3. 浄水プロセスへの紫外線処理の適用
 - 3.1 紫外線処理設備維持管理状況調査結果
 - 3.2 地表水以外への適用における紫外線処理設備維持管理マニュアル（案）
 - 3.3 紫外線照射試験結果
 - 3.4 紫外線処理による返送水・排水へのクリプトスポリジウム等対策に関する研究
 - 3.5 紫外線処理による塩素代替消毒法及びマルチバリア消毒法に関する研究
4. 研究体制

基幹水道施設の機能診断及び地震による
管路被害の予測等に関する研究【管路部門】

5. 基幹水道施設の機能診断手法の検討
 - 5.1 管路の機能診断マニュアル（原案）
 - 5.2 管路の機能診断マニュアル ケーススタディ結果
 - 5.3 浄水施設等の機能診断マニュアル（原案）
 - 5.4 浄水施設等の機能診断マニュアル ケーススタディ結果
6. 地震による管路被害の予測等
 - 6.1 能登半島・中越・中越沖地震の管路被害データベース作成及び被害予測手法検討に関する研究
 - 6.2 地震における管路被害予測実施済み事業者向けアンケート調査結果
 - 6.3 地震における管路被害予測未実施事業者向けアンケート調査結果
7. 研究体制

1. 1 将来に望まれる膜の性能・仕様
等についてのアンケート調査結果

1.1 将来に望まれる膜の性能・仕様等についてのアンケート調査結果
 (平成20年9月24日～10月8日アンケート調査結果の集計表)

●調査結果の集計……48事業体の集計

膜ろ過装置に求める機能
 新しい膜ろ過装置に期待する機能として、将来必要と考えられる項目を以下の表より選んでチェックして下さい。
 また、その理由・コメントについても記載していただければ幸いです。

大項目	中項目	小項目	チェック 事業体数	理由・コメント
膜の機能 (回答数106)	透過性 (回答数36)	ろ過圧力⇒低動力	19	動力費の低減。 現行でも膜供給ポンプは低動力であるが、自然圧によるろ過圧力にならないか。 山間地で200Vの動力が無い場所でも使用できるように。 電力量の低減が図れる。 施設運転の省エネルギー化のため。 膜間差圧上昇が大きいため。 重力方式にすれば。 既存の躯体を利用。
		コンパクト性	17	計装関係のコンパクト化を図ることができないか。(全体的にパッケージ化を望む。)膜の軽量化。 小規模施設がほとんど。 交換作業が容易となるため。 浄水場敷地面積の低減。 規格の統一などによるプラントのコンパクト化を図る。 敷地面積の省スペース化のため。 浄水場の敷地面積が小さく、車両乗り入れが出来ない。
濁度以外水質改善 (回答数70)	その他 臭気	カビ臭とれる設備。	16	従来の処理方法が複雑で、膜で取れれば施設もコンパクトになる。 活性炭吸着塔のコンパクト化を図る。(現施設が膜の後に粒状活性炭処理をおこなっている。) 臭気対策に問題をかかえており、膜機能に活性炭を加えてはどうか。 低コストで実現できれば良いと思う。
		活性炭処理よりランニングコストが安価で済めば臭気対策として導入の検討対象となり得る。 急速ろ過よりも落ちにくい。〈沈でん池が無いから落ちにくい〉 前処理設備を必要としないため。 活性炭吸着塔のコンパクト化を図る。	8	

		<p>管路内でのTHM上昇を防ぐため。また、前塩素処理が必要となった際の前処理として塩素注入管理が容易となる。</p> <p>12 前処理設備を必要としないため。 活性炭吸着塔のコンパクト化を図る。 低コストで実現できれば良いと思う。 急速ろ過よりも落ちにくい。<沈でん池が無いから落ちにくい></p> <p>10 マンガン除去ができる膜の要望。 マンガン接触塔が不要になるため。 10 差圧の影響。 数値が高いから。 土壌中に硝酸イオンが多く含まれており、降雨後、硝酸性窒素の値が上昇する。 UF膜では除去できないので、NF膜ではコストアップとなる。 低コストで実現できれば良いと思う。</p> <p>7 より安全な水質確保のため</p> <p>5</p> <p>2 農薬類。 アンモニア性窒素除去。</p> <p>13 膜損傷についてはセラミックが耐久性に優れていると考えるが、より安価とならないか。これまでの実績から通常運用で膜損傷が発生するような材質は排除する必要がある。物理的耐久性の向上、膜寿命の延長のため。 逆洗方式に問題があり、逆洗方式の改善。</p> <p>10 使用している中空糸膜の保存年限をできるだけ確保して欲しい。 機器寿命に合わせて交換できることを望む。 薬品洗浄時の耐薬品性向上。 膜の延命化には薬品洗浄が不可欠なため耐薬品性の向上を図る。 膜寿命の延長及び適用範囲の拡大のため。 膜保護のために残留塩素0.1mg/l未満を要求されているが、ブレイクポイント処理との両立が困難。</p> <p>31 維持管理におけるコストの低減。 セラミックの耐久性に準じた寿命の周辺機器を検討して欲しい。 膜交換が高額なため少しでも寿命の長い膜が必要。 5年～7年の交換が高つく。 交換頻度の低減。</p>
<p>色度</p> <p>マンガン</p> <p>硝酸態窒素</p> <p>ウィルス</p> <p>微量化学物質(抗生物質等)</p> <p>その他</p> <p>膜損傷</p> <p>耐薬品性</p> <p>寿命</p>	<p>膜素材 (回答数67)</p>	

			<p>明確にする。</p> <p>メンテナンスの回数を極力少なくしたい。</p> <p>原水の水质にもよるが、より安定した素材を求め。(建設当初はポリプロピレン製一酸化物等の継続的な流入に劣化して破断したので、PVDFに交換した。)</p> <p>交換には多額の費用が伴うため延命化を図る。</p> <p>膜が高額で、簡単に取替えできない為(建設工事は補助対象ですが膜交換費は単独。)</p> <p>長寿命になれば利用者の負担は軽くなる。</p> <p>浄水処理の安全性向上のため。</p> <p>差圧上昇が大きく、2年程度で運転性能が悪化。3年経過する前に、補修が効かない膜モジュールが発生。</p> <p>約7年と短寿命であり、半永久的な素材があれば、酢酸セルロースUF使用>実績がないため。</p> <p>6 耐薬品性と同様に向上を図る。</p> <p>膜寿命の延長及び適用範囲の拡大のため。</p> <p>残留塩素不足により生物的ファウリングが発生したことがある。</p> <p>3</p> <p>4 安価な素材の開発</p> <p>セラミックなど半永久的であればよい。<酢酸セルロースUF使用事業体></p> <p>8 交換作業として複数人必要なことが多いため、モジュール、素材の軽量化を期待する。</p> <p>完全自動無人運転が可能。</p> <p>人件費削減。</p> <p>10 管理のしやすさ</p> <p>維持管理の簡易化、省力化のため。</p> <p>主に運転中の膜差圧、ろ過水濁度の点検。</p> <p>機械設備が多いため。</p> <p>25 トラブル発生時の復旧までの容易性</p> <p>復旧までの日にちが短ければ、安定供給が維持できる。</p> <p>機器点数が多くて理解しにくい。より運転管理が容易とないか検討して欲しい。</p> <p>維持管理費を少しでも安くできるように、地元業者でも容易にできるようにしてもらいたい。</p> <p>制御が高度であるため、メーカーでないと対応できない。</p> <p>制御機器が特殊であり、受注から納品までに時間がかかる。</p> <p>膜装置の機器は特殊なものが多く高価なため、予備品の確保が難しく修理等に時間がかかる。</p> <p>運転管理における人員は極端に減ってきている。復旧は容易にできる方がよい。</p>
維持管理性 (回答数195)	運転管理性 (回答数62)		

		<p>リスクの低減のため。</p> <p>夜間は無人運転であるため。</p> <p>予備膜の確保が必要。</p> <p>断水地域が発生するため。</p> <p>機械設備が多いため原因特定に時間を要する。</p> <p>代替品が迅速に用意できるよう、なるべく汎用品を使用して欲しい。</p> <p>トラブル後、対応処置までに時間がかかる。</p> <p>破損による被害を最小限にする。</p> <p>既設の水質で濁度数値が0.1以下なので破損の検知がしにくい。また、差圧でも判断しにくいので、破損検知について濁度以外の検知方法を検討して欲しい。</p> <p>直接法でない限り、数本程度の破断は検知できない。1本の破断でも運転中に簡易で確実な見地を期待する。</p> <p>メーカーすらも確信をもって検知の方法をいえない現状では交換・洗浄の時期判断に困窮する。</p> <p>確実な損傷検知の自動化を図る。</p> <p>リスクの低減、維持管理の向上のため。</p> <p>年2回直接方を行い、膜の破断を確認している。確実かつ即時に検知できる方法をとりたい。</p> <p>膜処理後の処理水濁度監視。</p> <p>1 ファウリングを防止できるような強力、かつ洗浄水量の増加により回収率の低下をもたらさないような物理洗浄の開発を期待する。</p> <p>8 作業効率が上がり、コスト低減になると考えられる。</p> <p>作業環境の向上、事故リスクの低減のため。</p> <p>21 作業効率が上がり、コスト低減になると考えられる。</p> <p>委託でなければやれない。</p> <p>プラント及び膜メーカーに薬品洗浄装置の保有を義務付け、簡易に実施できるようにする。</p> <p>施工期間の短縮化、浄水処理への影響の低減化のため。</p> <p>薬品洗浄を実施しないためなのか。</p> <p>当浄水場では1年に1回の定期的な薬品洗浄をメーカーから推奨されているが、一度ファウリングが発生してしまうと薬品洗浄までの期間の運転が非常に厳しくなる。このため、物理洗浄を行うのと同じような手軽さで、薬品洗浄を行えるような仕組みができると、ファウリングが発生しても素早い対応が可能となる。</p>
膜破損時の確実な検知方法	18	
その他		
薬品洗浄方法 (回答数41)		
安全性		
簡易性		
汎用性	12	

			<p>オンサイトでも簡易に行う方法を検討する。</p> <p>施工可能な業者数の増加。</p> <p>実績はないが、メーカー技術員の派遣を必要とするため。</p>
	膜交換方法 (回答数53)	<p>その他</p> <p>安全性</p> <p>簡易性</p> <p>汎用性</p> <p>リサイクル性</p>	<p>7 作業効率が上がり、コスト低減になると考えられる。</p> <p>16 作業効率が上がり、コスト低減になると考えられる。</p> <p>施工期間の短縮化、浄水処理への影響度の低減のため。</p> <p>カートリッジ方式で交換できればよいが。(ワンタッチ)</p> <p>12 膜モジュールの低価格化を図る。</p> <p>運転実績を踏まえた新膜の選択肢の増加のため。</p> <p>コスト削減のため。</p> <p>17 環境に良く、コストも低減できると考えられる。</p> <p>ケーシングなどのリサイクル化を図る。</p> <p>浄水処理以外の水処理への再利用、環境負荷の低減のため。</p> <p>耐用年数約7年だがリサイクルできないか。〈酢酸セルロースUF使用〉</p> <p>1 価格の低下。</p> <p>9 薬品洗浄用薬品選定にも係るファウリング物質特定方法確立。</p> <p>膜寿命延長のため。</p> <p>5</p> <p>3 洗浄回復100%を望む。</p> <p>9 災害時や事故の際の危害の低減のため。</p> <p>13 洗浄薬品の低減につながる。</p> <p>処理費が安くすむ。</p> <p>環境負荷の低減のため。</p> <p>コスト削減のため。</p>
	薬品洗浄回復性 (回答数17)	<p>その他</p> <p>簡易性</p> <p>汎用性</p> <p>その他</p> <p>安全性</p> <p>廃液量低減</p>	
	薬品廃液処分性 (回答数22)		
	イニシャルコスト (回答数30)	<p>その他</p> <p>建設費低減</p>	<p>28 よりコンパクト、汎用性を図ることによりイニシャルコストの低減を望む。</p> <p>急速濾過等の他の浄水方法に比べて建設費が高い。</p> <p>水道料金に反映。</p> <p>膜ろ過装置が高い。</p> <p>膜ユニットが高価である。付帯設備が多い。</p> <p>膜モジュールが高い。装置の配管(現在SUS)をVPで出来ないか。</p> <p>前処理設備設置に係る費用軽減のため処理可能項目の充実。</p>
コスト (回答数115)			

環境対策 (回答数48)		ランニングコスト (回答数85)	<p>競争性の原理により低減されてきたが、もう少し廉価としたい。 膜ろ過導入の拡大のため。 地下に浄水池その上に膜ろ過棟を造る。 コスト削減のため。</p> <p>2 膜の価格。 エレメントの低価格化。 24 水道料金に反映。 小規模な施設でも動力費が高い。 少なければ少ないほど良い。 膜ろ過導入の拡大のため。 差圧上昇を抑え、動力費も低減したい。 コスト削減のため。</p> <p>9 少なければ少ないほど良い。 17 価格が高い。 簡単な装置で出来ないか。 薬品洗浄が材質ごとに安易に可能となるようにする(費用の低減となる)。 膜ろ過導入の拡大のため。</p> <p>26 価格が高い。 モジュール単価が高く感じる。 水道料金に反映。 労務単価が不明瞭。厚労省で計装工事も含め、労務単価を設定して欲しい。 膜モジュール価格の低減化。 まだまだ高額。 膜ろ過導入の拡大のため。 車両の乗り入れが不可能なため、運搬費がかさむ。膜の寿命を延ばすことによって、交換頻度を小さくしたい。 膜需要が増えてくれれば使い捨てでリサイクルとする。 コスト削減のため。 9 無人運転は可能だがメンテナンスにならないか。 コスト削減のため。</p> <p>19 今後は少しでも省エネタイプが良い。 プラントの縮小化による省エネルギー化を図る。</p>
	その他 省エネルギー	その他	

			環境負荷低減のため。 コスト削減のため。
省資源		7	環境負荷低減のため。
環境低負荷低減		7	洗浄排水を河川放流しているため。
高回収率		10	動力費、薬品日の低減につながる。 水資源の有効利用。 洗浄排水を河川放流しているため。
発生汚泥の有効利用		5	膜の逆洗回数に原水濁度によるが1hr1回の洗浄であれば汚泥はあまり発生しない。 処理費用の低減。 産廃ではなく、有効利用したいが難しい。 コスト削減のため。
その他			
省スペース		14	膜ろ過施設はコンパクトではあるが、よりコンパクト(ユニット化を図る)な設備を望む。 敷地の確保が困難。 更新事業において、用地の問題は大きい。 プラントの縮小化による省スペース化を図る。 既設浄水場更新で膜ろ過を導入する場合、建設用地の確保及び既設施設への影響を考慮する必要があるため。 浄水場の敷地面積が小さく、車両の乗り入れができない。 早期の経済効果を期待。 既設浄水場更新で膜ろ過を導入する場合、建設用地の確保及び既設施設への影響を考慮する必要があるため。
短工期		7	
その他		1	装置の規格化をよりいっそう進める。

上記の他、将来に望まれる膜の性能、仕様等について何かございましたら記載ください。

- ・高額な費用がかかるため低コストでできないか。
- ・維持コストの低減(電気料等)。
- ・ランニングコストが安くなる性能、仕様にして頂きたい。

1. 2 膜処理現地調査結果

1. 2 膜処理現地調査結果

「健康リスク低減のための新たな浄水プロセスに関する研究」

- 第1回調査 P. 1～P. 7
 - ・神戸大学先端膜工学センター
 - ・香川県多度津町平湊浄水場
〈低圧RO膜〉（硝酸態窒素対策）

- 第2回調査 P. 8～P. 15
 - ・北海道長幌水道企業団
〈浸漬セラミック型MF膜〉
 - ・北海道西空知広域水道企業団
〈ケーシング型UF膜〉

- 第3回調査 P. 16～P. 22
 - ・滋賀県米原市本市場浄水場
〈低圧RO膜+NF膜〉（硬度対策）
 - ・福井県日野川地区水道管理事務所
〈モノリスセラミック型MF膜〉

「健康リスク低減のための新たな浄水プロセスに関する研究」 膜処理 WG 第 1 回現地調査 (神戸大学、多度津町平瀬浄水場)

- 1 日 時 : 平成 20 年 10 月 16 日～10 月 17 日
- 2 場 所 : 平成 20 年 10 月 16 日 神戸大学 先端膜工学センター
平成 20 年 10 月 17 日 香川県 多度津町 平瀬浄水場
- 3 出席者 (敬称略) :
伊藤 雅喜 (国立保健医療科学院)、松山 秀人 (神戸大学) [10 月 16 日のみ出席]、
新谷 一馬 (三次市水道局)、木下 雅彦 (東京都水道局)、
大槻 訓宏 (福知山市ガス水道部) [10 月 17 日のみ出席]、
水道技術研究センター: 鈴木主幹、高嶋部長、勝山主任研究員、桐ヶ谷主任研究員、渡部研究員

4 議 事

1) 神戸大学 先端膜工学センター視察および打合せ (10 月 16 日 14:00～17:00)

(1) 調査の目的

本研究の学識者委員として参加して頂いている神戸大学の松山教授の研究センターを見学させて頂き、今後の膜処理WG 1 (水道事業者のニーズに合った浄水膜の性能・仕様等の検討) に適用が可能な研究の基礎的な情報の収集を行った。

第 1 に、松山教授から、先端膜工学センターの研究室及び研究概要についてご紹介いただいた。

第 2 に、膜処理 WG で実施したアンケート結果の速報 (将来に望まれる膜についての調査結果) より、膜導入事業者の今後のニーズについての報告を行った。第 3 に、神戸大学が今後参画して頂く場合の研究内容についての基本的な打合せを行った。

(2) 研究室見学と研究概要について

先端膜工学センターでは自身の研究室で膜を作成しているため、松山教授の案内のもと、膜の作成の様子、透水試験、その他試験の様子を見学させていただいた。内容は以下のとおりである。

- ・ 研究室では「相分離法」という手法で膜を作成。見学時に作成していた膜の孔径は UF 膜程度 (0.01 μm 程度) であったが、作成の条件 (溶媒、反応時間等) によって孔径、構造が異なるとのこと。また、異なる膜の材質でも同じ要領で作成可能とのお話を伺った。
- ・ UF 膜の研究だけでなく、RO 膜の研究も行っている。
- ・ このほか、溶液中の 1 本鎖 DNA を選択的に回収する抽出系、薬品を閉じ込めるカプセル (フィルム) 等の研究も行っている。
- ・ 水道に関連する研究としては、吸着剤を含有する膜の研究も考えているとのことであり、家庭用浄水器等での適用を模索しているとのこと。
- ・ 研究室の今後の主な検討課題としては、膜素材の評価、低ファウリング性が挙げられるとのこと。

(3) アンケート結果調査の打ち合わせ

10/14 現在までご回答をいただいた 43 事業体のアンケート結果から (全 160 事業体に送付)、「将来に望まれる膜についての調査結果」について速報結果をとりまとめ、今後の研究についての打ち合わせを行った。(アンケートの回答数は最終的に 48 事業体となっている。)

- ・ 現状では膜を単独で使用している事業体が多いが、膜をひとつの単位プロセスとして考え、他のシステムとの組み合わせによりトータルシステムとして成り立つような膜の使い方を考える必要があると考える。(伊藤室長)
- ・ 膜ろ過の交換頻度が短いとの話を事業体から伺うが、これまで浄水で使用していた設備では 5 年程度の頻度で交換するようなものがなかったために短く感じるのではないか。(伊藤室長) [5~7 年での膜の交換は高くつくとの事業体のコメントに対して]
- ・ 膜は高性能に変わっていくので 5~7 年の交換頻度で適当と思う。将来、マンガンや窒素がとれる膜ができるかもしれない。(松山教授)
- ・ 膜が今後も高性能化すると考えると、更新時に同じ膜である必要はないと考える。膜の可能性を見せなければいけない。(伊藤室長)
- ・ 活性炭を含有する膜について、膜は定常運転であるのに対して、活性炭は非定常であることから、非定常(活性炭)に併せて運転せざるを得ないという課題がある。(伊藤室長)
- ・ 膜に持たせる機能を活性炭ではなく、イオン交換の機能を適用することで定常運転ができる可能性がある。(松山教授)
- ・ マンガン除去を目的とし、マンガン砂の機能を膜に適用する考えもあるのでは。(高嶋部長)

事業体よりの参考意見

- ・ 砧下浄水場では、台風や濁度上昇時にファウリングする傾向である。なお、実験時には問題にはならなかった。原因は特定できないがおそらく有機物と思われる。[東京都]
- ・ 三次市では、かつては原水を浅井戸とした塩素滅菌のみの処理であったが、膜を導入したことで動力費がかかりコスト増が気になった。[三次市]
- ・ 処理水質への問題は全く見られていないが、通水 2 年後の定期点検では数本の膜損傷が確認されている。[三次市]

2) 多度津町 平潤浄水場視察 (10月17日 13:00～)

(1) 調査の目的

水道で広く採用されるに至っている MF, UF 膜では処理が困難な溶解物質に対し、本浄水場で採用された低圧 RO、NF 膜設備の処理特性を把握し、今後の膜の展開に資する資料を収集することを目的とする。

(2) 施設概要

①平潤浄水場の概要

平潤浄水場の水道水源は深井戸水系と浅井戸水系が主であり、浅井戸水系は水田地帯に点在している6箇所の浅井戸より取水している。4月下旬頃の代掻き時期には硝酸態窒素が10mg/L程度まで上昇し、さらにクリプトスポリジウムの指標菌も検出されている。これまでは塩素消毒のみによる処理であったため、高度処理施設の導入が必要と考え、低圧 RO・NF 膜による高度処理施設を建設、2003年8月より運用を開始している。

②施設概要

浄水場の全体処理フローは図 1-1 のとおりである。

さらに、処理フローと水量収支について図 1-2 に示す。

処理設備は、低圧 RO 膜処理と NF 膜処理で構成されている（ともに日東電工製）。低圧 RO 膜処理装置は1段のモジュール配列で回収率40%、NF 膜処理装置は、原水を低圧 RO 膜処理の濃縮水とし、2段クリスマスツリー方式の配列で回収率75%、設備全体の回収率は85%である。（最大取水量9900m³/日、排水量8415m³/日）

着水井に添加する塩酸は、濃縮水のスケール防止を目的としており pH5.8 程度に調整している。

硝酸態窒素は原水 7.02mg/L に対して、浄水（低圧 RO 膜と NF 膜の混合水）では 2.48mg/L であり、除去率は約 65% である。

膜から排出される濃縮排水は電気透析によって排水基準値以下まで脱塩処理しており、電気透析の処理水は河川放流水、濃縮水は下水放流している。

本施設は薬品洗浄以外は全て自動化されているほか、各種計装機器が装備されており、データ伝送設備も完備され、遠隔監視が可能な施設となっているが、現在は平日の昼間は管理者が常駐している。

③運転状況

平潤浄水場原水は、深井戸水系と浅井戸水系を原水としており以下の特徴が見られる。

- ・硝酸態窒素濃度は概ね 4～9mg/L の範囲で変動している。
- ・浅井戸水は低濁度で FI 値も 4 以下と低い。
- ・冬期であっても水温が 17℃ 前後と安定している。
- ・蒸発残留物は 250mg/L 前後、硬度は 130mg/L 程度とやや高めである。
- ・総ケイ酸（シリカ）は 20～24mg/L の範囲で変動している。
- ・クリプトスポリジウムの指標菌である糞便性大腸菌群数は、水源によって傾向が異なり、少数であるがほぼ常時検出する井戸と突発的に高い数値で検出される井戸がある。

図 1-2 平潤浄水場膜処理フローと水量収支

