



(米国) オハイオ環境保護庁の 「PFAS 処理ガイダンス」について (その 2)

5. 集中処理ユニット

PFAS による飲料水汚染の解決策ファクトシートで詳述されているように、いくつかの処理方法が飲料水から PFAS を低減する能力を実証している。

- 粒状活性炭(GAC)接触器
- 高圧膜ろ過(HPMF)、具体的には、以下である。
 - ナノろ過(NF)
 - 逆浸透膜(RO)
- 陰イオン交換(AX)

これらには、独立型処理ユニット、パッケージ処理スキッド、及び移動式処理トレーラーが含まれ得る。詳細計画は、PFAS 処理の設置又は建設の前に提出されなければならない、その計画は、存在する特定の PFAS の除去のための処理の妥当性を実証しなければならない。

最も効果的な処理プロセスの選択には、存在する PFAS 汚染物質、水質、処理目的、及び他の考慮事項のシステム固有の評価が必要となる。そのため、詳細計画は、水道施設の推奨基準 (RSWW) 1.1.8 ¹で要求されるように、システム固有の水を用いた処理について、提案されたプロセス及び単位パラメータの妥当性を要約し、実証しなければならない。

前述の全ての処理プロセスについて、実証試験が必要となる。ベンチ試験、パイロット試験又はフルスケールの実証試験を伴う処理プロセス(コンポーネント)の提案については、詳細設計を開始する前に、設計技術者が飲料水・地下水課の技術セクションと打ち合わせを行うことが不可欠である。計画目的のため、地下水及び地表水処理プロセスの実証試験には、少なくとも 6 週間のデータ収集が含まれることに留意されたい。この期間には、プロトコルの提出及び受理、結果の提出、最終報告書の受理は含まれない。

¹ Recommended Standards For Water Works 2012 Edition
<https://www.health.state.mn.us/communities/environment/water/docs/tenstates/waterrev2012.pdf>

さらに、処理の変更を行う提案をする水道システムは、オハイオ行政規則(OAC)3745-81-81²で義務付けられている腐食防止評価を実施しなければならない。PFAS の低減のために選択された処理プロセスに応じて、水道システムは、腐食防止を実施し、腐食防止処理推奨書³を提出し、及び/又はPFAS 処理設備の設置に併せて腐食防止処理設備の設置を必要とする場合がある。

水質データ収集

詳細計画には、原水及び処理水の両方の代表的な水質データを提供すべきである。さらに、現在及び計画中の浄水の水質データも提供すべきである。腐食防止パラメータの水質データも、腐食防止の評価に用いなければならない。収集すべき水質データの詳細は、以下のセクションに含まれる。

実証実験の要件

PFAS 除去の実証試験の実施に先立ち、計画をオハイオ環境保護庁に提出し、審査を受けるべきである。既知のPFAS 処理方法のそれぞれに関する考慮事項は、以下に詳述されている。

実証試験の計画には、以下を含めるべきである。

1. 実施される試験の内容

- a. 処理方法の選択の根拠を含め、提案されている内容の概要を説明すること。
- b. サイト特有の考慮事項を特定すること。

2. 原水の水質分析結果

- a. 以下の原水の水質に関する情報を提供すること。
 - i. 地下水システムについては、OAC規則3745-9-09に記載されている無機パラメータの各井戸からの原水質データを提出すること。
 - ii. 地表水システムの場合、各水源について、少なくとも過去12ヶ月間の原水水質を提出すること。パラメータは、OAC規則3745-81-71付録Aの無機物、消毒副生成物、及び物理的なカテゴリの下に記載されているものを含むべきである。
 - iii. 以下のパラメータは、PFAS特有の処理の評価にとって重要である。腐食評価及び/又はその他の運転パラメータには、追加のパラメータを必要とする場合がある。

GAC	NF/RO (HMPF)	陰イオン交換
PFAS	PFAS	PFAS
第一種汚染物質	第一種汚染物質	第一種汚染物質
第二種汚染物質	第二種汚染物質	第二種汚染物質
pH	pH**	pH
TOC	TDS又は導電率**	TDS
DOC	SDI	TOC
全アルカリ度	全アルカリ度**	DOC
DIC	カルシウム	重炭酸塩
SUVA	マグネシウム	硫酸塩
温度	全硬度	硝酸塩/亜硝酸塩
競合汚染物質*	TOC**	競合汚染物質*

² 3745-81-81.

<http://ohrules.elaws.us/oac/3745-81-81>

³ Optimal Corrosion Control Treatment Evaluation Technical Recommendations

<https://www.epa.gov/dwreginfo/optimal-corrosion-control-treatment-evaluation-technical-recommendations>

* 競合する汚染物質は、処理のタイプによって異なるため、持続可能性と運用を考慮して評価すべきである。

** これらの水質パラメータの分析は、処理及び腐食防止の両方にとって重要である。

- b. 複数の井戸からの原水の水質のばらつきや、自然に存在する地表水の水質のばらつきに対処する必要があること。
- c. 高圧膜ろ過(HPMF)の場合、原水の水質分析を行い、膜性能に影響を及ぼす可能性のあるスケール原因物質やファウリング原因物質を特定すること。これらのパラメータには以下が含まれる。

Ca ²⁺	Fe ²⁺	Cl ⁻	二酸化ケイ素	温度
Mg ²⁺	Fe ³⁺	PO ₄ ³⁻	B ⁻	シルト密度 インデックス(SDI)
Ba ²⁺	Al ³⁺	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	pH
Sr ²⁺	Mn ²⁺	F ⁻	HCO ₃ ⁻	TDS
Na ⁺	NH ₃ -N	Br ⁻		導電率
K ⁺	NH ₄ -N	NO ₃ ⁻		TOC

- d. 陰イオン交換処理については、水質分析に基づき、前処理方法及び目標が提示されるべきである。樹脂の選択は、陰イオン交換への流入水に存在する陰イオンの選択性(すなわち、PFASよりも優先されうる陰イオン)を考慮すべきである。

3. 実証試験中に評価すべき重要な条件を特定するための、原水の水質評価から得られた目的及び結論の論拠

- a. 重要な条件には、パラメータが最大濃度になると予想される時間帯、及び／又は、処理課題が生じる可能性がある時間帯が含まれる。競合する汚染物質(又は他の要因)が存在する場合、特定の処理プロセスの運転上の課題を引き起こしたり、処理の寿命に影響を与えたりする可能性がある。
- b. 高圧膜ろ過(HPMF)にとって重要な条件には濁度が高いこと、シルト密度指数(SDI)が高いこと、藻類や有機物含有量(TOC)が高いことなどが含まれるが、これらに限定されるものではない。前処理のための温度が低いことも重要な要素となる。

4. 流入水の分析

- a. 新しい PFAS 処理プロセスへの流入を表す場所の処理施設から、毎月収集した少なくとも過去 12 ヶ月間の水質データを提出すること。
- b. 必要なパラメータのリストについては、2a の表を参照のこと。
- c. 流入水の分析により追加の前処理が必要であることが示された場合、前処理の方法及び目標を含めること。
- d. 新たな処理施設が提案される場合、新たな PFAS 処理ユニットへの流入水質を予測する

ため、原水の水質及び予期される前処理性能を特徴付ける技術報告書を提出すること。

5. 使用される実証研究設備の概略図及び詳細説明

- a. パイロット試験の構成と提案される本格的な水処理施設との相違点は、明確に言及し、議論されるべきである。修正された設計に対する追加試験の必要性は、ケースバイケースで検討される。

6. 評価対象となる重要な条件に関連した、試験対象となる運転モードと各運転モードのタイムスケジュール

- a. **GAC 接触器の場合**、(1) 迅速小規模カラム試験(RSSCT:rapid small-scale column test)又は加速カラム試験(ACT:accelerated column test)、及び/又は(2)パイロット試験を実施し、重要な懸念事項がある時間帯の破過挙動をシミュレートすべきである。RSSCTは、実物大設計で提案されているよりも短い空床接触時間(EBCT)で実施することができる。対象とする汚染物質の検出可能な破過までの予想されるベッド容積を決定するため、パイロット試験を実施すべきである。
 - i. パイロット試験が計画されている場合、適切な種類の媒体を決める場合を除き、RSSCTは不要である。この場合、試験開始前にパイロットプロトコルが承認される必要がある。
 - ii. 水道局がRSSCTとパイロット試験の両方を実施することを決定した場合、パイロット試験のみのプロトコルは事前の承認が必要となる。
 - iii. RSSCTのみを実施する場合(パイロット試験を実施しない場合)、本格的な設計では汚染物質の移動/流入を事前に警告するため、様々な深度での追加モニタリングを可能にすべきである。RSSCTプロトコルは、試験開始前に承認される必要がある。
 - iv. 媒体の種類と処理効果を判断するために RSSCT を実施することは可能であるが、オハイオ環境保護庁は、媒体交換の頻度及び継続費用への影響を判断するため、パイロット試験を実施することを水道システムに推奨する。
 - v. RSSCTの結果、媒体を頻繁に交換することになる場合(1年未満)、システムは、処理が経済的に持続可能かどうかを判断する必要がある。
- c. **HPMFの場合**、ファウリング特性及び重要な懸念事項がある時間帯における運転可能性を決定するため、パイロットスケールの実証試験を少なくとも 2000 時間実施すべきである。予想される混合比と浄水の水質は、計画された(又は実地試験された)透過水質に基づいて、マスバランスを用いてシミュレートされるべきである。HPMF のパイロット試験運転中における PFAS 除去を実証するため、供給水及び濃縮水の PFAS サンプルングを実施し、サンプルング時の RO スキッドの回収率に応じたマスバランスを利用しなければならない。
- d. **陰イオン交換の場合**、パイロットスケールの実証では、重要な条件の時間帯において、選択した樹脂が正しいことを証明すべきである。2 つの異なる EBCT(例えば、1.5 分と 3 分)を検討することが推奨される。イオン交換について 2 つ以上の EBCT を実行する利点は、長鎖 PFAS の破過が平坦である可能性があるため、交換までの時間を決定することが困難であることである。2つの破過プロファイルは、破過までの時間を識別するのに役立つ。

さらに、低濃度の長鎖 PFAS は、計画されたフルスケールの EBCT での破過に長い時間がかかる可能性がある。したがって、計画されたフルスケールユニットの EBCT の半分、中間点のサンプルングポイントを設けることは、これらの吸着性の強い PFAS の破過を明確にするのに役立つ可能性がある。

パイロット試験は、予期される交換頻度を把握するため、対象となる汚染物質の破過時点より後に実施されるべきである。米国環境保護庁のガイダンスは、市販の再生可能な媒体は PFAS 処理にとって費用対効果が低いことを示している。PFAS 選択性樹脂を使用する飲料水用途では、ベンダーは、使用済み樹脂を処分し、新鮮な樹脂サイクルと交換する単回使用の手法を推奨している。

RSSCT の場合、中間点のサンプリングを実施するのは困難である。RSSCT が媒体選択、又はおそらくフルスケールの設計にのみ使用される場合、破過までの時間が非常に長ければ、複数回の EBCT はそれほど重要ではない。現時点では、実証済みで広く受け入れられている RSSCT はない。RSSCT が唯一の実行可能な実証の選択肢である場合は、ケースバイケースで検討される。

(作成) 理事長 安藤 茂

配信先変更のご連絡等について

「JWRC水道ホットニュース」配信先の変更・追加・停止、その他ご意見、ご要望等がございましたら、会員様名、担当者様名、所属名、連絡先電話番号をご記入の上、下記までE-メールにてご連絡をお願いいたします。
〒112-0004 東京都文京区後楽2-3-28 K. I. S飯田橋ビル7F (公財) 水道技術研究センター ホットニュース担当
E-MAIL : jwrchot@jwrc-net.or.jp

TEL 03-5805-0264 FAX 03-5805-0265

また、ご連絡いただいた個人情報は、当センターからのお知らせの配信業務以外には一切使用いたしません。

水道ホットニュースのバックナンバーについて

水道ホットニュースのバックナンバー（第58号以降）は、下記アドレスでご覧になれます。

バックナンバー一覧 <https://www.jwrc-net.or.jp/publication-outreach/hotnews/>

水道ホットニュースの引用・転載について

水道ホットニュースの引用・転載等を希望される方は、上記ホットニュース担当までご連絡をお願いいたします。
なお、個別の企業・商品・技術等の広告にはご利用いただけません。