



米国バーモント州の「PFAS 処理技術文書」について (その 2)

PFAS 処理技術文書(仮訳)

バーモント天然資源庁環境保全局

2024 年 8 月

1 はじめに

2024 年 4 月 10 日、米国環境保護庁(EPA)は、6 種類のペルフルオロアルキル物質及びポリフルオロアルキル物質(PFAS)の飲料水基準を最終決定した。連邦の最大許容濃度(MCL)は、バーモント州の現行規制基準よりも低い。この新しい連邦政府の最大許容濃度(MCL)の下で、多くの水道システムは処理設備を導入するか、PFAS を含まない代替水源を見つけることが求められる。PFAS 汚染に対処するために処理設備が選択された場合、その実施には、最適な操作と処理性能を確保するための熟慮が必要である。PFAS 処理技術の選択は、除去対象の PFAS、原水の水質、処理設備のスペース、運用の変更、及び資本コストとライフサイクルコストに依存する(米国水道協会(AWWA)、2020 年)。本書は、設計及び実施における重要な考慮事項、標準的なスタートアップ手順、並びに許認可から最終的な建設完了及びその後の維持管理までの予期事項を提示するものである。この文書は、バーモント州の公共水道システムにおける PFAS 処理設備の設計、実施、及び運用を行う技術者、水道システム、及びオペレータによる使用を意図している。

2 バーモント州の PFAS 処理システム

2023 年 3 月、EPA はペルフルオロオクタン酸(PFOA)、ペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)、ペルフルオロヘキサンスルホン酸(PFHxS)、ペルフルオロノナン酸(PFNA)、ヘキサフルオロプロピレンオキシド二量体酸(GenX; HFPO-DA)、及びペルフルオロブタンスルホン酸(PFBS)の 6 種類の PFAS の国家第 1 種飲料水規制を提案した。2024 年 4 月 10 日、EPA は、提案されたものとは若干異なる規制を最終決定した。連邦政府の MCL はバーモント州の現在の規制手法とは異なり、現在のバーモント州の基準よりも低いレベルを含み、特定の PFAS 化学物質の混合物を評価するために新しいハザード指数を用いている。最終的な連邦政府の最大汚染レベル(MCL)と最大汚染レベル目標(MCLG)の概要は、以下のとおりである。

規制レベルの概要

化学物質	最大許容濃度目標 (MCLG)	最大許容濃度 (MCL)
PFOA	0	4.0 ppt
PFOS	0	4.0 ppt
PFHxS	10 ppt	10 ppt
HFPO-DA (GenX chemicals)	10 ppt	10 ppt
PFNA	10 ppt	10 ppt
Mixture of two or more: PFHxS, PFNA, HFPO-DA, and PFBS	Hazard Index of 1	Hazard Index of 1

(注) 遵守状況は、サンプリング地点での年間平均値によって決定される。

2.1 PFAS 処理システム

粒状活性炭(GAC)を使用した PFAS 処理システムは、初期の PFAS 調査の一環として、2019 年の「バーモント州第 21 法」の成立前に、「Pownal FD2 (VT0020734)」、「Rutland Airport Business Park (VT0020639)」、「Warren Elementary School (VT0006664)」、及び「Grafton Elementary School (VT0006076)」に設置された。これらの処理システムは、2020 年バーモント州水道規則に記載されている技術設計要件を満たしていない。2019 年から 2023 年にかけて「第 21 法」が可決されて以来、17 の水道システムがバーモント州の MCL を超過しており、処理設備の設置、PFAS に汚染されていない新たな水源の評価、又は井戸の修理の評価を行うために飲料水・地下水課と協力している。以下の表は、2024 年 6 月 1 日現在の水道システムと PFAS への対応状況、及び提案されている解決策をまとめたものである。

2024 年 6 月 1 日現在の水道システムの PFAS 低減方法と状況

水道システムのID	水道システム名	水道の種類	PFASの低減方法と状況	処理のタイプ
VT0020734	ポウナル第2消防区	C	一時的な処理設備の設置は完了し、恒久的な処理設備を建設中。	GAC
VT0020639	ラトランド空港ビジネスパーク	NTNC	処理設備設置完了	GAC
VT0006664	ウォーレン小学校	NTNC	処理設備設置完了	GAC
VT0006076	グラフトン小学校	NTNC	処理設備設置完了	GAC
VT0006764	ザトフォード・アカデミー	NTNC	処理設備設置完了	GAC
VT0002396	キルトン・マウンテン・スクール	NTNC	処理設備設置完了	GAC
VT0002603	バターナット・プロパティ	NTNC	処理設備設置完了	GAC
VT0001436	サミット・ロッジ・アット・キルトン	TNC	処理設備設置完了	GAC

VT0000402	シャレー・キルトン	TNC	処理設備設置完了	GAC
VT0000918	ファウンドリー	TNC	処理設備設置完了	GAC
VT0000756	KVI 2500	TNC	処理設備設置完了	GAC
VT0003263	キルトン・マウンテン・ロッジ	TNC	処理設備設置完了	GAC
VT0006098	レスター・セントラル・スクール	NTNC	井戸の修理完了	不明
VT0005504	フィドルヘッド・コンドミニウム	C	新井戸完成	不明
VT0006075	マウント・ホリー・スクール	NTNC	新しい井戸と処理 設備の設置-進行中	GAC(案)
VT0006690	イー・テイラー・ハットン	NTNC	新しい井戸 - 進行中	不明
VT0005194	クールズベリー第2消防区	C	新しい井戸 - 進行中	不明
VT0006669	ウッドベリー小学校	NTNC	未定 - 進行中	不明
VT0005304	ノースショアMHP	NTNC	未定 - 進行中	不明
VT0005165	マウンテン・サイド・リゾート	C	未定	不明

(注)

C:市町村等水道システム(Community Water System)

一般の需要に応じる水道システム(Public Water System)で、年間を通じて、少なくとも 25 人以上の同じ人々又は 15 以上の同じ給水栓に対して水道水を供給するシステムをいう。

NTNC:専用水道システム(Non-Transient Non-community Water System)

一般の需要に応じる水道システムで、25 人以上の同じ人々に対して、1 年間のうち 6 ヶ月以上水道水を供給するシステムをいう。例としては、自己の水道システムを持つ、学校、工場、オフィスビル、病院が挙げられる。

TNC:一時利用水道システム(Transient Non-Community Water System) 一般の需要に応じる水道システムであるが、ガソリンスタンドやキャンプ場などのように、一時的に利用する人々に対して水道水を供給するシステムをいう。

2.2 PFAS 処理有効性試験

飲料水・地下水保護課は、処理要件に関する州の理解を深め、PFAS 処理を最適に設計する方法を評価するため、PFAS 処理有効性調査を実施している。同課は、前処理、水質、フィルター構成、運転要件を考慮し、GAC ろ過の有効性を評価することとしている。本調査は、要求される全空床接触時間(EBCT) 20 分を満了、リード／ラグフィルター構成で設置された既存の PFAS 処理を有する 4 つの公共水道システム、及び EBCT を短縮(20 分未満)して運転する公共水道システムについて実施されている。最初の水質サンプルは、前処理後(該当する場合)、GAC の処理のリードフィルターとラグフィルターの間(中間点)、及び各水道システムの配水への流入地点の水について、調査開始時と毎年年初に採取された。PFAS サンプルは既存の遵守モニタリングスケジュールに従って、GAC フィルターの間中点サンプル位置で採取される。追加の水質サンプルは、四半期ごと又は必要に応じて GAC フィルターの間中地点で採取される。

本調査のデータは、GAC 処理の有効性、媒体寿命、及び運用上の考慮事項を理解するために用いられる。この情報は、媒体タイプ、寿命、媒体交換などについて、影響を受けた水道システムをよりよく支援し、処理設備の設計に関する規則の改正に情報を提供することを可能にする。調査は 2024 年 1 月から 2～5 年間実施される予定である。

3 パーモント州における新しい PFAS 処理システムの計画

PFAS 処理の実施には、最適な運転と処理性能を確保するための熟慮が必要である。適切な PFAS 処理技術は、除去対象 PFAS、処理目的、原水の水質、処理設備スペースのサイズと場所、運転変更、及び資本コストとライフサイクルコストなど、いくつかの要因に依存する(AWWA, 2020)。以下のセクションでは、PFAS 処理設備の設計と実施における重要な考慮事項、標準的なスタートアップ手順、及び許可から最終的な建設完了までの全体的に期待されることについて説明する。

PFAS 処理設備に期待されるのは、規制対象 PFAS の MCLG である 0ppt を満たすことである。本書は、バーモント州水道規則に該当する場合に、規則で概説されている設計基準及び規制要件に沿った処理設備を設計する際の支援ガイダンス及び考慮事項を提供することを意図している。

3.1 利用可能な最良の技術

EPA は、3つの技術を利用可能な最善の技術と認定している。GAC、陰イオン交換(AIX)、及び逆浸透(RO)/ナノろ過(NF)は、本格的な用途において飲料水から PFAS を効果的に除去する能力を実証している(EPA, 2024a)。飲料水の PFAS 除去におけるこれらの用途は、近年拡大しており、実践や査読付き文献で文書化されている。

RO/NF は、短鎖及び長鎖 PFAS を除去するのに有効であるが、公共水道システムにおける浄水処理用途では限界があり、実用的ではない選択肢である。処理のための供給水の約 20%は、プロセスの一部として PFAS を含む濃縮水となる。バーモント州の地下注入規制(UIC)プログラムでは、PFAS に対する浄水処理への免除を与えていないため、RO 濃縮水の間接的な排出は許されない。これらの理由から、本文書では PFAS 処理について GAC 及び AIX の適用にのみ焦点を当てている。

代替処理技術に関する追加情報源として、州間技術規制協議会(ITRC)は、新規技術に加え、現行の処理方法の概要を含む PFAS 技術・規制ガイダンス文書を作成した。これらの新技術は PFAS の除去に有望であるが、飲料水からの PFAS 除去はまだ十分に実証されていない。

この分野は非常に活発な研究分野であるため、ITRC は、今後、新たな処理方法や技術が開発・評価され続けるのに応じて、このセクションと表を定期的に更新している (<https://pfas-1.itrcweb.org/12-treatmenttechnologies/>)。新しい技術を使用する場合は、システムごとに検討・評価する必要がある。

3.2 処理設備のスペースの評価

計画されている処理設備のスペースのアセスメントを実施し、潜在的な影響(天候要素にさらされる、氾濫原内に位置する、など)を評価し、処理設備の構成要素がバーモント州の気候に適した適切な環境制御(暖房、換気、照明、閉鎖空間ではない、など)を備えた建物内に設置されることを確認しなければならない。処理設備の構成要素は、全ての日常運転、監視、及び保守作業に十分な空間を提供し、ろ材交換のための容易なアクセス性を含む筐体に収容されなければならない。既存の建物が PFAS 処理設備のニーズを満たすのに十分であるか、あるいは、より大きな設置面積が必要であるかを評価することが重要である。設置面積が制限される場合には、異なる種類の処理も評価されるべきである(例えば、AIX は GAC よりも設置面積が小さい)。

処理設備のスペースの評価の一部として、既存の井戸、ポンプ場、処理設備の構成要素、及び提案された処理設備の設計に影響を及ぼす可能性のある貯水等の既存のインフラを考慮する。州や連邦の規則に該当する場合、既存の消毒処理インフラを評価しなければならず、消毒処理が規則の付属書 A、サブパート 4.3 及び 40 CFR パート 141 の要件を満たすことを保証するために必要なあらゆる改善に対処するものとする。提案された処理設計の一部として必要となる可能性のある、水道システムインフラに対するその他の改善(例えば、新たな貯水設備やポンプ設備など)を考慮しなければならず、ライフサイクルコスト分析にそのような追加の改善を必ず含めるものとする。

既存又は計画中の処理設備の構成要素が、逆洗、排水のろ過を必要とする場合、又は排水を生じさせる場合、プロセス排水の処分計画が設計の基礎に含まなければならない。施設の位置及び規模、並びに排水中の汚染物質によっては、既存の下水処理設備への排出、新たな排水用井戸の建設、又は全ての適用規制(例えば、塩素処理された水は州の水域へは排出しない。)を満たす他の方法が含まれる場合がある。処理設備を取り巻くエリアは、実行可能な解決策について評価されるべきである。

3.3 処理技術選定のための水質評価

水質評価には、汚染物質及び共存汚染物質、並びに提案される処理設備による汚染物質の除去率に重点を置いた水質の特徴付けを含まなければならない。水質の特徴付けは、飲料水・地下水保護課が古い水質データの使用を事前に承認している場合を除き、過去 2 年以内に水道システムで処理される水の代表的なサンプルから得られた実験室データに基づいて作成されなければならない(付録 A、サブパート 4.11.1(a))。サンプルは、規則第 21 章第 6 節の要件に従って採取され、分析されなければならない。

原水及び浄水(既存の処理がある場合)の水質結果には、水質を適切に特徴付け、処理技術の使用を決定するために必要な、関連する全ての共存汚染物質が含まれるべきである。少なくとも、濁度、硝酸塩、鉄、マンガン、pH、アルカリ度、硬度、及び全有機炭素(TOC)などの水質パラメータは、GAC 及び AIX 処理技術を評価するために必要である。亜硝酸塩、リン酸塩、硫酸塩、重碳酸塩、塩化物などの追加パラメータは、サンプリング体制の一環として、他州の研究や文献を通じて特定されている。コンサルタントは、処理効果を阻害する可能性のある成分をより適切に評価し、前処理が必要かどうかを評価するために、どの水質パラメータが徹底的な評価に必要なかを決定することが推奨される。GAC と AIX の競合汚染物質の水質評価の詳細は、それぞれセクション 4.1.1 と 4.2.1 に記載されている。

(注)

「続き」は、今後の水道ホットニュースで紹介する予定である。

(作成) 理事長 安藤 茂

配信先変更のご連絡等について

「JWR C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。