

可搬式水処理装置による消火用貯水槽内有機フッ素化合物含有水の浄化工法

前田建設工業株式会社 正会員 ○國井 聡 正会員 太田匡哉
正会員 梅原悠平 正会員 芳賀直樹

1. はじめに

近年、有機フッ素化合物（PFOS、PFOA 等）による土壌・地下水環境汚染や消火用貯水槽 での検出事例が顕在化し、調査・対策手法の確立が求められている。国内において有機フッ素化合物は、水質汚濁防止法の要監視項目に位置付けられ、公共用水域における暫定指針値 50ng/L が設定されるとともに、同法上の指定物質とされ、漏出事故等が発生した際には報告義務が課せられた。環境省では令和 5 年度より専門家会議を開催し、有機フッ素化合物の規制基準値の策定と、環境汚染問題への今後の対応方針についての議論を始めている。

当社は、消火用貯水槽内の有機フッ素化合物含有水の浄化処理を想定し、可搬型水処理装置「De-POP's ION」TM（デポップスイオン）（以下、本装置とする）を開発した。本装置をトラック等の汎用車両に搭載させ、汚染サイト近傍まで輸送・設置することで、速やかに浄化処理を開始できる。本装置の全景を図 1 に示す。「イオン交換樹脂ユニット」に充填されたイオン交換樹脂によって PFOS、PFOA を除去し、処理対象の水に懸濁物質が含まれている場合は「除濁装置ユニット」にて懸濁物質の除去を実施する。

これまでに、当社は本装置を用いた実規模での有機フッ素化合物含有水に対する浄化試験結果^{2),3)}を報告してきた。本報では、懸濁物質を含む高濃度の有機フッ素化合物含有水に対する試験結果を報告する。

2. 検討方法

2. 1 装置運転

鋼製の大型水槽（以下、原水槽とする）中に初期濃度 1,000,000ng/L となるよう PFOS 試薬を添加した水を 6 m³用意した。さらに、PFOS 濃度に対して 10%となるように PFOA 試薬を添加し、高濃度有機フッ素化合物含有水とした。本報では懸濁物質の影響を確認するため、当社 ICI 総合センター（茨城県取手市）敷地内の池より採取した有機分を多く含む底泥（平均粒径 50μm 程度）を懸濁物質として用いた。懸濁物を加えない条件を Case1、加えた条件を Case2 とした。水槽近傍に本装置を設置し、除濁装置ユニット、イオン交換樹脂ユニットの順で通水し、PFOS・PFOA の浄化処理を試みた。イオン交換樹脂通水後の水は外部放流せず、原水槽へ返送し、これを「循環処理」とした。



図1 水処理装置「De-POP's ION」TMの全景

2. 2 測定

PFOS・PFOA 濃度の経時変化を確認するため、1 時間ごとに原水槽、除濁装置ユニット通過後、イオン交換樹脂ユニット通過にて採水・分析した。なお、試料中の懸濁物質に含まれる PFOS・PFOA は、0.45μm のメンブレンフィルターでろ過した後、メタノールで抽出した。LC-MS/MS を用いて、懸濁物質中の PFOS・PFOA の含有量を測定した。懸濁物質自体は、JIS K 0102:2016 工場排水試験方法に基づき計測した。

キーワード 有機フッ素化合物, PFOS, PFOA, イオン交換樹脂, 水処理装置

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2 前田建設工業株式会社 土木技術部

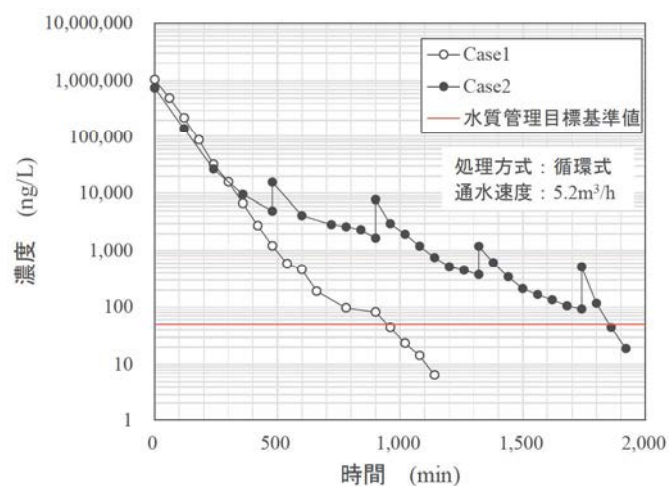
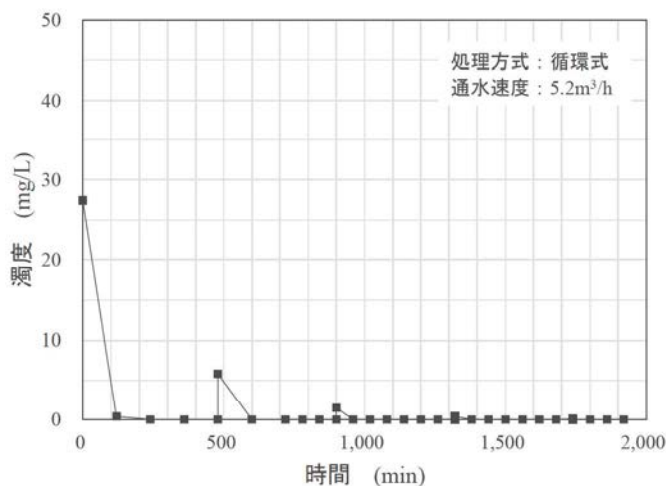


図2 Case2(懸濁物質有)における原水槽内懸濁物質濃度 図3 原水槽におけるPFOS・PFOA濃度の経時変化

3. 結果

3. 1 除濁性能の確認

Case2(懸濁物質有)における原水槽の濁度の経時変化を図2に示す。原水槽の水を除濁装置ユニットへ通水することで、原水槽内の懸濁物質濃度は1mg/L未満にまで低下することを確認した。一方で、日中8時間程度装置を運転し、翌朝運転を再開した際に、前日の最後に採水した検体よりも懸濁物質濃度が上昇する現象が確認された。これは、装置運転中に原水槽内の水流の偏りが発生し、除去しきれない懸濁物質が水槽内の一部に存在したためと考えられる。処理時間が延びるにつれ、原水槽内の懸濁物質も金一に除去され、前述の現象は確認されなくなった。

3. 2 有機フッ素化合物除去性能の確認

Case1(懸濁物質無)とCase2(懸濁物質有)における原水槽内のPFOS・PFOA濃度の経時変化を図3に示す。Case1では、PFOS・PFOA濃度は処理時間に伴い連続的に減少していき、16時間程度で暫定指針値50ng/Lを下回る結果となった。一方Case2では、濃度が連続的に低下するものの、部分的にPFOS・PFOA濃度が再度上昇する傾向にあった。この現象は、日中の装置運転を停止し、翌朝再開させた際に確認されており、原水槽内に残存する懸濁物質に付着したPFOS・PFOAが液相へ溶出することにより、原水槽内の濃度が上昇したと考えられた。すなわち、原水槽内の水流の循環を改善し、懸濁物質をより効率的に除去すれば、暫定指針値50ng/Lに到達するまでの処理時間短縮に寄与できると考えられる。一方で、Case2においても、Case1と比較して時間を要したものの、暫定指針値50ng/Lを下回るまでに浄化に至ったことを確認した。

4. 最後に

本報で得られた知見を基にして、有機フッ素化合物による地下水汚染対策技術の検討も進めている。実汚染サイトでの運用を目指し、さらなる実証試験データの収集、浄化工法の開発・実用化を進める所存である。

参考

- 1) 防衛省, 令和4年7月22日, 自衛隊施設における泡消火設備専用水槽水質調査結果について
- 2) 國井 聡ら 第57回日本水環境学会年会(2023年) 貯水槽内における有機フッ素化合物含有汚染水を想定した浄化工法の開発
- 3) 國井 聡ら 第28回土壌地下水研究集会(2023年) 可搬式水処理装置による濁質を含む有機フッ素化合物含有水の浄化技術の検討