

# 膜モジュールを用いたダイオキシン類汚染排水の処理技術

独立行政法人土木研究所 研究員 森 啓年

## 1 はじめに

近年、増加する傾向にあるダイオキシン類汚染が顕在化した建設現場においては、環境リスクを低減するために、汚染された土壌や底質もしくは廃棄物を対象に浄化処理や掘削搬出処分、封じ込めなどの汚染拡大防止措置といった対策を行うことが必要となる。

それらの対策を行う際に発生する掘削時の地下水、浚渫時の余水、汚染土壌の含有水、使用した機械類の洗浄排水等は、ダイオキシン類により汚染された排水となるため、適切な排水処理が必要となる。しかし、現状の排水処理に使われる技術は、大型のプラント類など高額なコストがかかる場合が多く、また、複雑で特殊な運転操作を必要とするなど、施工期間中のみ排水処理が必要となる建設現場への適用は難しい。

そこで、土木研究所ではダイオキシン類に汚染された排水を経済的かつ簡便に処理できる信頼性の高い排水処理システムとして、ろ過膜モジュールを用いた小型(長さ：1.50m、幅：1.00m、高さ：1.95m)の可搬式処理装置(写真-1)を開発している。なお、本技術開発は、独立行政法人土木研究所の民提案型共同研究として、土木研究所、不動建設株式会社並びにセントラルフィルター工業株式会社が共同して、開発を進めているものである。



写真-1 膜モジュールを用いた排水処理システム

## 2 排水処理システムの概要

### 2.1 ダイオキシン類汚染排水の特性と処理の原理

土壌や底質もしくは廃棄物に含有されるダイオキシン類は、大部分は水中に溶出せず、主に水中の土粒子や有機物などの懸濁物質に付着して存在すると考えられている。実際に、ダイオキシン類に汚染された土壌や底質を対象にして行われた実験では、環境庁告示第46号法試験の条件下において土壌や底質に含有されるダイオキシン類の

うち、 $1.0 \times 10^{-5}\%$ 程度が水中に溶出しているとみなすことができる<sup>1)</sup>。

ダイオキシン類の分子量は 200 ~ 800 程度であり、粒子径は 0.001  $\mu\text{m}$  程度といわれていることから<sup>2)</sup>、通常の人工膜によるろ過処理では除去することは困難と考えられていた。しかし、上記のようにダイオキシン類の大半が懸濁物質に付着していることから、懸濁物質を除去する操作を行うことにより、排水処理が可能となる。

## 2.2 排水処理システムの概要

膜モジュールによる排水処理は、正しくは「カートリッジ式ろ過膜モジュールシステム」と名付けられ、ダイオキシン類に汚染された排水を、現地で排水基準値以下に浄化でき、処理水の直接放流が可能とする。その主な特長は表-1 に示す通りである。

表-1 「カートリッジ式ろ過膜モジュールシステム」の主な特長

高度な排水処理	ダイオキシン類に汚染された排水を、現地で排水基準値以下に浄化でき、処理水の直接放流が可能となる。
処理品質確保が容易	事前のトリータピリテテストを行うことにより、汚染水が排水基準値以下となることが確認されたる過膜モジュールを、実際の浄化処理装置に用いるので、処理水のダイオキシン類濃度は排水基準値以下になることが保証される。また、運転操作は、全て自動運転のため、特殊な運転技術は不要であるとともに、ろ過膜モジュールの破損などの不測の事態に備え、超高感度濁度計による汚染漏洩監視システムを装備している。
広範な適用範囲	処理対象の排水の性状（懸濁物質の粒度分布および成分組成、濃度、有機物や溶存成分など）の影響を「前処理プロセス」で排除し、段階的に微粒子を除去していくので、効果的な排水処理が可能となる。
機動性と柔軟性に富むシステム	小型の可搬式の排水処理システムであり、処理が必要な現場へ簡単に輸送できる。また、大量の排水処理に対しても、カートリッジ式ろ過膜モジュールを増設するだけで、容易に対処できる。
廃棄物発生が少量	吸着剤や活性炭を使用しないので、これらの吸着材料の交換などが不要であり、また汚染物はろ過膜モジュール内に全て封じ込められるので、その部分だけを最終処分すればよい。

## 2.3 排水処理フロー

カートリッジ式ろ過膜モジュールシステムは「前処理プロセス」と「分離処理プロセス」から成り、処理フローは図-1 に示す通りである。

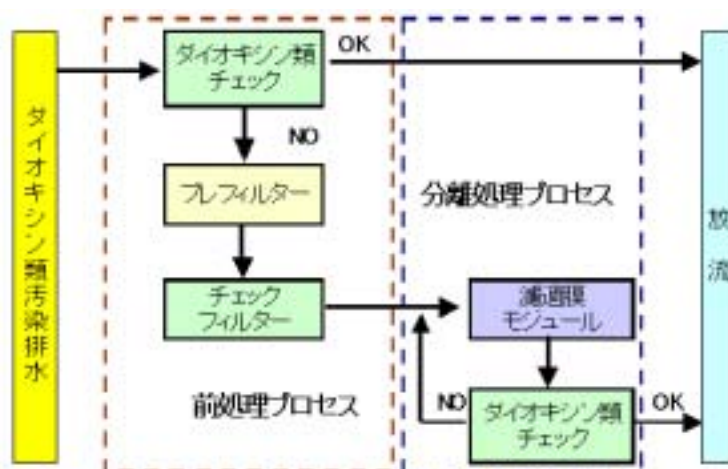


図-1 処理フロー

## 前処理プロセス

プレフィルタと精密ろ過膜で、SS 濃度で数十～数百 mg/l の汚染水を数 mg/l 程度まで除濁するプロセスである。

## 分離処理プロセス

中間タンク、ろ過膜モジュール、超高感度濁度計で構成され、コロイド分や有機物などの微粒子を除去し、処理水を外部に排出するプロセスである。ろ過膜モジュールは何百本もの中空糸膜を内蔵したクロスフローろ過方式の装置である。クロスフローろ過方式では、図-2 に示すように、汚染水は中空糸膜の内部を膜面に沿って流れる。この時、中空糸膜は膜の孔径より大きい粒子径の懸濁物質が膜壁を通過するのを阻止するので、汚染物質は元の汚染水タンクに循環する。結果として、膜の孔径より小さい微粒子と水だけが中空糸膜の膜壁を通り抜けて処理水として膜外に透過流出する。

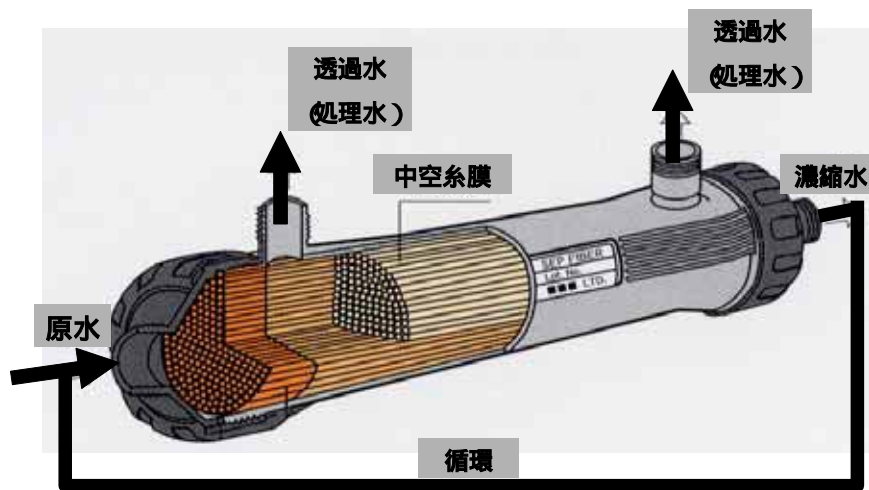


図-2 ろ過膜モジュールの構造

## 3 カートリッジ式ろ過膜モジュールシステムによる処理効果

### 3.1 試験方法

本システムの浄化効果を確認するために、カートリッジ式ろ過膜モジュールシステムによる排水処理試験を行った<sup>3)</sup>。

実験は、焼却場に起因するダイオキシン類汚染土壌(71,500pg-TEQ/g)をもとに作成した汚染排水(ケース1)および農薬工場に起因するダイオキシン類汚染底質(790pg-TEQ/g)をもとに作成した汚染排水(ケース2)を、小型のカートリッジ式ろ過膜モジュールシステムにより排水処理した。

### 3.2 試験結果

試験結果を表-2に示す。ケース1の処理前の原水(3,800 pg-TEQ/L)を分離処理した結果、3.7 pg-TEQ/Lとなった。ケース2では、同様に23 pg-TEQ/Lが0.031 pg-TEQ/Lとなった。両ケースともにダイオキシン類が99.9%以上除去されたことを確認した。

表-2 実験結果

ケース	原水濃度(処理前) pg-TEQ/L	処理水濃度 pg-TEQ/L	除去率
1	3,800	3.7	99.9%
2	23	0.031	99.9%

#### 4 おわりに

本文では、現在開発が進められている、小型で運搬可能なカートリッジ式ろ過膜モジュールシステムを紹介した。ろ過処理を主体とする本システムは、処理効果が確実で、取り扱い易さに優れており、ダイオキシン類汚染浄化対策工事の実施の際に発生する様々な排水処理に広く活用できるものと考えている。

以下の三つの課題を解決し、平成 15 年度中に実用化する予定である。

処理能力 10～100(m<sup>3</sup>/日/台) で、4 トン車程度に積載可能な実用機の開発  
 取り扱い等について利用マニュアルの整備  
 試験施工の実施

なお、試験施工が実施可能な現場については現在調査中である。本技術の適用可能な現場があれば、ご連絡頂ければ幸いである。

#### 参考文献

- 1) 森啓年、小橋秀俊、柴田靖：「建設現場で遭遇するダイオキシン類汚染対策マニュアル（素案） 汚染拡大防止措置について」、月刊土木技術、土木技術社、投稿中、2003.10
- 2) Karlheinz Ballschmiter 他：「ダイオキシン 化学・分析・毒性」pp.35-80、(株)エヌ・ティー・エヌ、1999.10
- 3) 松下正憲、桑原正彦、渡辺幸夫、森川泰、恒岡伸幸、森啓年：「カートリッジ式膜モジュールによるダイオキシン類汚染土壌からの排水処理」地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会 第9回講演集、P-132～P-133、2003.6