

1-7 底質等の高含水比土壌のダイオキシン類対策技術の開発

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 15～平 17

担当チーム：土質チーム

研究担当者：小橋 秀俊、森 啓年

【要旨】

本研究は、高含水比土壌からのダイオキシン類汚染排水の処理技術、高含水土壌の封じ込め技術の研究を実施し、底質等の高含水比土壌のダイオキシン類対策技術の確立を目的とするものである。

本研究の成果として、人工膜を用いたダイオキシン類汚染排水の処理技術を確立するとともに、ダイオキシン類汚染土壌の封じ込め技術として袋詰脱水処理工法を用いた手法を提案した。また、それらの研究成果をもとに「建設工事で遭遇するダイオキシン類汚染土壌対策マニュアル（暫定版）」をとりまとめた。

キーワード：ダイオキシン類、土壌、底質、マニュアル、排水処理

1. はじめに

平成12年1月に国民の健康の保護を図ることを目的として「ダイオキシン類対策特別措置法」が施行された。それと同時に旧環境庁（現環境省）からの告示において大気・水質・土壌のダイオキシン類に関する環境基準が、その後底質の環境基準についても平成14年9月に設定された。

ダイオキシン類は微量でも毒性が強いとされるため、廃棄物の不法投棄や清掃工場に起因するダイオキシン類による汚染が発見された場合は社会的に関心を集める可能性が高い。建設工事においても、ダイオキシン類汚染と無縁ではなく、ダイオキシン類汚染が顕在化している現場が存在する。

本研究では、ダイオキシン類に汚染された地下水下の掘削土や河川・湖沼からの浚渫土に建設現場において適切に対応できるよう、以下の項目について研究開発を実施した。

①ダイオキシン類汚染排水処理技術の開発

ダイオキシン類に汚染された高含水比土壌の土工時や脱水時に発生する汚染排水を、人工膜を用いて処理する技術（「膜モジュールシステム」、写真-1）について検討を行った。

②ダイオキシン類汚染土壌の封じ込め技術の開発

ダイオキシン類に汚染された高含水比土壌を脱水減容しながら封じ込める技術（「袋詰脱水処理工法」、写真-2）の適用用途について検討を行った。

③ダイオキシン類汚染土壌対策マニュアルのとりまとめ

公共事業として実施される建設工事において、

敷地内でダイオキシン類汚染の可能性がある土壌等に遭遇した場合の対応方法を示したマニュアルをとりまとめた。

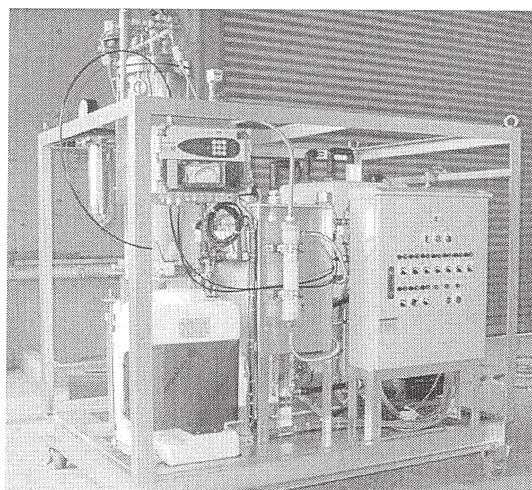


写真-1 膜モジュールシステム(試作機)

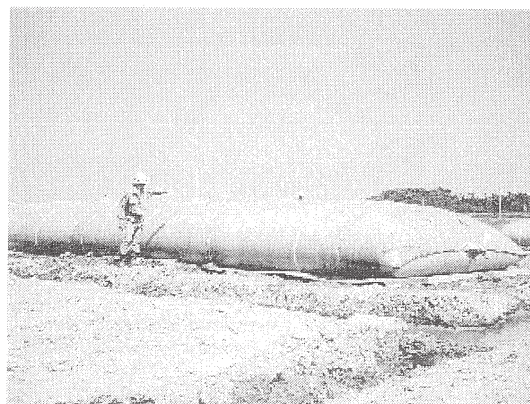


写真-2 袋詰脱水処理工法

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

①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（条件により環境基準値）以下に浄化でき、処理水の直接放流が可能となる。
②処理品質確保が容易	事前のトリータビリティ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とろ過膜モジュールを、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。
③広範な適用範囲	処理対象の排水の性状（懸濁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。
④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。
⑤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。

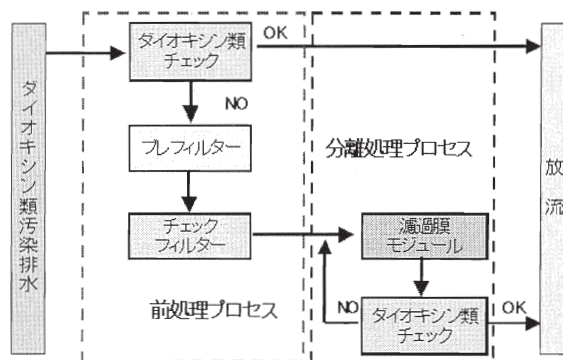


図-1 処理フロー

2. ダイオキシン類汚染排水処理技術の開発

2. 1 概要

(1) ダイオキシン類汚染排水の特性と処理の原理

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 μ m程度といわれていることから¹⁾、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、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。ダイオキシン類に汚染された土壌や底質を対象に行われた過去の実験では、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、 1.0×10^{-7} (0.00001%)程度が水中に溶出しているとみなすことができる²⁾。したがって、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、排水処理が可能と考えられる。

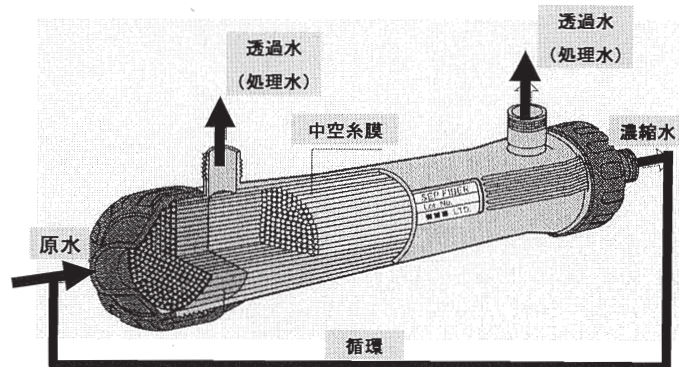


図-2 ろ過膜モジュールの構造

そこで、土木研究所では、人工膜モジュールを用いてダイオキシン類汚染排水中の懸濁物質を処理する技術について検討した。なお、本研究は、不動建設(株)、セントラルフィルター工業(株)と共同で実施した。

(2) 排水処理システムの概要

本研究により開発された膜モジュールによる排水処理は、「膜モジュールシステム (MFM 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（条件により環境基準値）に浄化でき、処理水の直接放流が可能となる。その主な特長は表-1に示す通りである。

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。

①前処理プロセス

プレフィルターと精密ろ過膜で、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。

②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目詰まりのしにくい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。

2. 2 ろ過膜モジュールシステムによる処理効果

(1)基礎実験

本システムの浄化効果を確認するために、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³⁾。

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。膜モジュールとして、孔径0.01 μ mのものを使用した。

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%程度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%

(2)膜の孔径による処理性能の違いに関する実験

次に膜の孔径の違いによって処理性能がどう異なってくるか把握するため、表-3に示す4種類の孔径をもつ膜モジュールを用いて、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の処理実験を行った。

表-3 膜モジュールの仕様

膜モジュール	1	2	3	4
孔径(μ m)	0.003	0.005	0.01	0.05
分画分子量	10,000	30,000	150,000	500,000

試験結果を表-4、図-3にそれぞれ示す。処理前の原水(4,000 pg-TEQ/L)を分離処理した結果、膜モジュールの孔径が小さくなるに連れて、処理後のダイオキシン類濃度が低下する傾向がみられ、最も孔径の小さい膜モジュールでは環境基準を下回る0.27pg-TEQ/Lとなった。

この結果、膜モジュールの孔径と処理水中のダイオキシン類濃度は、同一の汚染土壌をもとに作成する排水を用いると図-3に示すように強い相関関係がみられ、フィルター孔径の調整で、浄化程度を調整できることが明らかになった。

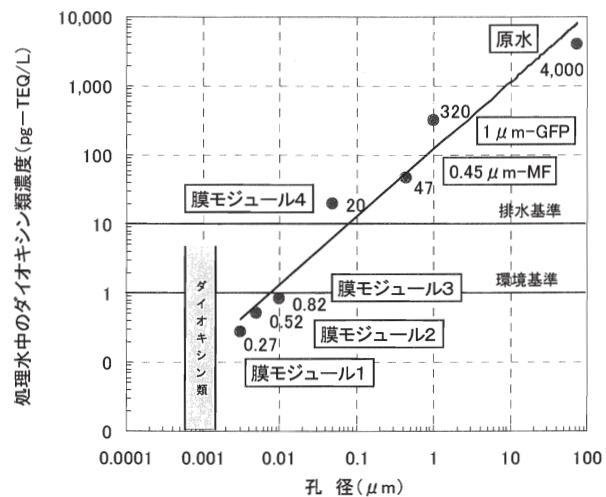


図-3 膜モジュールの孔径と処理水中のダイオキシン類濃度

表-4 実験結果

フィルター孔径(μ m)	分画分子量	SS濃度(mg/L)	濁度(度)	ダイオキシン類濃度(pg-TEQ/L)	備考
75 ふるい		27	11	4,000	原水
1				320	1 μ m-GFP ²⁾
0.45				47	0.45 μ m-MF ²⁾
0.05	500,000	< 1	< 0.1	20	膜モジュール4
0.01	150,000	< 1	< 0.1	0.82	膜モジュール3
0.005	30,000	< 1	< 0.1	0.52	膜モジュール2
0.003	10,000	< 1	< 0.1	0.27	膜モジュール1

なお、図-3の相関を利用すると、ダイオキシン分子の粒子径(6~16Å:図-4中の網掛けの範囲)ではダイオキシン類濃度は、0.1(pg-TEQ/L)程度となることから、今回実験に利用した原水において水に溶解しているダイオキシン類は0.1pg-TEQ/L程度と推定できる。このことは、原水のダイオキシン類濃度4,000pg-TEQ/Lと比較して0.0025%(2.5×10^{-5})程度と非常に僅かであり、ダイオキシン類のオクタノール/水分配係数(K_{ow})が大きく¹⁾、水に溶解しにくく土粒子に吸着しやすいこととよく対応している。

2.3 成果の活用

(1) 現場の概要^{3),4)}

東京都八王子市の圏央道八王子北IC(仮称)建設予定地において、通常の土とは異なり焼却灰と思われるものが確認されたため、その経緯等を調査した上で、事業者が検査した結果、ダイオキシン類(2,400~5,800pg-TEQ/g以下(地表部)、8,900pg-TEQ/g以下(地中))を検出した。汚染物の推定量は約4,800m³で原地盤の上に盛土されていたが、汚染対象の周辺土壌と地下水のダイオキシン類濃度は、それぞれ6.0pg-TEQ/g以下と0.072pg-TEQ/L以下で環境基準を満足しており、周辺への汚染の拡大はみられなかった。

応急措置として、表面をシートで覆い、周囲を金属板で囲うことで飛散防止を実施した(写真-3)。対策としては、焼却灰等の飛散・流出防止のため作業箇所全体を防塵建屋(写真-4)で覆い掘削(約2,080m²、約6,680m³)を行ったあと、フレキシブルコンテナ等に密封して無害化処理施設(熔融処理)に搬入し、処理後生成物のダイオキシン類濃度が150pg-TEQ/gを下回るように処理した。

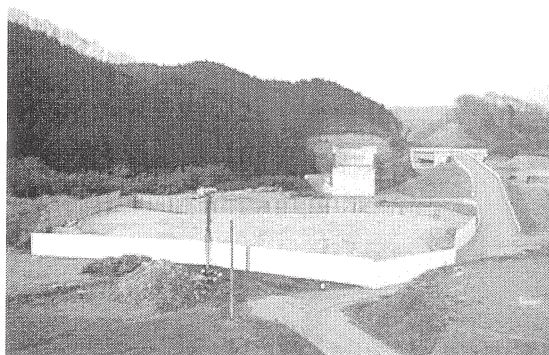


写真-3 応急措置の状況

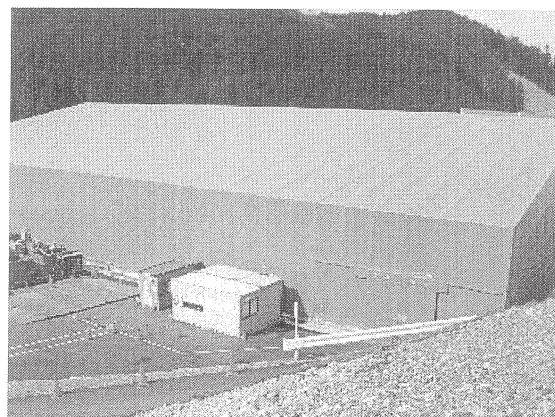


写真-4 防塵建屋の状況

(2) 排水処理結果

防塵建屋で作業を行う際に発生する排水処理技術として、カートリッジ式ろ過膜モジュールシステムが利用された。その結果、処理前は3,900pg-TEQ/Lであった原水を、処理後は0.00015pg-TEQ/Lまで低下させることができ、対策の円滑な実施に寄与することができた。

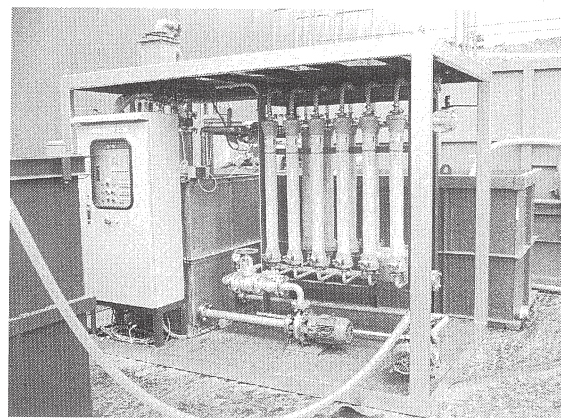


写真-5 使用した膜モジュールシステム

(3) その他の現場での適用

上記の現場の他にも、汚染底質処理に伴う排水を処理した事例として、処理前は6,400pg-TEQ/Lであった原水を、処理後は0.054pg-TEQ/Lまで低下させたものがある。

3. ダイオキシン類汚染土壌の封じ込め技術の開発

3.1 概要

「袋詰脱水処理工法⁴⁾」は平成4~8年度にかけて建設省土木研究所(現、独立行政法人土木研究所)、財団法人土木研究センターと民間各社の共同研究により開発された発生土をリサイクルする工法である。本工法を用いることにより、対象となる浚渫土など高含水比の発生土をジオテキスタイル製袋に充填し、ジオテキスタイル等のフィルター効果を利用して、

土粒子を袋内に留めたまま水分のみを袋外に排出することが可能となる。また、袋内に充填された発生土には、脱水に伴う強度増加のみならず、ジオテキスタイル製袋の補強効果も期待できるため、積み重ねて堤防や護岸などに使用することができる。

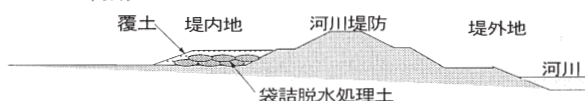
これまで、袋詰脱水処理工法の持つ土粒子の封じ込め能力に着目し、使用する袋材や添加する凝集剤を工夫することでその能力を向上させ、ダイオキシン類に汚染された高含水比の土壌や底質を袋内に封じ込めるとともに、脱水・減量化できるよう改良を行った。その結果、ろ過効果を上げるため袋材の改良と凝集剤を添加することにより 99.9%以上のダイオキシン類を袋内に封じ込め可能であることが明らかになった。

3.2 袋詰脱水処理工法の適用用途

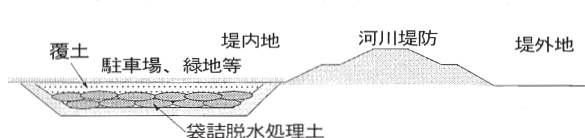
本研究では、袋詰脱水処理工法の特徴を踏まえ、ダイオキシン類の環境リスクを適切に管理できるよう袋内に封じ込めたダイオキシン類汚染底質の適用用途について検討を実施した。

その結果、底質の環境基準 (150pg-TEQ/g) を超過し、土壌の環境基準 (1,000pg-TEQ/g) 以下のダイオキシン類汚染底質については、平水位 (1年のうちで185日はこれを下まわらない水位) 以浅で保管(図-5) することとし、以下の用途を提案した。また、土壌の環境基準を超えるような底質や土壌を対象とするような場合であっても、土粒子の拡散を防止する汚染拡大防止措置や袋からの排水中に含まれるダイオキシン類の処理システムと併用することにより、脱水・減量化の手段として袋詰脱水処理工法は有効であると考えられる。

- ① 堤内地側に限定した河川堤防腹付け盛土材として利用



- ② 堤内地の緑地・駐車場等の盛土材や飛行場の緑地帯下等の盛土材として利用



- ③ 堤外地 (高水敷) に保管

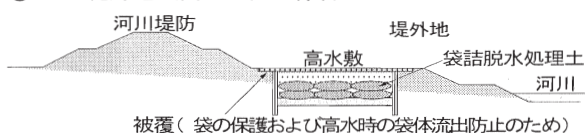


図-5 袋詰脱水処理土の保管用途

3.3 成果の活用

この成果については、土木研究所資料第3902号「袋詰脱水処理工法による高含水比ダイオキシン類汚染底質・土壌封じ込めマニュアル (案)⁹⁾」(平成15年7月)にとりまとめている。

また、国土交通省より平成15年6月に出された「『河川、湖沼等における底質ダイオキシン類対策マニュアル』(案)」において袋詰脱水処理工法は「袋詰め工法」として、「除去底質 (150~1,000pg-TEQ/g)」を「土質材料として利用する」場合の「陸上処分」にも示されている。

4. ダイオキシン類汚染土壌対策マニュアルのとりまとめ

4.1 概要

ダイオキシン類は重金属などと比べて、①公定法の分析に長時間と多額の費用を要する、②大気や作業環境の基準が設定されている、③現地内で実施する封じ込め等の汚染防止措置が具体化していない、など難しい課題を多く抱えている。マニュアルでは、このような課題をふまえ、陸域の公共工事でダイオキシン類に遭遇した場合の対応策を示した。

4.2 汚染遭遇から汚染対策終了に至るまでの流れ

ダイオキシン類汚染土壌対策の検討手順の流れを図-6に示すとともに、以下に対策手順の概要について示す。

①汚染の有無の確認・応急措置の実施

ダイオキシン類汚染の可能性のある土壌等に遭遇した場合、汚染の有無を判定する。汚染がある可能性が高いと判定された場合には、速やかに周辺への汚染拡大防止および作業員等への暴露防止を目的とした応急措置を実施するとともに、調査指標以上のダイオキシン類が含まれているか否かを確認するための緊急調査を実施する。

②汚染状況の把握

緊急調査において調査指標以上のダイオキシン類を含む土壌等の存在が確認された場合、既存資料等調査および現地の状況に応じた方法で現地調査(地下水調査を含む)を実施し、汚染の範囲と濃度を確定する。

③法的取扱いの区分

ダイオキシン類を含む土壌等の法的な取扱いは、都道府県等の環境部局等と協議して決定する。法的な取扱いとしては図-6に示すⅠ~Ⅲまでの三つ

があり、そのうちⅡの場合については特措法に基づいた対策、Ⅲの場合については「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（廃掃法）に基づいた処理が必要となるため、マニュアル内では対象としていない。また、土壌の有効利用や廃棄物の最終処分場の確保を考慮し、土壌と廃棄物の混合物は必要に応じて選別処理の実施を検討する。

④対策の検討・措置の実施

汚染の状況や掘削、搬出の有無等に応じて浄化処理、掘削搬出処分や汚染拡大防止措置から適切な対策を選定する。その後、土壌の飛散や排水による汚染の拡大等の無いよう留意し、適切に措置を実施する。

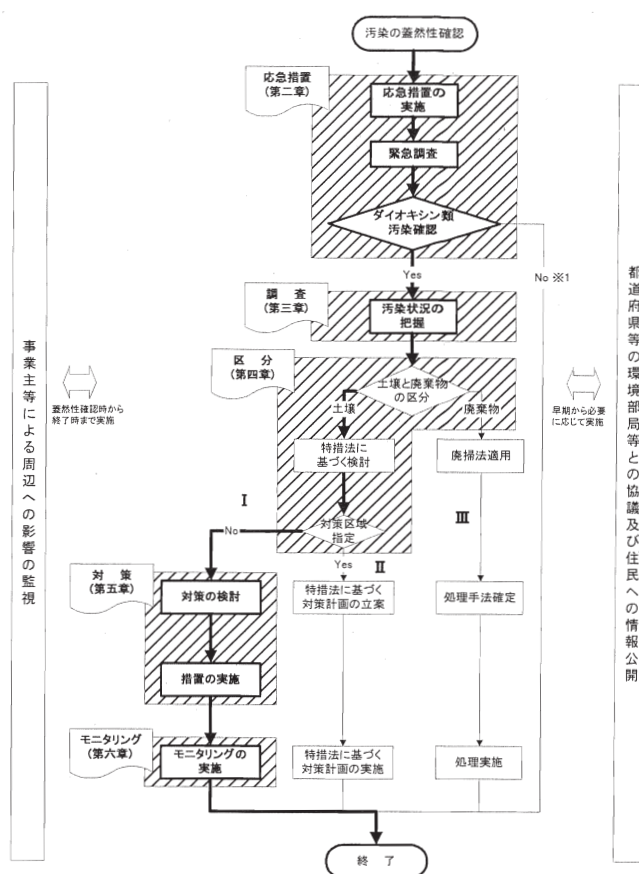
汚染拡大防止措置とは、現場内で覆土や遮水壁、固化材などを用いて周辺地盤とダイオキシン類汚染土壌を分離することにより、ダイオキシン類の環境リスクを低減させる方法である。主な方法としては、覆土・敷土工法、遮水壁工法、固化工法等が存在する。なお、現状のままでダイオキシン類汚染が拡大する可能性が低い場合、モニタリングそのものを措置とする事も可能である。

⑤モニタリングの実施

事業用地周辺へのダイオキシン類汚染の拡大を監視するために、ダイオキシン類を含む土壌等の存在を確認した時点から汚染対策終了に至るまでの間、モニタリングを行う。また、汚染拡大防止措置を実施した場合は、その効果を確認するため、措置の実施後についてもモニタリングを行う。なお、浄化処理等により当該用地からダイオキシン類汚染土壌を完全に除去する場合以外は、関連する情報を土地管理者等の管理台帳などに記録し、当該用地からダイオキシン類汚染土壌が完全に除去されるまで保管する。

⑥都道府県等の環境部局等との協議および住民への情報公開

ダイオキシン類に関する調査の実施前やダイオキシン類の存在が確認された場合、速やかに都道府県等の環境部局等へ報告し、協議を行う。また、調査、対策およびモニタリング等の実施段階において、事業実施に伴う様々な情報をパンフレット、広報誌、ホームページ、市民セミナー、見学会および説明会などを通して公開することを検討する。



※1 ダイオキシン類以外の有害物質による汚染の場合は「建設工事で遭遇する地盤汚染の対応マニュアル」参考

図-6 ダイオキシン類汚染土壌対策の流れ

4.3 対策のポイントについて

(1) 廃棄物混じり土の取り扱い

ダイオキシン類との遭遇場面としては、不法投棄現場や最終処分場跡地等で焼却灰等の異物が混入した土壌の形態が考えられる。これらの廃棄物混じり土は通常は廃棄物と見なされる場合が多く、大量に掘削しなければならない場合には、最終処分場等の搬出先の確保や浄化処理の実施が困難など、対策の行き詰まりが予想される。また、用地内で対策を講じる場合にも、廃棄物処理法の処分地指定が必要となるなどの難題が生じる。そのため、廃棄物混じり土を「土壌」相当のものと「廃棄物」とに区分けし、さらに、汚染されていないものはリサイクルを検討することにより、処理する廃棄物量や浄化する掘削物の減量化を図る必要がある。ただし、土壌相当の対象物であるとの判断は、都道府県等の環境部局と協議して決める必要があり、その結果、「土壌」として取り扱い特措法に基づく対策区域に指定されないものについては図-6のⅠ、「土壌」として取り扱い特措法に基づく対策区域に指定されるものについて

は図-6 のⅡ、「廃棄物」として取り扱うものについては図-6 のⅢの流れで対策を検討する。

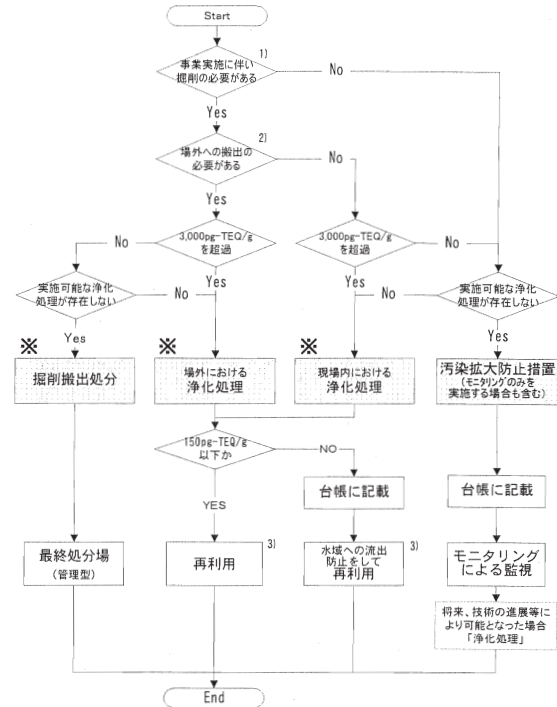
(2) 土壌と判断されたものの対策選定の考え方

ダイオキシン類汚染土壌の対策の検討は、図-7 に示すフローに従って行う。対策はダイオキシン類の含有量が土壌の環境基準を超過する土壌が対象とするが現場の状況等によって、環境基準以下のものについても対策が必要となる場合もある。対策を考えるうえでまず重要なことは、掘削区域内に3,000pg-TEQ/g（土壌の基準値ではなく、管理型処分場における焼却灰の受け入れ基準となっている）を超過するものの存在の把握である。3,000pg-TEQ/g を超えるものは、搬出した場合に管理型処分場で受け入れてもらえない可能性が高く、浄化処理のち再利用することとしている。また、搬出しない場合であっても、管理型処分場より良好な環境安全性を保持するとの観点から、浄化処理のち場内の造成等で再利用しなければならないこととしている。しかしながら、現在のところ実用レベルにある浄化処理技術は、熱分解（溶融方式、高温処理方式、低温処理方式）、溶剤抽出方式などに限られており、処理能力は数千 m³ 程度の実績が多く、処理費用も数十万円/m³ を要する。このため、3,000 pg-TEQ/g を超過する掘削物が大量に発生する恐れのある場合には、掘削域から外すなどの構造物の計画変更を、早期に講じる事も重要である。また、浄化した土壌（掘削土壌も同様）のうち、150 pg-TEQ/g（底質の環境基準）を超過するものを、河川、湖沼、港湾の水域へ流出する恐れのある場所や用途で用いてはならない。3,000pg-TEQ/g を超える土壌でも掘削しない場合には、直接摂取及び地下水への流失防止を目的とした汚染拡大防止措置が適用できる。1,000～3,000pg-TEQ/g の土壌の場合には、3,000pg-TEQ/g を超過する場合での方法に加えて、用地外の管理型処分場へ搬出する方法、掘削したものを用地内の地上ないし地中に収容する汚染拡大防止措置を適用できる。

(3) モニタリングについて

モニタリングは、周辺環境への汚染の拡大、措置時に作業員の作業環境を監視する目的で実施する。モニタリングの対象、観測箇所、基準、観測頻度の目安を表-5 に示す。ダイオキシン類汚染の場合には、周辺環境や作業場所の気に対するモニタリングが重要となる。また、措置施工時の日常管理には簡易測定法（公定法の測定過程を迅速化、一部の異性体

を定量）や管理指標による方法（水の場合はSS、大気の場合は粉塵濃度）を適用して、基準値の超過非超過のみを即時に判断する必要がある。



※ 措置の早期実施が困難な場合は、汚染拡大防止措置などの暫定措置を行うとともに、モニタリングによる監視を行い、二次汚染の発生を防止する。また、措置の早期実施を検討し、実施可能となった場合には速やかに措置の実施を行うことが望ましい。

- 1) 掘削により新たな汚染の拡大が生じないように留意する。
- 2) 搬出した汚染土壌の受入が可能な浄化処理施設及び最終処分場を確保できるか、現場内に浄化処理や汚染拡大防止措置を実施する場所が確保できるか、などの観点から検討する。
- 3) 浄化処理後再利用できない場合があるため、事前に都道府県等の環境部に確認する。

図-7 対策検討フロー

4. 3 成果の活用

本マニュアルはより多くのダイオキシン類汚染問題に遭遇した建設現場において活用できるよう、平成17年12月に鹿島出版会から土木研究所編「建設工事で遭遇するダイオキシン類汚染土壌対策マニュアル（暫定版）⁹⁾」として出版された。

5. 結論

本研究は、高含水比土壌からのダイオキシン類汚染排水の処理技術、高含水土壌の封じ込め技術の研究を実施し、底質等の高含水比土壌のダイオキシン類対策技術の確立を目的とするものである。

本研究の成果は以下のとおりである。

①ダイオキシン類汚染排水処理技術の開発

人工膜を用いたダイオキシン類汚染排水の処理技術について検討し、排水中のダイオキシン類の99.9%を除去するMFMシステムを開発した。

②ダイオキシン類汚染土壌の封じ込め技術の開発
ダイオキシン類汚染土壌の封じ込め技術として

2) 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

表-5 モニタリング項目とその実施時期と頻度の目安

対象		大気 ⁴⁾		排水水 ⁵⁾	地下水	観測頻度の目安 および (測定方法)
観測箇所		敷地境界もしくは 保全対象近傍	作業場所近傍 (作業環境測定)	施設境界もしくは 処理施設の 排水口	汚染範囲の 上下流	
基準 ¹⁾		0.6pg-TEQ/m ³ ⁶⁾	労働基準監督 署などと協議の 上設定	10 pg-TEQ/L ⁷⁾	1 pg-TEQ/L ⁶⁾	
進行 状況	応急 措置時 ²⁾	○	○	○	○	○期間中1回程度(公定法) ※簡易測定法もしくは管理指標による方法により測定箇所及び測定頻度を増やすことも可
	対策 検討時	—	—	—	○	○年1回以上(公定法) ※簡易測定法により測定箇所及び測定頻度を増やすことも可
	措置 施工時	○	○	○	○	○施工開始直後1回(公定法) ○工事実施期間中 ・1~2ヶ月に1回程度(公定法) ・1~2日に1回程度(簡易測定法もしくは管理指標による方法)
	措置 実施後 ³⁾	—	—	—	○	○汚染拡大防止措置を実施 ・年4回以上、2年間(公定法) ○モニタリング自体を対策として実施 ・年4回以上、1年間 ・その後、年1回以上 ・10年経過後、2年に1回以上 (公定法) ※簡易測定法により測定箇所及び測定頻度を増やすことも可

- 1) 基準については、地方自治体が条例等で独自に定めている場合があるため、調査を行う必要がある。ここでは目安として、排出基準や環境基準を示した。
- 2) 土壌の環境基準を超過する汚染の存在を確認した時点から観測。
- 3) 汚染拡大防止措置やモニタリング自体を対策として実施する場合のみ観測。
- 4) 対象物の飛散の可能性がある場合のみ観測。
- 5) 対象物の流出の可能性がある場合のみ観測。
- 6) 「ダイオキシン類による大気汚染、水質汚濁及び土壌汚染に係る環境基準」を準用。
- 7) 「ダイオキシン類対策特別措置法」、「下水道法」を準用。

袋詰脱水処理工法を用いた手法を提案し、その特徴を踏まえた適用用途を提案した。

③ダイオキシン類汚染土壌対策マニュアルのとりまとめ

既往の研究成果をもとに「建設工事で遭遇するダイオキシン類汚染土壌対策マニュアル（暫定版）」をとりまとめ、建設現場におけるダイオキシン類汚染問題に適切に対応出来るようにした。

参考文献

1) 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

—、月刊土木技術、土木技術社、2003. 10

3) 永松義敬：「圏央道（八王子北 IC（仮称））におけるダイオキシン類を含む焼却灰等の無害化処理の実施について」、道路、2005. 11

4) 土木研究所編：「建設発生土利用技術マニュアル（第3版）」、土木研究センター、丸善、2004. 9

5) 土木研究所：「袋詰脱水処理工法による高含水比ダイオキシン類汚染底質・土壌封じ込めマニュアル（案）」、土木研究所資料第3902号、2003. 7

6) 土木研究所編：「建設工事で遭遇するダイオキシン類汚染土壌対策マニュアル〔暫定版〕」、鹿島出版会、2005. 12