

底質ダイオキシン類対策の基本的考え方

平成 19 年 3 月

国土交通省 港湾局

国土交通省 河川局

都市再生プロジェクト（第三次決定）「大都市圏における都市環境インフラの再生」においては、水質汚濁が慢性化している大都市圏の海の再生や河川の再生を図ることとされており、これを契機として、水質改善に向けた各種の取組が推進されてきたところである。

しかしながら、底質のダイオキシン類対策については、大都市の港湾・河川において環境基準を超えるダイオキシン類含有汚泥が確認されているにもかかわらず、膨大な対策費用や処分場確保が困難という問題のほか、効率的・経済的な処理工法も確立されていない等の理由により本格的な処理が進展しておらず、早急な対応が求められている。

本検討では、「港湾における底質ダイオキシン類対策技術指針(改訂版)」(平成 15 年 12 月 国土交通省港湾局)(以下「港湾指針」という。)または「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)」(平成 17 年 3 月 国土交通省河川局)(以下「河川マニュアル」という。)に基づいて、対策を実施している港湾管理者および河川管理者から挙げられた課題等を踏まえ、底質ダイオキシン類対策の基本的考え方を整理した。

まえがき

平成 12 年 1 月にダイオキシン類対策特別措置法が施行されたことを受け、ダイオキシン類による水底の底質の汚染に係る環境基準が平成 14 年 7 月に告示され、同年 9 月 1 日から施行された。また、平成 14 年 8 月には、底質の処理・処分等に関する指針が告示された。あわせて、平成 11 年から全国的に公共用水域の底質ダイオキシン類に係る調査が実施され、いくつかの港湾、河川、湖沼で環境基準を超える底質が発見され、その対策が緊急の課題となった。

国土交通省は、底質ダイオキシン類対策を安全かつ的確に実施するため、「港湾における底質ダイオキシン類対策技術指針」(平成 15 年 3 月 国土交通省港湾局)、「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)」(平成 15 年 6 月 国土交通省河川局)を策定した。その後、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律施行令の一部を改正する政令が平成 15 年 10 月に施行されたことを受けて、「港湾における底質ダイオキシン類対策技術指針(改訂版)」(平成 15 年 12 月 国土交通省港湾局)が策定された。また簡易測定マニュアルの策定を受けて、「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)」(平成 17 年 3 月 国土交通省河川局)の改訂が行われた。

一方、都市再生プロジェクト(第三次決定)「大都市圏における都市環境インフラの再生」においては、水質汚濁が慢性化している大都市圏の海の再生や河川の再生を図ることとされており、これを契機として、水質改善に向けた各種の取組が推進されてきたところである。

しかしながら、底質のダイオキシン類対策については、大都市の港湾・河川において環境基準を超えるダイオキシン類含有汚泥が確認されているにもかかわらず、膨大な対策費用や処分場確保が困難という問題のほか、効率的・経済的な処理工法も確立されていない等の理由により本格的な処理が進展しておらず、早急な対応が求められている。

このような状況のもと、これまで底質ダイオキシン類対策は「港湾指針」または「河川マニュアル」に基づいて実施されてきたが、港湾と河川の特性の違いから両者の考え方に一部相違する点もあり、河川と港湾が連続する地域などでは混乱を招く一因となっている。また、環境省においては、底質ダイオキシン類対策に関連して簡易測定法について検討を進めている状況にある。

このような背景を受けて、国土交通省では、関係機関がこれまでに策定した底質ダイオキシン類対策に関する技術指針や最新の各種処理技術について現況・課題を整理するとともに、必要な技術的検討などを行い、各種公共事業共通の新たな技術基準や処理工法に関する考え方を、港湾局と河川局とで合同の委員会を設け「底質ダイオキシン類対策の基本的考え方」として整理することとした。この内容としては、「港湾指針」または「河川マニュアル」に基づいて実施した対策事例について検討するなど、技術的な課題を抽出し「工法選定の考え方」、「対策実施中の監視の考え方」、「最終処分等の考え方」等を中心に、対策の基本的考え方等を整理したものである。

なお、今回の考え方の整理は、現時点における最新の知見および技術に基づいて取りまとめたものであり、調査・モニタリング、施工などに関する今後の実績の積み重ねや新たな技術開発の動向を踏まえ、逐次改訂していくことが必要である。

底質ダイオキシン類対策検討委員会 委員名簿

氏 名	職 名
楠 田 哲 也	北九州市立大学大学院国際環境工学研究科教授
清 水 誠 (委員長)	東京大学名誉教授
鈴 木 穰	独立行政法人土木研究所水環境研究グループ 上席研究員
中 村 由 行	独立行政法人港湾空港技術研究所 海洋・水工部沿岸環境領域長
細 見 正 明	東京農工大学共生科学技術研究院工学府教授

(敬称略 50音順)

底質ダイオキシン類対策検討委員会 開催日

	年月日
第1回合同委員会	平成19年1月18日(木)
第2回合同委員会	平成19年3月23日(金)

【参考】 「底質ダイオキシン類対策の基本的考え方」の位置づけについて

底質ダイオキシン類に関する法律・指針・技術マニュアル等の概略の体系および「底質ダイオキシン類対策の基本的考え方」の位置づけについて図-1 に、基本的考え方の概要について表-1 に示す。

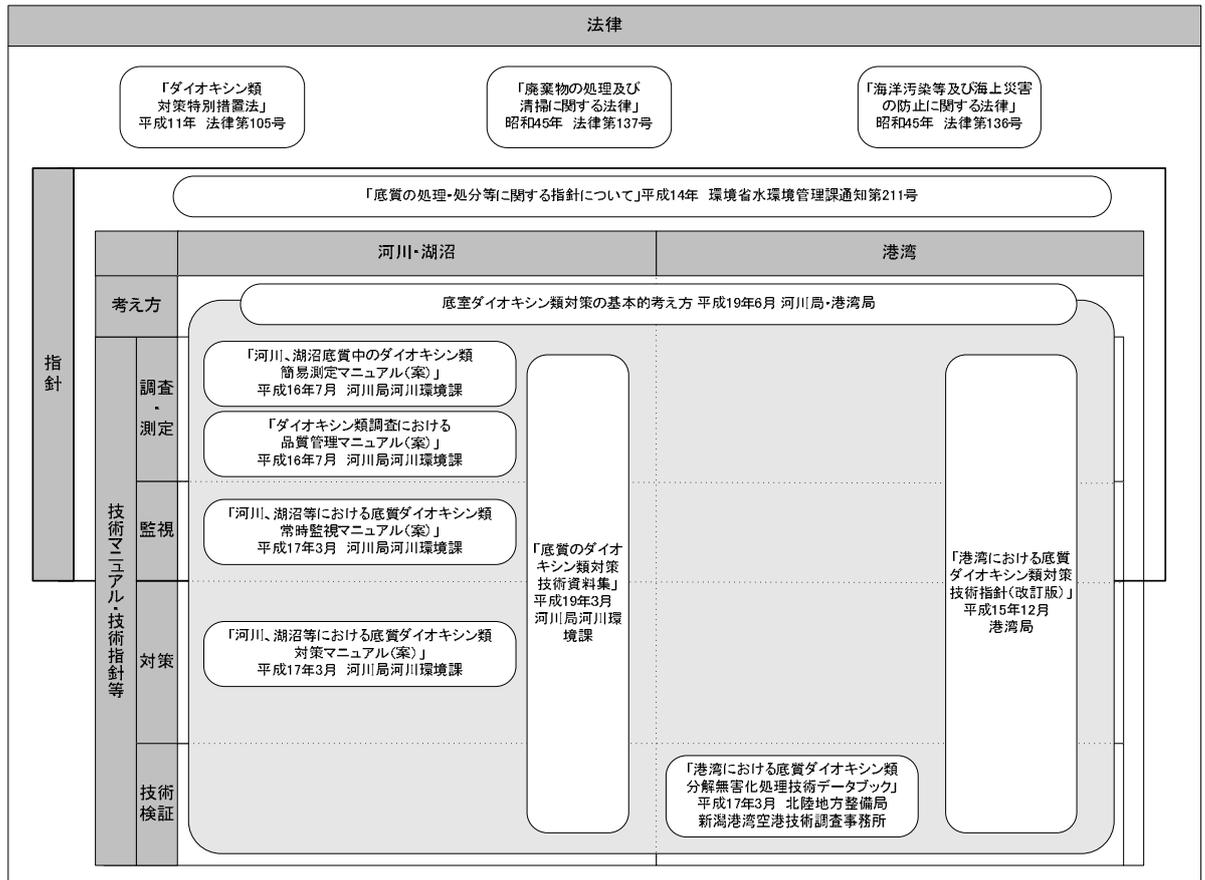


表-1 基本的考え方の検討概要

	港湾指針	河川マニュアル
港湾指針および河川マニュアルの適用	互いの指針・マニュアルを適用可能(河川区域内での港湾指針、港湾区域内での河川マニュアル)	
対策に係る基本的考え方	ダイオキシン類を摂取する経路(直接的、間接的)を遮断	
対策選定の考え方	水域の特性に応じ対策を選定	
最終処分	海面処分および陸上処分について統一のフロー	
分解無害化処理	3,000pg-TEQ/g 超は、原則分解無害化処理	
モニタリングにおける監視基準	環境基準(環境基準超過水域では現状水質を悪化させないこと)	
簡易測定法	環境省の検討を踏まえ、適用を検討	

底質ダイオキシン類対策の基本的考え方

目次構成

(1) 港湾指針および河川マニュアルの適用	6
(2) 対策に係る基本的考え方	7
(3) 対策の基本的な流れ	8
(4) 最終処分	11
(5) 分解無害化処理	13
(6) モニタリングにおける監視基準	15
(7) 簡易測定法	17
参考資料	19

(1)港湾指針および河川マニュアルの適用

港湾指針および河川マニュアルの適用

- ・ 汚染箇所が連続していることを勘案し、検討対象場所の取水状況等の社会条件や、潮汐・流れ等の自然条件の特性を把握した上で、以下のように対応する。

河川区域内においても、港湾指針での対策や調査等を水域の条件に応じ選定することも可能
港湾区域内においても、河川マニュアルでの対策や調査等を水域の条件に応じ選定することも可能

【解説】

港湾指針および河川マニュアルは、それぞれの水域の特性(流況、潮汐、水深、利用状況、周辺の構造物の状況等)を勘案してまとめられているため、河川域から海域へと汚染箇所が連続している場合などには個々の指針やマニュアルでは十分対応しきれない場合がある。

よって、河川域、海域等の水域の条件に応じて、港湾指針および河川マニュアルを適切に選定することを可能にしたものである。

港湾・河川共同で対策を検討した事例

港湾・河川共同で対策を検討した事例

- ・ 河川から港湾への連続した汚染箇所が、大阪港内湾部、神崎川水域および大阪市内河川等で確認されている。
- ・ 大阪府および大阪市は、平成 14 年 7 月に「河川および港湾の底質浄化対策検討委員会」を設置し、河川および港湾区域での、ダイオキシン類により汚染された底質の浄化対策について審議している。
- ・ 委員会では平成 16 年 2 月に「河川・港湾工事に係る環境対策マニュアル(案)」をとりまとめた。
- ・ マニュアルでは、大阪府および大阪市における河川・港湾の底質汚染状況をふまえ、工事中の環境対策、基本的事項および考え方について整理している。

【解説】

港湾・河川共同で対策を検討した事例としては、大阪港内湾部、神崎川水域および大阪市内河川等がある。これらの港湾・河川では、委員会での審議を通して汚染状況の実態把握、底質の浄化対策および当該箇所での対策マニュアルを作成し基本的事項を整理している。

(2)対策に係る基本的考え方

対策に係る基本的考え方

- ・ 直接的、間接的に底質からダイオキシン類を摂取する経路を遮断することを対策の基本とする。

経路を遮断する方法

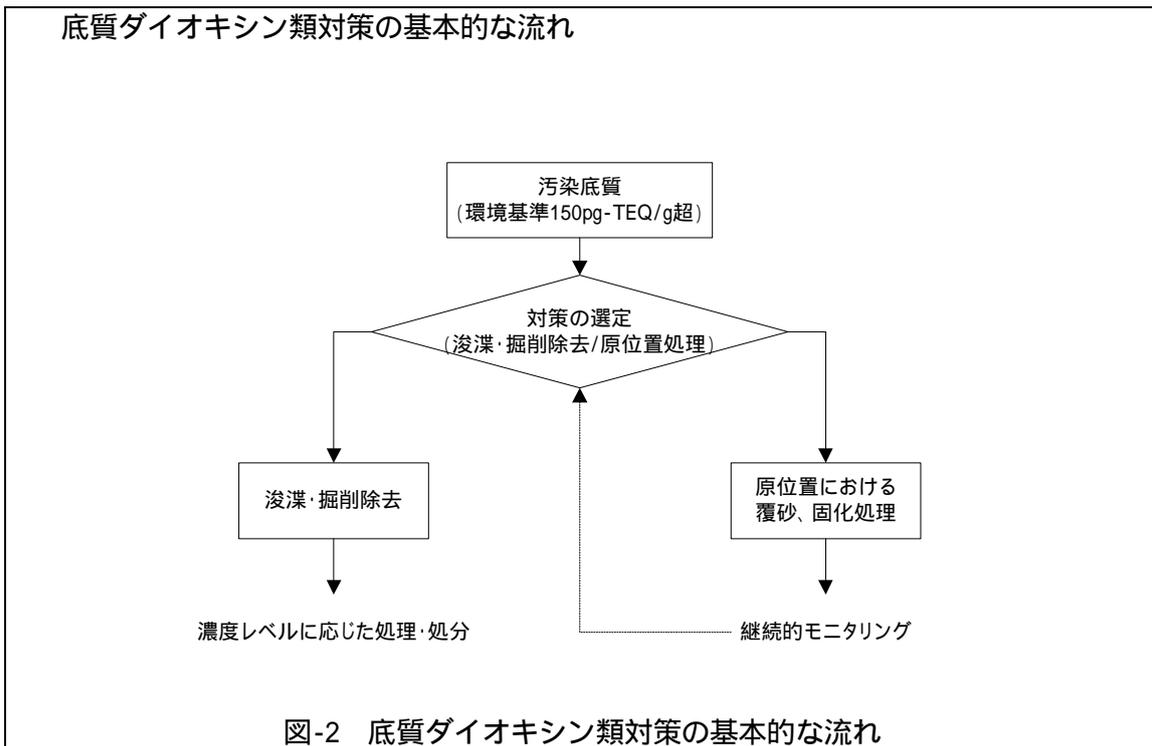
- ・ 底質からダイオキシン類を摂取する経路を遮断するための対策としては、
浚渫・掘削除去
原位置における覆砂・固化処理 がある。

【解説】

底質中のダイオキシン類については、生物濃縮による魚への取り込み、水への巻き上げおよび溶出が考えられる。底質濃度が低減されれば、魚介類ダイオキシン類濃度の低減や水への汚染の低減が期待できる。よって、港湾指針および河川マニュアルは、ともに直接的、間接的を問わずダイオキシン類を摂取する経路を遮断することを対策に係る基本的考え方とする。

経路を遮断する方法・対策としては、「浚渫・掘削除去」および「原位置における覆砂・固化処理」があげられる。

(3)-1 対策の基本的な流れ



【解説】

底質ダイオキシン類対策の基本的な流れの第一段階は、環境基準値である 150pg-TEQ/g を超える汚染底質の把握にある。汚染範囲の把握、発生源の特定を行った後、水域の特性(流況、潮汐、水深、利用状況、周辺の構造物の状況等)から、「浚渫・掘削除去」又は「原位置処理」のいずれかの対策を汚染箇所ごとに選定することとなる。

なお、原位置における覆砂、固化処理を選定した場合、汚染原因を特定し流入を遮断しなければ堆積が継続するおそれがあること、また、固化した底質や覆砂からダイオキシン類が溶出する恐れがあることから、継続的モニタリングによって再堆積や溶出の検討が重要となる。

(3)-2 対策選定の考え方

対策選定の考え方（港湾・河川）

- 各対策の有効性は、流れや底質の安定性、水深などの自然特性や水域の利用状況などによって異なる。
- リスクの低減効果、対策による二次汚染のリスク、施工の難易度、経済性などを比較検討の上、水域の特性に応じ、採用条件を満たす対策を選定する。
- 底泥が移動しやすい水域、飲用水目的の取水利用の可能性が考えられる水域などでは、第一に掘削除去処理を選定することを検討し、構造物等の安定を損なう場合等、掘削除去の実施が難しい場合には、暫定的に原位置処理を選定することを検討する必要がある。
- 底泥が移動しやすい水域、飲用水目的の取水利用の可能性が考えられる水域における底質ダイオキシン類対策の流れは以下に示すとおりである。

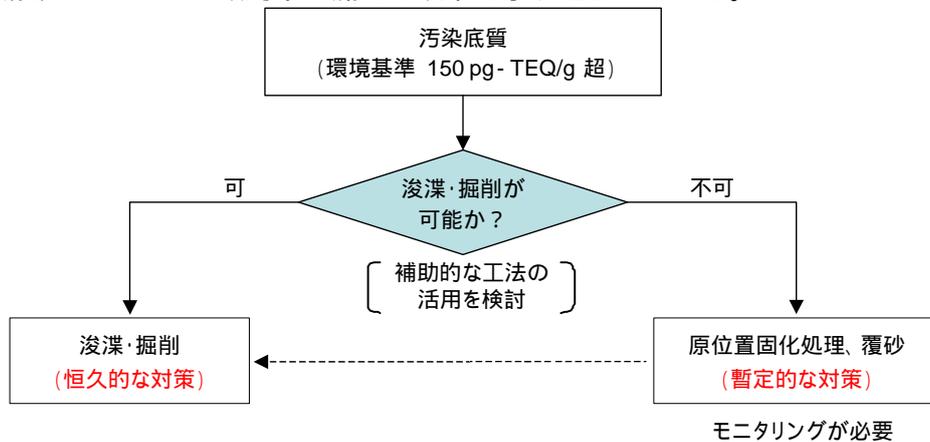


図-3 底泥が移動しやすい水域等における底質ダイオキシン類対策の流れ

【解説】

対策選定の考え方においては、水域の特性（流況、潮汐、水深、利用状況、周辺の構造物の状況等）および底質の安定性を把握した上で検討を行う必要がある。その際、施工の難易度・経済性などの比較検討を行う。

水域の流速が著しく速く底泥が移動しやすい場合、周辺の水利用の状況から飲用水として取水されている場合には、恒久的な対策手法である掘削除去処理によって対処する方法を優先的に検討する。このような場所での原位置固化処理・覆砂処理は暫定的な対策であり、モニタリングを継続して実施し再堆積、溶出等の把握を行わなければならない。

(3)-3 原位置における覆砂・固化処理の考え方

原位置における覆砂・固化処理の考え方

- ・ 原位置における覆砂・固化処理は、現地の底質を用いた室内試験や試験施工などによって事前に対策効果を検討した上で、選定する必要がある。
- ・ 原位置における覆砂・固化処理を対策として選定した場合は、モニタリングを継続する必要がある、モニタリングによって十分な効果が確認されない場合は、浚渫・掘削除去などの他の対策を実施する必要がある。
- ・ 現状で浚渫・掘削除去を行うことができない水域においては、段階的対策として実施することも検討する。（段階的対策検討の例：第一段階として覆砂などを早期に実施し、モニタリングを継続しながら浚渫・掘削除去や分解無害化等の実施方法、時期などを検討する。）

【解説】

原位置における覆砂・固化処理を検討する場合には、現地の底質を用いて室内試験や試験施工を行い、事前に対策効果を検討した上で実施する必要がある。

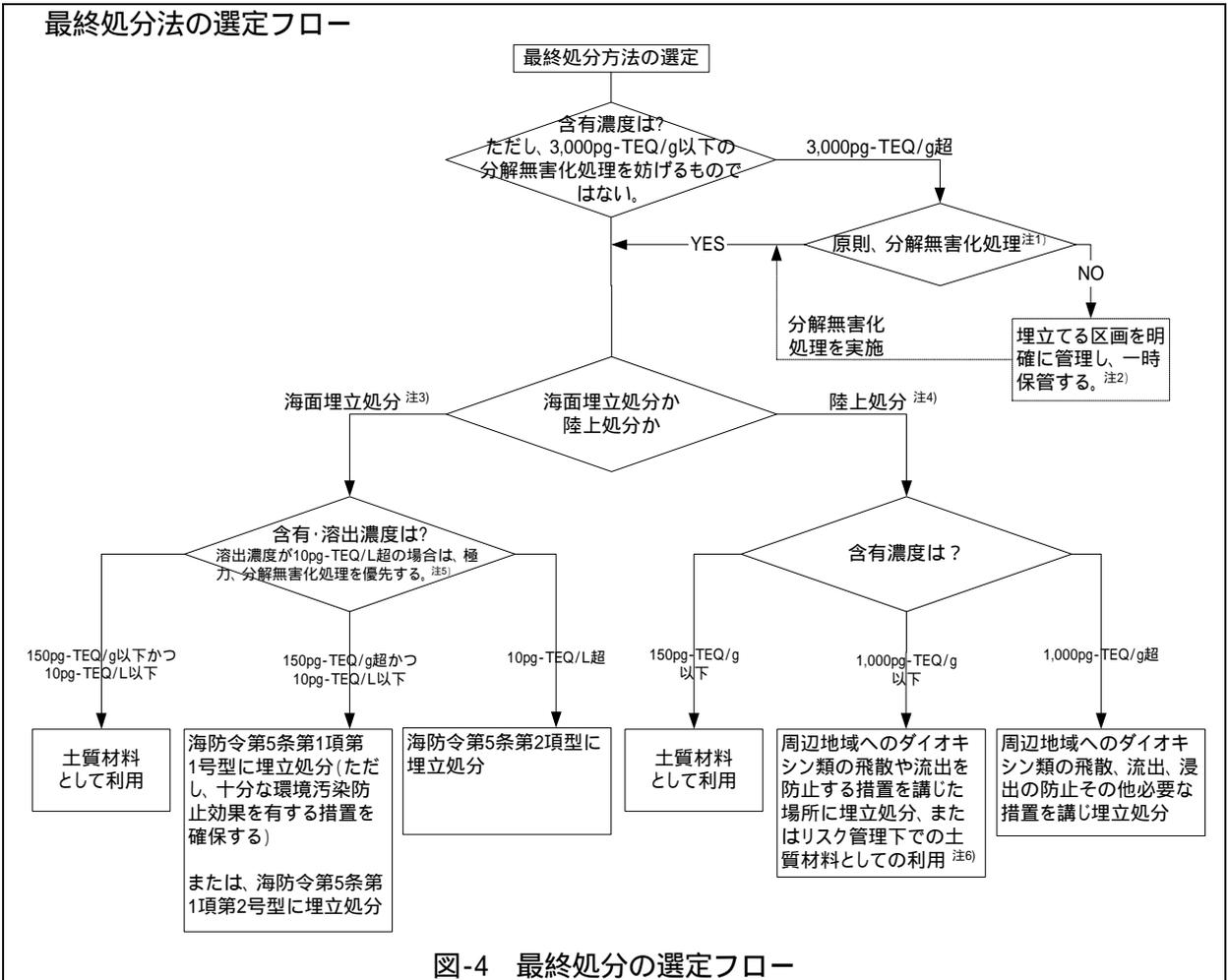
原位置における覆砂・固化処理を選定した場合には、再堆積や溶出量等のモニタリングを継続する必要がある。

モニタリングによって十分な効果が確認されない場合には、浚渫・掘削除去などの恒久対策を実施する必要がある。

なお、構造物の状況、経済性、最終処分等の観点から現状において浚渫・掘削除去を行うことができない水域においては、暫定的な対策として原位置における覆砂・固化処理を検討する。

この場合には、第一段階として原位置における覆砂・固化処理を早期に実施して、モニタリングを継続しながら浚渫・掘削除去や分解無害化等の実施方法、時期などを検討する方法等があげられる。

(4)最終処分



【解説】

注 1) 「原則、分解無害化処理」について

環境省から通知された「ダイオキシン類を含む水底土砂の取扱いに関する指針(平成 15 年 9 月 26 日環地保発第 030926003 号、環水管発第 030926001 号)」(以下、「環境省指針」という。)の第 3.(2)ア.に「ダイオキシン類を含有する水底土砂についても、含有濃度が 3000pg-TEQ/g を超える場合においては、原則として無害化処理をするものとする。」と記載されている。

注 2) 「埋立てる区画を明確に管理し一時保管する」について

点線表示は、上記通知を踏まえ、分解無害化を適用できない場合は、埋立てる区画を明確に管理して一時保管することが可能であることを示す。ただし、最終的には、技術の動向、経済性等を踏まえ、分解無害化を実施するものとする。

注 3) 「海面埋立処分」について

「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」(昭和 45 年 12 月 25 日法律第 136 号)(以下、「海

防法」という。)が適用される処分を行う場合をいう。

注4)「陸上処分」について

海防法が適用されない処分を行う場合をいう。

注5)「溶出濃度が10pg-TEQ/L超の場合は、極力、分解無害化処理を優先する」について

平成15年10月1日から海防法上の措置により、埋立場所等に投入する水底土砂の判定基準にダイオキシン類に係る判定基準(10pg-TEQ/L以下)が追加された。この措置を踏まえ、環境省指針第3.2)ア.において「溶出濃度が10pg-TEQ/Lを超える水底土砂については、上述の海防法上の措置により、「埋立場所3」への埋立が認められることとなるが、極力、無害化処理を優先させていくものとする。」と記載されている。埋立場所3とは、廃棄物および海水が海洋に流出し、又は流出しないよう護岸、外周仕切施設等を設けることにより、当該埋立場所以外の海域と遮断されていること。余水吐きから流出する海水は、環境省令で定める基準に適合していること(海防法施行令第5条第2項)。

注6)「リスク管理下での土質材料として利用」について

「河川マニュアル」に記載されている土質材料としての利用の処分法の内容と適合条件は表-2に示すとおりである。

表-2 土質材料としての利用の処分法の内容と適合条件

処分法の内容		適合条件
土質材料としての利用	150pg-TEQ/g ~ 1,000pg-TEQ/g ・ 浸出水が 1pg-TEQ/L 以下であること。浸出水が 1pg-TEQ/L を超える恐れがある場合には、固化処理により 1pg-TEQ/L 以下にすることが前提となる。 ・ 公共用地での利用(表面露出無し) ・ 築堤土・道路等埋め戻し材 ・ 袋詰め工法	土壌の環境基準値 1,000pg-TEQ/g 以下であること。 除去底質が表面に露出しないことを条件として、築堤土、道路等埋め戻し材、構造物の裏込材等への有効利用が可能

ダイオキシン類による大気汚染、水質汚濁(水底の底質の汚染を含む。)及び土壌の汚染に係る環境基準について(平成11年12月27日環境庁告示68号)において、「土壌中のダイオキシン類の量が250pg-TEQ/g以上の場合には、必要な調査を実施すること」と記載されている。このため、250pg-TEQ/g以上の濃度の底質を土質材料として利用する場合には、土地の所有者、管理者、当該地域の都道府県、政令市等へ通知の上、利用するものとする。

なお、土質材料としての利用できる場所は、原則として地下水面以上のレベルとするが、港湾内の埋立地のように地下水が飲用のための利水の対象とならないような場所では、地下水面以下のレベルにおいても土質材料として利用できるものとする。

注7)その他

本フローは現在の知見および技術を基に作成しているため、技術水準の向上、関係法令の改正等に応じて見直しを行う。

(5)-1 分解無害化処理

分解無害化処理の適用（港湾・河川）

- ・ 3,000pg-TEQ/g 超：原則として、分解無害化処理した後、濃度レベルに応じた最終処分を行う。分解無害化処理を適用できない場合は、周辺へのダイオキシン類の流出、浸出、飛散の防止その他必要な措置を講じた場所に一時保管し、技術の動向、経済性等を踏まえ、分解無害化処理を実施する。
- ・ 3,000pg-TEQ/g 以下：濃度レベル、処分方法等に応じて、分解無害化処理の実施を検討する。
- ・ 海面埋立処分の場合は、溶出濃度 10pg-TEQ/L を超える底質については、極力、分解無害化処理を優先させていくものとする。

【解説】

汚染底質のダイオキシン類濃度が 3,000pg-TEQ/g を超える場合には、原則として、分解無害化処理を実施した後、濃度レベルに応じた最終処分を行うものとする。

分解無害化処理を適用できない場合には、周辺へのダイオキシン類の流出、浸出、飛散の防止その他必要な措置を講じた場所に一時保管し、技術の動向、経済性等を踏まえ、分解無害化処理を実施することとする。

なお、汚染底質のダイオキシン類濃度が 3,000pg-TEQ/g 以下の場合には、濃度レベルに応じて最終処分を行うこととなるが、分解無害化処理を妨げるものではない。

なお、海面埋立処分の場合には、事前に溶出試験を実施し、その結果溶出濃度 10pg-TEQ/L を超える底質については、海域におけるダイオキシン類の拡散を防止する観点から、極力、分解無害化処理を優先させていくものとする。

(5)-2 分解無害化処理

分解無害化処理技術の適用（港湾・河川）

- ・ 分解無害化処理技術の評価結果は特定の底質を用いた結果であるため、実際の底質に適用する際には、個々の底質の性質に応じた検討を行う必要がある。
- ・ 実際に分解無害化処理技術を選定する場合には、学識経験者の意見を踏まえながら選定基準を設定して実用化試験を行い、処理する底質の性状に応じた評価等から対策技術を選定しなければならない。

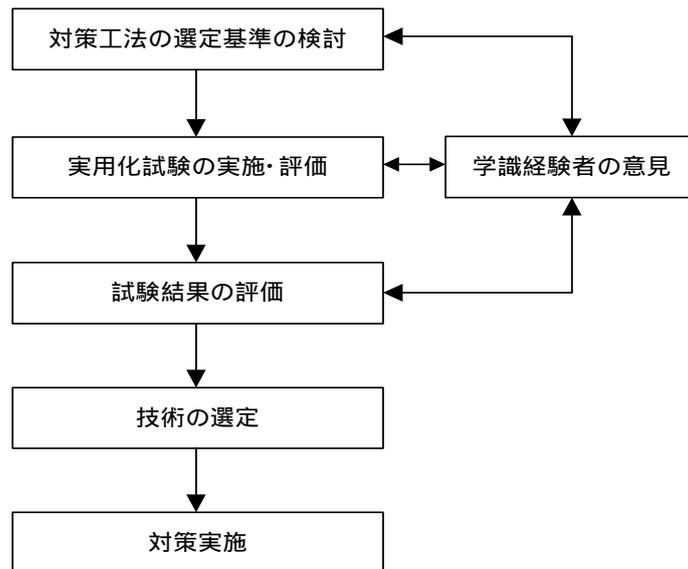


図-5 分解無害化処理技術選定のフロー

【解説】

底質の分解無害化処理を整理した資料としては、国土交通省北陸地方整備局、国土交通省河川局河川環境課がとりまとめたものがある。

- ・ 「港湾における底質ダイオキシン類分解無害化処理技術データブック」
(平成 17 年 3 月、国土交通省北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所)
- ・ 「底質のダイオキシン類対策技術資料集」
(平成 19 年 3 月、国土交通省河川局 河川環境課)

上記の分解無害化処理技術の評価結果は、特定の底質を用いた結果であるため、実際の底質に適用する際には、個々の底質の性質に応じた検討を行う必要がある。この検討においては、学識経験者の意見を踏まえながら選定基準を設定して実用化試験を行い、処理する底質の性状に応じた評価等から対策技術を選定しなければならない。

(6)-1 モニタリングにおける監視基準

モニタリングにおける監視基準

- 基本監視点の監視基準値は原則として水質のダイオキシン類環境基準値とするが、工事着手前において既に環境基準値を超えている水域などについては、現状水質を悪化させないこととする。
- ただし、監視基準の設定方法については、一義的に決められるものではないため、学識経験者等の意見を踏まえながら、施工区域の状況に応じた監視基準を設定する。
- 「現状水質を悪化させないこと」(河川マニュアルの設定例)
 - 工事水域上流に設けるバックグラウンド地点での水質事前調査結果から、濁度と水質ダイオキシン類濃度との関係を確認し、自然状態における濁度の変動幅を考慮したものを、基本監視点における監視基準とする。
 - モニタリングのための事前調査結果から、標準偏差の2倍(±2)を対策実施中の変動幅とする。

【解説】

基本監視点の監視基準値は、原則として水質のダイオキシン類環境基準値とする。

しかし、工事着手前において実施するモニタリングのための事前調査(水質)の結果、既にダイオキシン類に係る水質の環境基準値を超えている水域などについては、現状水質を悪化させないこととする。

これらの、監視基準の設定方法については、水域の特性(流況、潮汐、水深、利用状況、周辺の構造物の状況等)や底質の安定性・性質などが異なり、一義的に決められるものではないため、学識経験者等の意見を踏まえながら、施工区域の状況に応じた監視基準を設定することが望ましい。

河川マニュアルでは、「現状水質を悪化させないこと」の設定例として、モニタリングのための事前水質調査結果(バックグラウンド地点)から、標準偏差の2倍(±2)を対策実施中の変動幅とすることを示しており、工事水域上流に設けるバックグラウンド地点での水質事前調査結果から、濁度と水質ダイオキシン類濃度との関係を確認し、自然状態における濁度の変動幅を考慮したものを、基本監視点における監視基準とするものである。

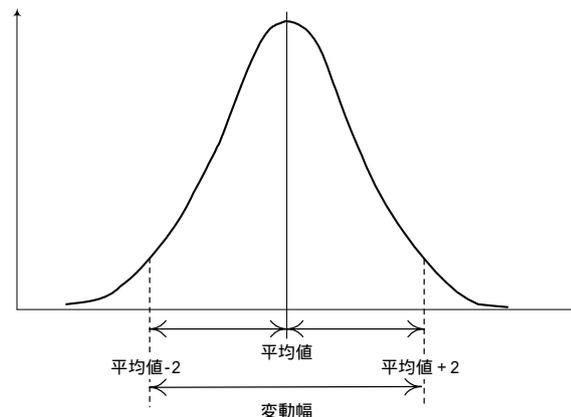


図-6 濁度の変動幅と平均値および±2 の関係

(6)-2 モニタリング（固化品質の確認）

汚染底質のセメント固化物の振とう溶出試験方法について

- 従来分析法（海防法の規定を準用）に加え、固化物の環境中での状態により近い溶出試験方法（JIS等）を併用する。

従来の分析法

- 海防法施行令第5条第1項に規定する埋立場所に排出しようとする廃棄物に含まれる金属等の検定方法（昭和48年2月17日、環境庁告示第14号第4）

今後の分析法（例）

- JIS K 0058-1：2005 スラグ類の化学物質試験方法
第1部：溶出量試験方法
今後、両者のデータの蓄積を進める。

【解説】

原位置において固化処理を行った際には、溶出試験を行うとともにモニタリングを継続することが必要である。

今後、従来の分析法（海防法の規定を準用）である振とう溶出試験に加え、固化物の環境中での状態により近い溶出試験方法（JIS等）を併用することが考えられる。このため、固化試料を用いて、従来の分析方法とスラグ類の化学物質試験方法による溶出試験を比較しデータの蓄積を踏まえて、港湾指針および河川マニュアルへの反映を検討する。

参考として図-7に横十間川における固化試料の一軸圧縮強さと従来の振とう溶出試験法で求めたダイオキシン類溶出濃度の関係を示す。

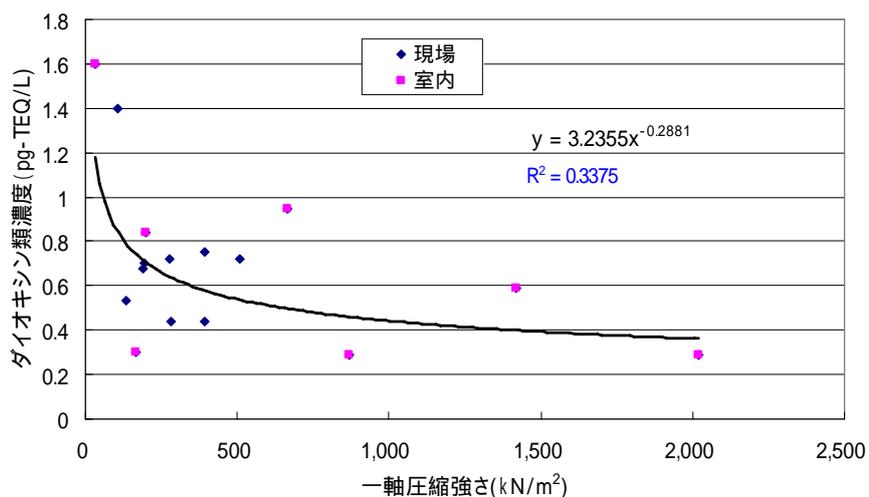


図-7 一軸圧縮強さとダイオキシン類溶出濃度の関係（横十間川）

(7) 簡易測定法

簡易測定法

- ・ 環境省では、平成 18 年度から、簡易測定法のマニュアル策定に向け、簡易測定法に関する技術評価と適用性の検討を開始している。
- ・ 環境省による簡易測定法のマニュアル策定の検討状況に合わせ、簡易測定法の適用に関する港湾・河川共通の方針を検討する。

【解説】

国土交通省河川局河川環境課においては、「河川、湖沼底質中のダイオキシン類簡易測定マニュアル(案)」(平成 16 年 7 月)、およびこの内容に基づいて、河川マニュアルにおいて簡易測定について詳述している。

また、環境省では、平成 18 年度から簡易測定法のマニュアル策定に向け、簡易測定法に関する技術評価と適用性の検討を開始している。

よって、環境省のマニュアル策定後にその内容を検討し、簡易測定法の適用に関する港湾・河川共通の方針を検討する。

用語の統一

港湾指針	河川マニュアル	統一案
浚渫・掘削除去	掘削除去	浚渫・掘削除去
覆砂、原位置固化	原位置における覆砂、固化処理	原位置における覆砂、固化処理
底質調査	事前調査	底質調査
モニタリングのための事前調査	対策実施前の水質調査	モニタリングのための事前調査
工事中のモニタリング	対策実施中の調査	工事中のモニタリング
工事完了後のモニタリング	対策実施後の調査	工事完了後のモニタリング
簡易分析	簡易測定	簡易測定

技術指針、技術マニュアルの URL

- ・ 「港湾における底質ダイオキシン類対策技術指針（改訂版）」
平成 15 年 12 月 国土交通省港湾局
<http://www.mlit.go.jp/kowan/kankyo/031218DXNGidline/1syo.pdf>
<http://www.mlit.go.jp/kowan/kankyo/031218DXNGidline/2syo.pdf>
<http://www.mlit.go.jp/kowan/kankyo/031218DXNGidline/3syo.pdf>
<http://www.mlit.go.jp/kowan/kankyo/031218DXNGidline/4syo.pdf>
<http://www.mlit.go.jp/kowan/kankyo/031218DXNGidline/5syo.pdf>
<http://www.mlit.go.jp/kowan/kankyo/031218DXNGidline/6syo.pdf>
<http://www.mlit.go.jp/kowan/kankyo/031218DXNGidline/ReferenceMaterials.pdf>
- ・ 「港湾における底質ダイオキシン類分解無害化処理技術データブック」
平成 17 年 3 月 国土交通省北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所
<http://www.gicho.pa.hrr.mlit.go.jp/gyomu/gijutsu/img/databook.pdf>
- ・ 「河川、湖沼底質中のダイオキシン類簡易測定マニュアル（案）」
平成 16 年 7 月 国土交通省河川局河川環境課
http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha04/05/050716_2/01.pdf
- ・ 「ダイオキシン類調査における品質管理マニュアル（案）」
平成 16 年 7 月 国土交通省河川局河川環境課
http://www.mlit.go.jp/river/press/200501_06/050330-2/pdf/050330-2manual.pdf
- ・ 「河川、湖沼等における底質ダイオキシン類常時監視マニュアル（案）」
平成 17 年 3 月 国土交通省河川局河川環境課
http://www.mlit.go.jp/river/press/200501_06/050330-3/pdf/050330-3manual1.pdf
- ・ 「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）」
平成 17 年 3 月 国土交通省河川局河川環境課
http://www.mlit.go.jp/river/press/200501_06/050330-3/pdf/050330-3manual2.pdf
- ・ 「底質のダイオキシン類対策技術資料集」
平成 19 年 3 月 国土交通省河川局河川環境課
<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/05/050413/02.pdf>

底質ダイオキシン類対策の基本的考え方

【参考資料】

1. 港湾管理者および河川管理者へのアンケート・ヒアリング結果の概要
2. 原位置における覆砂・固化処理に係る検討
3. 分解無害化処理に係る検討
4. モニタリングに係る検討

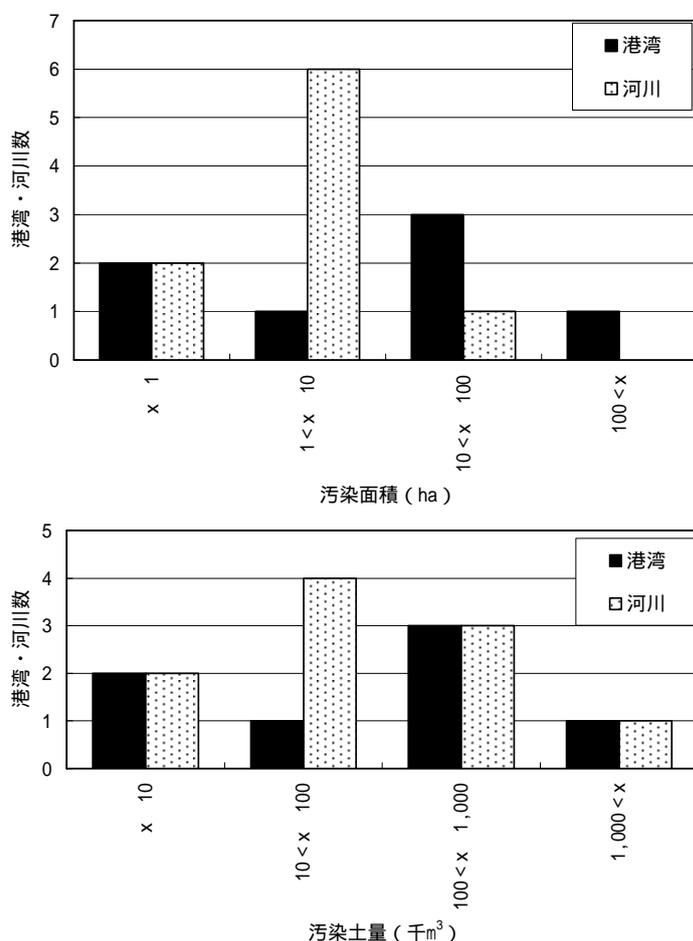
1. 港湾管理者および河川管理者へのアンケート・ヒアリング結果の概要

底質ダイオキシン類の環境基準の超過が確認された 10 港湾および 22 河川について、汚染の状況および対策の状況等を把握するために、各地方整備局(北海道開発局を含む。以下同。)、自治体(港湾管理者、河川管理者)を対象にアンケート調査を行い、その結果を以下にとりまとめた。

(1) 汚染の状況

底質ダイオキシン類汚染の状況を図-8 に示す。港湾における汚染量をみると、100 万 m³ 超が 1 港湾、数十万 m³ 程度が 3 港湾、数万 m³ 程度が 1 港湾、数千 m³ 程度が 2 港湾であった。

河川における汚染量をみると、100 万 m³ 超が 1 河川、数十万 m³ 程度が 3 河川、数万 m³ 程度が 4 河川、千 m³ 以下が 2 河川であった。



注) 1 未確定の数字を含む。

2 汚染面積・土量には環境基準以下の面積・土量を含む場合がある。

3 継続調査の結果、汚染が見られない河川・港湾については記載を省略した。

図-8 底質ダイオキシン類汚染の状況 (上：汚染面積、下：汚染土量)

(2) 港湾管理者へのアンケート・ヒアリング結果の概要

港湾管理者へのアンケート結果の概要を整理して表-3 に示す。

表-3 アンケート結果の概要（港湾）

港湾名	工法選定の有無			処理・処分方法の選定有無							モニタリング手法の選定有無			簡易測定法の 実施の有無
	掘削・除去	覆砂	原位置固化	中間処理			最終処分				港湾指針	対策水域ごとの マニュアル	河川マニュアル	
				分級	脱水	固化	分解無害化	海面埋立処分	陸上処分	土質材料としての 利用				
A														
B														
C														
D														
E														
F														
G														
H														
I														
J														
計	5	0	0	4	4	1	1	1	3	2	3	2	0	3

注) は選定した工法等を示す。

(a) 対策工法選定の考え方

対策工法については、10 港湾中 5 港湾で「選定済」、5 港湾で「未選定」の状況であった。選定済の港湾において選定している対策内容は、いずれも「掘削・除去」であった。「覆砂」および「原位置固化」については、護岸構造上やむを得ない場合に固化処理、覆砂、置換およびこれらの組合せ工法を選定するとしている事例はあったものの、第一に選定している事例は無かった。

覆砂および原位置固化を選定しない理由としては、いずれも計画水深が確保できないため選定しない事例の他、対策の確実性が確保できないことから選定しない事例があった。覆砂および原位置固化に係る課題としては、原位置工法の効果が不明確であることや、覆砂の適用可能な汚染レベルが不明であること等があげられた。

未選定の港湾で、選定が進んでいない理由としては、汚染底質が大量であり、処分先を考えると、掘削・除去工法のみを選定は非現実的であったとした上で、原位置工法は技術的課題が多いために選定ができない等があげられた。

(b) 最終処分等の考え方

最終処分方法等については、10 港湾中 5 港湾で「選定済」、5 港湾で「未選定」の状況であった。分解無害化については、費用が高いため選定しない事例が多くあった。最終処分方法のうち、海面埋立処分、陸上処分、土質材料としての利用については、共通して場の確保が難しいことが非選定理由としてあげられた。

未選定の港湾で、選定が進んでいない理由としては、処分場や土質材料としての利用先が確保できないという理由が多くあげられた。また、地元住民の反対が大きく、合意形成上の問題があるという事例もあった。また、安全性や経済性について検討できる事例が少ないために検討が進まないという事例もあった。

(c) モニタリングの現状と課題

監視基準の設定状況については、10 港湾中 5 港湾で「選定済」、5 港湾で「未選定」の状況であった。選定済の港湾においては、港湾指針に準拠して設定する事例の他、対策を実施する港湾独自に作成した指針に基づき設定する事例もあった。

未選定の港湾には、汚染区域の水質が環境基準を上回っていることから、河川マニュアルに準拠することを検討している事例があった。

(d) 簡易測定法の現状と課題

簡易測定法の適用性については、10 港湾中 3 港湾で「併用済(検討済)」、7 港湾で「未併用(未検討)」の状況であった。併用済(検討済)の港湾においては、中間処理後の濃度チェックのためや、汚染範囲の概略調査で併用した事例があった。また、併用を検討した結果、公定法と比較してバラツキがでたため参考値として扱っているという事例もあった。

未併用(未検討)の港湾においては、バラツキがあるために併用しないという事例や、汚染範囲が狭いため、併用する必要性が無いという事例があった。

(3) 河川管理者へのアンケート・ヒアリング結果の概要

河川管理者へのアンケート結果の概要を整理して表-4 に示す。

表-4 アンケート結果の概要（河川）

河川名	対策の選定の有無				最終処分 方法等	監視基準の設定			簡易測定	
	選定					未選定	河川 マニュアル	対策河川ごとの マニュアル	未選定・未検討	併用
	掘削除去	覆砂	掘削除去 覆砂+	原位置 固化						
A				○	○	○			○	
B				○	○	○			○	
C			(○)							
D					○			○		○
E				○						
F					○			○		○
G					○			○		○
H					○			○		○
I					○		○			○
J					○			○		○
K					○			○		○
L					○			○		○
M					○		○			○
N			○		○		○			○
O					○		○			○
P					○		○			○
Q					○			○		○
R					○		○			○
S					○		○			○
T	○	○		○			○			○
U										○
V										○
計	1	1	2	4	17	2	8	8	2	18

注) 1.○は選定・未選定した工法等を示す。

2.河川「C、E」については、アンケートの回答を得られていない。

3.河川「C」の「覆砂+掘削除去」については、対策の実態から判断して(○)印を記した。

(a) 対策工法選定の考え方

対策工法については、22 河川中 6 河川で「選定済」、16 河川で「未選定」の状況であった。

選定済の河川(6 河川)において選定している対策内容は、「掘削・除去」、「覆砂」、「原位置固化」および「覆砂、原位置固化」と多岐にわたっていたが、「分解無害化」は見られなかった。

掘削・除去の選定理由としては、他計画との調整によって浚渫計画が位置づけられている事例等があった。

覆砂および原位置固化を選定した理由としては、脱水固化した底質を埋め戻すために選定した事例や、将来的にさらに河床を掘削する可能性があることから選定した事例の他、原位置でダイオキシン類を封じ込めることができる等の理由から選定した事例があった。

(b) 最終処分等の考え方

最終処分方法等については、22 河川中 17 河川で「未選定」の状況であった。「選定済」の河川はなかった。なお、5 河川については未回答であった。

未選定の河川で、選定が進んでいない理由としては、汚染範囲確定段階であり検討に至っていない、1,000pg-TEQ/g 以下の対策について特に課題はない、産業廃棄物で処理した場合の費用が膨大、という理由が多くあげられた。

(c) モニタリングの現状と課題

監視基準の設定状況については、22 河川中 10 河川で「選定済」、8 河川で「未選定」の状況であった。なお、4 河川については未回答であった。

選定済の河川においては、河川マニュアルに準拠して設定する事例(2 河川)の他、対策を実施する河川ごとに作成したマニュアルに基づき設定するもの(8 河川)もあった。

(d) 簡易測定法の現状と課題

簡易測定法の適用性については、22 河川中 2 河川で「併用済(検討済)」、18 河川で「未併用(未検討)」の状況であった。なお、2 河川については未回答であった。

併用済(検討済)の河川においては、分析費の縮減、工期短縮のために併用した事例があった。また、公定法を主体としつつ、簡易法を参考値として扱っている事例もあった。

未併用(未検討)の河川においては、バラツキがあるために併用しないという事例や、汚染範囲が狭いため、併用する必要性が無いという事例があった。

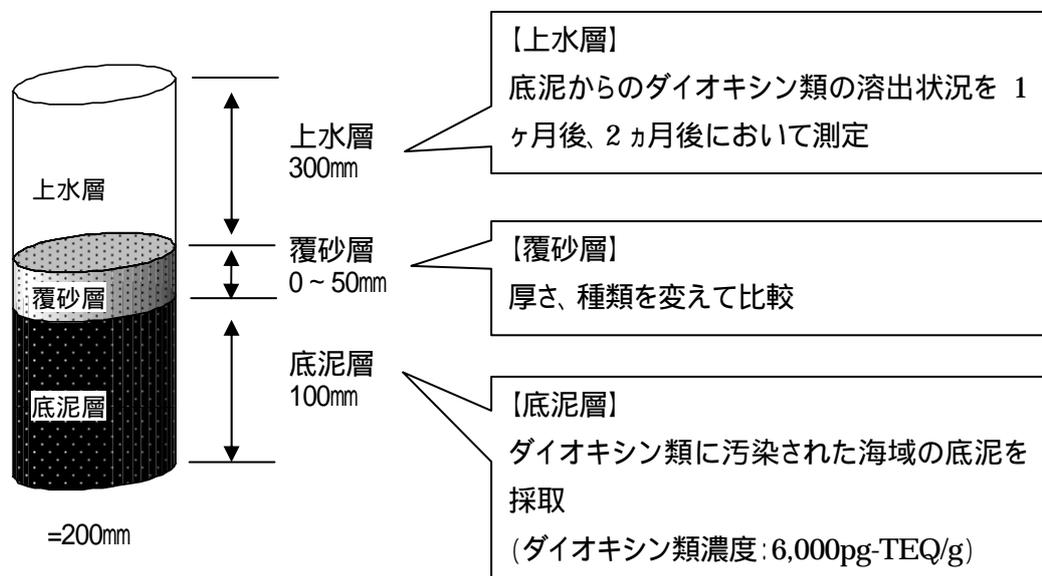
2. 原位置における覆砂・固化処理に係る検討

2.1 港湾局における検討

港湾底質ダイオキシン類対策を検討する際の基礎情報を得るため、覆砂効果検証実験を実施して、覆砂材による効果の違い等を検証するとともに、底質の粒径によってダイオキシン類濃度や吸・脱着特性が異なることが考えられるため、粒度別ダイオキシン類濃度に関する検討を行った。

(1) 覆砂実験の概要

高濃度で汚染された海域の底泥を採取し、室内実験にて覆砂層の厚さおよび覆砂材の種類を変化させて、直上水への溶出濃度を測定し、覆砂による溶出抑制効果を検証した。現場での覆砂層の厚さは通常 50cm 程度以上であるが、2 ヶ月程度で効果の違いが現れるように、覆砂層を 1cm ~ 5cm に変化させ、直上水への溶出濃度を測定した。覆砂実験の模式図を図-9 に示す。



注) 覆砂材には「購入砂」、底質採取場所周辺の「河口土」および両者を 1:1 で混合した「混合土」の 3 種を用いた。

図-9 覆砂実験の模式図

(2) 覆砂実験結果

覆砂実験結果を表-5 に示す。覆砂実験結果から、以下のようなことが確認できた。

覆砂は、ダイオキシン類含有汚泥のダイオキシン類溶出を抑制する効果を有する。
覆砂厚について、厚い場合のほうが薄い場合よりもダイオキシン類溶出の抑制効果が大い。
覆砂材について、有機物を多く含む場合のほうが少ない場合よりもダイオキシン類溶出の抑制効果が大い。

しかし、今回の実験は、

- 1 短期間でやったこと(実験開始後 2 ヶ月目のデータしか採れていないこと)
- 2 特定の底質を用いており、検体数が少数であること

という制約条件のもとで行われた結果である。

このため、覆砂の定性的な効果は確認できたと考えられるが、定量的な効果の確認は今後のデータ蓄積を踏まえ行うことが必要である。現場での適用にあたっては、現地の底質を用いた室内実験や試験施工などを行い、覆砂の効果を事前に検証する必要がある。

また、覆砂実験においては、初期値を得る目的で測定したカラムセット後 3 日目の測定値(水質のダイオキシン類濃度)と 1 ヶ月目、2 ヶ月目の測定値との関係をみると、1 ヶ月目、2 ヶ月目の値に比べて 3 日目の類濃度が高い。この原因として、3 日目の測定では、巻き上がった微粒子を含めてダイオキシン濃度を測定した可能性が考えられる。さらに、底泥 + 河口土(1cm)の 2 ヶ月目においては、上水中のダイオキシン類濃度が 1.3pg-TEQ/L であり、他と比較しても異常に高い濃度である結果がみられ、検討対象から除外している。この原因としては、微粒子の混入により濃度が高くなったものと考えられる。

表-5 上水層のダイオキシン類分析結果(1 ヶ月後、2 ヶ月後)

番号	実験ケース	ダイオキシン類		
		3 日目 (pg-TEQ/L)	1 ヶ月目 (pg-TEQ/L)	2 ヶ月目 (pg-TEQ/L)
	底泥のみ	-	0.52	0.59
	覆砂材のみ(河口土 1cm)	-	0.0019	0.0026
	覆砂材のみ(混合土 1cm)	-	0.0022	0.00044
	底泥 + 購入砂(1cm)	4.4	0.38	0.24
	底泥 + 購入砂(3cm)	-	0.047	0.021
	底泥 + 購入砂(5cm)	-	0.052	0.012
	底泥 + 河口土(1cm)	2.5	0.19	1.3
	底泥 + 混合土(1cm)	2.7	0.28	0.099

「-」は分析を実施していないことを示す。

【実験に用いた底質、覆砂材の基本性状】

項目		単位	底泥	覆砂材		
				購入砂	河口土	混合土
粒度組成	粗砂(0.85 ~ 2mm)	(%)	0	0	0	0
	中砂(0.25 ~ 0.85mm)	(%)	1	99	0	36
	細砂(75 ~ 250 μm)	(%)	18	1	30	28
	シルト(5 ~ 75 μm)	(%)	31	0	49	22
	粘土(5 μm 未満)	(%)	50	0	21	14
TOC		(mg/g)	23.8	N.D.	13.5	7.7
強熱減量		(%)	8.9	0.3	6	3.3
ダイオキシン類含有濃度		pg-TEQ/g-dry	6,000	0.051	6.3	3.3

(3) 底質ダイオキシン類の粒径別分布の検討

ダイオキシン類は粒径の細かいシルト・粘土質に多く吸着していると考えられる。また、粒径によって土粒子からの脱着特性が異なり、含有濃度と溶出濃度では、粒径別の濃度分布が異なることが考えられる。粒径別のダイオキシン類の情報は、対策工事における濁りの影響を検討する際に必須であることから、高濃度汚染海域の底泥を採取し、粒径別濃度を測定した。

ふるい分けおよび懸濁後静置沈降により、砂分(2mm～75 μ m)、シルト・粘土分(75 μ m未満)、粘土分(5 μ 未満)に分画し、粒径別ダイオキシン類濃度(含有濃度および溶出濃度)を測定した。ダイオキシン類の溶出試験は、「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律施行令第五条第一項に規定する埋立場所等に排出しようとする廃棄物に含まれる金属等の検定方法」(平成15年改訂)に定める検定方法に準拠した。なお、懸濁液のろ過に用いるフィルターは、懸濁態と溶存態をより明確に区分するため、粒子の補足率がよい孔径0.7 μ mのグラスファイバーろ紙を使用した。

(4) 底質ダイオキシン類の粒径別分布の検討結果

底質ダイオキシン類の粒径別分布の検討結果を表-6 に示す。実験結果から、以下のようなことが確認できた。なお、粘土分のみ溶出濃度は、微粒子等の混入により非常に濃度が高い結果となったと考えられ、データの蓄積により検討を行うことが重要である(注)。

粒径別のダイオキシン類含有濃度は、粘土分(5 μ m未満)が最も高く、次いでシルト・粘土分(75 μ m未満)が高く、砂分(2mm~75 μ m)はさらに低い濃度であった。
ダイオキシン類溶出濃度は、砂分で高く、シルト・粘土分で低い濃度であった。
含有濃度が砂分で低くシルト・粘土分が高いことから、砂分はシルト・粘土分に比べると、含有濃度に対する溶出濃度の比が高くなる結果となった。

しかし、今回の実験は、

- 1 特定の底質を用いており、検体数が少数であること
- 2 粘土分の溶出試験については、微粒子が混入することで、濃度が高くなるおそれがある。

という制約条件及び実験上の特性を踏まえて行われた結果である。

このため、今後のデータ蓄積を踏まえ検証する必要がある。

表-6(1) 粒径別ダイオキシン類(含有濃度) (pg-TEQ/g-dry)

粒径区分	底質1	底質2
砂分(2mm~75 μ m)	910	110
シルト・粘土分(75 μ m未満)	7,900	1,100
粘土分(5 μ m未満)	15,000	1,900

表-6(2) 粒径別ダイオキシン類(溶出濃度) (pg-TEQ/L)

粒径区分	底質1	底質2
砂分(2mm~75 μ m)	46	6.2
シルト・粘土分(75 μ m未満)	15	1.0

(注) 粘土分(5 μ m未満)の溶出濃度試験結果について

粘土分(5 μ m未満)の溶出濃度は、底質1で12,000pg-TEQ/L、底質2で520pg-TEQ/Lであった。含有濃度に対する溶出濃度の比を粒径区分毎に求めると、砂分(0.051及び0.056)、シルト・粘土分(0.001及び0.002)に対して、粘土分(0.274及び0.800)となり、粘土分について相対的にかなり高い結果となった。その一つの要因として、粘土分の試料にはダイオキシン類を多く吸着した微細な粒子又はコロイド状の粒子が多く存在し、これらが検液に混入したことが考えられる。

2.2 河川局における検討

(1) 横十間川における原位置固化処理実証試験

(a) 概要

原位置で固化処理してダイオキシン類の溶出防止を行う対策工法は、底質の性状（含水比、有機物含有量、土粒子の性状等）、汚汚染濃度レベルにより処理工法および固化処理剤の添加量を変えるなどの対応が必要である。よって右に示す流れで原位置固化処理実証試験（以下、原位置固化試験）を横十間川において行った。

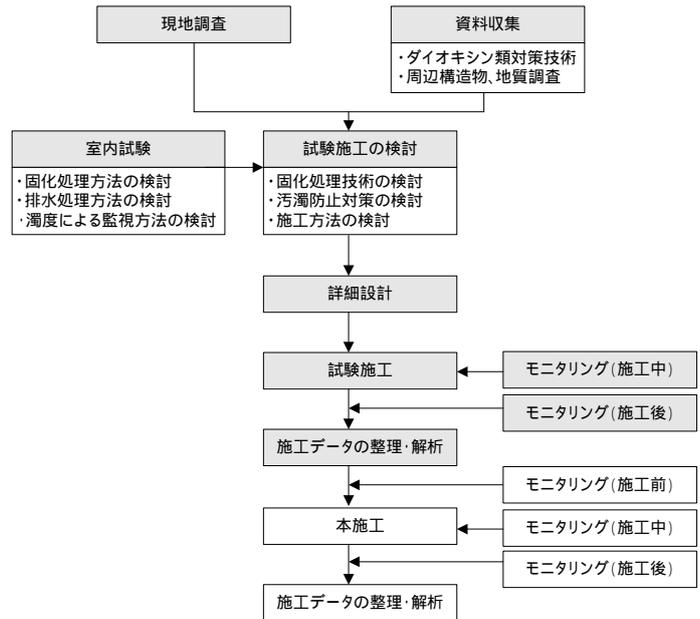


図-10 検討の流れ

(b) 経緯および対策の基本的考え方

事前に溶出量 1pg-TEQ/L 以下とするための固化材の添加量の検討、および排水処理方法の検討を室内試験によって行った。

本実証試験においては、固化溶出や余水、排水に対する水質管理目標として、水質環境基準値を目標値として設定した。

表-7 実証試験目標値

目標	備考
固化溶出: 1pg-TEQ/L 以下	環境基準(水質)
余水、排水: 1pg-TEQ/L 以下	環境基準(水質)

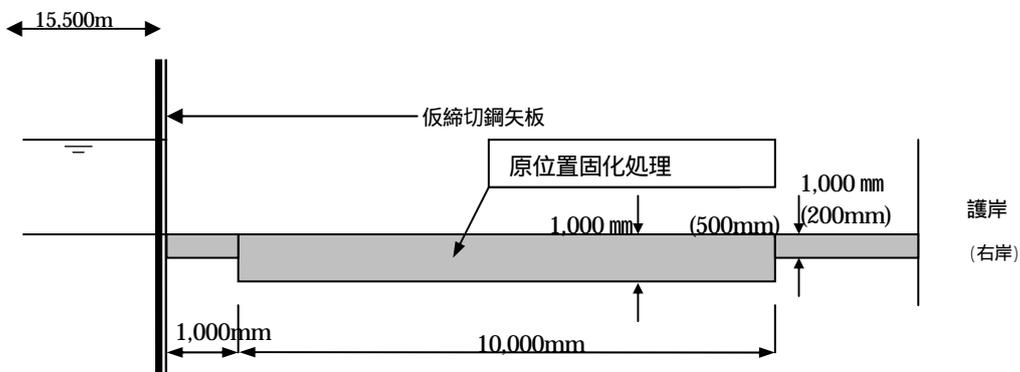


図-11 施工位置断面（括弧内は試験施工時の値）

(c)施工方法および結果

工法は、仮締切によるドライ施工の表層混合処理工法を採用し、泥上車によるロータリー式攪拌工法によって施工した。

- ・ 固化厚：1,000mm
- ・ 使用固化材：高有機質土用セメント
- ・ 使用固化材形態：粉体
- ・ 固化材添加量：200kg/m³ - 底質

試験施工の結果を踏まえて固化材添加量を 200kg/m³ に設定した結果を表-8 に示す。固化完了時の施工区内の固化底質の振とう溶出量試験結果は、1pg-TEQ/L 以下であった。

また、一軸圧縮強さについては、材齢 7 日で目標とした 100kN/m² の強度を満足していた。このことから、固化材添加量を適切に設定し十分に攪拌を行えば、ダイオキシン類溶出濃度を 1pg-TEQ/L 以下に設定出来ると考えられた。

表-8 一軸圧縮強さおよびダイオキシン類溶出試験結果（本施工）

材齢 日	添加量 kg/m ³		一軸圧縮強さ kN/m ²	ダイオキシン類 pg-TEQ/L
7	200	1	200	-
		2	182	0.13
		3	304	-
		4	351	0.033
28	200	1	286	-
		2	400	-
		3	716	-
		4	866	-

3. 分解無害化処理に係る検討

3.1 港湾局における検討

国土交通省北陸地方整備局新潟港湾空港技術調査事務所では、平成 15～16 年度に底質ダイオキシン類無害化処理実証実験を実施し、「港湾における底質ダイオキシン類分解無害化処理技術データブック」(平成 17 年 3 月)としてとりまとめている。

ただし、平成 15 年 8 月時点で実用可能な技術(応募条件： 実験装置の能力は概ね 20kg/hr、 現に実験装置を所有しているか平成 15 年 10 月初旬までに稼働できること等)について実証実験を行ったものであり、本書に整理されている実用化に向けては技術的課題や、スケールアップにあたっての課題等に留意する必要がある。

(1) 技術の選定

対象とした技術は、民間企業が開発した底質ダイオキシン類の無害化処理技術を公募により選定した。応募 39 技術を評価項目(「信頼性」「安全性」「経済性」「現地条件への適用性」「実績」)により 25 技術を一定レベルにあると評価し、実験は 21 技術について実施した。(残り 4 技術についてはスケジュールなどの理由により実験から除外)

表-9 選定 25 技術

分類	番号	技術名
焼却(焼成)法	1	汚染底質の造粒加熱処理工法
	2	加熱焙焼法
	3	ソイルクリーンシステム(ソックス工法)
溶融法	4	TPS + ジオメルト
	5	超高温アーク熱分解工法
	6	テルミット式ダイオキシン類無害化処理システム
低温還元熱分解法	7	TATT 工法
	8	ジオスチーム工法
	9	総合還元加熱法
	10	ゼオライト触媒とマイクロ波低温分解法
	11	MOTSOC - Sd(モトソック・エスディー)
酸化雰囲気低温加熱法	12	ダイオブレーカー
	13	二段低温加熱分解法
	14	ハイクリーン DX
化学分解法	15	BCD 法
	16	高圧脱水還元化学分解工法
	17	金属ナトリウムによる脱ハロゲン化技術
	18	NS - FM プロセス
	19	乾式無害化システム
溶媒抽出法	20	ロール脱水洗浄無害化工法
	21	溶剤抽出法
	22	ダイオキシン類抽出除去工法
	23	CLEDIS 工法(溶媒抽出法)
バイオレメディエーション	24	EDC - DX 注入ダイオキシン類無害化工法
	25	パイオクリーンコンポによるダイオキシン類分解工法

出典：「港湾における底質ダイオキシン類分解無害化処理技術データブック」

(平成 17 年 3 月、北陸地方整備局新潟港湾空港技術調査事務所)

(2) 技術の検証

底質のダイオキシン類含有濃度の環境基準は 150pg-TEQ/g である。ただし、最終処分方法によっては 1,000pg-TEQ/g と 3,000pg-TEQ/g での評価も有効であることから、この 3 つの濃度レベルでの評価を行った。実証実験を行った 21 技術の達成度を表-10 に示す。淡水域の底質を使用した無害化実験結果では、3,000pg-TEQ/g 以下に処理した技術は 20 技術、1,000pg-TEQ/g 以下に処理した技術は 18 技術、150pg-TEQ/g 以下に処理した技術は 17 技術確認された。

また、海域の底質を使用した無害化実験結果では、3,000pg-TEQ/g 以下に処理した技術は 19 技術、1,000pg-TEQ/g 以下に処理した技術は 19 技術、150pg-TEQ/g 以下に処理した技術は 16 技術確認された。

表-10 濃度レベルごとの達成技術数一覧

単位：技術数(達成技術数/実施技術数)

試料名	脱水ケーキ中の ダイオキシン類濃度	150 pg-TEQ/g	1,000 pg-TEQ/g	3,000 pg-TEQ/g
富岩運河淡水域 (中島閘門上流側)	9,600 ~ 11,000 (pg-TEQ/g)	17/21	18/21	20/21
富岩運河海水域 (中島閘門下流側)	2,900 ~ 5,000 (pg-TEQ/g)	16/20	19/20	19/20

実験参加企業には、原泥(上流部：8,100 ~ 9,300pg-TEQ/g、下流部：1,700 ~ 3,000pg-TEQ/g)を脱水した脱水ケーキを配布した。

出典：「港湾における底質ダイオキシン類分解無害化処理技術データブック」(平成 17 年 3 月、北陸地方整備局新潟港湾空港技術調査事務所)

3.2 河川局における検討

国土交通省河川局河川環境課では、平成 16～18 年度に底質ダイオキシン類無害化処理実証試験および実用化試験を実施し、「底質のダイオキシン類対策技術資料集」(平成 19 年 3 月 国土交通省河川局河川環境課)としてとりまとめている。

(1)技術の選定

実施可能な分解無害化工法を整理すること、およびそれらの手法の効果、費用、課題等を検証することを目的として、平成 16 年度に前処理工程(分級や脱水)を含めた原泥からの分解無害化処理実証試験(以下、「実証試験」という)を実施した。さらに平成 17 年度と平成 18 年度には連続試験を行った場合の変動や装置のスケールアップに伴う留意点を把握するために分解無害化処理実用化試験(以下、「実用化試験」という)を実施した。

実証試験にあたり平成 16 年 8 月に公募を行った結果、15 機関の応募があった。学識経験者の助言を得ながら試験実施機関を選定し、表-11 に示す 8 技術について実証試験を実施した。さらに平成 17 年度と平成 18 年度には、実証試験にて目標を達成した 7 機関から公募を行い、応募のあった 3 機関について実用化試験を実施した。

表-11 実証試験 8 技術

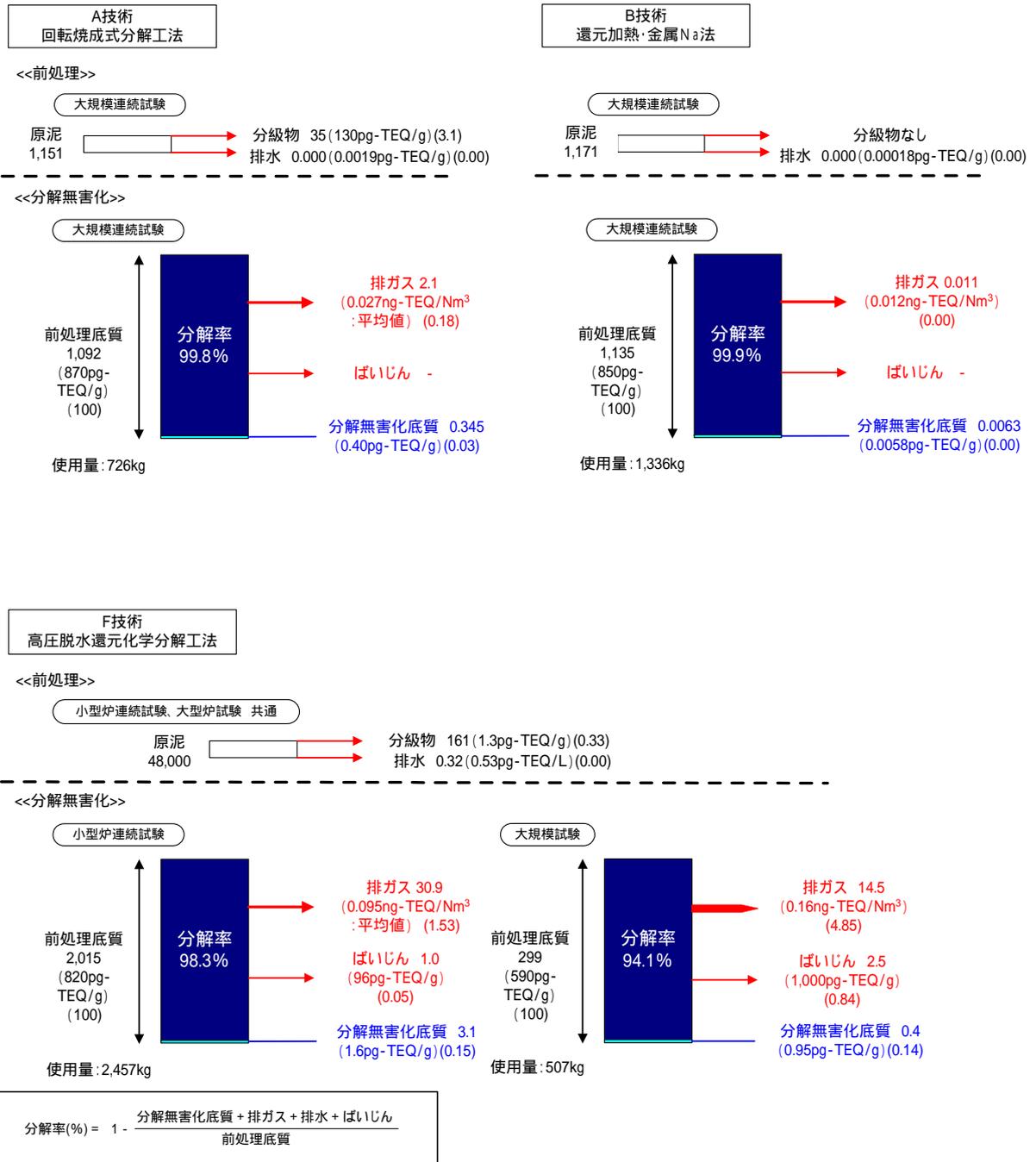
No.	技術名
A 技術	ソイルクリーンシステム(回転焼成式分解法)
B 技術	還元加熱法と金属 Na 分散体法との組合せ処理法
C 技術	真空加熱法
D 技術	還元加熱無害化プロセス
E 技術	間接加熱酸化分解法
F 技術	高圧脱水還元化学分解工法
G 技術	金属ナトリウムによる脱ハロゲン化技術
H 技術	バイオクリーンコンボによるダイオキシン類分解工法

出典:「底質のダイオキシン類対策技術資料集」(平成 19 年 3 月 国土交通省河川局河川環境課)

(2) 技術の検証

底質のダイオキシン類含有量の環境基準は 150pg-TEQ/g である。実証実験を行った 8 技術の 150pg-TEQ/g 以下に処理された技術は 7 技術確認された。

実用化試験を実施した A 技術、B 技術、F 技術の分解無害化前後の物質・ダイオキシン類収支を図-12 に示す。前処理底質を 100 とした時の分解無害化底質のダイオキシン量は、0.00～0.15 であった。



注 数字はダイオキシン類量(単位: μg-TEQ)、括弧内には前処理底質を 100%とした時の割合(%)を示した。

図-12 分解無害化処理前後の物質・ダイオキシン類収支

4. モニタリングに係る検討

4.1 港湾局における検討

(1) A港におけるモニタリング結果

A港では、現地への適用性を検証するとともに、問題点・課題の抽出を図り、今後の対策方法策定の基礎資料とすることを目的として、浚渫試験施工が実施された。浚渫試験施工においては、港湾指針の設定方法では監視基準が設定できないため、河川マニュアルに示された方法で監視基準を設定した。

(a) 監視基準の設定

調査実施前にバックグラウンド地点において、流況が安定した1週間程度の濁度・流況の連続観測調査を行い、濁度の平均値 ± 2 を求め、自然状態における変動幅とすることとした。

ここで、平成17年に実施した調査結果より $\mu = 2.0$ ($\sigma = 4.0$)とした。試験調査中は、この変動幅を許容範囲と考え、バックグラウンド地点での濁度から、 ± 2 ($= \pm 4.0$)の範囲を監視基準とし、監視点Bにおいてモニタリングしていくこととした。

(b) モニタリング結果

工事中のモニタリング結果(濁度モニタリング結果)

施工中において、バックグラウンド地点および監視点Bの濁度を連続測定しモニタリングを行ったが、表-12に示すように全て設定した監視基準を満足しており、周辺環境への汚濁拡散の影響はなかったと判断される。

表-12 濁度観測結果

試験パターン	スイング速度 (min/m)	戻スイング速度 (min/m)	バックグラウンド地点の濁度	バックグラウンド地点濁度+2値 (基準上限値)		監視点Bの濁度	評価
				-2	+2		
パターン1	2.0	5.0	12.8	8.8	16.8	11.0	
パターン2	4.0~3.0	5.0	11.8	7.8	15.8	10.9	
パターン3	2.0~3.0	10.0	10.0	6.0	14.0	9.1	
パターン4	2.0	10.0	10.3	6.3	14.3	10.1	
パターン5	2.0	10.0	5.4	1.4	9.4	8.4	
パターン6	2.0	10.0	5.2	1.2	9.2	6.7	
パターン7	2.0~3.0	10.0	5.0	1.0	9.0	6.1	
パターン8	2.0	10.0	4.1	0.1	8.1	5.5	
パターン9	2.0	10.0	5.0	1.0	9.0	5.4	
パターン10	2.0	10.0	5.0	1.0	9.0	6.4	
パターン11	2.0	10.0	4.6	0.6	8.6	5.1	

出典:A港資料

生活環境項目および水質ダイオキシン類濃度調査結果

事前、施工中、事後の生活環境項目 (pH、SS、COD、BOD、DO)、水質ダイオキシン類濃度の測定をバックグラウンド地点および監視点 B で測定しているが、いずれも環境基準を満足しているとともに、バックグラウンド地点と監視点 B の測定値にほとんど差異がみられない。浚渫による汚濁発生が少なかったこと、また、汚濁防止膜により効果的に汚濁拡散の抑制が図られたことから、周辺環境への汚濁拡散の影響はなかったと判断された。

(2) H港におけるモニタリング結果

H港では、底質浄化対策事業計画において、モニタリング計画が策定されている。監視基準値および判定方法を表-13 に示す。

表-13 監視基準値一覧

監視地点区分		調査項目		監視基準値	判定方法
工事水域	基本監視点	対策対象物質	ダイオキシン類	環境基準値 (1pg-TEQ/L 以下)	監視基準値を超えないことを確認する
		濁り	濁度	ダイオキシン類濃度との相関に基づき設定	1 週間の移動平均値が監視基準値を超えないこと
	補助監視点	濁り	濁度	ダイオキシン類濃度との相関に基づき設定	1 週間の移動平均値が監視基準値を超えないこと
	工事地点周辺	異常な濁り、油膜等の有無		異常がないこと	
中間処理 (脱水)	余水	対策対象物質	ダイオキシン類	環境基準値 (10pg-TEQ/L)	監視基準値を超えないことを確認する
		濁り	濁度	ダイオキシン類濃度との相関に基づき設定	1 週間の移動平均値が監視基準値を超えないこと

出典:H 港資料

モニタリング計画に基づき、浚渫工事に伴うモニタリングが平成 16 年より実施されている。その結果、浚渫工事による濁りは汚濁防止枠内にとどまり、基本監視点の濁度は基準値以内に留まっていることが確認された。

4.2 河川局における検討

(1) 横十間川における原位置固化処理実証試験におけるモニタリング結果

(a) 調査の内容

モニタリング基準

「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)」に従って 2 を設定した。

モニタリング内容

- ・ 固化処理時：
施工中に、基本監視点においてダイオキシン類、濁度、SS の測定を行った。
- ・ 排水処理(凝集沈殿処理)時：
施工実施中に、濁水処理設備の排水についてダイオキシン類の測定を行った。
- ・ 矢板引抜工時：
矢板引抜工中に周囲に汚濁防止膜を設置し濁りの拡散を防ぐとともに、補助監視点、基本監視点で濁りのモニタリングを行った。

(b) 調査の結果

濁りの発生が予想される矢板引抜工を行うに際しては、周囲に汚濁防止膜を設置し濁りの拡散を防ぐとともに、補助監視点、基本監視点で濁りの監視を行った。その結果、施工中の濁度は概ね監視基準を下回る値であったが、工事船舶の通過・航行時等において監視基準を上回る値であったことから、施工時には船舶の航行は避けるのが望ましいと考えられた。

本施工における濁水処理設備の排水は、濁度 1 度未満、ダイオキシン類は 0.72pg-TEQ/L であり、水質環境基準(1pg-TEQ/L 以下)を満足していた。

試験結果は目標とする 1pg-TEQ/L 以下を満足する結果であり、排水処理が十分行われていた。

本施工における固化処理工事実施中に濁度と SS の測定を行った。基本監視点においては濁度は監視基準よりも低い値であった。

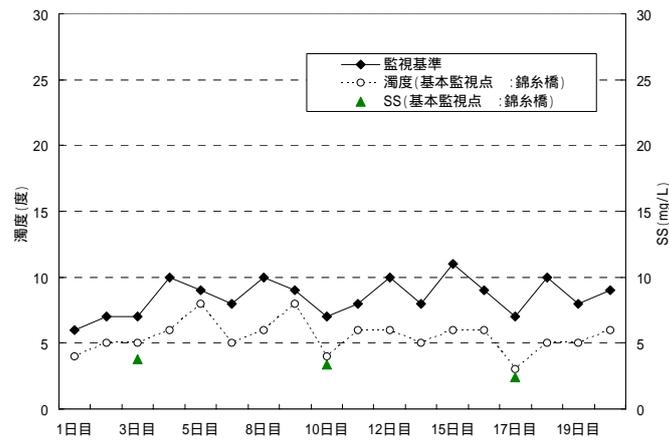


図-13 濁度モニタリング結果 (本施工)

本施工実施中に、基本監視点について水質ダイオキシン類の測定を行った。目標とする 1pg-TEQ/L 以下を満足する結果であり、施工管理が十分行われていたと評価できる。

表-15 ダイオキシン類 (水質) 測定結果 (本施工)

調査地点	ダイオキシン類濃度 pg-TEQ/L
基本監視点(錦糸橋) (調査日:9日目)	0.58

(2) 神崎川における覆砂処理実証試験におけるモニタリング結果

(a) 調査の内容

工事完了後のモニタリングにおいては、表-16 に示す項目および位置を対象とした。

表-16 工事完了後のモニタリングの内容

項目		位置	頻度
流況	流向・流速(連続観測)	流心の1点	試験施工終了後から1年間 (10分間隔で連続観測)
	流向・流速(断面分布)	試験施工箇所周辺の 1断面	出水時等の3回程度
地形	河床高	20m間隔(横断面) 10mピッチで測定	試験施工実施直後、1ヶ月後、3ヶ月後、6 ヶ月後、1年後の計5回
底質 (表層)	一般項目(粒度組成、 含水率、強熱減量、TOC)	右岸、左岸、流心の3点 (表層のみ)	試験施工実施直後、3ヶ月後、6ヶ月後、1 年後の計4回
	ダイオキシン類		3ヶ月後、6ヶ月後、1年後の2回
底質 (鉛直)	一般項目(粒度組成、 含水率、強熱減量、TOC)	右岸、左岸、流心の3点 (20cm間隔で5層)	試験施工実施直後、6ヶ月後、1年後の3 回
水質	ダイオキシン類、SS	施工範囲下流流心の1点(表層および底層)	6ヶ月後、1年後の2回

注 1 地形の調査は、定期的な調査のほか、異常出水が生じるなど覆砂層の変化が想定される場合にも、適宜実施することとする。

2 各調査の結果、底質改善効果の低下が懸念される場合には、速やかに所定の対応を行う。

3 1年後以降の調査内容等については、1年間の調査結果を踏まえ、あらためて検討を行う。

4 竣工1年後以降の調査内容については、上記の1年間の調査結果を踏まえ、改めて検討を行う。

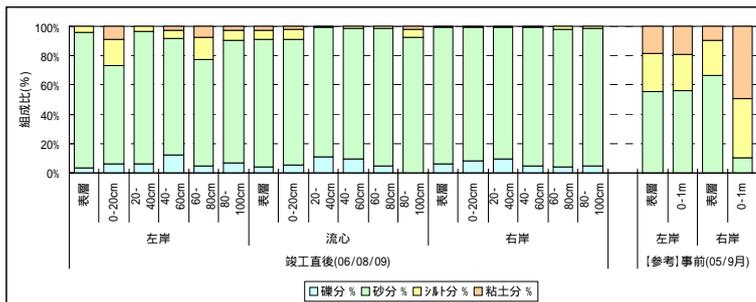
(b) 調査の結果(中間報告)

試験施工箇所における流況は、感潮区間のため順流時 70cm/s 程度、逆流時で 50cm/s 程度の範囲で変化していた。

試験施工箇所の地形は、施工 1～3 か月までの期間においては、全体的に浅くなる傾向(堆積傾向)を示し、施工 3～6 か月後までの期間においては、全体的に浸食の傾向がみられた。

試験施工箇所の表層部分の粒径は、地形の変化(堆積、浸食)に応じて、変動しており、施工 3 か月後にはシルト・粘土分が増加しているものの、施工 6 か月後の流心および右岸ではシルト・粘土分が減少し、竣工直後に比較的近い状況となっていた。

【施工直後（06/08/09）】



【施工6か月後（07/01/12）】

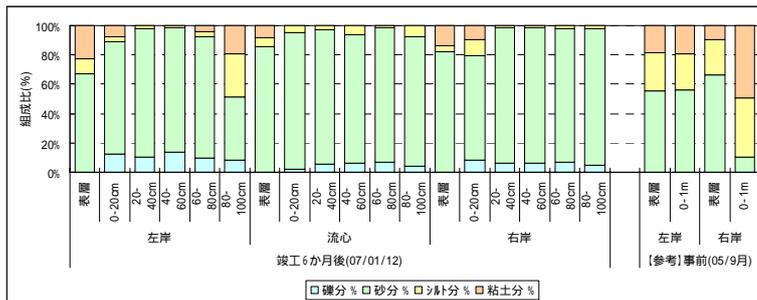


図-14 竣工後の底質（粒度組成）

底質の一般項目については、粒径と良く対応しており、シルト・粘土分が含まれる底質は含水率、強熱減量、TOC ともにやや高い値を示す傾向となっていた。

底質のダイオキシン類濃度は、施工 3 か月後、6 か月後の 2 回の調査を通じて、21～58pg-TEQ/g の範囲にあった。これらの値は、表層泥のシルト・粘土分や一般項目の値の増加など、新たな堆積に伴うものと考えられるが、ダイオキシン類濃度は環境基準(150 pg-TEQ/g)未満であり、現時点では新たな汚染は生じていないものと判断された。

表-17 底質表層底質のダイオキシン類

調査項目	調査地点			
	左岸（表層）	流心（表層）	右岸（表層）	
ダイオキシン類濃度 (pg-TEQ/g)	3ヶ月後	51	31	25
	6ヶ月後	58	21	39

試験施工箇所周辺における水質のダイオキシン類濃度(施工 6 ヶ月後)は、表層で 1.7pg-TEQ/L、底層で 2.2pg-TEQ/L と高く、いずれも環境基準を超過する値となっていた。

表-18 水質調査結果（施工 6 ヶ月後（07/01/12））

	水温 ()	pH (-)	SS(mg/L)	ダイオキシン類 (pg-TEQ/L)
表層（水面下 0.6m）	11.0	7.2	4.9	1.7
底層（水面下 2.1m）	11.4	7.3	7.6	2.2

注) 調査箇所の水深は、3.1m