

第5章 無害化技術の概要

有害物を有する廃棄物に対する無害化技術については、原位置(槽内)処理技術として、薬剤固型化、化学的不溶化、原位置バイオレメディエーション、原位置ガラス固化等が挙げられる。

また、原位置(槽外)処理技術のうち、分離技術として熱脱着、洗浄・溶媒抽出、曝気、活性炭吸着、膜分離等が挙げられ、分解・安定化技術として、微生物分解、化学分解、焼却・熱分解・溶融、資源化が挙げられる。

さらに、汚染物質の拡散防止技術としては、周辺環境への拡散防止という観点から、物理的封じ込め・囲い込み等による対応も考えられる。

以下に、それらの技術について原理、特徴、問題点を参考として示した。

5.1 原位置(槽内)処理技術

5.1.1 薬剤固型化

[原理]

- ・水分と反応して固型化する薬剤を圧力をかけて注入し、有害物を含む埋立物を固型化して封じ込める。
- ・コンクリート系固型化剤やシリカ系固型化剤が用いられる。
- ・トリクロロエチレン等は固型化されにくく、次第に溶出してくるので、設定区域の外側から順に固めていき、内部に溜まったトリクロロエチレン等を含む汚水を処理していく。

[特徴]

- ・土壌の地盤強化と同様の方法であり、技術的には確立している。
- ・複数の物性の異なる物質による汚染へ適用できる。

[問題点]

- ・注入剤による二次汚染の危険性がある。
- ・長期的な安定性に欠ける。
- ・薬剤注入により容量が増加する。
- ・ドラム缶等容器があると均一に混合できない。
- ・遮断槽内での混合性の確認が行ないにくい。
- ・遮断槽に圧力がかかり槽の破壊の可能性が考えられる。
- ・必要に応じて攪拌しなければならず、攪拌作業は遮断槽へ影響を及ぼす可能性がある。

5.1.2 化学的不溶化

〔原理〕

・重金属化合物等の水溶性の有害物質を難溶性の物質に化学的に変換する。

〔特徴・問題点〕

- ・長期的には、再度水溶性物質に戻る可能性があり、安定性に欠ける。
- ・揮発性有機塩素化合物には適用できない。
- ・埋立物が均一であり、ドラム缶等の容器を含まないという条件が必要である。

5.1.3 原位置バイオレメディエーション

〔原理〕

- ・環境中の有害物質を微生物を用いて分解・無害化する。
- ・遮断槽内に敷設した散水溝を用いて埋立物中へ栄養源や電子受容体（好気反応の場合は酸素）を供給し、埋立物中での微生物の働きを活性化させる。
- ・遮断槽内にあらかじめ棲息している微生物群を活性化させる場合と外部から化学物質分解菌を投入する場合がある。

〔特徴〕

- ・自然のプロセスを用いるのでエネルギー投入量が少なく経済的である。
- ・二次廃棄物を発生することなく、恒久的な修復が行える。

〔問題点〕

- ・高濃度の重金属等微生物に対する毒性物質の存在下では、効果が低下する。
- ・汚染物質の濃度が高い場合には、微生物分解が阻害されて適用できない場合がある。

5.1.4 原位置ガラス固化

〔原理〕

・埋立物中に電極をさしこんで通電することにより発生するジュール熱により埋立物を熔融させ、放置冷却してガラス状に固型化させることにより、汚染物質を封じ込める。

〔特徴〕

- ・汚染物質が固型化体から溶出する可能性は極めて低く、かつ、固型化体の長期安定性（1000年オーダー）に優れている。
- ・ほとんどの有害物質に対応でき、複合汚染への対応が容易である。

〔問題点〕

- ・遮断槽を破壊する可能性が大きい。
- ・地下水が存在する場合、ジュールエネルギーが地下水の気化に奪われ、非効率となるため地下水対策が必要である。

5.2 原位置(槽外)処理技術(埋立物と有害物の分離技術)

5.2.1 熱脱着

[原理]

・遮断槽から取り出した埋立物を加熱(有機塩素化合物の場合は約 400℃、水銀の場合は約 700℃)することにより、埋立物と揮発性物質を分離する。

[特徴]

- ・有機塩素化合物を含む廃棄物には有効である。
- ・中位の有機化合物については、効率よく脱着できる。
- ・低温なので、ホスゲン等の毒性の高い不完全燃焼物質が発生しない。
- ・燃焼に比べて必要なエネルギーが少なく、低コストである。

[問題点]

- ・攪拌が困難な媒体については、効率が低下する。
- ・重金属の分離には不向きである。
- ・処理プラントが必要となる。

5.2.2 洗浄・溶媒抽出

[原理]

・掘削した埋立物に界面活性剤や酸、アルカリ等を加えて水で洗浄、もしくは、有機溶媒等で汚染物質を抽出する。

[特徴]

- ・揮発性物質と不揮発性物質が混在している場合も処理できる。
- ・金属の回収が可能である。
- ・砂質の土に特に有効である。
- ・事業所内で処理できる装置が開発されている。

[問題点]

- ・大量の汚染水が発生し、その処理が必要となる。また、汚泥も発生し、その汚泥処理も問題となる。
- ・処理プラントが必要となる。

5.2.3 曝気

[原理]

・有害物を含む水を空気中に噴霧する、もしくは、水中に空気を吹き込むことにより、揮発性物質を気化させ、水と有害物を分離する。

〔特 徴〕

- ・耐久性に優れ、維持・管理が容易である。
- ・経済性が高い。
- ・除去性能が安定している。

〔問題点〕

- ・水溶性の高い物質（塩化メチレン他）では、分離の効率が若干低下する。
- ・排ガス対策が必要である。
- ・処理プラントが必要となる。

5.3 原位置(槽外)処理技術(有害物の分解・安定化技術)

5.3.1 微生物分解

〔原 理〕

- ・環境中の有害物を微生物を用いて分解し無害化する。
- ・遮断槽から取り出した内容物に水を加えてスラリー状に調整し、バイオリクターを用いて内容物の有害物質を分解する。

〔特 徴〕

- ・バイオリクターを用いる場合は、反応条件のコントロールが容易であること、育種した分解能力の高い微生物が容易に利用できること等から、効率的な分解が可能である。

〔問題点〕

- ・毒性の高い分解物が生成されることがある。
- ・微生物の活性状態が場所により異なり、回復レベルの評価が困難である。

5.3.2 化学分解

〔原 理〕

- ・オゾンや過酸化水素等の酸化剤を加えて有機化合物を酸化分解する。
- ・紫外線、エキシマ・レーザー、高エネルギー電子線の照射および酸化亜鉛、二酸化チタン、酸化タングステン等触媒利用による反応性向上が研究されている。

〔特 徴〕

- ・水溶液もしくは気体の状態で、分解・無害化ができる。

〔問題点〕

- ・有害な副生物(ホスゲン、ジクロロアセチルクロライド等)が生成しやすい。
- ・還元性の物質が共存すると分解反応が阻害される。
- ・物質が混合する廃棄物に対する処理は不向きである。

5.3.3 焼却・熱分解・溶融

〔原理〕

・有機化合物について、高温で処理することにより、分解・無害化する。

〔特徴〕

- ・すべての有機化合物に適用でき最も確実な無害化技術である。
- ・廃掃法において、揮発性有機塩素化合物を含む廃棄物の処理方法として定められている。
- ・廃棄物を減容化できる。

〔問題点〕

- ・揮発性有機塩素化合物は難燃性であるため、完全燃焼には十分な高温が必要となることから、コスト高になる。
- ・重金属を含む場合には、焼却残渣（灰）の管理が重要である。
- ・処理プラントが必要となる。

5.3.4 資源化

〔原理〕

・埋立物中に含まれる重金属を再生する。

〔特徴〕

- ・重金属濃度の高い埋立物に対応できる。
- ・資源の再生を行う技術で資源リサイクルに役立つ。

〔問題点〕

・埋立物の重金属濃度が高いことが必要である。

5.4 汚染物質の拡散防止技術

5.4.1 物理的封じ込め・囲い込み

〔原理〕

- ・地中にベントナイトやセメント・ベントナイト混合物の壁を設けて、汚染物質の移動・拡散を防ぐ。もしくは、地中に矢板等を打ち込んで汚染物質(地下水)の移動拡散を防ぐ。
- ・水については、地中に掘った溝(集水ます)に、しみ出る地下水を集める方法もある。
- ・地表面を良質土で覆土するか、あるいは、アスファルト舗装等により遮水材料の保護を行う。

〔特徴〕

・技術的に容易、かつ、低コストで実施できる。

〔問題点〕

- ・揮発性有機塩素化合物による汚染の場合は、腐食性がやや高いことから、効果、耐久性に欠ける可能性がある。
- ・矢板等の打ち込みによる完全な遮水は困難である。(恒久対策としてではなく、緊急避難的措置もしくは汚染土掘削の際の遮水目的で実施されることが多い。)

5.5 無害化技術の適用検討

5.5.1 埋立物の無害化に関する技術

(1) 原位置(槽内)での無害化技術の適用検討

埋立物が比較的均一である施設については、原位置(槽内)無害化技術の障害となる容器が混在しないか、あるいは混在しても少量であり、「4.2 無害化方策の考え方」に示した原位置(槽内)での無害化適用条件に合致する状況であった。

当該条件を考慮し、実際に適用可能な処理方法としては、遮断槽に不溶化剤を注入し、重金属の溶解性を低減させ安定化する方法が挙げられる。

薬剤固型化技術は、水分と反応して固型化する薬剤を圧力をかけて注入し、有害物質を含む汚染物を固型化して封じ込めるため、遮断槽に圧力がかかり、槽の破壊の可能性がある。

また、ほとんどの場合攪拌を要すると考えられ、槽への圧力がかかる。

原位置ガラス固化法は、ジュール熱により汚染物の熔融とともに遮断槽の破壊の可能性が高い。

原位置バイオレメディエーション法は、多種の重金属、濃度別に対する効果、成果が出る期間等の問題がある。

この結果、原位置(槽内)での無害化技術の適用性が高い手法は、「化学的不溶化法」と考える。

ただし、本調査の対象とした遮断型最終処分場の多くは、廃棄物が金属缶、プラスチック性袋等容器に詰められて処分されるもの、廃蛍光灯、廃乾電池等の原物が混合するもの、安全のため事業者側でコンクリート固型化されたものが一部混在するものがみられ、埋立廃棄物の均一性は、数施設を除きほとんどない状況であった。

このため、ほとんどの遮断型最終処分場においては、原位置(槽内)での無害化技術の適用が困難であると考ええる。

(2) 原位置(槽内)に準じる無害化技術

原位置(槽内)に限定して無害化方法を検討すると、処理対象範囲が非常に小さくなる。

多種多様な廃棄物が混合され処分されている遮断型処分場に関しては、原位置(槽内)無害化技術以外の方策として、仮設的に遮断槽から一度取り出し、近隣で廃棄物を分類・分別し、不溶化法、固型化法等の無害化処理を実施した後、改めて遮断槽の内部に入れ戻す方法が考えられる。

この方法は、純粋な原位置(槽内)処理ではないが、埋立物からの有害物質の溶出性を低減させ、埋立物の安定化をさせた後、最終的には原位置に戻すことから、埋立物無害化方策の一つとして挙げることができると考える。

(3) 原位置外での無害化技術

原位置(槽内)に限定せず、遮断槽から取り出し、事業区域外で処理する方策としては、洗浄技術、焼却・熱分解・熔融技術、資源化技術が挙げられる。

調査の結果、廃棄物が有する有害物は重金属を主体とする無機系物質が多い状況であり、かつ、廃棄物が金属缶、プラスチック性袋等容器に詰められて処分される施設が多く、金属容器を除いた後の廃棄物は洗浄技術、焼却技術が適用できる。また、容器を含めて熱分解・熔融技術は埋立物中の重金属除去には有用と考える。但し、焼却技術では焼却灰、飛灰の管理には十分な配慮が必要である。

また、数施設では、ヒ素や亜鉛を高濃度で含有している埋立物が存在しており、これら施設については、資源化工場に持込み、重金属を資源化する方策も有効と考える。

(4) 施設の補強に関する技術

施設の補強に関する技術としては、施工不良・素材不良に対する技術、自然災害の発生に対する技術が考えられる。

前者に対しては、強度の増加、劣化防止対策として、ひび割れ部の改良施工、中性化防止対策、配筋強化・コンクリート圧の増工、接着改善施工等が考えられる。

一方、後者に対しては、遮断槽固定のための洗掘防止用地中壁の施工、追加支持杭施工、雨水・地下水浸入対策として、冠水対策用表面保護工施工、塩害防止被覆施工、塩害防止地中壁施工、構造補強として補剛材、PC ケーブルによる施工等が考えられる。

第6章 無害化方策研究結果

6.1 研究方針

本調査は前年度に実施し、成果としてまとめた遮断型最終処分場の特性、施設周辺の環境条件、施設の利用状況、管理状況から、遮断型最終処分場の埋立物無害化方策の実施可能性を検討し、処分場の廃止に向けての技術的な可能性を検討するため、以下に示す事項を調査対象として実施した。

- ①薬剤添加実証実験による不溶化効果の研究
- ②遮断槽の補強方法の検討

6.2 研究対象施設

6.2.1 不溶化方策に関する研究

不溶化方策に関しては、前年度に実施した調査結果より、原位置(槽内)処理が可能と判断された施設は処分場に投棄されている廃棄物の特性から3施設(Cc～Ss、VVvv、MMmm)のみであり、その他の施設は、その方法に準じる手法にて対応すべきと判断された。

これより、薬剤添加実験は上記の3施設について実施した。

6.2.2 処分場施設の補強に関する研究

処分場施設の補強に関しては、処分場の位置する環境条件から大規模な自然災害の発生を考慮し、災害に耐え得る補強方法を検討した。対象とした自然災害は、河川増水による洗掘・洪水対策、地震対策、地盤沈下対策の3事例を研究対象とした。

6.3 研究結果

6.3.1 不溶化方策に関する研究

ここでは、遮断型最終処分場の埋立物に薬剤を添加して、重金属等の溶出を防止する方策を検討した。

(1) 研究に用いた埋立物の性状等

平成9年度の調査によって、原位置(槽内)での不溶化処理が可能であると判断されたCc～Ss、VVvv、MMmmより5種類の埋立物を採取した。これらを軽く砕いた後、目開き4.75mmの篩で分け、篩の通過部を試験用試料とした。

試験用試料の性状を表6-3-1に示す。同表では、埋立処分に関する判定基準値(以下判定基準値とする)を超過した項目を着色して示した。

また、埋立物の外観を写真6-3-1～6-3-5に示した。

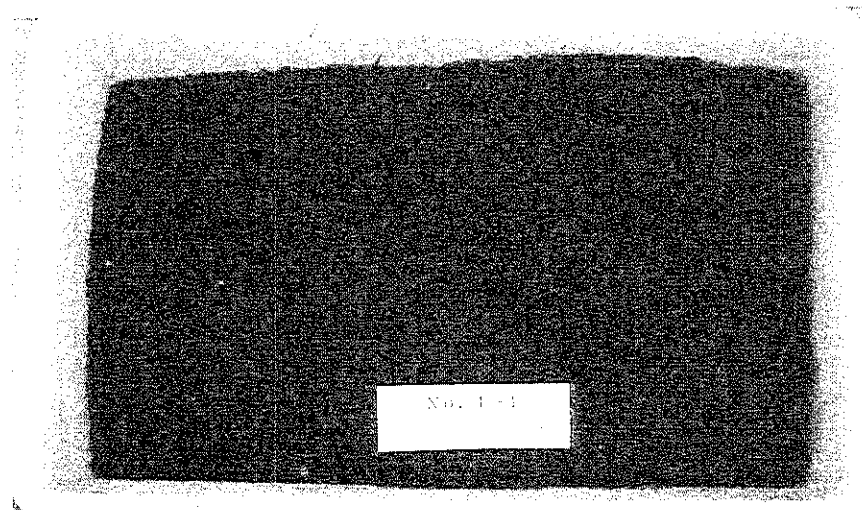
表 6-3-1 研究に用いた埋立物の性状

判定基準値超過

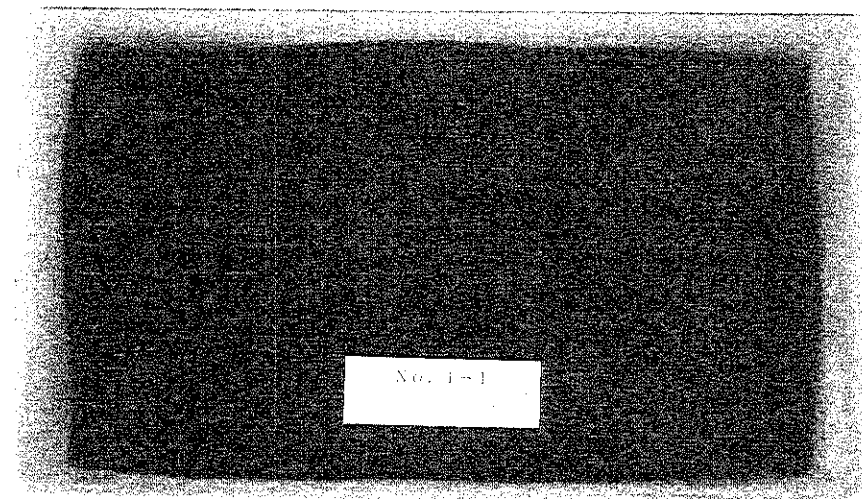
試料番号 処分場 埋立物の種類 含水率(%)	No.1-1 Cc~Ss 電気炉ばじん 9.2		No.1-2 Cc~Ss 脱硫汚泥 27.2		No.1-3 Cc~Ss 電気炉内ばじん 6.9		No.2 VVv 焼却灰 49.4		No.3 MMmm 焼却灰 36.7		判定基準値									
	含有量 (mg/kg)	溶出量 (mg/L)	含有量 (mg/kg)	溶出量 (mg/L)	含有量 (mg/kg)	溶出量 (mg/L)	含有量 (mg/kg)	溶出量 (mg/L)	含有量 (mg/kg)	溶出量 (mg/L)										
アルキル水銀	-	0.001	-	0.0005>	0.0016	0.0016	-	0.0005>	-	0.0005>	溶出量 (mg/L)									
総水銀	6.5	0.0079	2.7	0.0009	0.0073	0.0073	0.05>	0.0005>	1.5	0.0005>	0.0005>									
カドミウム	810	34	60	0.01>	290	0.01>	47,000	0.05	4>	0.01>	0.3									
鉛	21,000	15	3,800	0.05>	16,000	3.1	11	0.05>	1,800	0.05>	0.3									
六価クロム	0.7>	0.02>	0.7>	0.02>	0.7	0.15	1.7	0.1	0.7>	0.02	1.5									
砒素	21	0.005>	9.2	0.005>	22	0.005>	1.3	0.005>	1.1	0.005>	0.3									
全シアン	0.9	0.1>	0.5>	0.1>	0.5>	0.1>	19	3.1	0.5>	0.1>	1									
セレン	7.6	0.01>	48	0.23	44	0.09	0.4>	0.01>	0.4>	0.01>	0.3									
有機りん	-	-	-	0.01>	-	-	-	-	-	-	1									
PCB	-	-	-	0.0005>	-	-	-	-	-	-	0.003									
pH	-	5.9	-	8.5	-	10.7	-	8.9	-	-	7.9									
電気伝導率 (mS/m)	-	963	-	314	-	1,130	-	439	-	-	195									
備考	水となじみにくい。																			
写真番号	写真 5-3-1				写真 5-3-2				写真 5-3-3				写真 5-3-4				写真 5-3-5			

[溶出量の計量方法]

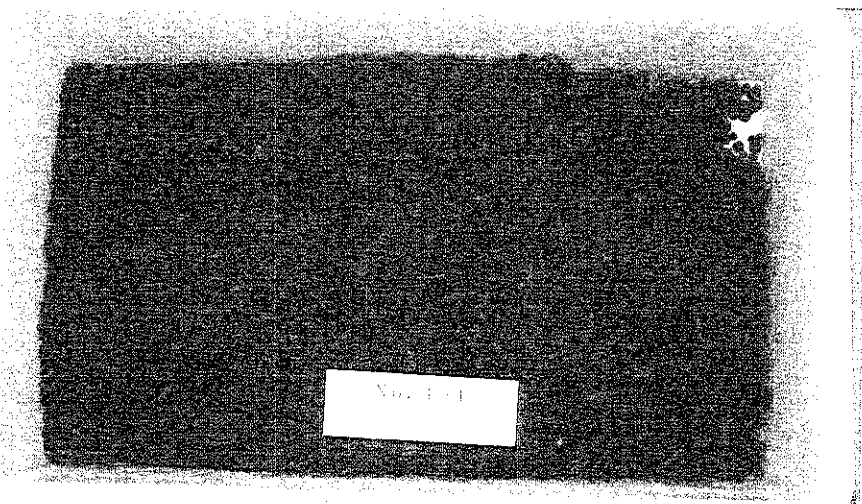
アルキル水銀	昭和46年環境庁告示第59号付表2および昭和49年環境庁告示第64号告示付表3
総水銀	昭和46年環境庁告示第59号付表1
カドミウム	JIS K 0102 55.1
鉛	JIS K 0102 54.1
六価クロム	JIS K 0102 65.2.1
砒素	JIS K 0102 61.2
全シアン	JIS K 0102 38.1.2, 38.3
セレン	JIS K 0102 67.2
有機りん	昭和49年環境庁告示第64号付表1
PCB	昭和46年環境庁告示第59号付表3
pH	JIS K 0102 12.1
電気伝導率 (mS/m)	JIS K 0102 13
[含有量の計量方法]	
総水銀	底質調査方法 II.5.1
カドミウム	底質調査方法 II.6
鉛	底質調査方法 II.7
六価クロム	底質調査方法 II.12.3
砒素	底質調査方法 II.13
シアン	底質調査方法 II.14
セレン	JIS K 0102 67.2



埋立物採取試料

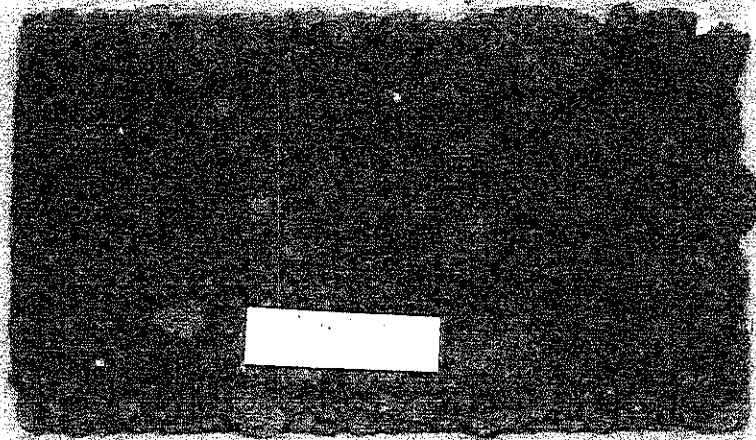


篩(目開き4.75mm)通過部

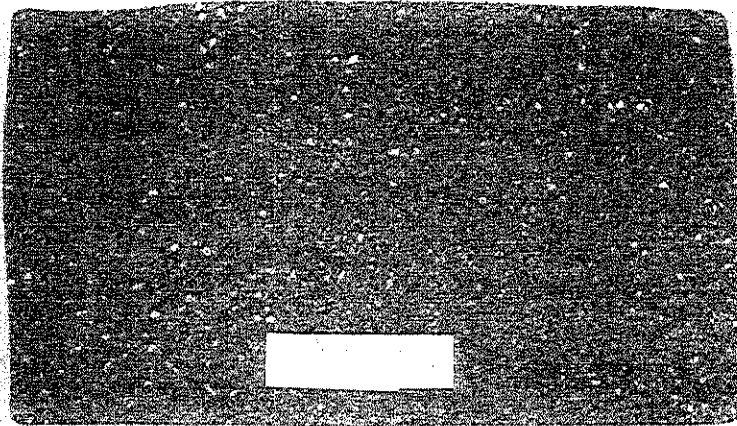


篩(目開き4.75mm)上部

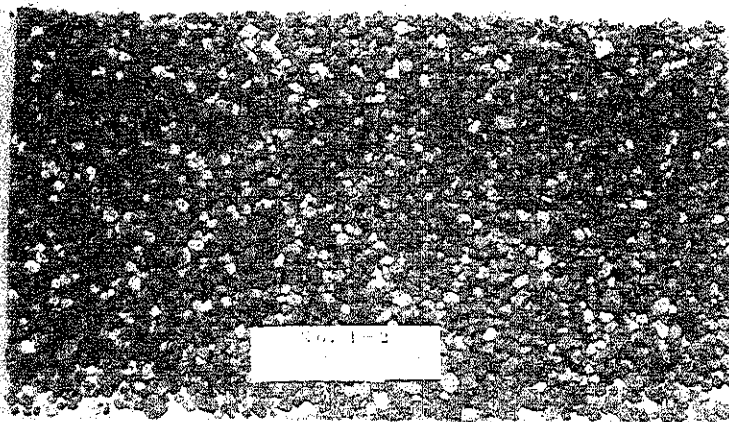
写真 6-3-1 埋立物(No.1-1); Cc~Ss、電気炉ばいじん



埋立物採取試料

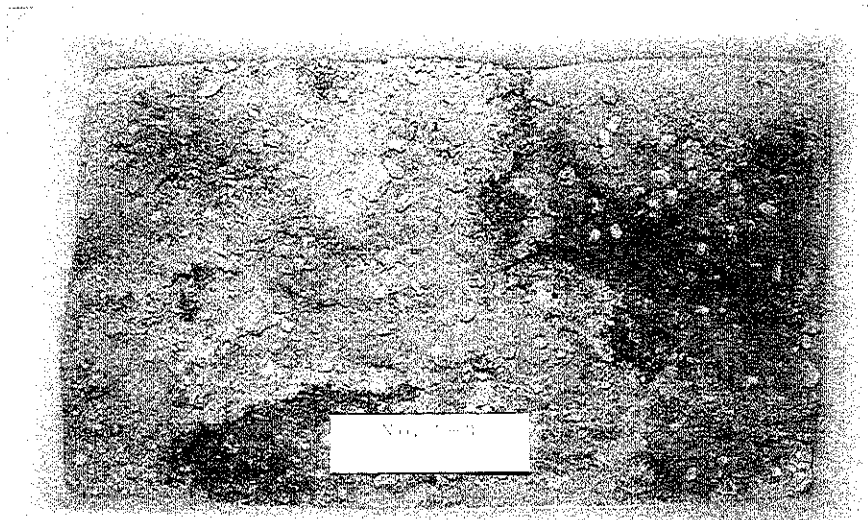


篩(目開き4.75mm)通過部

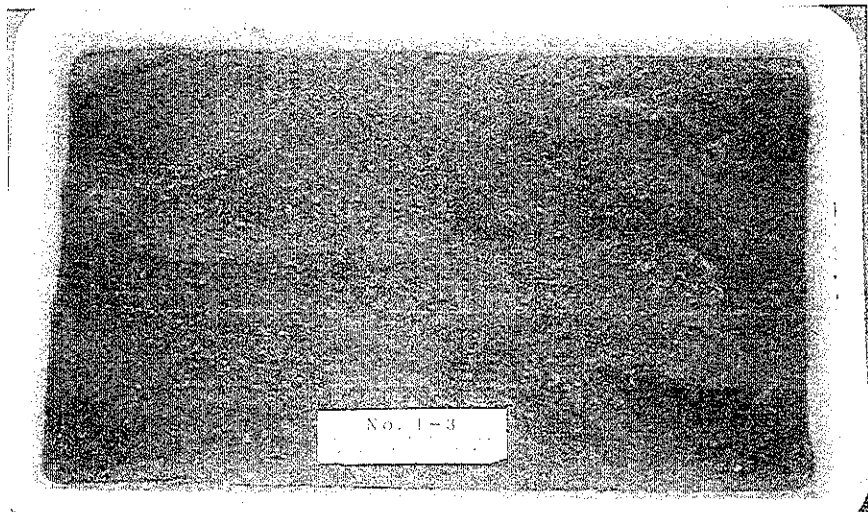


篩(目開き4.75mm)上部

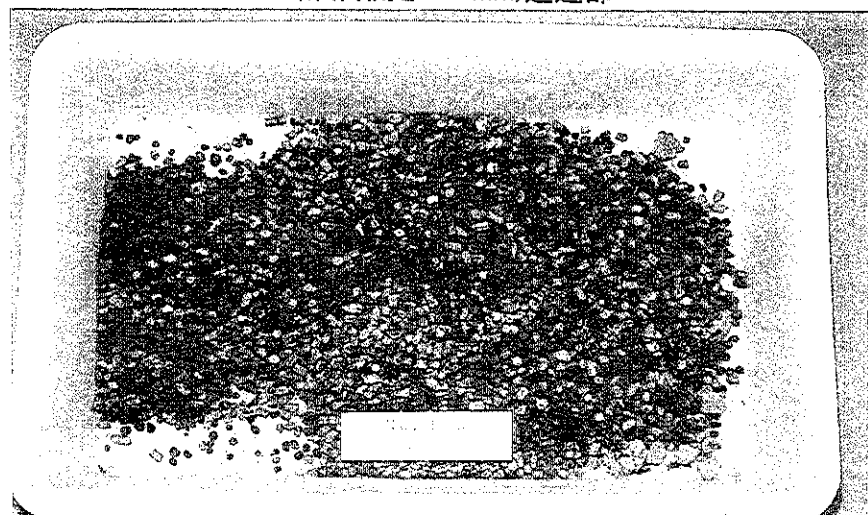
写真 6-3-2 埋立物(No.1-2); Cc~Ss、脱硫汚泥



埋立物採取試料

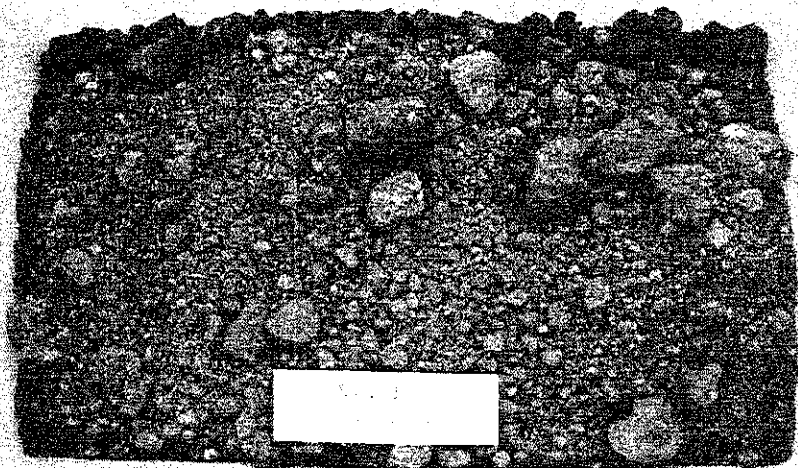


篩(目開き4.75mm)通過部

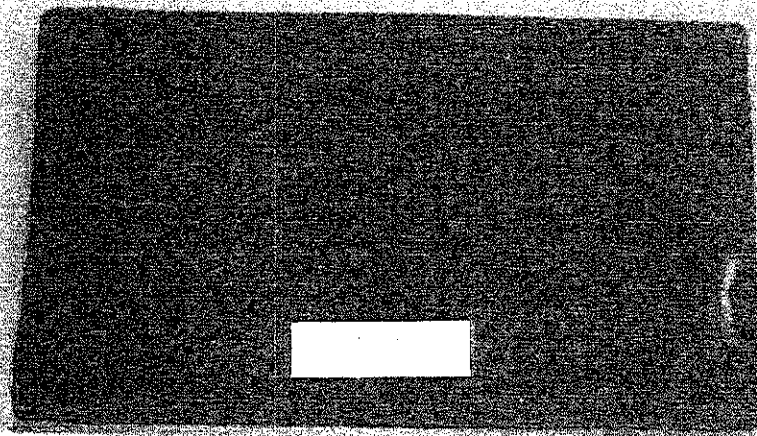


篩(目開き4.75mm)上部

写真 6-3-3 埋立物(No.1-3); Cc~Ss、電気炉内ばいじん



埋立物採取試料

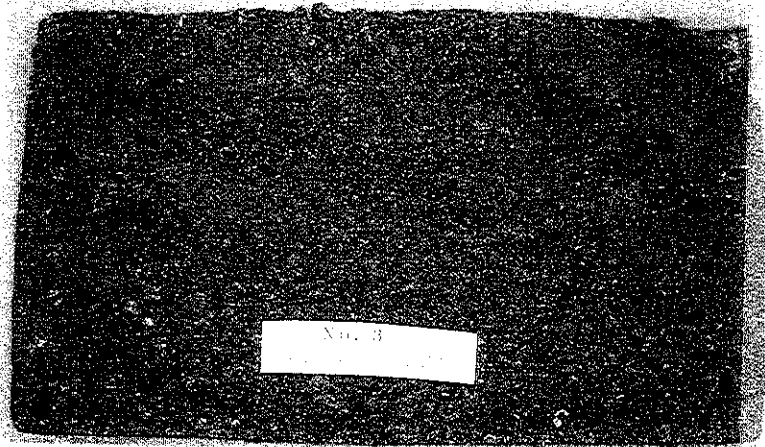


篩(目開き4.75mm)通過部

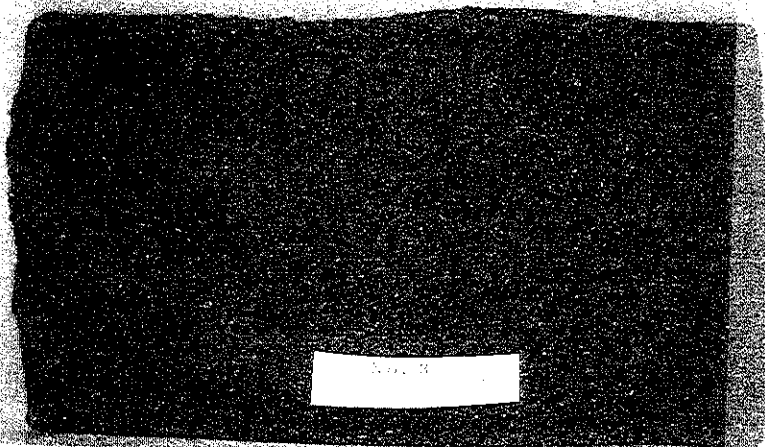
なし

篩(目開き4.75mm)上部

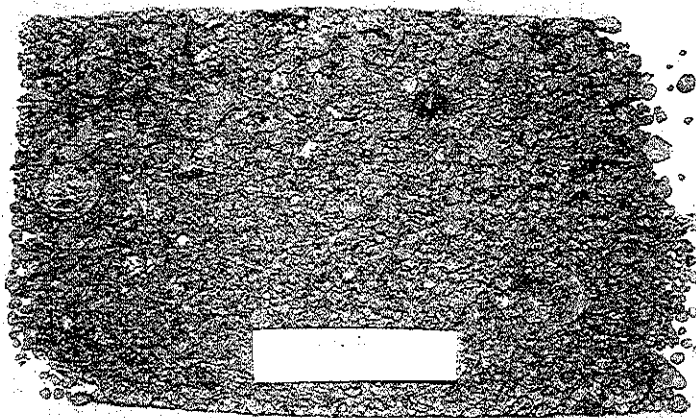
写真 6-3-4 埋立物(No.2);VVvv、焼却灰他



埋立物採取試料



篩(目開き4.75mm)通過部



篩(目開き4.75mm)上部

写真 6-3-5 埋立物(No.3); MMmm、焼却灰他

(2) 研究に用いた不溶化剤

研究に用いた不溶化剤などの薬剤を表 6-3-2 に示す。

表 6-3-2 研究に用いた薬剤

表記法	成分	機能
A	りん酸系化合物	錯体形成
A2	りん酸系化合物	錯体形成
B	硫黄系化合物	硫化物形成
C	低分子量ジチオカルバミン酸系化合物	錯体形成
D	高分子量ジチオカルバミン酸系化合物	錯体形成
E	低分子量ジチオカルバミン酸系化合物	錯体形成
E2	低分子量ジチオカルバミン酸系化合物	錯体形成
F	次亜塩素酸ナトリウム	酸化
G	過マンガン酸カリウム	酸化
H	ポリ硫酸鉄	凝結
I	硫酸第一鉄	凝結

(3) 不溶化研究方法

1) バッチ式不溶化実験方法

所定量の埋立物試料を 250mL 容のポリビンに採り、薬剤水溶液と水分を添加して十分に振盪攪拌した。この試料を数日間静置した後、昭和 48 年環境庁告示第 13 号による溶出試験にしたがって検液を作成し、重金属等の溶出量を測定した。

2) カラム式不溶化実験方法

所定量の埋立物試料を採って透明塩化ビニル製カラムに充填した。

充填した埋立物の上部より薬剤水溶液を静かに添加し、カラムの下部に薬剤水溶液が到達するまで静置した後、カラム上部、中部、下部の埋立物を採取し、昭和 48 年環境庁告示第 13 号による溶出試験にしたがって検液を作成し、重金属等の溶出量を測定した。

(4) 不溶化研究結果及び考察

バッチ式実験により、不溶化剤等の薬剤の検討を行った。

以下、埋立物ごとに検討結果と考察を述べる。

1) 埋立物 No.1-1(Cc~Ss; 電気炉ばいじん)

この埋立物はアルキル水銀、総水銀、カドミウムおよび鉛の溶出量値が、判定基準値を超過している。

不溶化剤の検討結果を表 6-3-3、4、図 6-3-1 に示す。

まず、各不溶化剤を単独で添加する方法を検討した。その結果、不溶化剤 B(硫黄系化合物)、C(低分子量ジチオカルバミン酸系化合物)、D(高分子量ジチオカルバミン酸系化合物)を埋立物に対して 7.5%あるいは 10%添加すれば、すべての項目を判定基準値内にできることがわかったが、薬剤費が>20 千円/ton 埋立物と高い。

不溶化剤 B は重金属等を硫化物にして不溶化していると考えられる。不溶化剤 C、D は、重金属等を不溶性の錯体になっているものと考えられる。

なお、不溶化剤 E もジチオカルバミン酸系化合物である。添加率 7.0%までしか実験していないが、すべての項目を判定基準値内にできていない。不溶化剤 C、D と不溶化剤 D では、同じジチオカルバミン酸基を有するものの、骨格の化学構造と分子量が異なる。これらが、性能に影響を及ぼしていると考えられる。

以上のように、不溶化剤 B、C、D で重金属等の不溶化はできたものの、薬剤費が高いため、つぎに、不溶化剤 H(ポリ硫酸鉄)の併用などを検討した。不溶化剤 H 併用の目的は、1 μm のろ紙を通過するコロイド状あるいは溶解性の錯体を凝結させて、ろ紙を通過しない粗大なフロックにすることである。

結果を表 7-3-4 に示すが、すべての項目を判定基準値内にできる条件はみいだせなかった。

以上のように、この埋立物については、不溶化剤の添加によって重金属等の溶出量を判定基準値内にすることは可能であるが、薬剤費が>20 千円/ton 埋立物と高く、薬剤による不溶化処理の実用性は低い。

表 6-3-3 不溶化剤の検討結果：埋立物No.1-1(1/2)

No.1-1: Cc~Ss(電気炉ばいじん), 含水率=9.2%

判定基準値超過

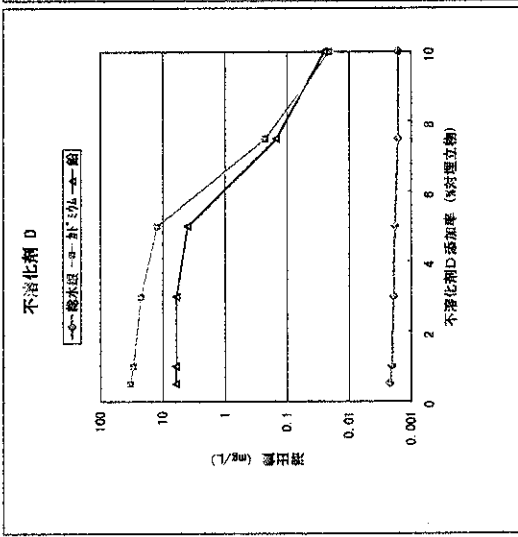
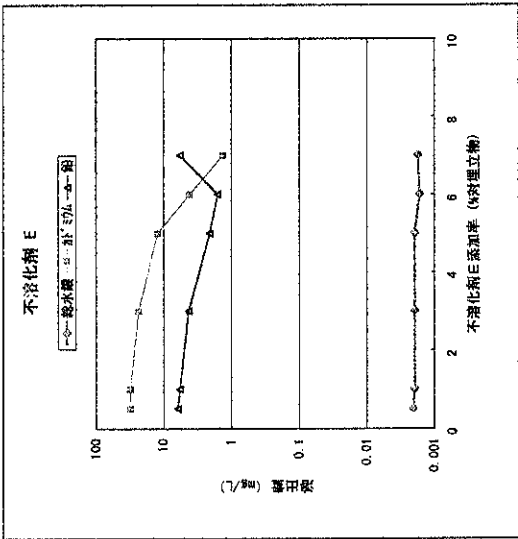
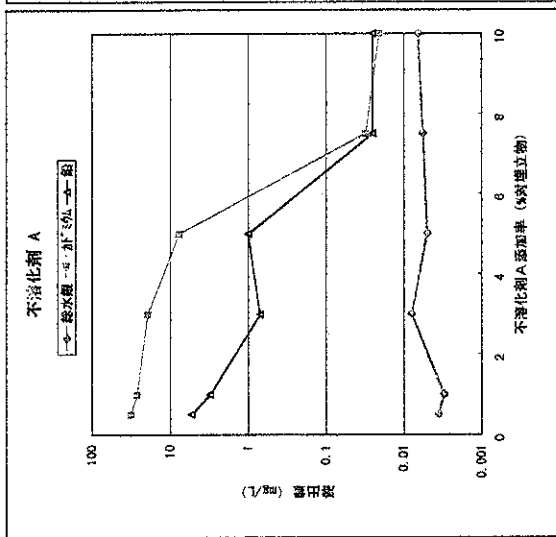
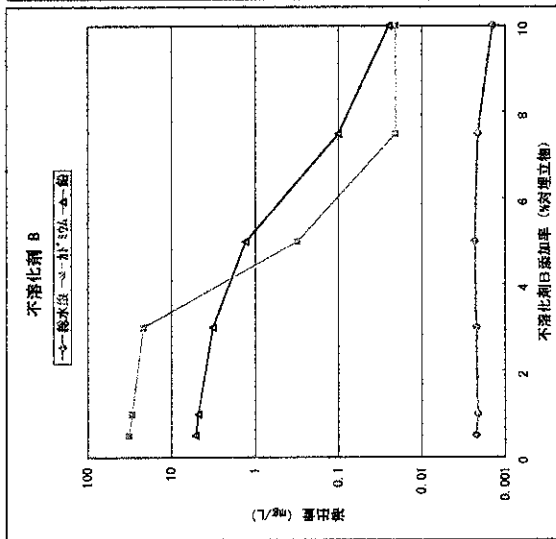
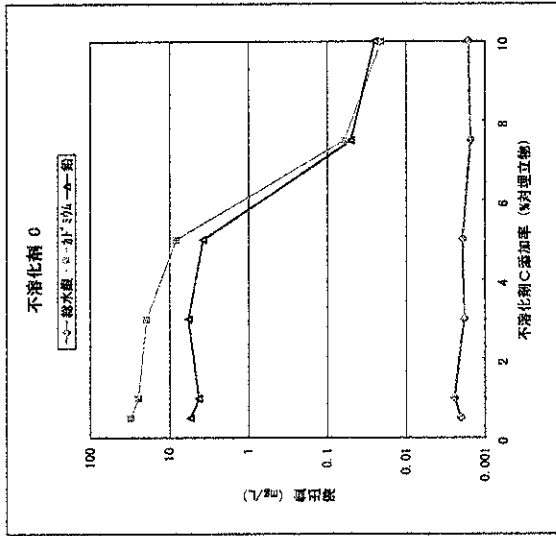
Run No.	採取量 (g)	不溶化剤 (不溶化剤添加率 (%対埋立物))	不溶化剤添加率 (%対埋立物)	不溶化剤溶液 静置日数 (日)	pH (-)	電気伝導率 (mS/m)	アルキル水銀 (mg/L)	鉛 (mg/L)	六価クロム (mg/L)	砒素 (mg/L)	全シアン (mg/L)	セレン (mg/L)
判定基準値							ND*	0.3	1.5	0.3	1	0.3
溶出液 含有量 (mg/kg)							0.005	14.6	0.02	0.005	0.1	0.1
A0.5	200	0.5			5.9	963	0.0079 (805)	0.77	(20.8)	(0.9)	-	(7.6)
A1	200	1.0	A	13	6.6	1,080	0.0035	6.4	-	0.005	-	0.01
A3	200	3.0	A	13	6.9	969	0.0030	3.1	-	0.005	-	0.01
A5	200	5.0	A	13	7.1	1,050	0.0077	0.7	-	0.005	-	0.01
A7.5	100	7.5	A	7	8.9	1,060	0.0049	1.0	-	0.005	-	0.01
A10	100	10	A	7	9.6	1,140	0.0056	0.05	-	0.005	-	0.01
B0.5	200	0.5	B	13	6.8	1,210	0.0064	0.02	-	0.028	-	0.01
B1	200	1.0	B	13	6.8	932	0.0022	6.2	-	0.005	-	0.01
B3	200	3.0	B	13	7.0	941	0.0021	4.8	-	0.005	-	0.01
B5	200	5.0	B	13	7.3	965	0.0022	0.2	-	0.005	-	0.01
B7.5	100	7.5	B	7	8.7	994	0.0023	1.3	-	0.005	-	0.01
B10	100	10	B	7	9.4	1,050	0.0021	0.10	-	0.005	-	0.01
C0.5	200	0.5	C	13	6.9	1,090	0.0014	0.02	-	0.005	-	0.01
C1	200	1.0	C	13	6.9	921	0.0020	5.4	-	0.005	-	0.01
C3	200	3.0	C	14	6.6	952	0.0024	4.3	-	0.005	-	0.01
C5	200	5.0	C	14	6.8	965	0.0018	5.6	-	0.005	-	0.01
C7.5	100	7.5	C	10	7.2	979	0.0019	3.8	-	0.005	-	0.01
C10	100	10	C	10	7.6	1,020	0.0015	0.05	-	0.005	-	0.01
D0.5	200	0.5	D	14	6.7	1,010	0.0016	0.02	-	0.005	-	0.01
D1	200	1.0	D	14	6.8	929	0.0022	6.2	-	0.005	-	0.01
D3	200	3.0	D	14	6.8	938	0.0020	6.2	-	0.005	-	0.01
D5	200	5.0	D	14	7.0	955	0.0019	6.1	-	0.005	-	0.01
D7.5	100	7.5	D	10	7.0	977	0.0018	4.0	-	0.005	-	0.01
D10	100	10	D	10	7.2	984	0.0016	0.15	-	0.005	-	0.01
E0.5	200	0.5	E	14	6.9	999	0.0016	0.02	-	0.005	-	0.01
E1	200	1.0	E	14	7.0	938	0.0020	6.0	-	0.005	-	0.01
E3	200	3.0	E	4	7.1	955	0.0019	6.8	-	0.005	-	0.01
E5	200	5.0	E	14	7.2	983	0.0019	4.3	-	0.005	-	0.01
E6	100	6.0	E	4	7.4	1,020	0.0019	2.1	-	0.005	-	0.01
E7	100	7.0	E	4	7.7	1,000	0.0016	1.8	-	0.005	-	0.01
				4	7.7	1,020	0.0017	6.8	-	0.005	-	0.01

表 6-3-4 不溶化剤の検討結果:埋立物No.1-1(2/2)

No.1-1: Cc~Ss(電気炉ばいじん), 含水率=9.2%

判定基準値超過
ND*: 0.0005> mg/L

Run No.	採取量 (g)	水 (mL)	薬剤(1)	添加量 (%)	薬剤(2)	添加量 (%)	静置日数 (日)	pH (-)	電気伝導率 (mS/m)	アルキル水銀 (mg/L)	総水銀 (mg/L)	外カドム (mg/L)	鉛 (mg/L)	六価クロム (mg/L)	砒素 (mg/L)	セレン (mg/L)
判定基準値 溶出液 含有量(mg/kg)																
H-2	100	30	消石灰	0.5				5.9	963	ND*	0.005	0.3	0.3	1.5	0.3	0.3
H-1	100	30	消石灰	1.0			30	7.6	927	ND	0.0032	10.1	0.90	(20.8)	0.005	(7.6)
I-3	100	30	A2	4.4			30	9.0	971	ND	0.0028	0.7	0.33	-	0.005	0.01
I-1	100	30	A2	7.3			30	7.7	1040	ND	0.0048	5.0	0.28	-	0.005	0.01
I-2	100	30	A2	10			30	9.0	1120	ND	0.0050	0.07	0.01	-	0.005	0.03
I-5	100	30	H	0.7			22	9.7	1200	ND	0.0056	<0.01	0.02	-	0.005	0.01
I-6	100	30	H	1.5			22	6.9	878	ND	0.0020	27	3.9	-	0.005	0.01
I-7	100	30	H	2.9			22	6.9	870	ND	0.0022	28	4.2	-	0.005	0.01
I-8	100	30	H	2.9	A2	4.4	22	6.9	854	ND	0.0024	26	4.6	-	0.005	0.01
I-9	100	30	H	2.9	A2	7.3	22	7.2	1060	ND	0.0031	15	0.6	-	0.005	0.01
I-10	100	30	H	2.9	A2	10	22	7.4	1160	ND	0.0037	3.7	0.15	-	0.005	0.01
I-11	100	30	B	1.4	H	2.9	22	8.5	1250	ND	0.0039	0.2	0.03	-	0.005	0.01
I-12	100	30	B	4.2	H	2.9	22	6.9	872	ND	0.0014	25	3.6	-	0.005	0.01
I-13	100	30	B	7.0	H	2.9	22	7.0	921	ND	0.0018	2.8	1.8	-	0.005	0.01
I-14	100	30	H	2.9	E2	1.2	22	7.1	974	ND	0.0021	0.2	0.8	-	0.005	0.01
I-15	100	30	H	2.9	E2	3.5	22	6.9	859	ND	0.0013	26	3.4	-	0.005	0.01
I-16	100	30	H	2.9	E2	5.8	22	6.9	888	ND	0.0013	20	2.3	-	0.005	0.01
I-17	100	30	E	1.2	H	2.9	22	7.0	924	ND	0.0014	7.9	0.5	-	0.005	0.01
I-18	100	30	E	3.6	H	2.9	22	6.9	859	ND	0.0012	26	3.5	-	0.005	0.01
I-19	100	30	E	6.0	H	2.9	22	7.0	899	ND	0.0012	13.8	1.7	-	0.005	0.01
K-1	100	30	A2	4.4	H	0.73	22	7.1	948	ND	0.0012	4.3	0.5	-	0.005	0.01
K-2	100	30	A2	4.4	H	2.9	5	6.9	1080	0.0028	0.019	11.2	0.6	-	0.005	0.01
K-3	100	30	A2	5.8	H	0.73	5	6.9	1090	0.0014	0.010	18.3	0.9	-	0.005	0.01
K-4	100	30	A2	5.8	H	2.9	5	8.0	1110	0.0024	0.013	1.2	0.08	-	0.005	0.01
K-5	100	30	A2	7.3	H	0.73	5	7.1	1140	0.0024	0.019	15.3	0.47	-	0.005	0.01
K-6	100	30	A2	7.3	H	2.9	5	8.7	1140	0.0023	0.013	0.1	0.05	-	0.005	0.01
	100	30	A2	7.3	H	2.9	5	7.4	1190	0.0028	0.018	4.7	0.19	-	0.005	0.01



[判定基準値]
 総水質 0.005 mg/L
 処理立物 0.3 mg/L
 総水質 0.3 mg/L

図 6-3-1 不溶化剤の検討結果(埋立物 No.1-1)

2) 埋立物 No.1-2(Cc~Ss; 脱硫汚泥)

この埋立物については判定基準値を超過する項目はなかった。

しかし、この処分場では埋立物 No.1-1 と No.1-3 が判定基準値を超過しており、これらに対して不溶化剤を添加する場合、不溶化剤がこの埋立物 No.1-2 と接触するおそれがある。

そこで、不溶化剤を添加した場合の重金属等の溶出量の増減を確認することにした。

実験結果を表 6-3-5 に示す。

不溶化剤 B(硫黄系化合物)、C(低分子量ジチオカルバミン酸系化合物)、D(高分子量ジチオカルバミン酸系化合物)の添加は、問題がない。

しかし、不溶化剤 A(リン酸系化合物)と不溶化剤 E(低分子量ジチオカルバミン酸系化合物)を添加するとセレンの溶出量が増加する傾向がある。この原因は、不溶化剤の添加によって水溶性(1 μm のろ紙を通過するような)の錯体が生成するためと考えられる。pH の上昇もひとつの原因であると考えられる。

以上のように、この処分場に不溶化剤 B、C、D を適用することは問題ないが、不溶化剤 A と E を適用する場合には、この埋立物と接触しないようにする必要がある。