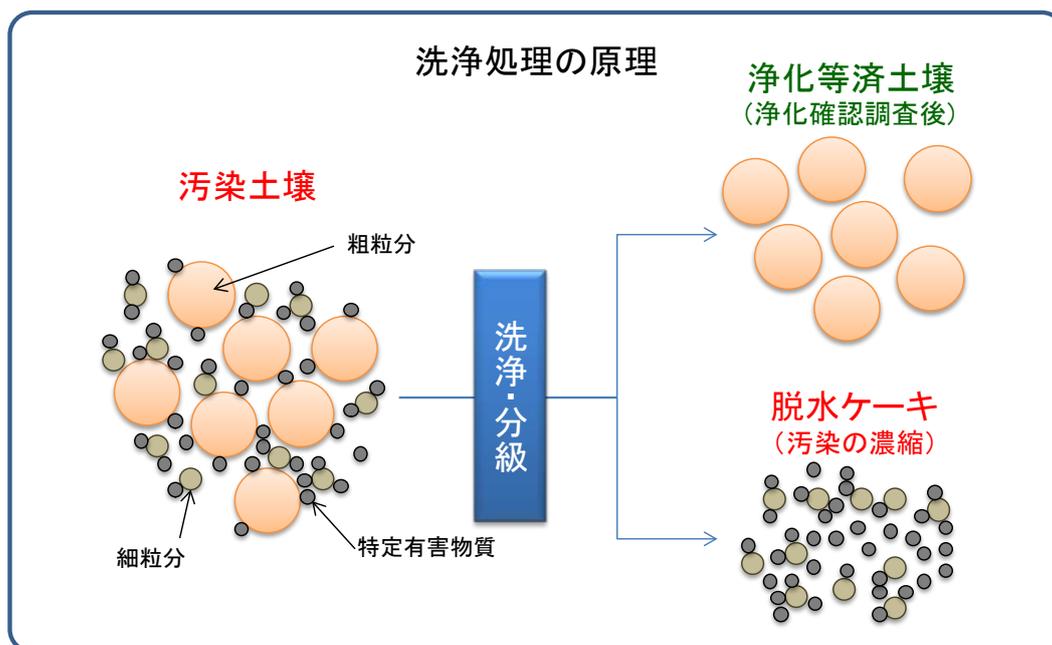


2. 施設の種類・処理方法に応じた留意事項

2.1 浄化等処理施設（浄化（抽出－洗浄処理））

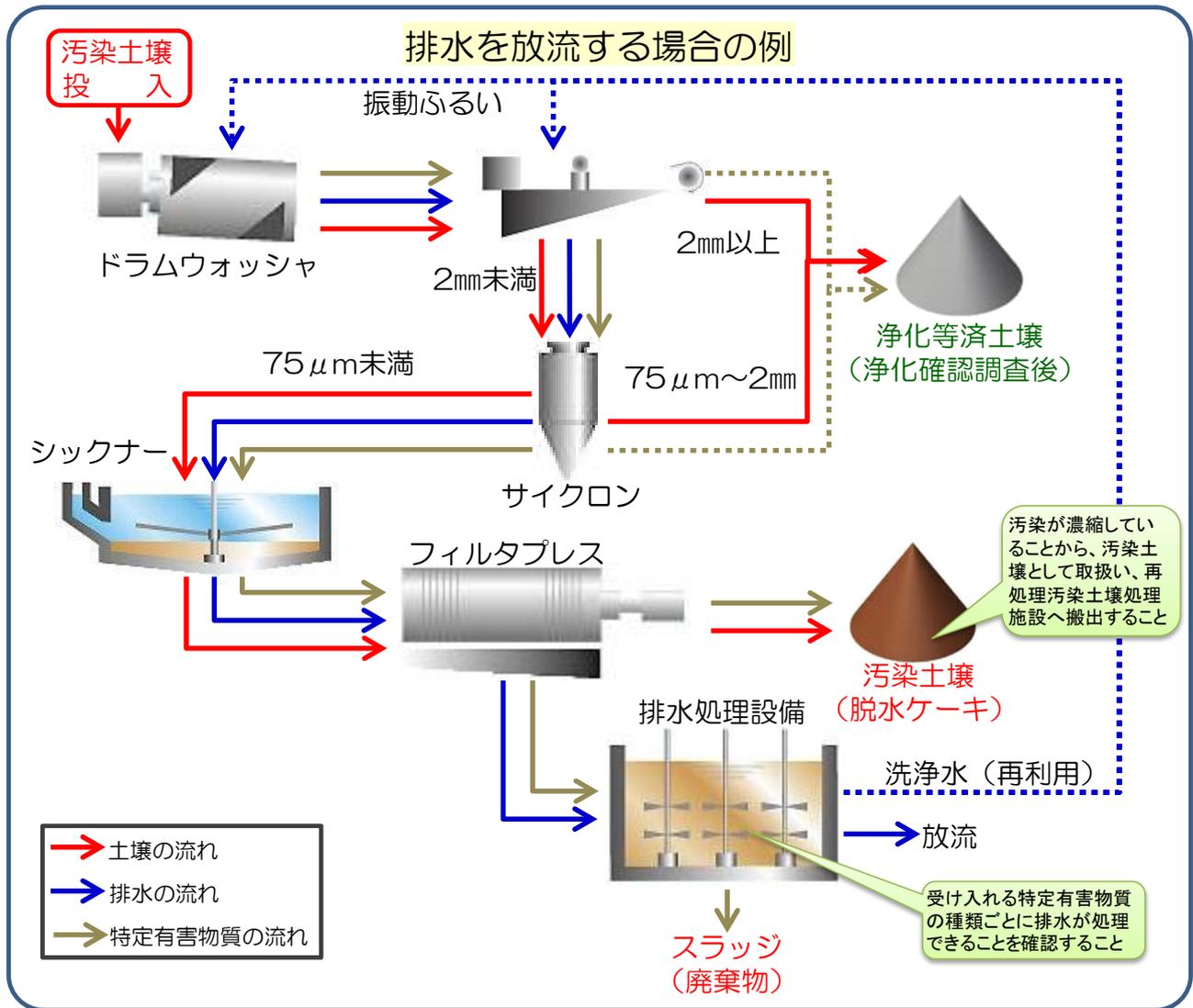
汚染土壌を機械を用いて洗浄・磨砕するとともに、粒径により分級して、特定有害物質が吸着している粒径区分を分離させる又は特定有害物質を洗浄液中に溶解させることにより、特定有害物質を土壌より抽出する方法である。

なお、第一種特定有害物質の場合、フェントン反応等の化学処理を併用することもある。

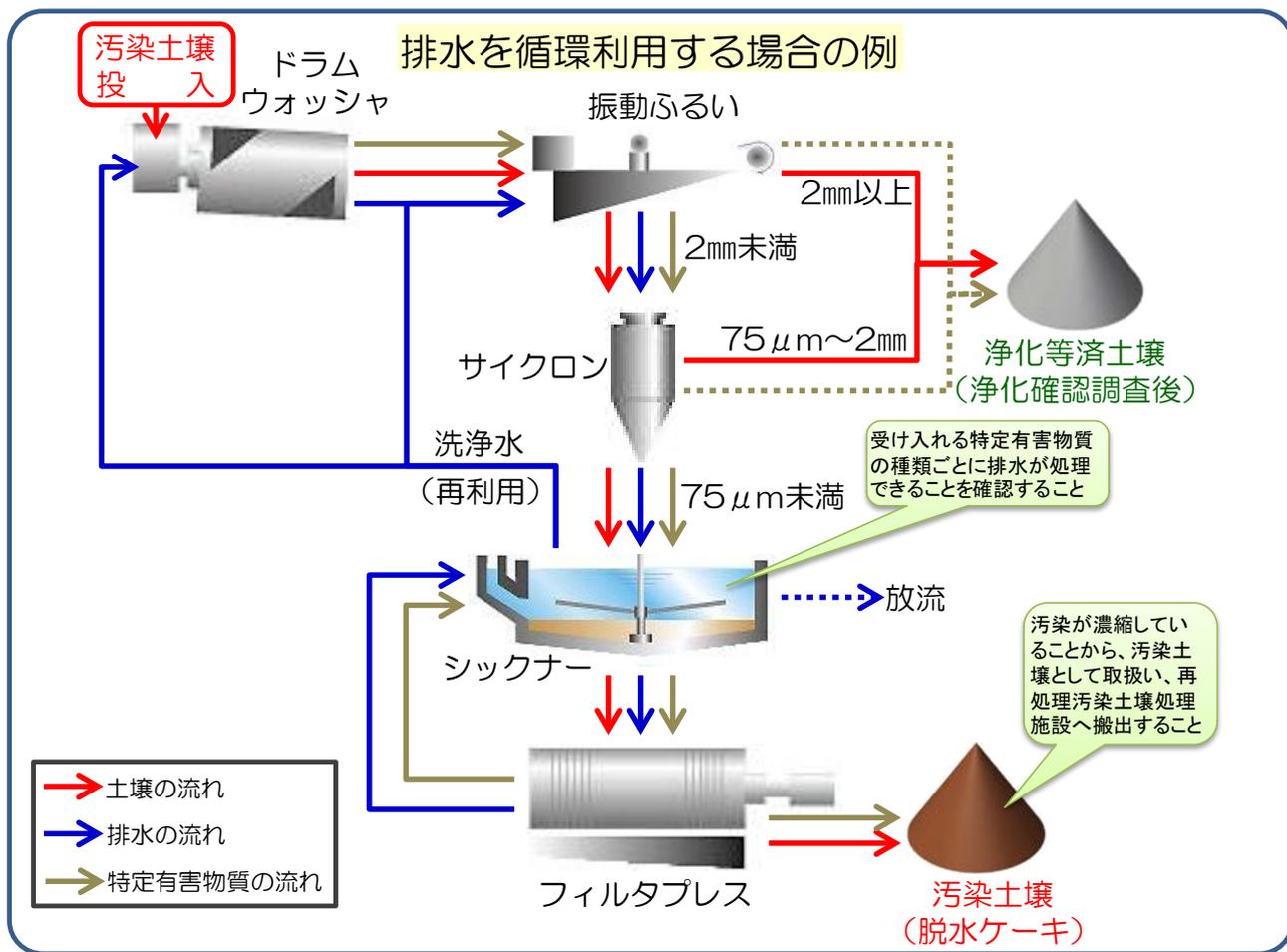


2.1.1 処理フロー

排水を放流する場合の処理フローの例を下記に示す。



排水を循環利用する場合の処理フローの例を下記に示す。



【土壌】

ドラムウォッシャに投入され洗浄・磨砕された後、振動ふるいで分級される。振動ふるいを通過した土壌はサイクロンによりさらに分級される。分級された砂礫は浄化確認調査により基準適合が確認された後、浄化等済土壌となる。ドラムウォッシャや振動ふるいの代わりにトロンメルやハイメッシュセパレータ等が用いられることもある。また、分級・洗浄性能を向上させるため、泡浮遊式分離装置や重力式分離装置が用いられることもある。

サイクロン等を通り、汚染が濃縮された細粒分はシックナーにおける凝集沈殿を経て、フィルタプレスやベルトプレスにより脱水ケーキとして排出される。

【特定有害物質】

フィルタプレス等で排出される脱水ケーキに濃縮する。第一種特定有害物質や水への溶解度の高い六価クロム、シアン化合物等は排水へ移行し、排水処理設備により回収する。

【排水】

ドラムウォッシャや振動ふるいでの洗浄水が排水として発生する。排水処理設備（シックナー等）にて特定有害物質が処理された後、場外へ排出される。また、排水処理後、再び洗浄水として利用されることもある。

【排ガス】

第一種特定有害物質及び水銀による汚染土壌を受け入れる施設では大気有害物質処理設備（活性炭吸着等）を通過して大気中に放出される。

2.1.2 処理することができる特定有害物質の種類

一般的な洗浄処理では、下記において「○」がついた特定有害物質の処理が可能である。「△」については、処理により排水側へ移行しやすい特定有害物質又は揮散しやすい特定有害物質として留意すべきものである。

| | | | | |
|-----|----------------|---|----------------|---|
| 第一種 | クロロエチレン | △ | 四塩化炭素 | △ |
| | 1,2-ジクロロエタン | △ | 1,1-ジクロロエチレン | △ |
| | 1,2-ジクロロエチレン | △ | 1,3-ジクロロプロペン | △ |
| | ジクロロメタン | △ | テトラクロロエチレン | △ |
| | 1,1,1-トリクロロエタン | △ | 1,1,2-トリクロロエタン | △ |
| | トリクロロエチレン | △ | ベンゼン | △ |
| 第二種 | カドミウム及びその化合物 | ○ | 六価クロム化合物 | △ |
| | シアン化合物 | △ | 水銀及びその化合物 | △ |
| | セレン及びその化合物 | ○ | 鉛及びその化合物 | ○ |
| | 砒素及びその化合物 | ○ | ふっ素及びその化合物 | ○ |
| | ほう素及びその化合物 | ○ | | |
| 第三種 | シマジン | ○ | チオベンカルブ | ○ |
| | チウラム | ○ | PCB | × |
| | 有機りん化合物 | ○ | | |

2.1.3 排水対策

処理により発生する排水について、以下の確認が必要である。

- 余剰水が発生し場外へ排出する場合は、排水処理設備が特定有害物質の種類毎に排水基準又は排除基準を満足できる設備であること
- 洗浄水を再利用する施設においては、再利用による二次汚染を防止する措置が講じられていること
- 第一種特定有害物質や水への溶解度が高い六価クロム、シアン化合物等の特定有害物質による汚染土壌を受け入れる施設の場合、当該物質は排水側へ移行することから、洗浄水を場外へ排出する場合は特定有害物質の処理が適正に行われていること
- 排水処理に伴って発生する特定有害物質を含む汚泥を、関係法令に従い適正に処分すること
- 特定有害物質による汚染状態が高い汚染土壌を受け入れた場合、排水が排水基準又は排除基準を満足していることを確認すること

2.1.4 排ガス対策

処理により発生する排ガスについて、以下の確認が必要である。

- 第一種特定有害物質及び水銀による汚染土壌を受け入れる施設では、保管及び処理に伴って揮散した当該物質について、許容限度を満足できる大気有害物質処理設備を備えていること
- 排ガス処理に伴って発生する特定有害物質を吸着した活性炭等を関係法令に従い適正に処分すること

- シアン化合物の排水処理において pH が酸性側になった場合、シアン化水素が発生することに留意すること

2.1.5 維持管理

適正な処理を継続して行うため、以下の確認が必要である。

- 受け入れる汚染土壌を適正に処理することが可能かどうか必要に応じて適用性試験を実施すること
- 特定有害物質の濃縮した細粒分（脱水ケーキ）は、再処理汚染土壌処理施設へ搬出すること。また、処理前土壌では基準に適合していた特定有害物質が処理により基準不適合となる可能性があることから、処理後土壌が再処理汚染土壌処理施設の受入基準に適合していること
- 第一種特定有害物質及び水銀による汚染土壌を受け入れる施設において、吸着による排ガス処理設備では、これらの特定有害物質が吸着飽和により処理されずに大気に放出されるおそれがあるため、活性炭等の交換時期等を設定すること
- 薬剤を用いて抽出する場合、pH の変化により処理前土壌に比べ土壌溶出量が増える場合があること
- 法対象外の基準不適合土壌を含めた処理の状況を 3 か月毎に自治体へ報告していること（処理業ガイドライン 「1.7 処理状況の報告及び情報公開」 参照）

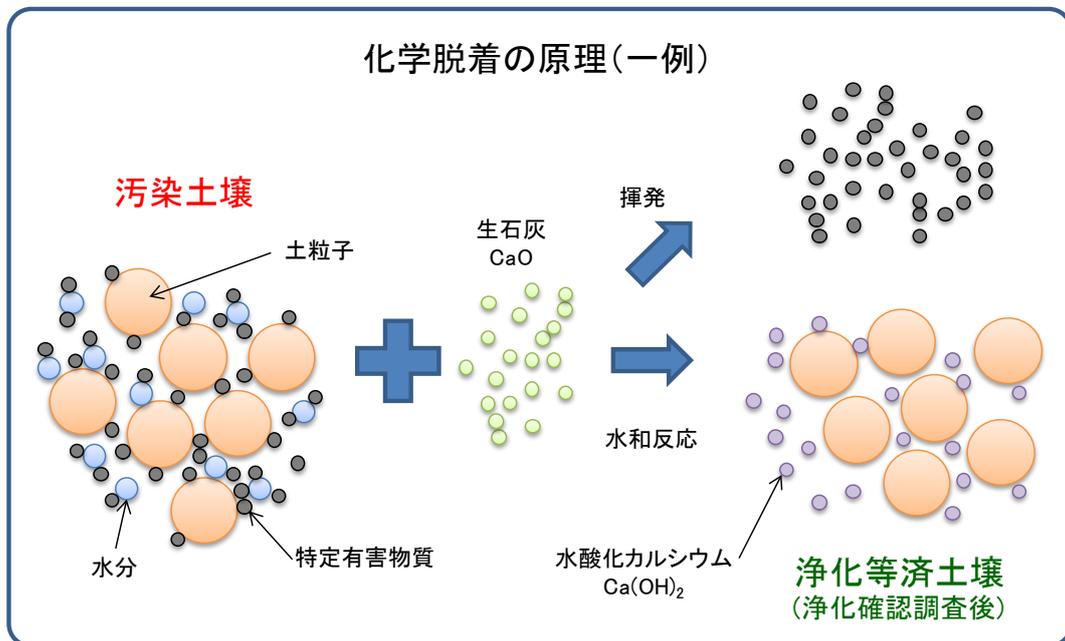
処理設備の例



| | | |
|------|----------------|---|
| 処理設備 | 飛散・揮散及び悪臭発散の防止 | 構造の種類 C: 建屋構造で外気と遮断+負圧管理+集じん機+除去設備 (保管設備からの運搬: ベルトコンベアをフードで覆う【写真左下】) |
| | 地下浸透の防止 | 構造の種類 E①: 厚さ 10 cm 以上のセメント・コンクリートの層 |
| | 流出の防止 | 措置の種類 J: 集水設備及び排水処理設備を設け、排水基準及び排除基準に適合させる(建屋構造であるため、雨水の浸入及び流出は無い) |

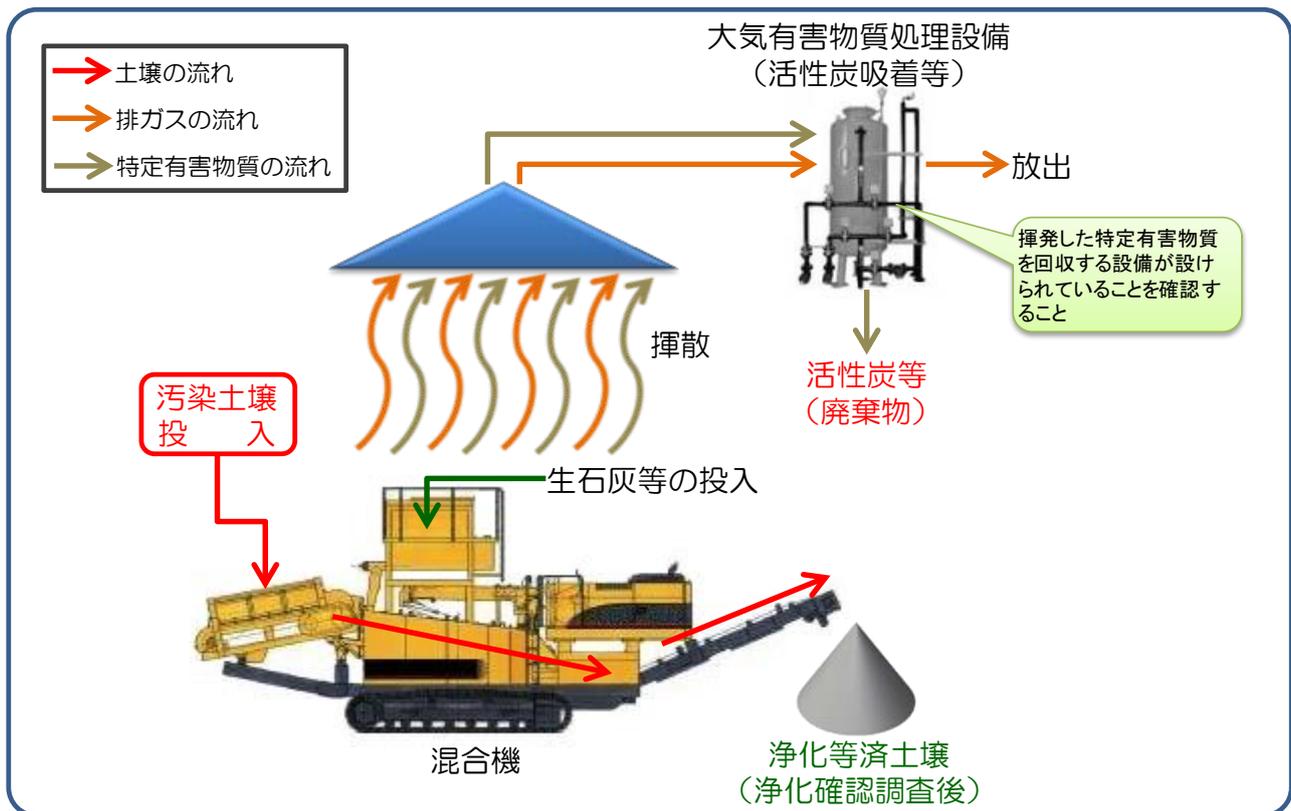
2.2 浄化等処理施設（浄化（抽出—化学脱着））

汚染土壌に薬剤（生石灰等）を混合し、水和熱により特定有害物質を土壌より揮散させ、抽出する方法である。



2.2.1 処理フロー

処理フローの例を下記に示す。



【土壌】

混合機に投入され、混合機内で生石灰等と攪拌・混合後、排出される。排出された土壌は浄化確認調査により基準適合が確認された後、浄化等済土壌となる。

【特定有害物質】

水和熱により揮散し、活性炭吸着等により捕集する。

【排水】

処理に伴い排水は発生しない。

【排ガス】

水和熱により揮散した特定有害物質を捕集する大気有害物質処理設備（活性炭吸着等）を通過して大気中に放出される。

2.2.2 処理することができる特定有害物質の種類

一般的な化学脱着では、下記において「○」がついた特定有害物質の処理が可能である。

| | | | | |
|-----|----------------|---|----------------|---|
| 第一種 | クロロエチレン | ○ | 四塩化炭素 | ○ |
| | 1,2-ジクロロエタン | ○ | 1,1-ジクロロエチレン | ○ |
| | 1,2-ジクロロエチレン | ○ | 1,3-ジクロロプロペン | ○ |
| | ジクロロメタン | ○ | テトラクロロエチレン | ○ |
| | 1,1,1-トリクロロエタン | ○ | 1,1,2-トリクロロエタン | ○ |
| | トリクロロエチレン | ○ | ベンゼン | ○ |
| 第二種 | カドミウム及びその化合物 | × | 六価クロム化合物 | × |
| | シアン化合物 | × | 水銀及びその化合物 | × |
| | セレン及びその化合物 | × | 鉛及びその化合物 | × |
| | 砒素及びその化合物 | × | ふっ素及びその化合物 | × |
| | ほう素及びその化合物 | × | | |
| 第三種 | シマジン | × | チオベンカルブ | × |
| | チウラム | × | PCB | × |
| | 有機りん化合物 | × | | |

2.2.3 排水対策

処理により発生する排水はないが、施設からの排水を公共用水域に排出する又は排除して下水道を使用する場合には、排水口における排水の水質を基準に適合させるために必要な排水処理設備及び排水の水質を測定するための設備が設けられていること。また、排水処理に伴って発生する特定有害物質を含む汚泥を関係法令に従い適正に処分すること。

2.2.4 排ガス対策

処理により発生する排ガスについて、以下の確認が必要である。

- 保管及び処理に伴って揮散した特定有害物質について、許容限度を満足できる大気有害物質処理設備を備えていること
- 処理に伴い発生する特定有害物質を吸着した活性炭等を関係法令に従い適正に処分すること
- 特定有害物質による汚染状態が高い汚染土壌を受け入れた場合、排ガスが許容限度を満足していることを確認すること

2.2.5 維持管理

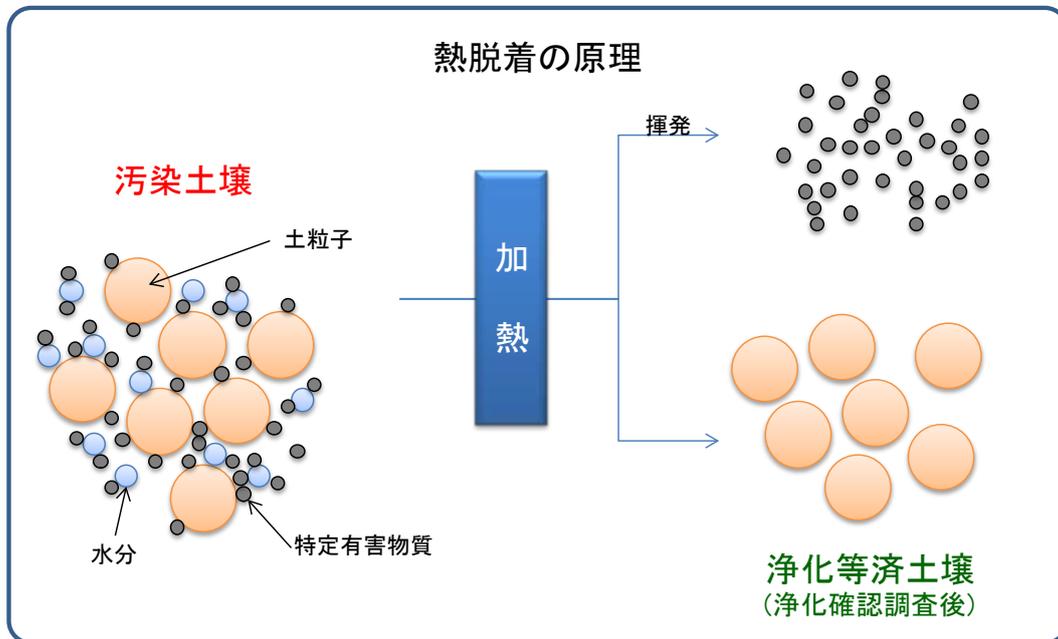
適正な処理を継続して行うため、以下の確認が必要である。

- 受け入れる汚染土壌を適正に処理することが可能かどうか、必要に応じて適用性試験を実施すること（有害な副生成物の発生の有無の確認、適正な薬剤添加量等の把握）
- 処理に伴う pH の変化により、汚染状態に関する基準に適合していた重金属等が基準不適合となる可能性のあること
- 吸着による排ガス処理では、吸着飽和により特定有害物質が処理されずに大気に放出されるおそれがあるため、活性炭等の交換時期等を設定すること

- 法対象外の基準不適合土壌を含めた処理の状況を 3 か月毎に自治体へ報告していること（処理業ガイドライン 「1.7 処理状況の報告及び情報公開」 参照）

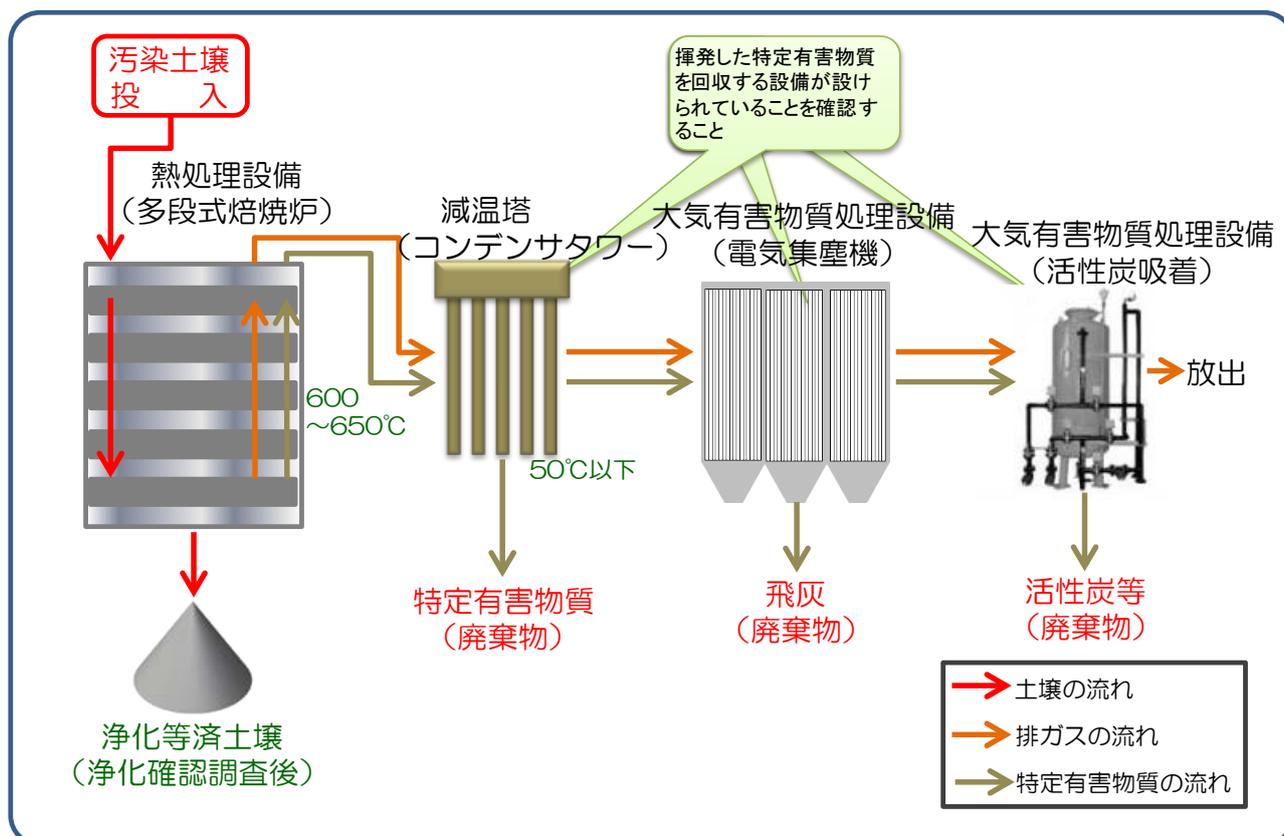
2.3 浄化等処理施設（浄化（抽出－熱脱着））

汚染土壌を特定有害物質が分解したり、土壌が溶融したりしない温度（水銀の場合 600～650℃）で加熱し、特定有害物質を土壌より揮散させ、抽出する方法である（温度によっては特定有害物質が分解することもある）。



2.3.1 処理フロー

処理フローの例を下記に示す。



【土壌】

熱処理設備（焙焼炉やロータリーキルン）に投入・加熱後、排出される。排出された土壌は浄化確認調査により基準適合が確認された後、浄化等済土壌となる。

【特定有害物質】

熱処理設備内で揮散し、減温塔で冷却され、飛灰は電気集塵機等により捕集する。気体となった特定有害物質は活性炭又は吸着剤等により捕集する。

【排水】

排ガスの洗浄や処理後土壌の冷却等で発生し、排水処理設備で処理した後、放流される。

【排ガス】

熱処理設備からの揮散後、特定有害物質を捕集する大気有害物質処理設備（減温塔、電気集塵機、活性炭又は吸着剤等）を通過して大気中に放出される。

2.3.2 処理することができる特定有害物質の種類

一般的な熱脱着では、「△」について、処理により揮散しやすい物質として留意すべきものである。

| | | | | |
|-----|----------------|---|----------------|---|
| 第一種 | クロロエチレン | △ | 四塩化炭素 | △ |
| | 1,2-ジクロロエタン | △ | 1,1-ジクロロエチレン | △ |
| | 1,2-ジクロロエチレン | △ | 1,3-ジクロロプロペン | △ |
| | ジクロロメタン | △ | テトラクロロエチレン | △ |
| | 1,1,1-トリクロロエタン | △ | 1,1,2-トリクロロエタン | △ |
| | トリクロロエチレン | △ | ベンゼン | △ |
| 第二種 | カドミウム及びその化合物 | × | 六価クロム化合物 | × |
| | シアン化合物 | × | 水銀及びその化合物 | △ |
| | セレン及びその化合物 | × | 鉛及びその化合物 | × |
| | 砒素及びその化合物 | × | ふっ素及びその化合物 | × |
| | ほう素及びその化合物 | × | | |
| 第三種 | シマジン | × | チオベンカルブ | × |
| | チウラム | × | PCB | × |
| | 有機りん化合物 | × | | |

2.3.3 排水対策

保管及び処理により発生する排水について、以下の確認が必要である。

- 施設からの排水を公共用水域に排出する又は排除して下水道を使用する場合には、排水口における排水の水質を基準に適合させるために必要な排水処理設備及び排水の水質を測定するための設備が設けられていること。また、排水処理に伴って発生する特定有害物質を含む汚泥を関係法令に従い適正に処分すること。

2.3.4 排ガス対策

処理により発生する排ガスについて、以下の確認が必要である。

- 第一種特定有害物質及び水銀による汚染土壌を受け入れる施設では、保管及び処理に伴って揮散した当該物質について、許容限度を満足できる大気有害物質処理設備が備わっていること
- 水銀による汚染土壌を受け入れる施設の場合には、前述のとおり、排出口における水銀の濃度が $0.05 \sim 0.2 \text{ mg/Nm}^3$ 以下となる処理方法（例えば、スクラバー＋活性炭）であること又は受け入れる汚染土壌の濃度の上限値を設定すること
- 水銀による汚染土壌を受け入れる施設であって、吸着剤による水銀除去を行う場合には、温度条件等、吸着剤の性能を十分に確保すること
- 処理に伴い発生する特定有害物質を含む飛灰、活性炭又は吸着剤等を関係法令に従い適正に処分すること
- 特定有害物質による汚染状態が高い汚染土壌を受け入れた場合、排ガスが許容限度を満足していることを確認すること

2.3.5 維持管理

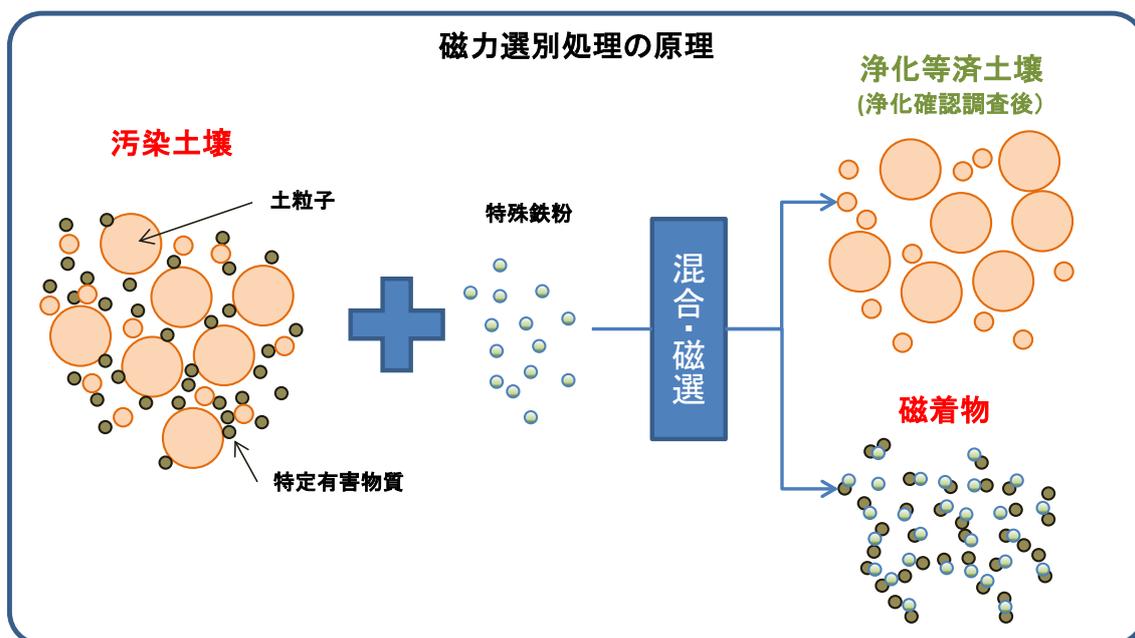
適正な処理を継続して行うため、以下の確認が必要である。

- 受け入れる汚染土壌を適正に処理することが可能かどうか、必要に応じて適用性試験を実施すること
- 吸着による排ガス処理では、吸着飽和により特定有害物質が処理されずに大気に放出されるおそれがあるため、活性炭又は吸着剤等の交換時期等を設定すること
- 法対象外の基準不適合土壌を含めた処理の状況を3か月毎に自治体へ報告していること（処理業ガイドライン 「1.7 処理状況の報告及び情報公開」参照）

2.4 浄化等処理施設（浄化（抽出－磁力選別））

土壤に磁性吸着剤（鉄粉等）を混合して、特定有害物質を鉄粉等に吸着させた後、これを磁石等で回収し、特定有害物質を除去する方法である。スラリー中で処理する湿式法と、有姿で処理する乾式法がある。回収した磁着物（汚染の濃縮した土壤）や、湿式法では脱水後のろ液が発生することから、別途これらを処理する必要がある。乾式法では、磁石等で回収する際、土壤を適度に乾燥する必要があるため、乾燥させる設備には飛散防止対策が必要である。適用対象は、ほう素を除く第二種特定有害物質である。

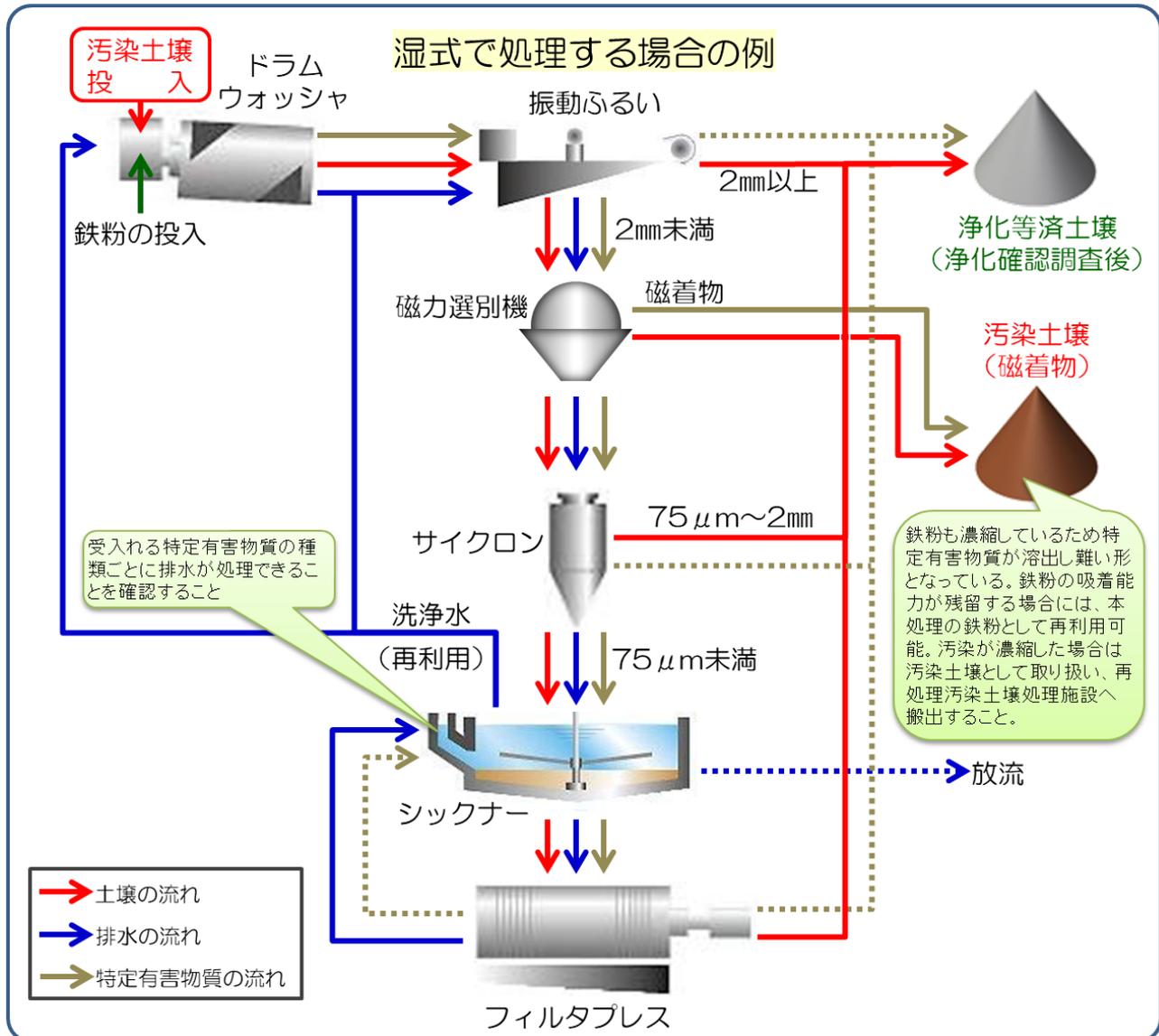
本処理は、可溶性の第二種特定有害物質の鉄粉への吸着を基本原理としているため、溶出量基準不適合土壤を対象としており、大幅な含有量の低減は期待できないので留意すべきである。ただし、土壤中の磁性粒子に特定有害物質が存在する場合には、含有量基準不適合土壤にも対応が可能である。



2.4.1 処理フロー

(1) 湿式処理の場合

湿式処理を採用した場合の処理フロー例を下記に示す。



【土壌】

ドラムウォッシャへ鉄粉とともに投入した土壌は洗浄・摩砕されながら、鉄粉が混合される。その後、振動ふるいによりふるいを通過した土壌（ 2mm 未満）は、磁力選別機にて磁着物と非磁着物スラリーに選別され、非磁着物スラリーはサイクロンによりさらに分級される。サイクロン等を通過した細粒分（ $75\mu\text{m}$ 未満）はシクナーにて固液分離され、フィルタプレスやベルトプレスにより脱水される。脱水した砂礫および細粒分は浄化確認調査により基準適合を確認した後、浄化等済土壌となる。ドラムウォッシャや振動ふるいの代わりにトロンメルやハイメッシュセパレータ等が、磁力選別機の代わりに比重選別機が用いられる場合もある。

サイクロン等を通過し、汚染が濃縮された細粒分はシクナーにおける凝集沈殿を経て、フィルタプレスやベルトプレスにより脱水ケーキとして排出される。

【特定有害物質】

可溶性の特定有害物質は鉄粉に吸着する等して、磁力選別機で選別された磁着物として排出され

る。鉄粉に吸着しきれない可溶性の特定有害物質は排水へ移行し、排水処理設備により回収される。磁着物に特定有害物質を吸着する余剰能力がある場合、鉄粉として再利用される場合もある。

【排水】

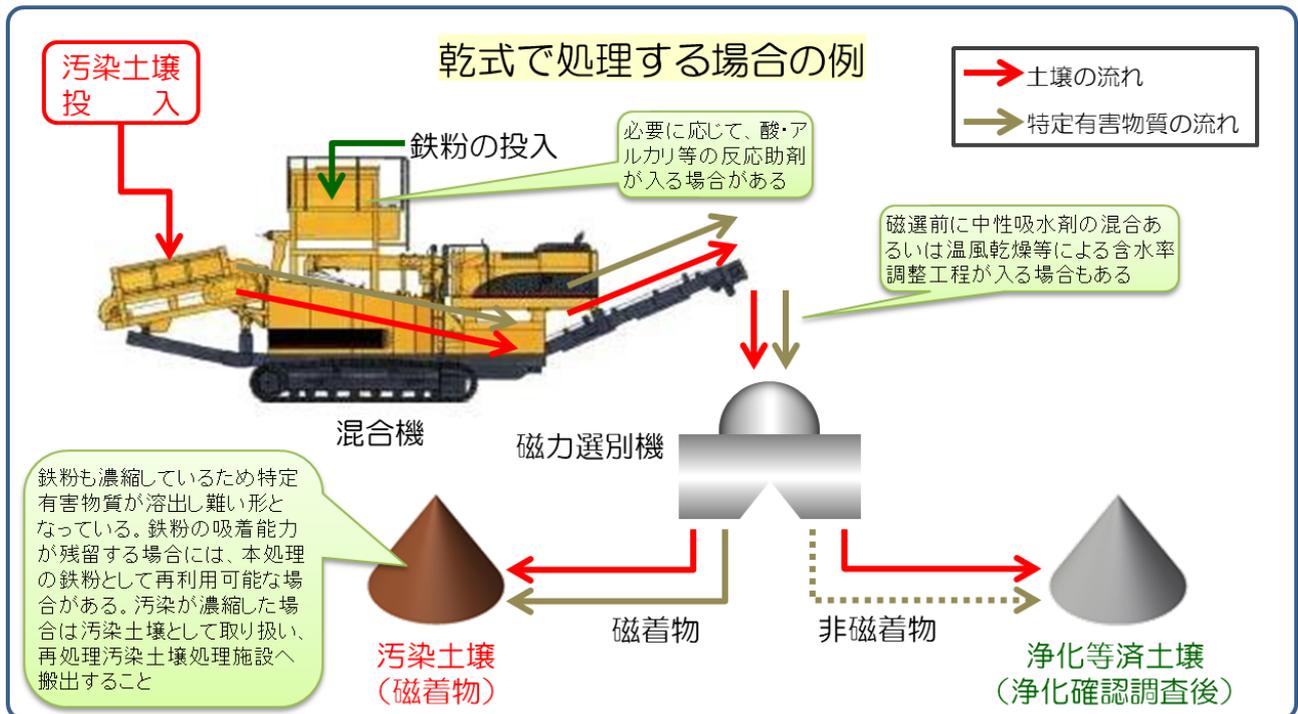
ドラムウォッシャや振動ふるいに用いた洗浄水が排水として発生する。排水処理設備（シックナー等にて特定有害物質が処理された際、場外へ排出される。また、排水処理後、再び洗浄水として利用されることもある。

【排ガス】

処理に伴い排ガスは発生しない。

(2) 乾式処理の場合

乾式処理する場合の処理フロー例を下記に示す。



【土壌】

土壌は鉄粉とともに攪拌機へ投入され混合される。その後、必要に応じて含水率調整工程を経た後、磁力選別機にて磁着物と非磁着物に分離される。非磁着物は浄化確認調査により基準適合を確認した後、浄化等済土壌となる。

【特定有害物質】

可溶性の特定有害物質は鉄粉に吸着する等して、磁力選別機で選別された磁着物として排出される。磁着物に特定有害物質を吸着する余剰能力がある場合、鉄粉として再利用される場合もある。

【排水】

処理に伴い排水は発生しない。

【排ガス】

処理に伴い排ガスは発生しない。

2.4.2 処理することができる特定有害物質の種類

磁力選別処理では、下記において「○」がついた第二種特定有害物質の処理が可能である。「△」がついた特定有害物質は、汚染状態や使用する鉄粉特性等により、処理が可能な場合もある。

本処理は、可溶性の第二種特定有害物質の鉄粉への吸着を基本原理としているため、溶出量基準不適合土壌が対象であり、大幅な含有量の低減は期待できないので留意すべきである。ただし、土壌中に賦存する磁性粒子に特定有害物質が賦存しており磁力で選別できる場合はこの限りではない。

| | | | | |
|-----|----------------|---|----------------|---|
| 第一種 | クロロエチレン | × | 四塩化炭素 | × |
| | 1,2-ジクロロエタン | × | 1,1-ジクロロエチレン | × |
| | 1,2-ジクロロエチレン | × | 1,3-ジクロロプロペン | × |
| | ジクロロメタン | × | テトラクロロエチレン | × |
| | 1,1,1-トリクロロエタン | × | 1,1,2-トリクロロエタン | × |
| | トリクロロエチレン | × | ベンゼン | × |
| 第二種 | カドミウム及びその化合物 | △ | 六価クロム化合物 | ○ |
| | シアン化合物 | ○ | 水銀及びその化合物 | × |
| | セレン及びその化合物 | ○ | 鉛及びその化合物 | ○ |
| | 砒素及びその化合物 | ○ | ふっ素及びその化合物 | ○ |
| | ほう素及びその化合物 | × | | |
| 第三種 | シマジン | × | チオベンカルブ | × |
| | チウラム | × | PCB | × |
| | 有機りん化合物 | × | | |

2.4.3 排水対策

(1) 湿式処理の場合

洗浄処理と同様に、処理により発生する排水について、以下の確認が必要である。

- 余剰水が発生し場外へ排出する場合は、排水処理設備が特定有害物質の種類毎に排水基準又は排除基準を満足できる設備であること
- 洗浄水を再利用する施設においては、再利用による二次汚染を防止する措置が講じられていること
- 水への溶解度が高い六価クロム、シアン化合物等の特定有害物質による汚染土壌を受け入れる施設の場合、当該物質は排水側へ移行することから、洗浄水を場外へ排出する場合は特定有害物質の処理が適正に行われていること
- 排水処理に伴って発生する特定有害物質を含む汚泥は、関係法令に従い適正に処分すること
- 特定有害物質による汚染状態が高い汚染土壌を受け入れた場合、排水が排水基準又は排除基準を満足していることを確認すること

(2) 乾式処理の場合

処理により発生する排水はないが、施設からの排水水を公共用水域に排出する又は排除して下水道を使用する場合には、排水口における排水の水質を基準に適合させるために必要な排水処理設備及

び排水の水質を測定するための設備が設けられていること。また、排水処理に伴って発生する特定有害物質を含む汚泥を関係法令に従い適正に処分すること。

2.4.4 排ガス対策

処理により発生する排ガスはないが、以下の確認が必要である。

- シアン化合物の排水処理において pH が酸性側になった場合、シアン化水素が発生することに留意すること

2.4.5 維持管理

適正な処理を継続して行うため、以下の確認が必要である。

- 受け入れる汚染土壌を適正に処理することが可能かどうか必要に応じて適用性試験を実施すること
- 湿式処理の場合、特定有害物質の濃縮した細粒分（脱水ケーキ）は、再処理汚染土壌処理施設へ搬出すること。また、処理前土壌では基準に適合していた特定有害物質が処理により基準不適合となる可能性があることから、処理後土壌が再処理汚染土壌処理施設の受入基準に適合していること
- 乾式処理の場合、特定有害物質を吸着した鉄粉混じり土壌は、再処理汚染土壌処理施設へ搬出すること
- 薬剤を用いて抽出する場合、pH の変化により処理前土壌に比べ土壌溶出量が高くなる場合があること
- 酸・アルカリ等を使用する場合、劇物、危険物に指定されているものもあるため、毒物及び劇物取締法等の関係法令を遵守すること
- 法対象外の基準不適合土壌を含めた処理の状況を 3 か月毎に自治体へ報告していること（処理業ガイドライン 「1.7 処理状況の報告及び情報公開」 参照）

処理設備（乾式処理）の例



| | | |
|------|--------------------|--|
| 処理設備 | 飛散・揮散及び 悪臭発散の防止 | 構造の種類B:フード等で外気と遮断できる構造。ベルトコンベア乗継部に局所集塵機設置。 |
| | 地下浸透の防止 | 構造の種類E①:厚さ10cm以上のセメント・コンクリート層 |
| | 流出の防止 | 構造の種類J:集水設備を設け、排水基準および排除基準に適合させる(雨水が汚染土壌と接触するおそれがある) |