

土砂系混合物（津波堆積物）の処理

【基本的事項】

- ・ 土砂系混合物とは、土砂崩れの土砂、津波及び洪水等により堆積した土砂・砂泥等を主体とする混合物であり、津波堆積物、土砂災害による堆積物のほか、災害廃棄物等の処理工程で発生するふるい下などがあげられる。
- ・ このうち東日本大震災で大量に発生した津波堆積物は、主成分である砂泥の他に、陸上に存在していた様々なものを巻き込んでいる。そのため、性状や組成が一様ではなく、人の健康や生活環境への影響が懸念されるものが含まれる可能性があり、取扱いには十分注意を払う必要があった。
- ・ 「東日本大震災津波堆積物処理指針」（平成 23 年 7 月 13 日）に基本的な考え方や留意事項がまとめられている。
- ・ 土砂系混合物（津波堆積物）は、有機物や泥状物を含んでいることが多く腐敗による臭気や乾燥による粉じんが発生する恐れがあるため、迅速な撤去が必要である。撤去が困難な場合は、消石灰等の薬剤を散布・混合する等の応急的対策を講ずる。

【津波堆積物の処理フロー】

東日本大震災の経験を踏まえると、津波堆積物の迅速かつ適正な処理を進めるためには、その組成に応じた処理の流れを適用することが必要である。処理フローは下図の通りである。

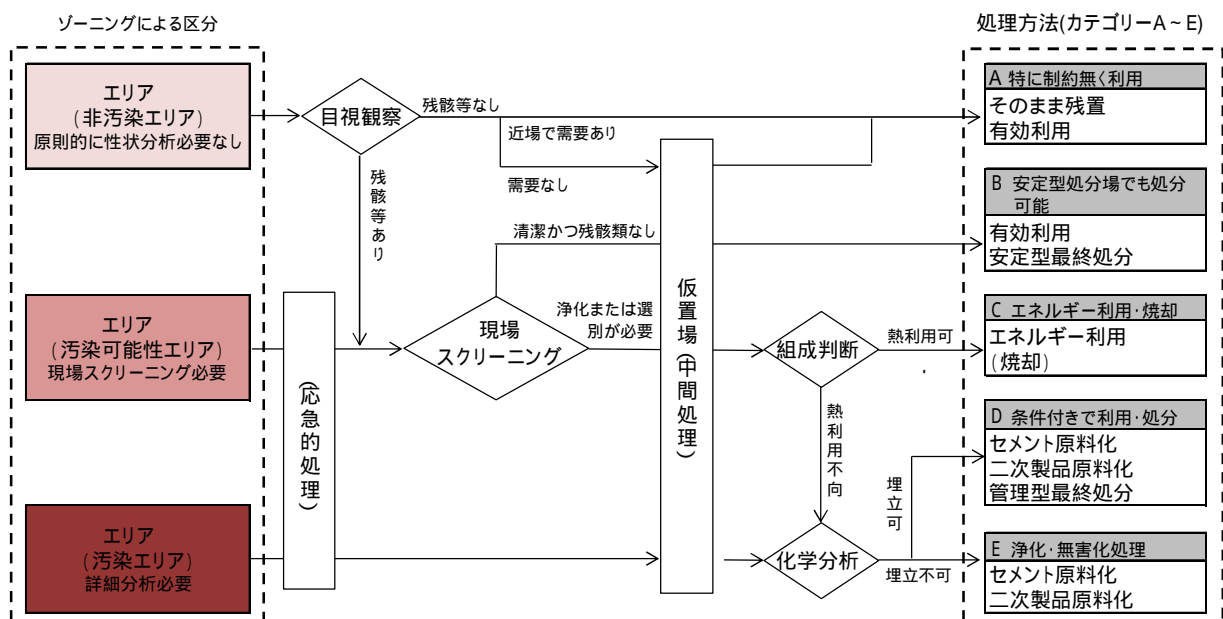


図 1 津波堆積物の処理フロー

【技 24-13】

(1) ゾーニングによるエリア区分に応じた処理フロー

ゾーニングにより津波襲来地をエリア（非汚染エリア）、エリア（汚染可能エリア）、エリア（汚染エリア）の 3 つに区分する。該当するエリア区分は、地域特性及び現地確認により推定する。

[エリアの判断基準]

エリア ... 残骸等や有害物質等を含まない清潔な砂礫類と考えられる地域

エリア ... 残骸等を含み、有機物、有害な化学物質及び危険物を含む可能性があるとして判断された地域

エリア ... 有害な化学物質や危険物を含む可能性が高いと判断された地域

エリア

- ・エリアの津波堆積物は、生活環境及び人の健康への影響が懸念される化学物質等が含まれていない可能性があり、目視観察の結果により清潔な砂礫類のみであれば、そのまま有効利用できる。(カテゴリー A)

【留意点】

- ・清潔な砂礫類等は、近場で需要があれば仮置場を経由せずに直接利用先に運搬しても良い。また、堆積場所の土地利用状況によっては、そのまま残置することも可能である。

エリア

- ・エリアの津波堆積物は、現地での簡易測定等による現場スクリーニングを行い、組成・性状分類を行う
- ・現場スクリーニングの結果、有害物質や有機物、石綿等が含まれないものは、仮置場にて選別や粒度調整した後、盛土材や埋戻材として有効利用するか、もしくは最終処分場で処分する。(カテゴリー B)
- ・取扱いに注意が必要と判断された場合は、仮置場にて適切な分別を行い、目視等により、有機物を多く含む焼却処理が可能とみなされるものは、エネルギー利用施設等で焼却処理を行う。(カテゴリー C)
- ・取扱いに注意が必要かつ焼却処理が困難とみなされるものについては、化学分析を行い、必要に応じて無害化処理等を行う。(カテゴリー D)
- ・化学分析の結果、埋立基準を超過すると判断されたものについては、浄化処理や熱処理等を行い、再利用等を図る。(カテゴリー E)

エリア

- ・エリアの津波堆積物は、目視観察や現場スクリーニングをせずにそのまま仮置場に搬入して適切に分別する。
- ・仮置場に搬入されたものは化学分析を行い、結果に応じて浄化処理や熱処理等により無害化し、再利用等を図る。(カテゴリー D・E)

【留意点】

【技 24-13】

- ・津波堆積物の中間処理は、撤去現場における分別・選別後、撤去現場又は仮置場においてカテゴリー分類を行った上で、カテゴリーに応じて実施する。また、中間処理の際に分別・選別で発生する残骸類は種類に応じて適正処理する必要がある。
- ・油や化学薬品等で汚染の疑われる津波堆積物は、他の堆積物と分けて取り扱うことが必要である。

(2) 仮置場に搬入する前の応急的対策

- ・ヘドロ状の津波堆積物は、生活環境保全上の支障となるおそれがあり、速やかな撤去が望まれるが、大量かつ広範囲に分散した堆積物を短期間に全て撤去することは困難なため、仮置場にて集積する前に応急的に腐敗や粉じん飛散を防止し、団粒化により取り扱いやすくする対策が必要となる。
- ・下表の資材を現場の状況に合わせて適宜組み合わせ、人力やパワーショベル等の重機で散布、混合する。いずれも予備試験を行い、混合状況やアンモニア発生等を確認しながら、目的が達成できる配合割合を決めることが望ましい。
- ・作業前には、防塵マスク、防護メガネ及びナイロン製の作業服を着用する。
- ・消毒を急ぐ場合は消石灰を用い、臭気発生を防止する場合はゼオライトや消臭剤等を散布する。

表 1 堆積物（修正前）の応急的対策に使える資材例

	アルカリ化 (消毒)	臭気対策	泥状の場合： 団粒化	粉じん発生抑制、 加湿による団粒化	備 考
消 石 灰	過剰散布による アンモニア臭の 懸念あり		有効、ただし有 機物多い場合ア ンモニア発生に 注意		アンモニア大量発生を避 けるため予備試験で添加 量を決定
倒木をチップ 化したもの					
紙シュレツダ ークズ			有効（吸水）		事務所、大学等で発生
ゼ オ ラ イ ト		アンモニア臭除 去(重金属吸着)			秋田、山形、福島、栃 木県で産出(県、ゼオ ライト協会へ要問合せ)
お が く ず			有効（吸水）		木材加工場等で発生
石 粉			有効（吸水）		採石場等で発生
ペーパースラ ッジ炭					
石 膏					予備試験必要(泥に対して 数%；石灰と併用可)
普通セメント、 高炉B種セメ ント、セメント 系固化剤	混合時にアンモ ニア臭懸念				予備試験必要(泥 1m あた り 50-100kg)
製 鋼 ス ラ グ	過剰散布でアン モニア臭懸念				鉄鋼スラグ協会が用意可 能
石 炭 灰				セメントと併用	予備試験必要(泥 1m あた り 400kg 程度)

出典：「災害廃棄物分別・処理業務マニュアル」(2013年、廃棄物資源循環学会)

【土砂系混合物（津波堆積物）の中間処理】

前項で津波堆積物を対象に発生地点のゾーニング及び仮置場に搬入する前の応急対策について整理したが、本項では、津波堆積物を含む土砂系混合物を対象に二次仮置場での中間処理について整理する。

(1) 中間処理フロー

- ・東日本大震災では大量の土砂系混合物（津波堆積物）が二次仮置場で中間処理され、多くは再生資材として公共事業等に利用された。各処理区での中間処理フローを集約すると以下の通りである。
- ・改質・調整工程については、選別の前工程もしくは後工程で実施されるが、処理区によってその内容は異なっており、土砂系混合物の特性や受入先の品質基準等に応じて選択する必要がある（以下では、改質・調整オプションフローと称す。）

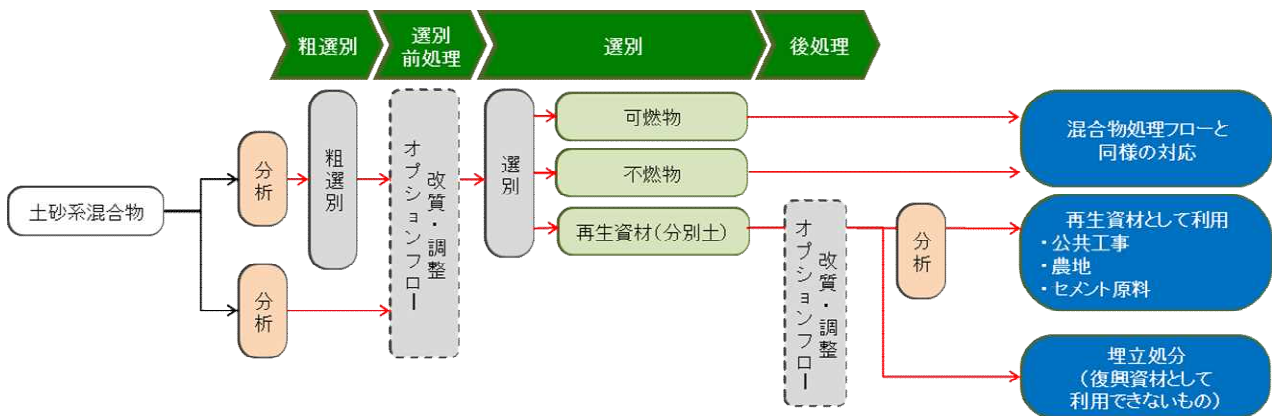


図 2 土砂系混合物（津波堆積物）の中間処理フロー

表 2 土砂系混合物の改質・調整オプションフロー

目的	処理フロー	使用薬剤・処理方法
作業工程	粗選別 → 選別前処理 → 選別 → 後処理	
粘性低減・含水率低減	粗選別 → 改質材添加 → 選別	セメント系固化材、石膏系固化材、石灰系固化材、リサイクル型固化材、高分子系改質材、カルシア改質材
不溶化	粗選別 → 選別 → 不溶化材の添加	マグネシウム系固化材
洗浄	粗選別 → 選別 + 洗浄 → 洗浄排水の処理	湿式(水処理)による洗浄
セメント原料化(除塩)	粗選別 → 選別 → 除塩	水洗による除塩処理

改質・調整方法には、品質の異なる材料を混合して調整する成分調整という方法もある。

(2) 中間処理技術

- ・改質・調整オプションフローについて、使用薬剤や処理方法等の処理技術の例を以下に整理する。

粘性低減・含水率低減

- ・粗選別の後、その後の選別を効率化するため、固化材・改質材を添加して攪拌混合することで、粘性低減・含水率低減することがある。
- ・なお、また、再生資材を農地にて使用する場合には、改質材を入れると農地にて利用できない点に留意が必要である。

不溶化

- ・砒素、フッ素、ホウ素等を含有している場合、その不溶化のためにマグネシウム系固化材を用いることがある。

洗浄

- ・砒素、フッ素、ホウ素、重金属等で汚染されている場合、洗浄を行う。湿式篩による処理の後に洗浄を行うケースや、選別工程にて洗浄と湿式分級を同時に行うケースがある。
- ・なお、再生資材を農地にて使用する場合には、土壌成分として有効なシルト・粘土分を除去しないことが求められるため、洗浄はできないという点に留意が必要である。

セメント原料化（除塩）

- ・セメント原料となる土砂系混合物については、選別処理の後、セメント工場等において除塩処理が必要である。除塩方法は水洗処理が一般的であり、その際の排水処理を行う。

表 3 粘性低減・含水率低減の処理技術

分類		特徴	使用上の注意点、課題
固化材	セメント系 固化材	<ul style="list-style-type: none"> 普通ポルトランドセメント 高炉セメント セメント系固化材 	<ul style="list-style-type: none"> 発熱による処理のためバッチ処理となり養生時間必要。 処理物、残渣がアルカリ性になるため再生材として使用に制限を受ける。 六価クロムの溶出に留意。
	セメント石 灰 複合系 固化材	<ul style="list-style-type: none"> セメントの水和反応による熱を利用して水分を蒸発させる。 セメントを固化材として用いる場合は普通セメント、高炉セメントが多く用いられた。セメントを固化材として用いる場合の主な対象土質は砂質系の津波堆積物。 主な対象土質が、高含水泥状物、高有機質土等の場合は、セメント系固化材が用いられた。 近年、改良後短時間(数十分～数時間)で安定処理することを目的とした速硬性セメント系固化材や散布、混合・攪拌時の粉塵の発生を抑えた、発じん抑制型セメント系固化材等が開発されている。 	
	石膏系 固化材	<ul style="list-style-type: none"> 脱硫石膏 廃石膏(パージン) 石膏石灰系固化材 	<ul style="list-style-type: none"> 高含水対象物の改質時には泥化する可能性がある。
	石灰系 固化材	<ul style="list-style-type: none"> 生石灰 消石灰 石灰系固化材 	<ul style="list-style-type: none"> 処理物、残渣がアルカリ性になるため再生材として使用に制限を受ける。 発熱するので火災防止のための温度管理が必要
	リサイクル 型固化材	<ul style="list-style-type: none"> 石炭灰 ペーパースラッジ灰 廃石膏(リサイクル) 	<ul style="list-style-type: none"> 材料自体の吸水性により水分調整を行う。 製紙スラッジ焼却灰は非常に軽く、高高度吸水性が高い。 石膏は中性であり、従来利用されてきた強アルカリ性のセメント系固化材や石灰に比べ改質後の pH の変動もない。
改質材	高分子系 改質材	<ul style="list-style-type: none"> 高分子の吸水性により水分を調整。 液体のため攪拌時の粉塵発生が少ない。 中性のため改質後の pH の変動が無い。 養生時間不要で連続処理が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 液体で添加量が少量のため、均一な散布攪拌に注意必要 アクリルアミドを含む場合は排水基準を確認
	カルシウム 改質材	<ul style="list-style-type: none"> 転炉系製鋼スラグを原料とし、成分管理と粒度調整を施した材料。 回転式破碎混合機にて破碎混合。 カルシウム改質材の吸水作用により水分を調整。 他の改質材に比べて多めの添加量(～40%) 	<ul style="list-style-type: none"> 改質土はアルカリ性となり使用に制限を受ける。 混合比が高く総量が増える。

出典：泥土リサイクル協会 ホームページ <http://www.deido-recycling.jp/E3system/kokazai01.htm>

新日鉄住金技法第 399 号「カルシウム改質土の基本特性」 <http://www.nssmc.com/tech/report/nssmc/pdf/399-10.pdf>

ジオサプライ合同会社ホームページ

<http://www.geosupply.jp/2013/01/04/%E5%9C%9F%E5%A3%8C%E6%94%B9%E8%89%AF%E6%9D%90%E3%81%AB%E3%81%A4%E3%81%84%E3%81%A6/>

表 4 不溶化のための固化材の特徴

分類	特徴	使用上の注意点、課題
マグネシウム系 固化材	<ul style="list-style-type: none">• 土壌に添加すると、石灰類に見られるポゾラン反応と同様の作用が長期間にわたって起こり、低アルカリ域で耐久性のある硬化物が生成され固化する。• 重金属等により汚染された土壌全般に対して優れた不溶化効果を発揮する。• 長期安定性を考慮した際には、セメント系固化材・石灰系固化材については、酸性雨の侵食による中性化にともなって強度が減少するという課題があるが、マグネシウム系固化材はそれほど強度が減少しないという特徴がある。	<ul style="list-style-type: none">• 初期強度が弱いですが、日数経過により強度が向上する。