

第4項 破碎選別施設

(1) 概要

被災地や市町一次仮置場から市町二次仮置場に搬入した段階で、重機によって大きなコンクリートくずや柱・角材、鉄筋を主とした金属くず等は除去（粗分別）され、可燃系・不燃系混合物等に分別されています。二次仮置場（県設置）では、破碎選別ラインを設置し、受入先が求める基準に適合するよう処理します。

① 分別・選別の区分

二次仮置場（県設置）では、可燃物、不燃物、その他（家電、有害・危険ごみ、アスベスト、石膏ボード等）に分別し（表2-3-5参照）、破碎選別を行い、リサイクルや残渣の焼却等を行います。

表2-3-5 二次仮置場（県設置）における災害廃棄物の主な選分別区分

分類	主なもの
可燃物(できるだけ分けけて)*	柱・角材、廃プラスチック類、廃タイヤ、可燃粗大ごみ(家具、畳、ふとん、マットレス等)、衣類等
可燃系混合物	木くず等
不燃物*	コンクリートがら、アスファルトがら、ガラス・陶磁器くず、瓦くず等
不燃系混合物	土砂や上記不燃物中心の混合物
津波堆積物	津波堆積物、土砂等
金属くず*	金属製の棚や自転車等のくず
処理困難廃棄物	高圧ガスボンベ、ガソリン・灯油等タンク、農薬・化学薬品、消火器、アスベスト含有廃棄物、石膏ボード、PCB含有廃棄物、フロンガス封入機器、感染性廃棄物 ※標識を立てて分別保管
家電	家電製品(テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコン、パソコン、電子レンジ等) ※特に家電リサイクル法対象製品
自動車等	自動車、バイク

※個別品目は市町二次仮置場から直接、リサイクル等を行います。混合物から分別されたものや、市町二次仮置場で、長期間の保管が難しいものなどについては、二次仮置場（県設置）でも、適正に分別保管できるように、ヤードを確保します。

② 破碎選別作業

災害廃棄物の状態を確認し、対象物や目的に合わせて以下のとおり、重機や破碎選別機を設置します。破碎選別用の重機等の種類は、資料編 p.47 に示します。

- ・ 混合廃棄物処理設備である「風力付選別機」で選別処理を行ない、重いもの、細かいもの（細粒物）、軽いもの（可燃物）に分別します。重いものは、さらにライン上で手選別を行い、木くず、コンクリート殻、鉄類及び非鉄類に選別します。手選別できないものについては、破碎機で破碎し、再度、混合廃棄物（混廃）処理設備を通して可燃、不燃の別に選別します。細かいものは、比重選別機により、再度、重いもの、軽いもの、細かいものに選別します。
- ・ 分別では除去できない付着土砂や堆積物、金属粒子等の不燃物は、乾式／湿式比重分離（プールへの投入等）や磁選別、あるいはサイズによるふるい選別（トロンメル等）により除去することとします。除去された不燃物は、セメント資源化や最終処分場で埋立を行います。なお、埋立を行う場合、少量の木材等の可燃物や有機物を含むと考えられるため、管理型最終処分場とします。

③ 構成機器

二次仮置場（県設置）における破碎選別1ライン当りの使用機械例を表2-3-6に、破碎選別ラインの計画処理量を表2-3-7に示します。

なお、木くず及びコンクリートの破碎については、既存の産業廃棄物処理施設で行うこととします。

表2-3-6 二次仮置場（県設置）における破碎選別1ライン当りの使用機械例

処理ライン	機械	能力・型式	台数	備考
混合廃棄物 破碎・選別ライン	バックホウ	0.8m ³ 級	1台	バケット
	バックホウ	0.8m ³ 級	3台	フォーク
	バックホウ	0.8m ³ 級	1台	マグネット
	回転ふるい機		1台	例:MKT511
	2軸破碎機		3台	例:HB-390Ⅱ
	自走式スクリーン	二段デッキ	1台	
	自走式スクリーン	一段デッキ	1台	
	自走式コンベア		1台	
	ベルトコンベア		9台	
	ピッキングライン		1台	
屋外テント	25W × 150L × 6.5H	1棟	風荷重 30m/s 積雪荷重 4200N/m ²	

表2-3-7 破碎選別ラインの計画処理量

設置箇所	1ライン処理量	概略占用面積
混合廃棄物破碎選別	600t/日	2.5ha

第5項 仮設焼却炉

(1) 概要

既存焼却施設のみでは処理能力が不足する場合には、仮設焼却炉を設置します。仮設焼却炉の規模は、廃棄物量と処理期間のバランス、そして発災直後の既存施設の処理能力等を考慮して設定します。その際、旧炉の再稼働やバイオマスボイラーの活用についても検討します。

仮設焼却炉の建設地は、既存インフラ（水道、電気等）が活用できることなどから、既往焼却施設の敷地内及び隣地を有力な候補地として選定しますが、処理ニーズにより二次仮置場等に建設する場合があります。

(2) 方式と特徴

仮設焼却炉の方式と、それぞれの特徴を表 2-3-8 に示します。

表 2-3-8 仮設焼却炉の方式と特徴

方式	焼却時の特徴	留意事項
ロータリー キルン炉	<ul style="list-style-type: none"> ・高発熱量や燃焼により流動性がある廃棄物の焼却に適している。 ・現場のオペレーションが比較的容易。 ・比較的大きな廃棄物の焼却が可能。 ・燃焼の滞留時間を十分確保できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃木材や湿った紙くず等は、炭化物やクリンカ(無機態の焼結物)が発生する可能性がある。 ・クリンカ対策等からキルンの直径が2m以上必要となり、1炉当たりの焼却規模は100t/日程度が適当。 ・投入サイズ[※]は、前面部に機器が配置されると、開口部が小さくなる。 ・攪拌性能や排ガス量、温度、性状の変動に注意が必要。 ・水噴射式のガス冷却設備は、排ガス量が多くなる。
ストーカ式 炉(固定床 炉を含む)	<ul style="list-style-type: none"> ・燃焼空気供給や攪拌性能から、比較的高発熱量から低発熱量の廃棄物まで、幅広く安定した焼却処理が可能。 ・ストーカ式炉の場合、投入サイズ[※]については、大きな廃棄物でも投入可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・クリンカの生成を抑えるため、より低残渣率の焼却が良い。 ・固定床式は攪拌効果が少ないため前処理として破砕機により150mm以下程度にする。 ・性状変動を考慮して、助燃装置を設ける。 ・火格子への噛み込み、磨耗、損傷及び脱落に注意が必要。



▲石巻ブロックのストーカ炉



▲石巻ブロックのロータリーキルン

※焼却可能な廃棄物の大きさは、炉への投入方法や炉内シール構造によって変わる。

(3) 仮設焼却炉の設置

仮設焼却炉設置に必要な面積と処理施設規模の関係を表2-3-9に示します。

発災からすべての災害廃棄物の処理を3年で終了するとした場合、地震の規模によって必要とされる処理能力及び設置基数は、表2-3-10に示すとおりです。

表 2-3-9 仮設焼却炉施設規模と必要面積の関係

規模 (t/日)	炉の数 (t/日×基数)	必要面積				1000t/日換算必要面積	
		全体 (m ²)	内、受入れヤード (m ²)	内、焼却炉 (m ²)	内、搬出焼却灰 (m ²)	(ユニット×全体)(m ²)	
5	5 × 1	675	50	400	225		
50	25 × 2	5,350	500	2,600	2,250		
100	50 × 2	9,000	1,000	3,500	4,500	10 ×	9,000 = 90,000
200	100 × 2	14,500	2,000	3,500	9,000	5 ×	14,500 = 72,500
300	150 × 2	21,540	3,000	5,040	13,500	4 ×	21,540 = 86,160
400	200 × 2	27,040	4,000	5,040	18,000	3 ×	27,040 = 81,120
500	250 × 2	32,500	5,000	5,000	22,500		
1,000	250 × 4	65,000	10,000	10,000	45,000	1 ×	65,000 = 65,000
						平均	79,000

表2-3-10 仮設焼却炉の設置基数等

		L1	L2	養老-桑名-四日市 断層帯	頓宮断層	布引山地東縁 断層帯
焼却 必要 量 (千トン)	北勢	—	211	106	—	—
	中勢	—	260	—	—	—
	伊賀	—	0	—	—	—
	伊勢志摩	—	433	—	—	—
	東紀州	—	83	—	—	—
設置基数(基)		—	100t/日×2基 200t/日×2基 250t/日×6基	100t/日×2基	—	—
必要面積(m ²)		—	139,040	14,500	—	—

注)処理に要する期間を3年(年間210日、実稼働2年間)とした場合

(4) 留意事項

仮設焼却炉を設計・建設する際には、表2-3-11に示す課題に対し、それぞれの対応策を講じます。仮設焼却炉の運転中や解体・撤去工事にあたっては、関係法令を順守し、周辺環境に影響を及ぼすことのないよう配慮します。

表2-3-11 仮設焼却炉の設計上・運転上の配慮事項

課題		対応
設計上の配慮事項	○納期の短縮	<ul style="list-style-type: none"> ・既存図面の流用 ・汎用品・流用品の採用 ・納期の必要な機器を優先的に手配 ・機器架台の極小化、機器独立架台の採用 ・杭のない工法の採用(マットスラブ) ・現地工事削減の検討(工場でのユニット化) ・制御の簡略化・計装品の削減
	○官庁申請届出	<ul style="list-style-type: none"> ・関係官庁への早期確認
	○助燃用燃料の低減	<ul style="list-style-type: none"> ・空気予熱器の採用 ・災害廃棄物の雨除け屋根の採用 ・天日干しできるようヤードを広くする
	○沿岸地域での井水利用(塩類、砂の混入)	<ul style="list-style-type: none"> ・水質の事前調査 ・ストレーナの採用 ・ノズルはメンテナンス性に配慮
運転上の配慮事項	○発熱量が低く、変動が大きいことによる助燃用燃料の増加	<ul style="list-style-type: none"> ・発熱量の高いごみと低いごみの混焼 ・可燃性粗大ごみや廃プラスチックなどカロリーの高いごみを混合して調整 ・重機は投入用とは別に、攪拌・混合用を手配
	○異物、灰分が多い(機器のつまり、損耗の原因)	<ul style="list-style-type: none"> ・コンベヤチェーンなどの予防保全(壊れる前に交換) ・予備品・消耗品を十分に確保 ・灰分の高いごみと低いごみを混焼

(5) 可燃系廃棄物の除塩

焼却の際に塩分濃度が高いとダイオキシン類の発生、設備の腐食、使用薬剂量の増加等が懸念されます。そのため、焼却処理を行う場合は、廃棄物の性状に応じて除塩を行います。

除塩の方法は、仮置場で廃棄物を雨ざらしにして洗い流す方法や塩分濃度が低い廃棄物と混ぜ合わせて相対的に塩分濃度を下げる方法など適切に選択します。

(6) 環境アセスメント

焼却炉は、三重県環境影響評価条例第2条の規定により、焼却能力が96t/日(4t/h)(国立公園、国定公園、県立自然公園の特別地域又は自然環境保全地域の特別地区では、48t/日(2t/h))以上のものについて、環境影響評価を行うことが設置者に義務付けられています。

しかし、同条例第58条第2項では、災害対策基本法第87条の災害復旧事業に該当するものは、適用除外とされており、「三重県地域防災計画」において、災害時の仮設焼却炉での処理は、災害復旧事業に位置づけられています。なお、仮設焼却炉の運営にあたっては、環境面に配慮した上で運転管理を行っていきます。

事例：条例の適用状況

東日本大震災における、宮城県、岩手県及び福島県が設置した仮設焼却炉は表1のとおりとなっており、各県の環境アセスメント条例への対応は表2のとおりでした。

表1 仮設焼却炉の設置状況

県	設置した 仮設焼却炉	対象となった施設の 最大焼却能力	既存炉も含めた 全体の処理能力
岩手県	2 (新設1基)	95t/日(宮古市)	1,063 t/日(7基)
宮城県	29 (新設26基)	989t/日(石巻市)	4,724 t/日(32基)
福島県	3 (新設1基)	270t/日(新地町・相馬市)	613 t/日(5基)

注) 福島県内では国代行等による追加設置も予定(平成25年9月資料)

表2 環境影響評価の適用状況

県	条例アセスの適用	緩和措置等	備考
岩手県	× (適用除外)	廃棄物処理法アセスについて、縦覧期間を1週間とした	第二種事業(2~4t/h)の適用にあたり、災害復旧の事業とした。
宮城県	× (焼却炉は対象外)	廃棄物処理法アセスについて、1季のみで実施し、縦覧と意見提出を合わせた期間を短縮	
福島県	× (適用除外)	適用除外事業として位置付け(第49条第4号)	対象:焼却能力4t/h以上 要綱(H24.3.30)で実施

注) 環境影響評価法において、焼却炉は対象事業となっていません。

事例：仮設焼却炉の概要

東日本大震災における、仮設焼却施設の設置状況を下図、表に示します。

釜石市の仮設焼却炉は、旧熔融炉のメンテナンスを行い、再稼働させたものです。

新規に整備した岩手県宮古市の仮設焼却炉について、以下にその内容を記します。

- 設置場所：宮古地区広域行政組合 宮古清掃センター敷地内
- 契約内容：仮設焼却炉の賃貸借（リース）及び運転管理（施設撤去を含む）
- 契約金額：33億6千万円
- 焼却能力：47.5t/日×2炉
- 契約期間：平成24年3月～平成26年3月
- 建設期間：約6か月（宮古清掃センター内に建設したため土地取得の手続きを簡略）
- その他：廃棄物処理法の生活環境影響調査を実施



図 仮設焼却炉（岩手県宮古市）

表 東日本大震災の災害廃棄物処理における仮設焼却炉の設置状況

県	処理ブロック	処理区	処理方式	設置数	合計施設規模 トン/日	稼働期間	
岩手		宮古	固定床式ストーカ	1	95	H24.3月～H26.3月	
		釜石	シャフト	1	100	H24.2月～H26.3月	
宮城	気仙沼	気仙沼(階上)	ストーカ	1	200	H25.1月～H25.9月	
			ロータリーキルン	1	200	H24.12月～H25.9月	
		気仙沼(小泉)	ストーカ	1	100	H25.1月～H25.9月	
			ロータリーキルン	1	200	H24.12月～H25.9月	
	南三陸	竪型ストーカ	3	285	H24.9月～H25.10月		
	石巻		ストーカ	3	988.5	H24.7月～H25.12月	
			ロータリーキルン	2	600	H24.5月～H25.12月	
	宮城東部		ストーカ	1	110	H24.7月～H25.10月	
			ロータリーキルン	1	210	H24.8月～H25.10月	
	亘理 名取		名取	水冷ストーカ	2	190	H24.4月～H25.9月
			岩沼	固定床式ストーカ	2	100	H24.5月～H25.10月
				ロータリーキルン	1	95	H24.5月～H25.10月
亘理			チェーンストーカ	5	525	H24.9月～H25.9月	
山元			ストーカ	1	100	H24.6月～H25.12月	
	ロータリーキルン	1	200	H24.4月～H25.12月			
仙台市		蒲生搬入場	ロータリーキルン	1	90	H23.10月～H25.9月	
		荒浜搬入場	ロータリーキルン	1	300	H23.12月～H25.9月	
		井土搬入場	チェーンストーカ	1	90	H23.10月～H25.9月	
福島		相馬市・新地町 (国代行)	ストーカ	2	300	H24.2月～H26.3月	
			回転ストーカ	1	270	H24.2月～H26.3月	

第6項 津波堆積物等の処理

(1) 概要

津波堆積物は、処理ラインを設けて処理することにより、復旧・復興時に再生資材として利用します。各地域における再生資材としての利用の調整は、県が行います。

津波堆積物は、水底や海岸に堆積していた砂泥が、津波により陸上に打ち上げられたものであり、小粒コンクリート片や粉々になった壁材等が混じっていますが、これらを適切に分別・除去します。

処理後は、再生利用までの間、仮置きが必要となる場合があります。

事例：再生資材の要件

「東日本大震災からの復旧復興のための公共工事における災害廃棄物由来の再生資材の活用について（通知）」では、復旧復興のための公共工事に活用する災害廃棄物由来の再生資材であって、廃棄物に該当しないものの要件項目として、以下の①～⑥が示されています。

- ① 災害廃棄物を分別し、又は中間処理したものであること。
- ② 有害物質を含まないものであること。
- ③ 生活環境保全上の支障（飛散流出・水質汚濁・ガスの発生等）を生じるおそれがないこと。
- ④ 復旧復興のための公共工事において再生資材として確実に活用されること。
- ⑤ ④の公共工事を行う者が定める構造・耐力上の安全性等の構造物が求める品質を満たしていること。
- ⑥ ④の公共工事を行う者によって、災害廃棄物由来の再生資材の種類・用途・活用場所等が記録・保存されること。

(2) 処理方法

津波堆積物の粒度、混入物等の量及び利用先での品質基準によって、次のような処理を行うこととします。

なお、木くず等の混入状況によっては、セメント資源化を行ったり、要求品質に適合するように分級洗浄を行う等、処理方法の検討を行います。

① 乾式処理

混入物及び細粒分(粘土・シルト)が少ない場合、通常のふるい選別で小粒コンクリート片や、粉々になった壁材等の大半の混入物は除去されることから、ふるい目 20mm 以下を用いて選別します(図 2-3-11 参照)。

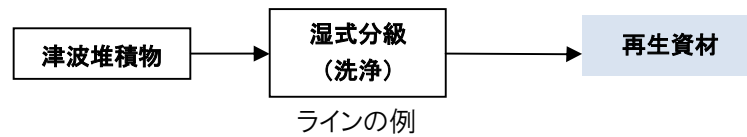


図 2-3-11 津波堆積物のふるい選別(乾式分級)の例

② 湿式処理

混入物や細粒分（粘土・シルト）が多い場合、ふるい器の中で団粒化するなど、乾式のふるい選別だけでは十分に選別処理ができないことから、洗浄などによる湿式分級を行います（図2-3-12参照）。

一連の湿式分級処理によって、2～50mm（れき分）、0.075～2mm（砂分）、0～0.075mm（シルト・粘土（プレス土））の3種類に分級します。



湿式分級プラント



れき分



砂分



シルト・粘土分(プレス後)

図2-3-12 津波堆積物の選別（湿式分級）の例

(3) 再生資材の品質

再生資材として復興事業等に使用する際は、要求品質（表 2-3-12 参照）、使用量、使用時期等を的確に把握し、処理の方法を変更するなど柔軟に対応していきます。

なお、再生資材の活用にあたって支障となる主な項目には、以下のとおり対応します。

① 塩分濃度への対応

津波堆積物中に残留する塩分は、十分な水量の真水で洗浄することを基本とし、浸透水により排除する方法（縦浸透法）と、真水のプールの中に投入し拡散溶出させる方法（溶出法）等を適切に選択します。

また、津波堆積物の粒度によっては、石灰質資材を投入し堆積物とよく混和することにより、土粒子表面に付着したアルカリ成分を除去します。

なお、蒸発散によって堆積物水分が減少すると、堆積物中に残留する塩分濃度が増加することに留意します。

② pH への対応

津波堆積物の水分調整及び改質にあたり、土砂との分離効率が高い石灰系改質材は再生資材の pH が高くなり、利用先が限定される場合があるため、必要に応じて改質材を選定します。

③ 重金属への対応

災害廃棄物又は天然由来による重金属類の含有が高い場合には、必要に応じて不溶化処理を行います。

再生資材の活用について

東日本大震災では、津波堆積物等を社会基盤整備のために、「復興資材」として活用しました。

公益社団法人地盤工学会では、災害廃棄物再生資材を復興資材等として活用する際の品質管理、環境安全性の考え方や設計施工を行う上での技術的事項を検討し「災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン」を取りまとめました。

本ガイドラインは、地盤材料として用いられる再生資材全般を扱っており、特に分別土砂について取りまとめられています。さらに、用語の定義の重要性や環境リスクを考慮した有効利用と管理のあり方についても記載されています。

公益社団法人地盤工学会の HP <http://www.jiban.or.jp/>

表 2-3-12 再生資材の要求品質（例）

規格・試験項目等		再生砕石 (RC-40)	道路用砕石 (路盤材)	盛土材	埋め戻し材・ サンドクッション材	必要な試験
		品質基準値	品質基準値	品質基準値	品質基準値	
粒度	ふるい目の開き(mm)	通過百分率(%)	通過百分率(%)	-	通過百分率(%)	骨材のふるい分け試験 (JIS A 1102)
	53.0	100	-		-	
	37.5	95~100	100		-	
	31.5	-	95~100		-	
	19.0	50~80	60~90		-	
	4.75	15~40	30~65		-	
	2.36	5~25	20~50		-	
	0.425	-	10~30		-	
	0.075	-	2~10	4%以下		
	修正CBR(%)	30%以上	80%以上	-	-	修正CBR試験 (JIS A 1211)
	設計CBR(%)			20%以上	3%以上	設計CBR試験 (JIS A 1211)
	塑性指数 IP	6以下	4以下	-	-	塑性指数 (JIS A 1205)
	すりへり減量	50%以下	50%以下	-	-	すりへり試験 (JIS A 1121)
	安定性試験	-	20%以下	-	-	安定性試験 (JIS A 1122)
	水浸膨張比	-	1.5%以下	-	-	水浸膨張比(4日間水浸) (JIS A 1211)修正CBR試験時に実施
	PH試験	-	12.5未満	12.5未満	12.5未満	JGS 0211
	コン殻、アス殻混入率	-	30%以下	-	-	
	コーン指数	-	-	800KN/m2以上	-	締固めた土のコーン指数試験 (JIS A 1228)
	塩分含有量	-	-	0.04%以下	0.04%以下	JIS A 5002の5.5
	土粒子の密度試験	-	-	-	-	JIS A 1202
	土の含水比試験	-	-	-	-	JIS A 1203
	土の粒度試験(ふるい分け試験)	-	-	-	-	JIS A 1204
	土の液生限界・塑性限界試験	-	-	-	-	JIS A 1205
	突固めによる土の締固め試験	-	-	-	-	JIS A 1210
	土の一軸圧縮試験	-	-	-	-	JIS A 1216
	土の透水試験	-	-	-	-	JIS A 1218
	備考	金属片、内装材、木片などの異物を有害量含まない。	アスファルトコンクリート再生骨材を使用した場合は修正CBR90%以上。ただし40℃でCBR試験を行った場合は80%以上		埋め戻し材の場合は、0.075mmふるいの通過質量百分率10%以下 サンドクッション材の場合は、最大粒径10mm以下	

注)要求品質は、県関係部局に確認したものである。