

東日本大震災で発生した災害廃棄物等の処理業務について

～災害廃棄物処理業務報告～

岩手県災害廃棄物破碎・選別等業務 久慈地区

奥村組・宮城建設・中塚工務店・晴山石材建設 特定業務共同企業体 須田 博幸
上塚 利夫
大塚 義一
太田原和基

1. はじめに

東日本大震災により被災三県（岩手県・宮城県・福島県）の沿岸市町村において発生した災害廃棄物の処理は、当該地域の復旧・復興に向けて急務の課題であったが、国が目標として定めた平成 26 年 3 月末で処理が終了した。本稿では、岩手県により委託された久慈地区災害廃棄物破碎・選別等業務の概要と現場での取組みを報告する。

2. 業務概要

本業務の概要を以下に示す。

- ・業務名：久慈地区災害廃棄物破碎・選別等業務委託
- ・委託者：岩手県
- ・受託者：奥村組・宮城建設・中塚工務店・晴山石材建設 特定業務共同企業体
- ・受託金額：5,127,130,000 円（予想）
- ・業務場所：岩手県九戸郡野田村
- ・工 期：平成 24 年 4 月 13 日～平成 25 年 2 月 28 日
平成 25 年 3 月 1 日～平成 26 年 3 月 31 日（その 2）
- ・業務内容：仮置場整備工、一次仮置場（粗選別・積込）、二次仮置場（仮設工、混合廃棄物破碎・選別工、柱材・角材破碎・選別工）、運搬工、廃棄物広域処理工、環境モニタリング、（その 2）業務は、上記以外に、コンクリートがら破碎・選別工、津波堆積物選別工、収集運搬工
- ・処理数量：表-1 に示す。平成 26 年 3 月 31 日時点で処理完了全体推計量は 167,336t

表-1 対象数量（H26 年 3 月 31 日時点の実績）

処理対象物		処理処分方法	処分量 (t)	全体比率 (%)	推計量 (t)	処分量/推計量 (%)
柱材・角材	おおむね30cm 以上の、重機や手選別で明確に選別できる木材（倒壊した生木も含む）	燃料化	1,522	0.909	3,500	99.976
		焼却	193	0.115		
		セメント資源化	1,785	1.066		
可燃物	可燃系混合物の中の可燃物や量など	焼却	10,590	6.328	12,700	95.706
		セメント資源化	1,565	0.935		
安定型土砂混合くず	可燃系混合物と不燃系廃棄物の中の不燃系廃棄物のうち、熱しやく減量5%以下のもの	最終処分	394	0.236	4,200	54.004
		建設資材化	337	0.202		
		リサイクル	1,537	0.918		
管理型土砂混合くず	可燃系混合物と不燃系廃棄物の中の不燃系廃棄物のうち、熱しやく減量5%超過のもの	セメント資源化	11,003	6.575	8,300	158.345
		最終処分	2,140	1.279		
ふるい下くず	可燃系混合物の中の破碎・選別後のもので、安定型土砂混合くずと管理型土砂混合くず以外のもの	セメント資源化	14,052	8.398	40,700	102.257
		最終処分	27,566	16.474		
コンクリートがら	コンクリート片やコンクリートブロック等	建設資材化	44,368	26.514	41,800	106.143
		リサイクル	3,300	1.972		
金属くず		リサイクル	385	0.230	400	96.345
漁具・漁網		リサイクル	148	0.089	200	74.140
その他(タイヤ)		焼却	19	0.012	0	—
その他(FRP)		焼却	2	0.001	0	—
その他(廃油)		焼却	2	0.001	0	—
分別土A種(津波堆積物)	津波堆積物から選別した津波堆積土	建設資材化	43,920	26.246	15,300	287.057
分別土B種	可燃系・不燃系混合物から選別した津波堆積土	建設資材化	2,510	1.500	0	—
処理合計			167,336	100.000	131,000	127.737

3. 処理業務について

(1) 処理の方針

本共同企業体は、企業体代表者と久慈地区に本社を有する会社2社および野田村の地元企業1社で構成されており、久慈地区において地震発生後直ちに災害廃棄物の収集・運搬業務、ボランティア活動等に取り組んできた。これらの活動を通じて本業務の対象地域である野田村の災害廃棄物の特性や性状を十分に把握し、周辺環境にも精通している。当企業体代表者は、「山田地区災害廃棄物破碎・選別等業務委託」（以下、山田町）においても代表者として業務を担当しており、現在破碎・選別業務を順調に行っている。そのため本業務の迅速かつ確実な遂行に必要な施工実績、ノウハウ、データ等を十分に有していた。新しい街づくりの土台となる本技術提案において、上記の活動に基づく多くの知見と、地元企業、地元住民との連携を図り、早期着工、早期完了を目指しスピード感を持って野田村の迅速な復旧・復興に貢献できるよう、下記【重点配慮事項】に留意した技術提案に基づく業務の遂行を行うことを『業務の基本方針』とした。

なお、各処理対象物の処理方針については、「岩手県災害廃棄物処理実行計画」²⁾に準拠している。

【重点配慮事項】

■地域の復興に寄与する処理

- ・地元自治体、地元企業との協力、連携を図り、地元企業の活用と、地元被災住民の雇用の確保にできる限り配慮し、地域の復興に資するよう配慮する。

■リサイクルを重視した処理

- ・循環型社会を目指す岩手県に適したリサイクルが容易となる確実な破碎・選別と、最終処分量を減らすよう減量化に配慮する。
- ・適切な分別方法を採用することにより再利用率を高め、焼却・最終処分量を減らすよう配慮する。
- ・再生利用、再利用可能なものは最大限復興資材として活用できるよう配慮する。

■広域処理も活用した迅速な処理

- ・処理の迅速化を図ることを目的に、県外への広域処理にも配慮する。

■環境への負荷の低減

- ・処理の迅速化と効率化を図り、周辺環境や作業環境への負荷を低減できる施工法・対策工を採用する。
- ・火災の危険性や腐敗性がある災害廃棄物は優先的に処理を行う。

(2) 二次仮置場の施設計画

二次仮置場の施設配置計画において重要な検討項目と、それに対する具体的な対応内容・効果を表-2に示す。災害廃棄物処理の流れは次の通りである。一次仮置場に保管してある災害廃棄物を「柱材・角材」「可燃系混合物」「不燃系混合物」「コンクリートがら」「金属くず」「畳」「その他」の7種類及び危険物に粗選別し、二次仮置場へ運搬する。二次仮置場では「柱材・角材」「可燃系混合物」「不燃系混合物」を岩手県指定の処理・処分先に応じて破碎・選別して搬出する。

二次仮置場は一次仮置場 No.2 [米田] に隣接して設け、自動選別・破碎プラントを平成24年6月下旬に設置した。概ね150～250t/日程度の混合廃棄物が一次仮置場から二次仮置場に運び込まれ、順調に破碎・選別処理を実施した。

①一次仮置場における粗選別作業

図-1に一次仮置場における粗選別処理フローを、図-2に粗選別場の基本的な機械配置図を示す。粗選別は処理量の全体数量と品質の確保のために重要な作業である。粗選別作業ユニットは一次仮置場 No.2 [米田] に1ユニット、一次仮置場 No.3 [十府ヶ浦] に2ユニット、一次仮置場 No.8 [新山グラウンド] に1ユニットの全4ユニットとした。1ユニット当たりの処理量は約90t/日の計画であり、作業ユニットの内訳は表-3に示す通りである。一次仮置場 No.4 [下安家]、No.5 [玉川] については、粗選別作業するスペースを確保できないため、仮置きされている災害廃棄物を一次仮置場 No.8 [新山グラウンド] へ運搬して粗選別を行った。

表-2 二次仮置場の施設計画での検討項目・対応内容・効果

検討項目	対応内容	効果
使用機械の決定	自動選別機の採用	・可燃物と不燃物の分別を自動で行え効率的 ・土砂の分離率を上げることができ、最終処分量を低減 ・手選別作業を少なくできるので作業員の健康リスクを低減
土砂分離率の向上	土砂精密分離装置の採用	・回転熊手と風力を使った選別機で、良質な復興資材を製造
可燃物の高精度な分別	旋回ふるいの採用	・縦抜けの少ない旋回ふるいを使用し、可燃物の受入基準が太さ長さとも 50mm と厳しい八戸セメントへも対応可能 ・長さ 50mm を超える可燃物の混入割合を抑制
変更可能な処理ライン	移動式破砕機・移動式選別機の使用	・移動式破砕機や移動式選別機を使用することで、処理先受入量の増減、仕様の変更や組替等にも迅速対応
	米田川を挟んでエリアを区分	・選別、可燃物破砕、不燃物破砕、柱材角材破砕の4つのエリアに区分することで、破砕機やふるいの増設と仕様変更を効率的に実施できる
省スペース処理ライン	自動選別機の採用	・可燃系混合物と不燃系混合物を1ラインで処理することができ設置面積を省スペース化
天候に左右されない施設	手選別テントの設置	・人力選別ラインへのテントの設置で作業環境改善
	処理前廃棄物へのテントの設置	・テント設置で、雨や雪などによる選別機投入前の廃棄物の含水率上昇を抑制するとともに土砂分離率を向上
	アスファルト舗装	・アスファルト舗装で運搬車両や機械の凍結時の滑りを防止
環境に配慮した施設	アスファルト舗装	・底部アスファルト舗装で排水等の地下への浸透防止
	側溝の設置	・周囲の側溝で場内排水等を効果的に集水
	プラスチックフェンス	・周囲への粉じんの飛散、騒音を低減
安全な施設	門扉	・出入口には開閉式の門扉を設置し、第三者の侵入を防ぐ
	プラスチックフェンス	・全周囲に仮設板を設置し、第三者の侵入防止

②二次仮置場における破砕・選別作業

図-3 に二次仮置場平面図を、写真-1 に二次仮置場の全景写真を示す。二次仮置場は中央を流れる米田川を挟んで南北にヤードが分かれ、南ヤードで一次仮置場から運び込まれた混合廃棄物を一次破砕して可燃物と不燃物に選別し、北ヤードでは南ヤードで選別された可燃物を搬出先に合わせて二次破砕して搬出した。

- ・一次仮置場から搬入された 250mm 以上の可燃・不燃混合物を破砕（一次破砕）する。
- ・破砕された 250mm 以下の可燃・不燃混合物を自動選別ラインへ投入する。
- ・自動選別ラインに投入された可燃・不燃混合物中の金属を磁選機によって取り除く。
- ・回転篩機によって 35mm 以下の可燃・不燃混合物が分離し、さらに土砂精密分離装置によって可燃物、不燃物に選別する。
- ・35mm 以上の可燃・不燃混合物は自動可燃・不燃分離装置によって可燃物と不燃物に選別する。
- ・自動選別された可燃物内に残っている金属、石、硬質プラ、発泡スチロール等は、手選別によって取り除く。
- ・自動選別された不燃物内に残っている木くず、繊維、金属等は、手選別によって取り除く。

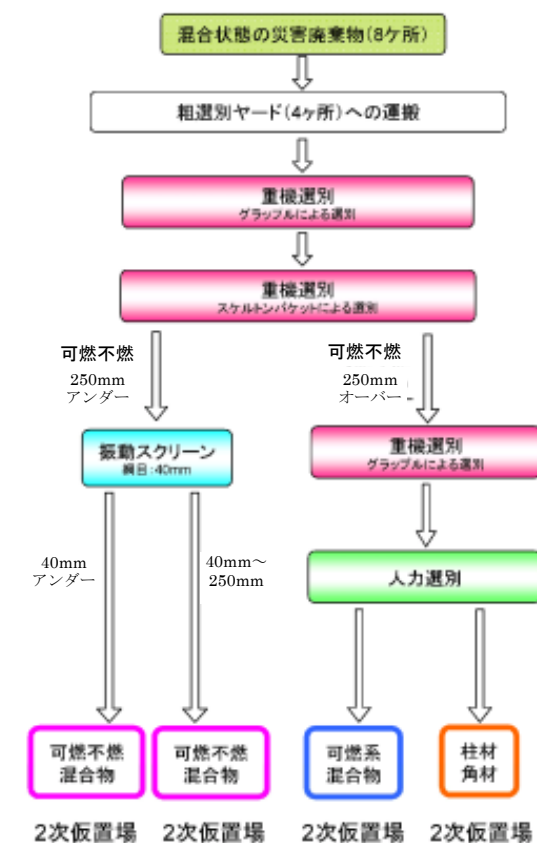


図-1 一次仮置場における粗選別処理フロー

また、仮置場の周辺環境への影響として、破碎・選別作業に伴う災害廃棄物の飛散・粉じんの発生が懸念されるため、仮置場全周をフェンスと防じんネットで囲むとともに、二次仮置場内の全面をアスファルト舗装した。さらに、自動選別ラインの投入エリア、手選別エリア、二次破碎エリアを大型テントで覆うことで飛散防止および防じん対策を図った。

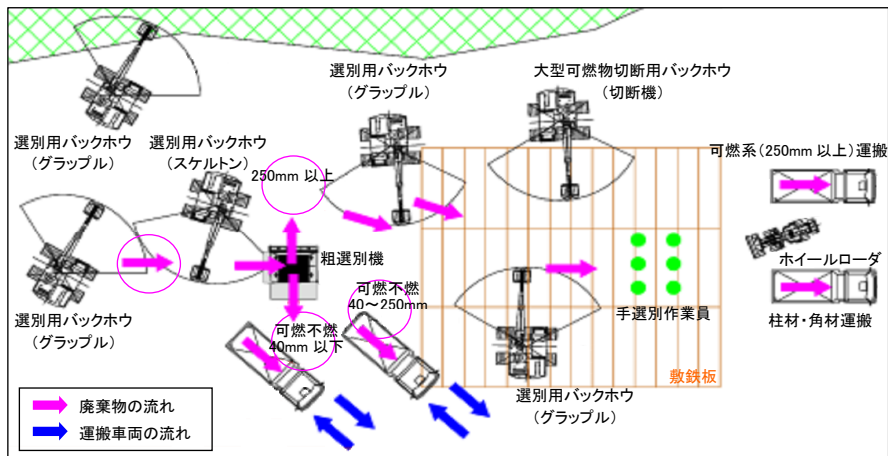


表-3 粗選別作業の1ユニット

重機	グラップル (0.7m ³ 級)	2 台
	グラップル (0.45m ³ 級)	2 台
	スケルトンバケット	1 台
	切断機 (0.7m ³ 級)	1 台
	ホイールローダー	1 台
機械	粗選別機	1 台
作業 人員	手選別	6 人
	粗選別機運転	1 人

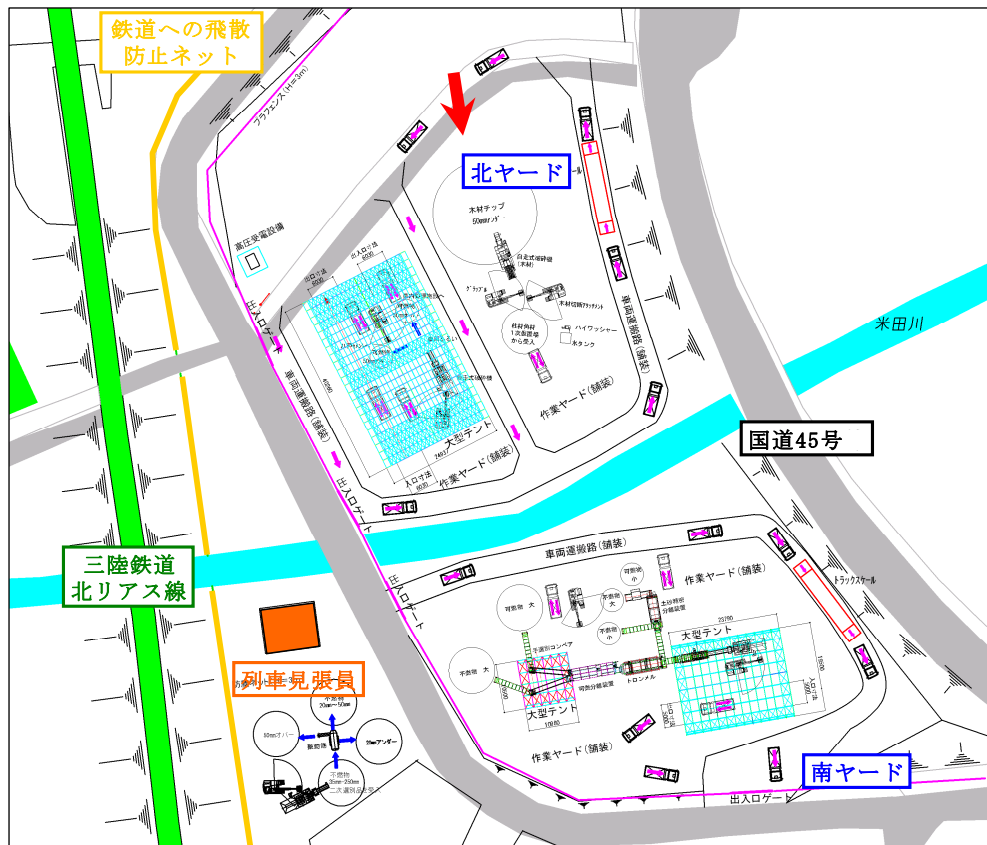


図-3 二次仮置場平面図（米田）



写真-1 二次仮置場全景(米田)

(3) 業務実施工程

概略実施工程を図-4 に示す。柱材・角材と可燃物は 10 月末で完了し、テントと選別施設の解体を 12 月に完了した。不燃物（安定型土砂混合くず・管理型土砂混合くず・ふるい下くず）は、12 月中旬に完了した。コンクリートがらは、平成 26 年 10 月下旬に完了した。津波堆積物は、12 月中旬に完了した。

	平成24年												平成25年												平成26年		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
準備工																											
一次仮置場 粗選別工																											
二次仮置場 破碎・選別プラント設置																											
二次仮置場 混合廃棄物破碎・選別工																											
コンクリートがら破碎・選別																											
運搬工																											
場内整備工 プラント他設備撤去含む																											
片付け																											

図-4 概略実施工程表

(4) 処理業務

図-5 に二次仮置場における破碎・選別処理フローを示す。一次仮置場と二次仮置場における処理の流れは、一次仮置場における一次処理として、災害廃棄物をトラックスケールで計量後、重機および人力によって粗選

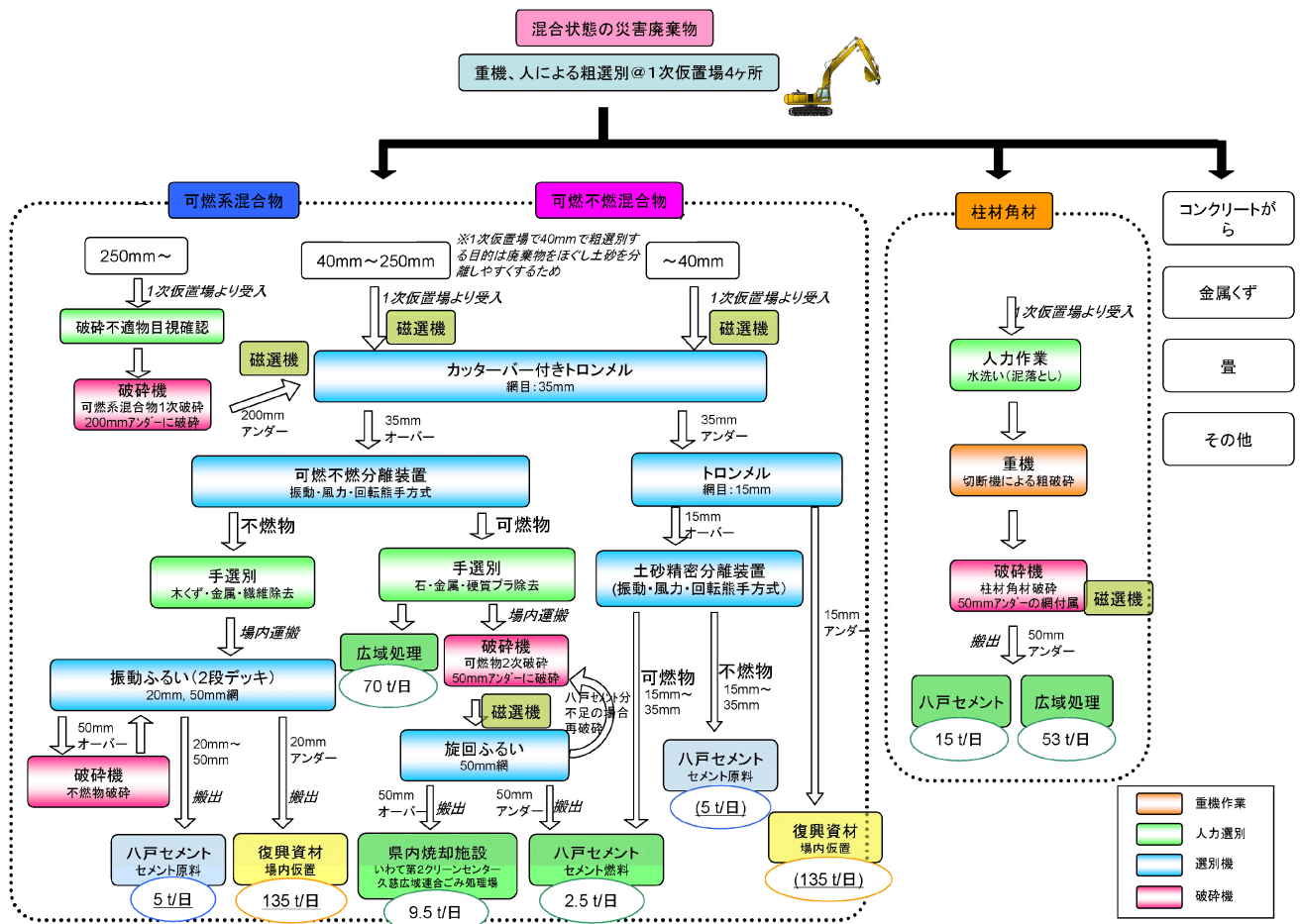


図-5 二次仮置場における破碎・選別処理フロー

別を行うとともに、大型の粗選別機により 40mm 以下の土砂類を選別した。

二次仮置場に設置した二次処理施設では、250mm 以上の災害廃棄物を破碎（一次破碎）した上で、高精度自動選別装置（磁選機で金属除去、回転篩機で土砂除去、可燃物分離装置）を利用して不燃物と可燃物に分別した。その後、手選別および二次破碎を実施して各処理施設へ搬出した。

①自動選別装置による高速高精度の選別処理

災害廃棄物は一次仮置場での粗選別後、可燃物と不燃物が混合された状態で二次仮置場に搬入、集積される。これらをいかに効率よく高精度で分別できるかがリサイクル率向上の鍵となる。野田村では、山田地区で先行して実施した破碎・選別処理の実績（ノウハウ）を活かし、高精度自動選別機に土砂精密分離装置を追加導入した。具体的には、2 台のカッターバー付トロンメルスクリン（回転篩機）、自動可燃・不燃分離装置、土砂精密分離装置で構成される高精度自動選別装置を採用した（図-6 参照）。

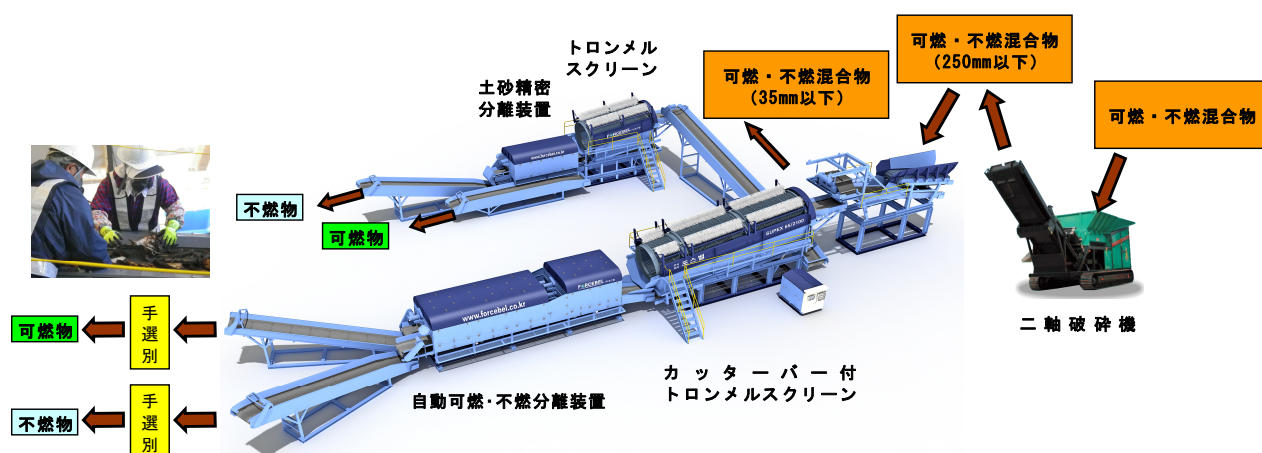


図-6 高精度自動選別装置の構成

a.カッターバー付トロンメルスクリン

トロンメルスクリンにより不燃系廃棄物を分離する際に高含水率廃棄物への対策が課題のひとつとなる。ここでは、トロンメル円筒外側に目詰まり防止用の回転ブラシ、トロンメル円筒内側に付着した土砂を削り取るカッターバーを設置し、不燃物分離精度の向上を図った（図-7 参照）。

b.自動可燃・不燃分離装置

自動選別ラインの主要部となる自動可燃・不燃選別装置は、可燃物と不燃物の混合状態でベルトコンベア上に投入された廃棄物をベルトコンベアの振動と風力によって可燃物を浮遊させ、それを回転式熊手で鋤取ることにより可燃物と不燃物を分離するものである（写真-2、図-8 参照）。この装置の導入により人力のみでは不可能であった高速高精度の分別を実現した。

c.土砂精密分離装置

土砂精密分離装置は人力選別でも除去が困難な土砂に混じった微細な可燃物を自動選別するものである（図-9 参照）。選別後の土砂は異物のない良質な復興材料として広く利用することが可能となる。

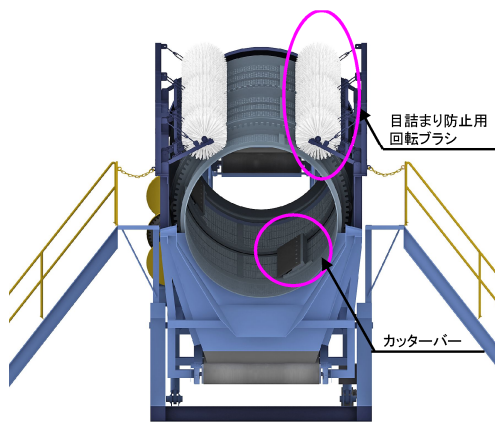
②災害廃棄物の搬入・搬出の管理

分散する各一次仮置場から二次仮置場までの粗選別された災害廃棄物の運搬、二次仮置場で選別された廃棄物の保管場所不足を補う仮置場間の移動、廃棄物の種類ごとに異なる処理・処分先への運搬など、延べ 42,000 台以上（1 日当たり 160 台程度）が国道 45 号を走行するため、廃棄物ごとの重量の管理、車両の運行管理が重要となる。この管理業務の効率化を図るため、「廃棄物統合管理システム」を開発し適用した。

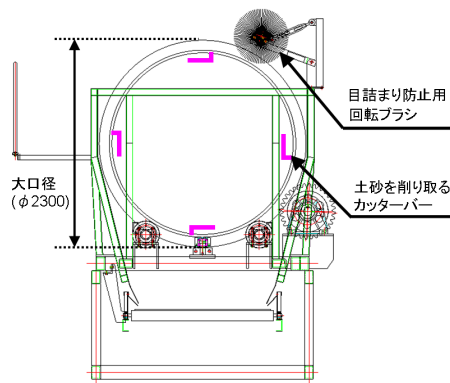
本システムについては、本誌掲載の「岩手県災害廃棄物破碎・選別等業務 山田地区」で詳述する。

③災害廃棄物の保管方法

一次仮置場の選別前混合廃棄物は、廃棄物の自然発火による火災の危険性があるため、発火の危険性を事前



〔外 観〕



〔概念図〕

図-7 カッターバー付
トロンメルスクリーン



写真-2 可燃物と不燃物の分離状況

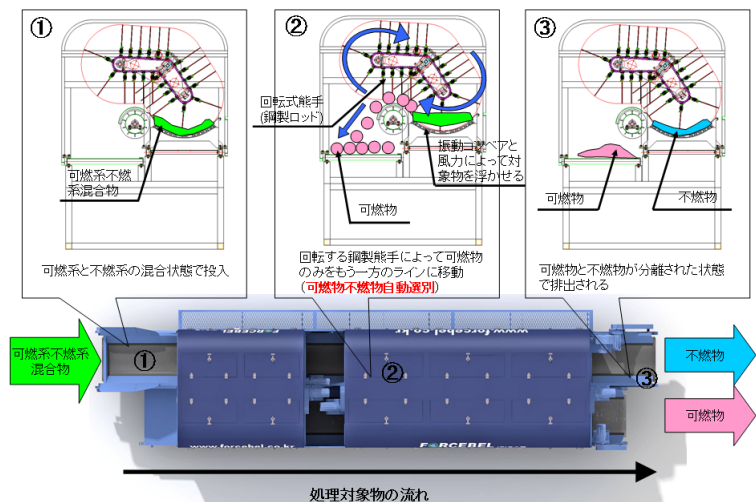


図-8 自動可燃・不燃分離装置

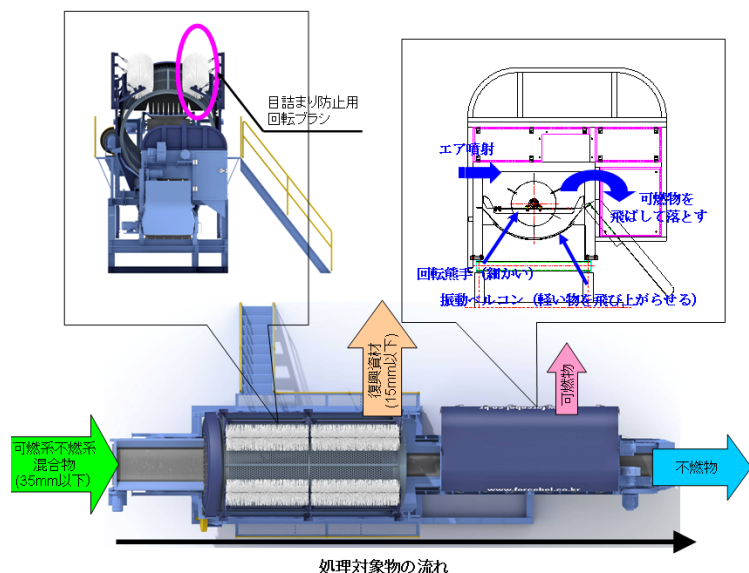


図-9 土砂精密分離装置

に把握することが重要である。火災の発生は災害廃棄物の集積期間や積み上げ高さ、種類他、様々な要因が複合的に作用して発生することから、火災発生要因の長期的観測が必要である。そのため、接触式温度計、サーモグラフィを使用して定期的（2回/日）に温度モニタリングを行い管理した。可燃物は、二次仮置場北ヤードに保管した。異物混入を防止するため、アスファルト舗装上に鉄板を敷き、大型土嚢で囲いをして種別ごとに保管した。不燃物、その他については、二次仮置場内には保管場所を確保できないため、一次仮置場のうち、既に粗選別作業を終えた空き地を利用して種別ごとに区分けして保管した（写真-3）。

④アスベスト対策や環境モニタリング

本業務では、作業環境の保全に留意することが必要であり、そのため表-3 に示す日常の作業環境の測定を実施しており、今回、特に粉塵が作業環境に与える影響が大きいと考えられるため調査頻度を増やした。



写真-3 不燃物保管状況

表-3 環境モニタリング（日常管理項目）

測定項目		調査内容	調査頻度	備考
日常管理項目	①粉じん	デジタル粉じん計による測定	2 回/日	一次/二次仮置場
	②臭気	ポータブル臭いセンサー等による測定	1 回/日	一次/二次仮置場
	③騒音	デジタル騒音計による測定	1 回/日	一次/二次仮置場
	④硫化水素	ガス検知器による測定	1 回/日	一次/二次仮置場
	⑤一酸化炭素	ガス検知器による測定	1 回/日	一次/二次仮置場
	⑥放射能量	放射線量計による測定	1 回/日	一次/二次仮置場
分析項目	公定法	大気質 アスベスト 「アスベストモニタリングマニュアル」 「東日本大震災におけるアスベスト大気濃度調査」等に基づく方法	4 回/年	—

(4) 新しい取り組み

久慈地区では、現場紹介用の社外HPサイト（図-10 参照）を開設し、多くの人々に対して、現場で行われている様々な情報を、技術者の表現ではない言葉「かだる」で伝える取組を行った。「かだる」とは東北の方言で「仲間に入る」「参加する」「一緒になる」というような意味があり、またアクセントの違いで「語る」ともなる。「かだりあい。」という言葉には、野田村だけではなく東北再生に向けて、多くの方々と語らいながらお互いに協力しあって、未来を考えていきたいという思いが込められている。

当サイトでは、野田村のガレキ処理の進行状況や、流されてしまった思い出が、安全で有効的な資源に変わっていくその過程を紹介した。また、流されただれかの“大事な思い出”かも!? というようなものが見つかった際には、当現場事業所内の「思い出事務局」で保管して、詳細を本HPの「思い出の再生」ページに掲載した。

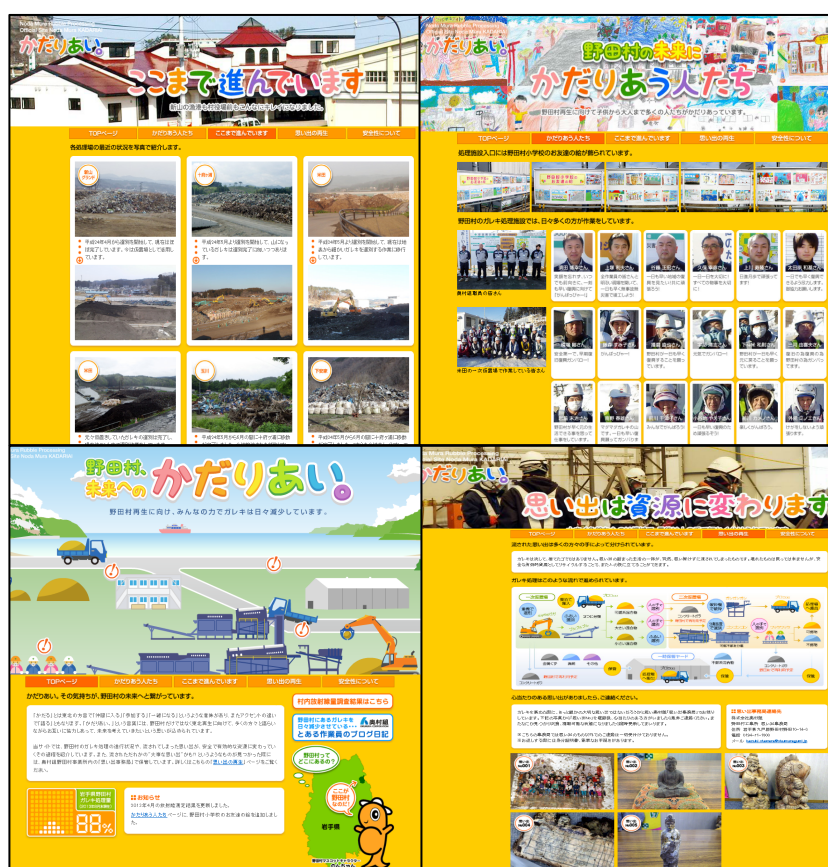


図-10 久慈地区の現場紹介HPの各掲載内容

4. 撤去・復旧

(1) 解体・撤去

写真-4 にテントを含めた二次仮置場の解体状況を示す。舗装以外の解体期間は 16 日間であった。

(2) 復旧

写真-5 に仮置場返還作業状況を示す。久慈地区では計 15 箇所の仮置場（二次仮置場含む）を使用しており、仮置場の返還に当っては、岩手県が策定した「災害廃棄物仮置場の返還に係る土壌調査要領」³⁾および運用手

引書に準拠して実施した。



写真-4 二次仮置場の設備解体・撤去状況



写真-5 一次仮置場の返還作業状況

5. 地元への貢献等

(1) 地元への貢献

地元企業への貢献のひとつに、写真-6 に示すような震災直後の復旧活動を積極的に実施した。また、地元企業との連携による貢献を実施した。具体的には、地元（岩手県内）建設会社への再委託、地元建設会社の継続的發展に寄与するための教育の実施、宿泊施設には久慈地区の国民宿舎を活用、委託業務活動に関わる調達品は、地元の販売店から購入、地元行事等への参加協力を通じて久慈地区のまちの活性化に貢献などである。



写真-6 震災発生当初の貢献状況

(2) 地元との交流

災害廃棄物の処理業務を地域の皆様にご理解頂くための現場での取組のひとつに、地元（野田村小学校）の子供達が平成 25 年 1 月に描いてくれた絵を掲載した（写真-7 参照）。テーマは、『野田村の未来』と題して、「こんな村になって欲しい」「野田村の好きなところ」を子供達の視線で自由に描いてもらった。ほのぼのと

した作品は、野田村の明るい未来の象徴として現場関係者以外の地元の皆様へも温かい気持ちで受け入れられた。また、これらの作品は、上述した現場HPでも紹介し、多くの方々に閲覧して頂いた。



写真-7 地元子供達の絵を現場（二次仮置場）に掲載

6. おわりに

久慈地区は、一次仮置場が分散している、一次・二次仮置場（米田）のヤードが狭い、国道45号と三陸鉄道に近接した中での処理であり、さらに米田の二次仮置場は河川（米田川）や生活道路が横断しているなど、仮置場の地形的なハンディを克服した現場として、様々な制約条件下で無事故で処理完了することができた。これらの方法を具体的に紹介することは、今後の貴重な情報として参考になるのではないかと考えている。

不燃物は今後本格的に始まる復興事業に復興資材として有効活用することが期待される。有効活用に当たり、不燃物中に混在する細かな木材片などの扱いに課題はあるものの、再利用するための基準作りに加え、品質や性状等を把握し、特徴に応じた様々な利用方法の検討が望まれる。地盤工学会（東日本大震災対応調査研究委員会：地盤環境研究委員会）では、実証実験も含め復興資材の有効活用方法についての取組⁵⁾が継続的に実施されており、岩手県関係者も連携しこれらの動向に期待している。その試みのひとつとして、岩手県では地盤環境研究委員会の監修で復興資材活用マニュアル⁴⁾を提示し、復興資材活用についての指針を示している。

また、広域処理については、搬出側と受入側の認識のギャップを埋めるべく、受入側の住民への配慮が大きなポイントとなった。破碎・選別作業による処理物の品質、搬出・運搬・納入までを含めた統合管理を確実にを行い、安全な物だけを安全に搬出していることを丁寧に説明し、広く理解を得ていく対応に努めた。

本論文の執筆にあたり、松本実氏、佐々木秀幸氏をはじめとする岩手県環境生活部の方々の協力を得た。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 環境省（2013.11.30）：沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況。
- 2) 岩手県（2013.06.03）：「岩手県災害廃棄物処理詳細計画平成24年度改訂版」。
- 3) 岩手県（2013.08.21）：「災害廃棄物仮置場の返還に係る土壌調査要領」。
- 4) 岩手県（2013.02.13）：「岩手県復興資材活用マニュアル（改定版）」。
- 5) 阪本廣行・阿南修司・今西肇・大塚義一・肴倉宏史・中野正樹：災害廃棄物や津波堆積物の復旧復興資材への再生利用に向けた取組み，地盤工学会誌，Vol.61，No2，2013