

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
～終盤を迎えた災害廃棄物処理業務～
宮城県災害廃棄物処理業務 亘理名取ブロック亘理処理区

大林・戸田・鴻池・東洋・橋本・深松・春山特定業務共同企業体 遠藤 吉宣
新開 千弘
佐藤 祐輔

1. はじめに

東日本大震災における地震と津波により発生した膨大な量の災害廃棄物や津波堆積物は、被災地の復旧・復興のために早急な処理が求められている¹⁾。本稿では、宮城県により委託された災害廃棄物処理業務亘理名取ブロック（亘理処理区）の状況を報告する。

2. 業務概要

本業務の概要を以下に示す。

- ・業務名：災害廃棄物処理業務亘理名取ブロック（亘理処理区）
- ・委託者：宮城県
- ・受託者：大林・戸田・鴻池・東洋・橋本・深松・春山特定業務共同企業体
- ・受託金額：43,562,886,000 円
（税別、第2基変更）
- ・業務場所：宮城県亘理郡亘理町
- ・工期：平成23年10月19日～平成26年3月25日
- ・業務範囲：二次仮置場に運ばれてきた災害廃棄物の中間処理（破碎、選別、焼却、主灰の固化・不溶化）および処理物の搬出・処分。
- ・対象数量：表-1に示す。

表-1 対象数量

種別			当初予定数量 (千t)	最終数量 (千t)
災害廃棄物	可燃物	粗大・混合ごみ	8	14
		木くず	334	44
	不燃物	粗大・混合ごみ	363	260
		コンクリートくず	148	137
		アスファルトくず	11	2
		玉石	0	0.3
		石膏ボード混合物	0	0.6
	計		864	458
津波堆積物		883	312	
農地土砂		0	68	
石巻ブロックより	不燃混合廃棄物	0	98	
	可燃混合廃棄物	0	3	
気仙沼処理区より	可燃混合廃棄物	0	23	
山元処理区より	農地土砂	0	70	

3. 処理業務について

(1) 業務の実施方針

災害廃棄物処理を安全・安心かつ効率的に行うとともに、豊かな自然環境、住みよい気候に恵まれた亘理町の「復興」にも貢献できるよう、以下の3つの基本方針のもと業務を遂行した。

基本方針1.『処理を早く』

- 地域の早期復興に向けて、早期処理を実施。

基本方針2.『地域とひとにやさしく』

- 200人以上の地元雇用を確保し、地元とともに地域復興を図る。

基本方針3.『環境にやさしく』

- 地域の環境負荷を低減するとともに、できる限り高いリサイクル率を目指す。

(2) 二次仮置場の施設計画

処理施設の配置計画は、以下の方針に基づき行った。

- ① 混合廃棄物処理エリアを中心として、木くずおよびコンクリートがら専用の破碎・選別施設をその周辺に配置し、終端に可燃物集約施設と焼却施設と並べて配置することにより、処理物の場内移動距離を短くし

た。

- ② 廃棄物等の運搬通路は幅 10m 以上を確保し、一方通行としてスムーズな動線を確保するとともに、入口に大面積の車両待機スペースを設けた。また、破碎選別施設内では歩道、横断歩道を明示し、重機と人の動線を分離した。
- ③ 重機が複数台作業する施設においては、一台の重機作業エリアの周囲 5m 以内に他の重機が入らないように、各施設の機械を配置した。

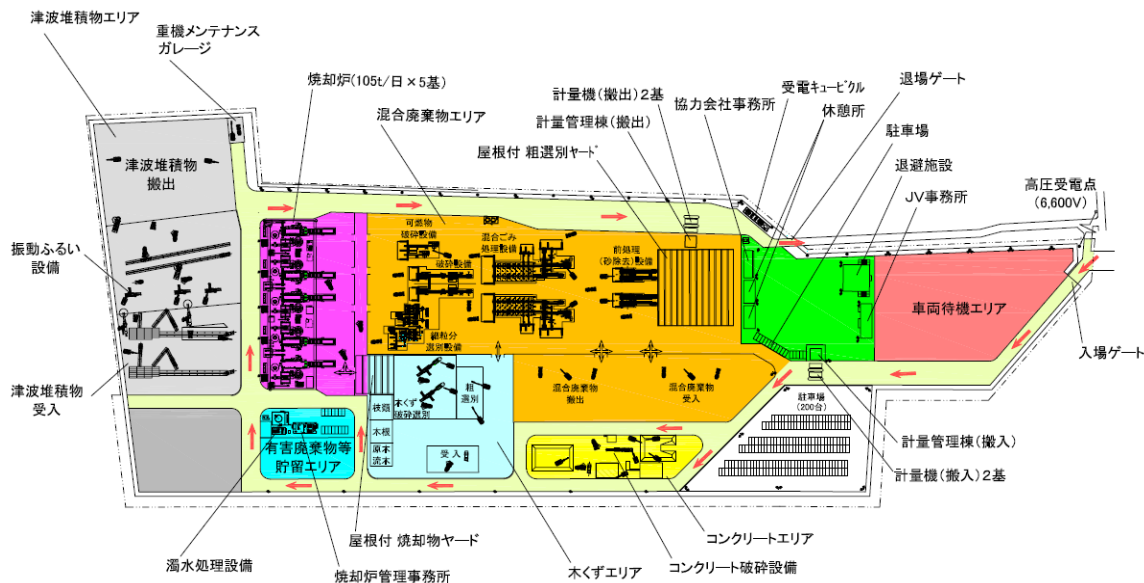
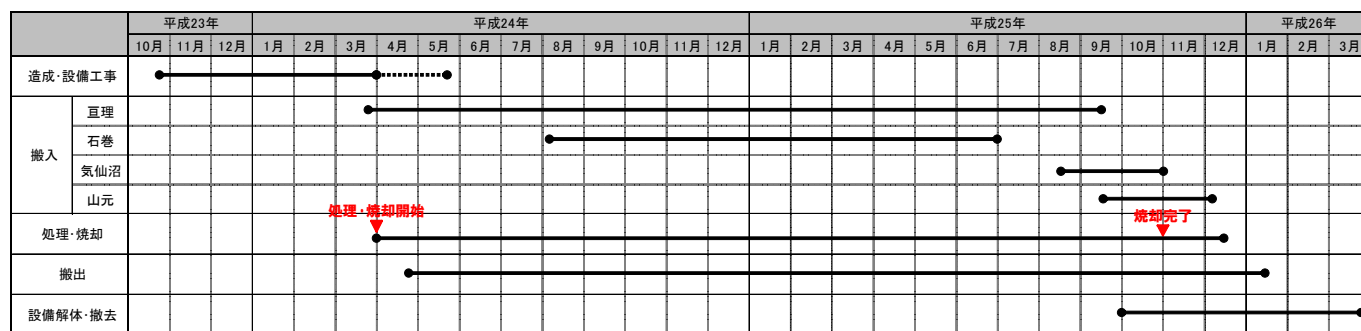


図-1 二次仮置場の施設配置

(3) 業務実施工程

図-2 に概略実施工程を示す。標準案のマイルストーンである平成24年4月1日からの処理開始に合わせて、ほぼ計画どおりに設計・建設を行い、3月末より廃棄物の受入れを開始した。

平成24年4月に亘理町の一次仮置場に集積された災害廃棄物の量を実測して、処理量の見直しを行い、処理能力および運営・維持管理期間に余裕があることが判明したため、石巻より不燃混合廃棄物98千t、可燃混合廃棄物3千t、気仙沼より可燃物23千t、山元より農地土砂70千tを受入れ、処理を代行した。



(4) 処理業務

災害廃棄物処理の業務範囲を図-3 に示す。亘理町内で発生し3箇所の一次仮置場に集積された災害廃棄物を、亘理町が二次仮置場へ搬入した。運び込まれた廃棄物は、二次仮置場において受入（計量）、選別・破碎、焼却等の中間処理を行い、処理後の再生資材は亘理町の復興資材として搬出した。また、場外で再資源化する物はリサイクル先へ、埋立処分品（飛灰等）は管理型最終処分場に搬出した。

① 廃棄物の受入

写真-1 に廃棄物の受入状況を示す。1,000 台/日の搬入車両が予想されたため、30 t トラックスケールを 2 台とした。また、車両情報（会社名、運転手名、車番、空車重量）を記憶させた IC カードによる計量管理システムを導入し、トラックスケール計量値と積荷、搬入元、搬出先をリンクさせ、搬出入データを一元管理し、電子データと帳票にて搬入出数量、品目を正確に把握することができた。なお、搬出物の計量についても同じシステムを使用している。

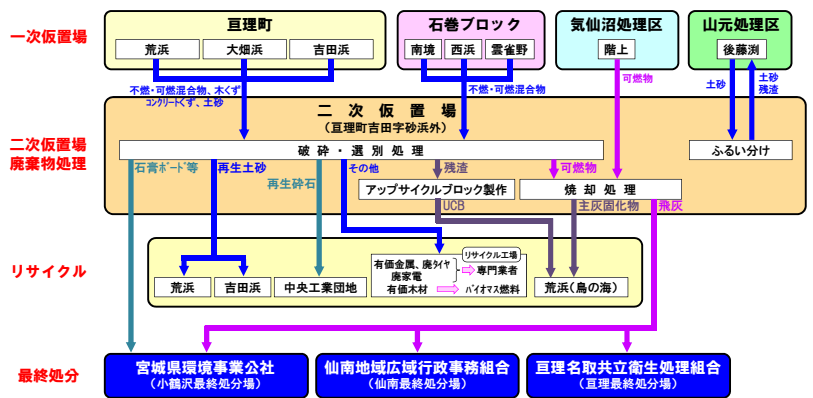


図-3 業務範囲



写真-1 搬入出計量システム

災害廃棄物にセシウムが含まれていることが判明したため、搬入・搬出車両の放射線計測を行った。計測には、前述の IC カードを用いた計測値自動記録システムと自動でリンクさせ、全搬入出車両の放射線量を管理した。これにより、見えない放射線に対して、安全、安心な業務を行うことができた。

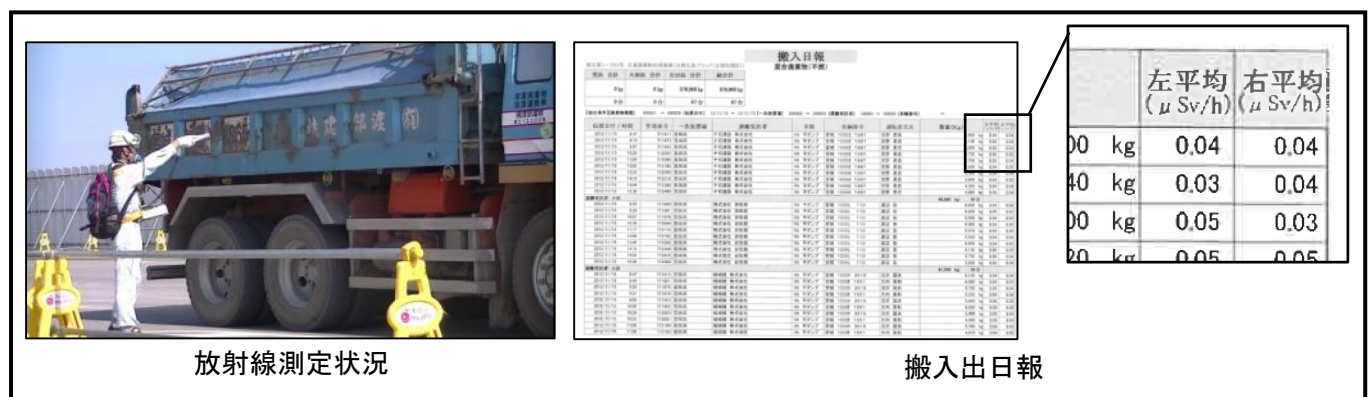


図-4 搬入出車両の放射線管理

② 混合廃棄物の選別処理

図-5 に処理フロー、表-2 に処理概要を示す。色々なごみと土砂が混じりあった混合ごみについては、破碎・選別を4段階で実施することで、再資源化物および可燃物の回収率向上を図り、処理後の残さが10%以下となるように処理を進めた。

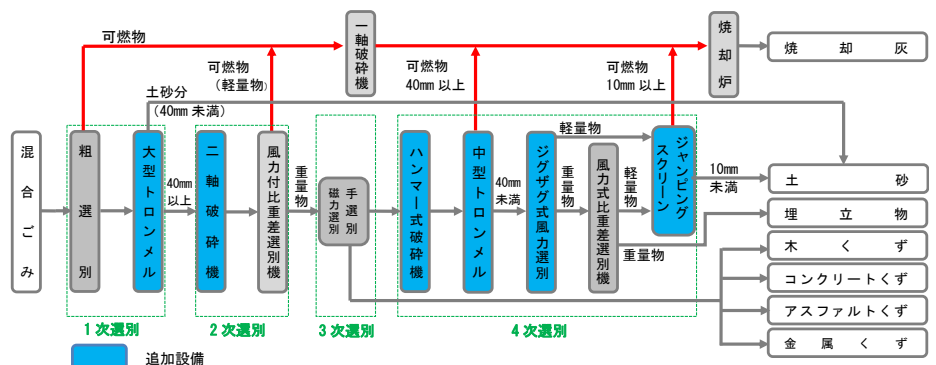


図-5 処理フロー

混合廃棄物から選別された木く

ずは、粗チップに破碎して可燃物とともに焼却し、コンクリート・アスファルトくずは、土木資材として再資源化した。また、最終の四次選別において発生する砂利状および土砂状の残さをアップサイクルブロック（後述）により再資源化した。

表-2 処理概要

一次選別	粗選別 (重機+人)	混合ごみに含まれているガスボンベ等の危険物、農薬類、大型木材・スクラップなど、機械選別に向かないものを取り除くため、大型屋根付きコンクリート土間上で展開し、重機と人で粗選別を行った。
	大型トロンメル	混合ごみに40%以上含まれる土砂を、30～40mm メッシュのトロンメルで機械選別し、二次選別以降の選別効率を向上させた。
二次選別	風力付選別	油圧式二軸破碎機にて、混合ごみを 300mm 以下に破碎した後、風力付比重差選別機で可燃物(紙、プラ系)、混合ごみ、細粒物に選別した。
	手選別	二次選別により分別された混合ごみから、手選別にて可燃物(木くず、廃プラ)、有価物(金属類)、コンクリートくず、アスファルトくずを選別した。
三次選別	磁力選別	手選別での鉄の分別作業量を削減した。
	細粒物選別	二次、三次選別後の残さをハンマー式破碎機にて、40mm 以下に粉碎、粒径を整え、風力選別、比重差選別を実施した。

a) 一次選別

写真-2 に重機による選別作業状況を示す。混合ごみには、ガスボンベ等の危険物や、農薬、大型の木くず・スクラップ等、機械選別に向かないものが含まれるため、コンクリート土間上で展開し、重機と人で粗選別を行った。

また、混合ごみに40%以上含まれる土砂を、30～40mm メッシュのトロンメルで機械選別し、二次選別以降の選別効率を向上させた。



写真-2 重機選別作業

b) 二次選別

写真-3 に選別施設を示す。油圧式二軸破碎機にて、混合ごみを300mm 以下に破碎した後、風力付比重差選別機で可燃物（紙、プラ系）、混合ごみ、細粒物に選別した。



写真-3 選別施設（風力・比重式選別）

c) 三次選別

写真-4 に手選別作業状況を示す。手選別ラインでは、二次選別により分別された混合ごみから、手選別にて可燃物(木くず、廃プラ)、有価物（金属類）、コンクリートくず、アスファルトくずを選別した。



写真-4 手選別ライン

d) 四次選別

写真-5 に細粒物選別設備を示す。二次、三次選別後の残さをハンマー式破碎機にて、40mm 以下に粉碎、粒径を整え、風力選別、比重差選別を実施した。これら一連の四段階の選別により、混合ごみからの残さの発生率は7%となった。



写真-5 細粒物選別設備

③ 木くず、コンクリートがらの破碎処理

写真-6に木くずの破碎状況を示す。木くずは、再資源化可能な生木を回収し、有価物として搬出した。それ以外については、完全燃焼を促進させるために150mm以下の粗チップに破碎するとともに、振動ふるいによる土砂のふるい取りを行って焼却処理した。

写真-7にコンクリートがらの破碎状況を示す。コンクリートがらについては、破碎・選別により土木資材(RC40相当品)として再生し、亘理町の復興資材として利用するため仮置中である。



写真-6 木くず破碎状況



写真-7 コンクリートがら破碎状況

④ 焼却炉

写真-8に焼却施設（全景）を示す。災害廃棄物は、土砂等の付着物や大塊が多いことや、水分率や燃焼量のばらつきが多く、不完全燃焼しやすい。そのため、通常の廃棄物と比較して焼却灰の発生量が多くなる。その点をふまえ、災害廃棄物の処理実績があるチェーンストーカー炉方式の焼却炉を選定した。この方式は、処理物と燃焼空気の接触効率が高く、完全燃焼が促進され、焼却灰の発生量や燃料消費量を削減でき、焼却処理対象物の主体である木くずや流木の焼却に適している。



写真-8 焼却施設（全景）

表-3に焼却施設の仕様を示す。同仕様の焼却炉を5台設置し、余裕のある処理能力とするとともに、運転効率の向上を図った。

図-6に焼却フローを示す。セシウム対策として、飛灰処理装置にセメント供給装置を追加（図-6中のi）し、密閉型とした。さらに、ろ過式集じん機（バグフィルター）のろ布にテフロンを採用（図-6中のii）し、排ガスに含まれるばいじんおよびセシウムをほぼ完全に除去することで、放射性物質の外部への拡散を防止した。

また、空気予熱器で排ガスの廃熱を利用して燃焼空気を加熱する（図-6中のiii）ことで、助燃バーナーに必要な燃料使用量を削減した。

⑤ 焼却灰（主灰）の固化・不溶化

焼却灰のうち、放射性物質濃度や重金属類等の有害物質濃度が比較

表-3 焼却施設の仕様

項目	仕様
処理方式	チェーンストーカー炉方式
処理能力	105t/日(4.375t/時)
設置台数	5台
稼働月数	19ヶ月(H24.4～H25.10)
廃ガス処理方式	活性炭噴霧＋バグフィルター
燃料	A 重油

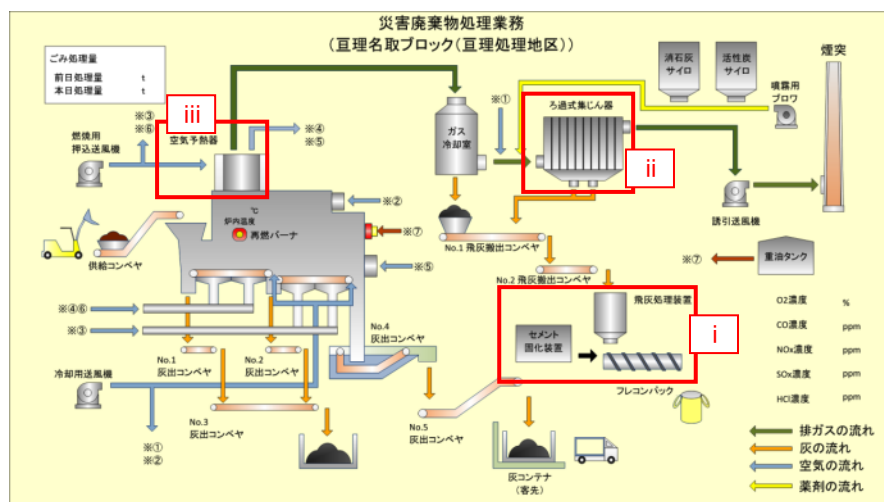


図-6 焼却フロー

的低い主灰は、現地に設置した移動式焼却灰固化プラントで固化・不溶化した。写真-9に固化プラントと処理後の再生資材を示す。再生資材は、盛土材として亘理町人工の丘事業で利用する予定である。



主灰固化プラント



処理後の再生資材



再生資材の盛土状況

写真-9 固化プラントと再生資材

⑥ 津波堆積物の処理

写真-10に津波堆積物の選別処理状況を示す。津波堆積物には廃棄物が10～20%混在しており、そのままでは土木資材としての品質を確保できないため、振動スクリーンにより選別処理を行った。篩い目は津波堆積物の状態により、30～40mmに設定した。選別された廃棄物は、混合ごみ破碎選別設備で再処理を行った。

処理した再生土砂は、分析結果より特定有害物質や油分による汚染はなく、放射性セシウム濃度も200～630Bq/kgであった。そのため、公共工事の資材（盛土材）として防災林復興事業および亘理町の事業で利用するために仮置中である。



写真-10 津波堆積物の選別処理状況

⑦ 場外搬出物等の安全管理

写真-11に品質管理室での試験状況を示す。放射能計測専用の分析室を設け、ベクレルモニターを用いたセシウム濃度の日常管理（再生砕石、再生土砂、飛灰、主灰固化処理物、その他搬出物全般、排水 等）を実施した。



ベクレルモニター



現場分析状況

写真-11 品質管理試験室

(5) 搬入・搬出等運行管理

図-7に搬出・搬入管理の概念、図-8にシステム概念図を示す。廃棄物の物流状況をPCで一元管理できる『マテリアルフロー管理システム』を導入した。災害廃棄物等の搬入および搬出の段階で、搬入出時間、廃棄物の品目・量などの情報をICカードを利用して集計し、PCで一元管理した。マテリアルフロー管理システムの帳票作成機能で出来高管理に必要な帳票（日報、月報）を作成することにより、正確な数量管理を行った。

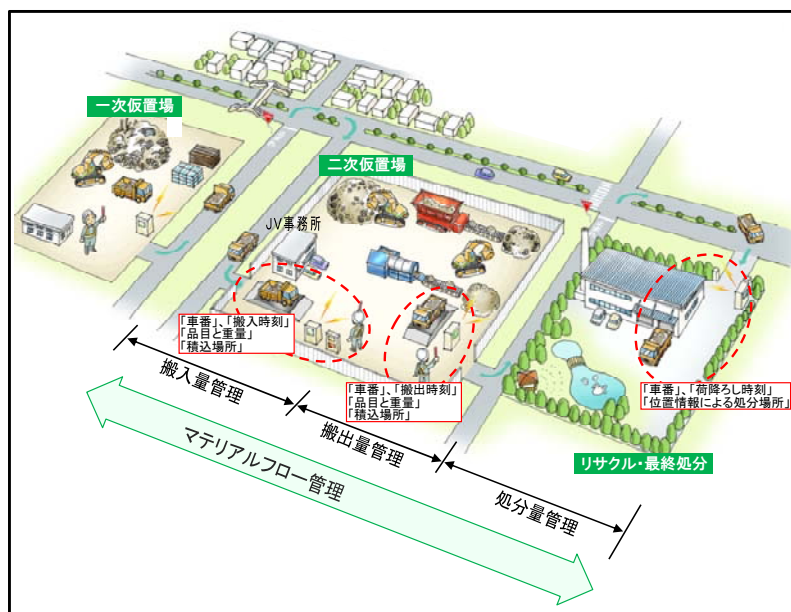


図-7 搬出・搬入管理の概念

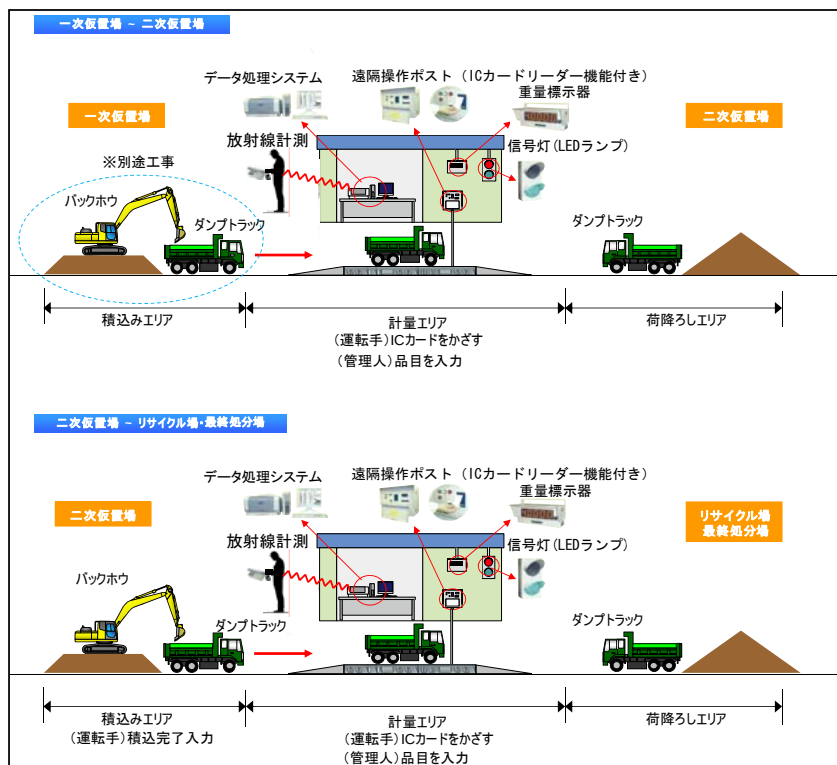


図-8 システム概念図

4. 撤去・復旧

(1) 解体・撤去

写真-12 に焼却炉の解体状況を示す。炉内の洗浄により有害物を除去し、『廃棄物焼却施設内作業におけるダイオキシン類ばく露防止対策要項（厚生労働省）』で定める第1管理区域（通常の粉じん作業相当のエリア環境）の基準を満足することを確認し、重機を用いて解体した。解体で発生する廃材は、放射性物質濃度を確認したのち、産業廃棄物として場外に搬出・処分した。

写真-13 にコンクリート基礎等の撤去状況を示す。施設のコンクリート基礎やアスファルト舗装は重機を用いて破碎し、放射性物質濃度を確認したのち、産業廃棄物として場外に搬出・処分した。



写真-12 焼却炉の解体状況



写真-13 コンクリート基礎等の撤去状況

(2) 復旧

平成26年1月以降、舗装（アスファルト、砕石）および盛土材の撤去・搬出を行うとともに、土壌汚染がないことを確認して、整地・更地化した。

5. 新技術

選別後に残る不燃残さは、通常埋立処分となる。そのため、最終処分量の更なる減容化を図るため、混合廃棄物の選別残さにセメントを混合してブロック状に加工した『アップサイクルブロック（UCB）』を製作した。図-9 に製作概要を示す。UCBの製作により、最終処分量を約19,000t削減した。また、UCBは『亘理町人工の丘事業』の盛土材料として活用すべく仮置中である。

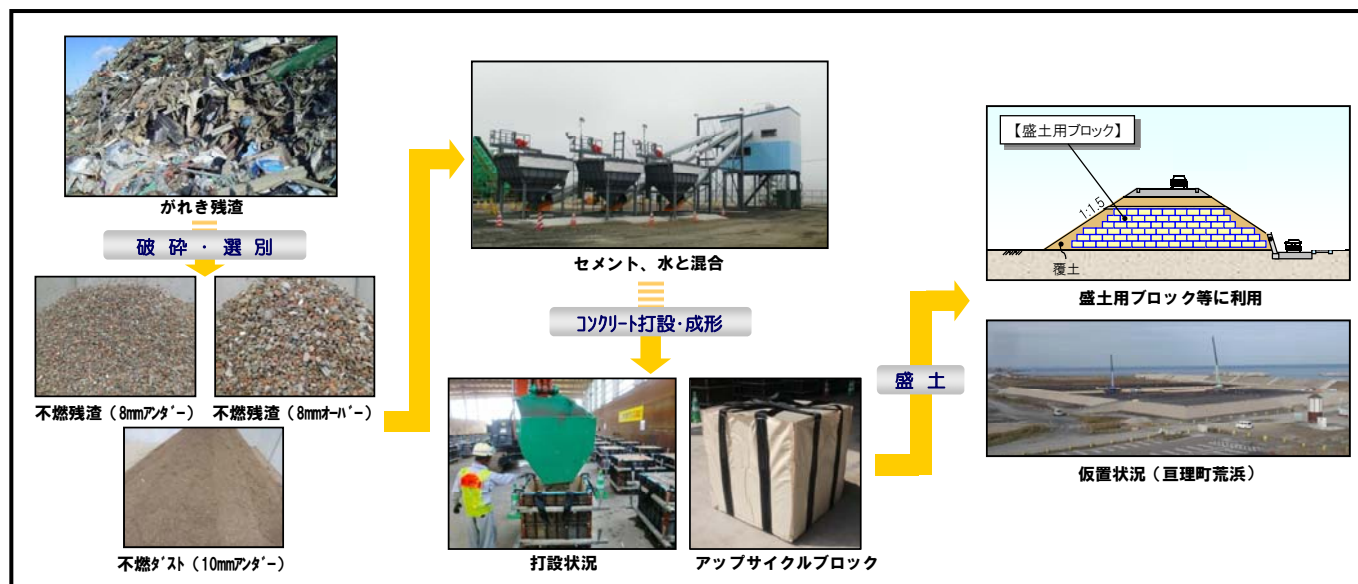


図-9 アップサイクルブロック製作概要

6. 環境対策

(1) 周辺環境対策

災害廃棄物処理業務の実施にあたり、地域の復興を見据えた周辺環境の保全、作業者の安全衛生に配慮した作業環境の保全、また地球環境の保全等総合的な観点から、以下の環境対策を実施した。

【主な対策内容】

- ・焼却炉排ガス ⇒ 公定分析の調査頻度の増加。ダストモニター等を用いた連続監視の実施。
- ・排水処理 ⇒ 公定分析の調査頻度の増加。処理水の全量を、焼却炉の冷却水として再利用。
- ・悪臭対策 ⇒ 場内の巡回調査を毎日実施。仮置した廃棄物から悪臭が発生していた場合は、シート養生および高圧洗浄機を用いた消臭剤の噴霧。
- ・放射線管理 ⇒ 敷地境界と各作業エリアは1～2回/日の頻度、搬出入車両は全台数放射線量を測定し、作業員の放射線被ばく防止および敷地周辺への放射線影響を監視に努めた。



写真-14 排ガス調査実施状況



図-10 消臭剤噴霧による対策状況



図-11 焼却炉排ガスの連続監視

(2) 作業環境対策

【主な対策内容】

・作業環境測定（図-12）

⇒ 作業環境大気中のダイオキシン類およびアスベスト濃度と粉塵量の相関を求め、粉塵量をリアルタイムで測定することで、有害物質濃度を常時監視した。

・手選別作業（写真-15）

⇒ 高性能集塵機を備えた換気設備で室内を浄化する建屋（クリーンルーム）で作業を行い、作業員の有害粉塵摂取の防止、屋外に対する有害粉塵の影響を低減した。

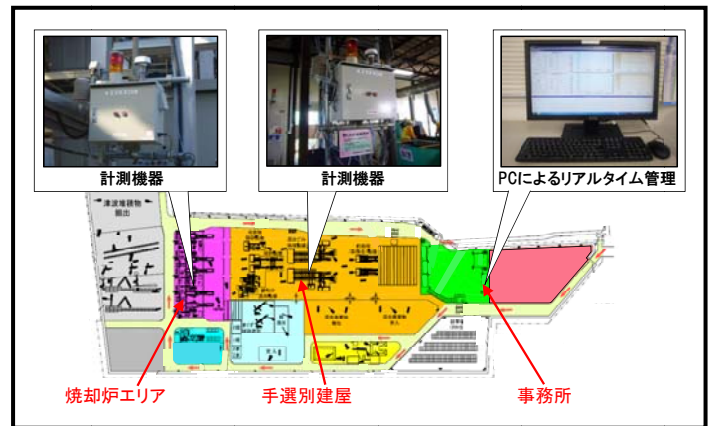


図-12 連続監視システム概要



写真-15 手選別作業実施状況

・屋外選別作業（写真-16）

⇒ 粗選別作業ヤードは、鋼製の大型屋根を備えた 3,600m² の大型施設とし、天候の影響を受けずに作業できる環境とした。



写真-16 粗選別作業ヤード

・有害物の暴露防止（写真-17）

⇒ 作業内容に適した各種保護具を支給し、有害物質の接触や裂傷予防を実施。作業ヤードごとに、異なる色・デザインの作業着を着用し、他の作業者が誤った保護具で立ち入ることを防止した。また、万一に備え、破傷風予防接種、電離放射線健康診断およびじん肺健診を実施し、作業員の健康管理に努めた。



写真-17 保護具装着状況

7. 地元への貢献等

(1) 地元への貢献・協働

災害廃棄物処理業務においては、地域経済の活性化等につながる地元貢献も大きな命題である。地元建設業者の活用や資機材調達等における JA 宮城、JF 宮城および商工会等との積極的な連携はもとより、被災された地元の方々を手選別作業等で優先的に数多く雇用することにより地元の雇用機会拡大に努め、地元と一体となって処理業務を進めた。

① 地元企業の活用

・土木工事、運搬業務等 ⇒ 亘理町に本拠を持つ地元企業



写真-18 地元業者からの燃料調達

- ・資機材、油脂製品等 ⇒ JA 宮城、JF 宮城および亶理町内に工場等がある企業から調達
- ・日用品（備品、事務用品等）⇒ 亶理山元商工会からの調達

② 地元施設の活用

- ・被災した亶理町の温泉施設『わたり温泉 鳥の海』を、企業体の宿泊施設として借り上げた。



写真-19 わたり温泉 鳥の海

③ 地元雇用の推進

- ・地元企業と連携して亶理町およびその近隣住民を優先的に雇用するとともに、個人のスキルアップのための講習会を行うなど、復興に取り組む地元住民の自立へのステップをサポートした。



写真-20 地元雇用作業員による手選別作業

(2) 地元との交流

亶理町のイベント（えんころ節全国大会、亶理復興マラソン、地方祭等）への協賛、参加を通じて地元の復興へ向けた支援を行った。また、地元商工会の復興支援事業への購買協力等も行った。

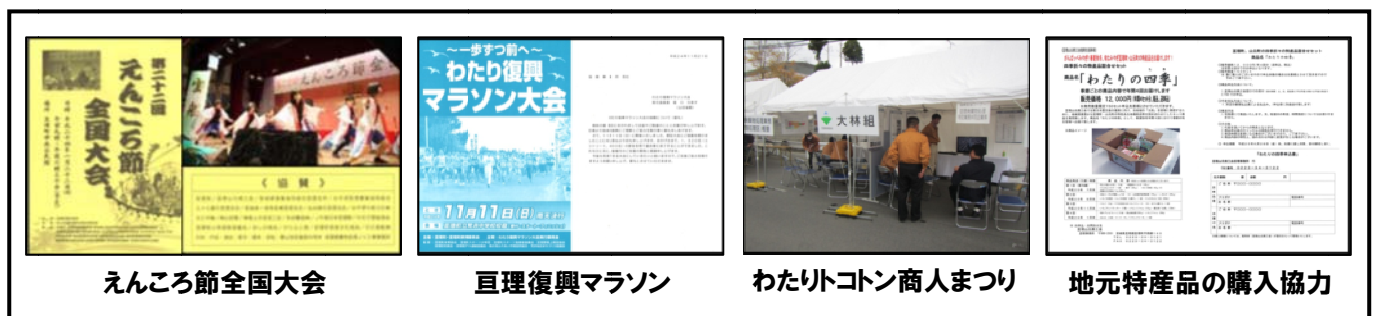


図-13 地元交流活動の一例

8. おわりに

平成 24 年 6 月よりフル稼働状態で処理業務を推進し、平成 25 年 11 月上旬に焼却を含む全ての震災がれきの処理が終了した。他処理区から受け入れている農地土砂のふるい分け作業については平成 25 年 12 月中、焼却灰の搬出・最終処分については平成 26 年 1 月中に終了した。処理業務が終了したヤード・施設より、順次解体作業を進め、平成 26 年 3 月に更地化を含めた全施設の解体を終えた。100 万 t を超す膨大な量の災害廃棄物の処理業務であったが、ほぼ予定どおりの工程で全業務を遂行することができた背景には、現場作業員、地元業者および周辺関係者、近隣住民、他処理区ならびに行政関係者と連携・協力なくして成し得なかったものとする。

亶理町の皆様に安心して頂きながら、予定どおり災害廃棄物の処理を終え、復興に向けた事業にバトンタッチできたものと考えている。

参考文献

- 1) 環境省：被災地 3 県沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況（平成 25 年 9 月 27 日）