

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 気仙沼ブロック南三陸処理区

清水・フジタ・鴻池・東亜・青木あすなろ・銭高・浅野特定業務共同企業体 所長 太田 美喜夫
前所長 遠藤 一正

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。本稿では、宮城県により委託された災害廃棄物処理業務気仙沼ブロック（南三陸処理区）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気仙沼ブロック（南三陸処理区）
- ・委託者：宮城県
- ・受託者：清水・フジタ・鴻池・東亜・青木あすなろ・銭高・浅野特定業務共同企業体
- ・受託金額：25,904,623,000 円（税抜、第 2 回変更契約時）
- ・業務場所：宮城県本吉郡南三陸町
- ・工期：平成 24 年 3 月 6 日～平成 26 年 3 月 25 日
- ・業務範囲：一次仮置き場から二次仮置き場への運搬、RC 建築物の解体撤去(36 棟)、中間処理、リサイクル先/最終処分先への運搬
- ・対象数量：表-1 に示す。

表-1 対象数量

(単位:千 t)		
大項目	小項目	数 量
可燃物	木くず	19
	粗大ごみ・混合ごみ(可燃)	179
	気仙沼処理区可燃物	5
不燃物	コンクリートくず	274
	アスファルトくず	2
	金属くず	2
	粗大ごみ・混合ごみ(不燃)	6
その他	津波堆積物（農地がれき含む）	172
	その他（漁網、石膏ボード等）	5
合 計		664

※数値は平成 26 年 3 月末時点

3. 処理業務について

(1) 処理の方針

南三陸処理区では、本業務を南三陸町の復旧後の復興・発展への足掛かりとするために、地元の方々の声を業務に反映することが重要であると考え、以下の処理方針とした。

- ・南三陸町の復旧・復興への貢献
- ・災害廃棄物・津波堆積物の早期撤去、処理業務の早期完了
- ・リサイクル率の向上復興資材化の推進（目標リサイクル率 98.8%）
- ・地下水・海・住環境の保全
- ・地元一体となった処理業務

(2) 二次仮置き場の施設計画

二次仮置き場用地は、宮城県が借地した A、B、C 地区(約 18ha)と、当企業体が別途借地した D、E 地区(約 4ha)である。

当該地区は、水戸辺川河口に位置し、地震により約 1m 沈下したため、満潮時には海水により水没する状況であった。このため、業務終了後の二次仮置き場の原状復旧のことを考慮し、処理施設の基盤高を復旧後の計画高さに合わせ、沈下分を購入土材等で盛土しヤード全面に遮水シートを敷設した上に舗装、機械基礎等を施工した。施設配置としては、処理物の場内移動距離を短くする等の観点から、D、E 地区を受入れた廃棄物の貯留場（1.5 次仮置き場）とし、選別・破碎施設を用地全体の中心となる B 地区に、焼却施設を地耐力が大きい A 地区に、土砂洗浄施設等は B 地区に隣接する C 地区に配した。A～E 地区の外周道路は、スムーズな動線確保するため 2 車線以上の幅で一方通行とした。図-1 に二次仮置き場の施設配置を示す。



図-1 二次仮置き場の施設配置

(3) 業務実施工程

契約後、ただちに現地測量等の準備作業を行い、平成 24 年 4 月より二次仮置き場用地の造成、被災 RC 建築物の解体撤去、町内一次仮置き場からの災害廃棄物運搬に着手、同 5 月末から焼却炉をはじめとする中間処理施設の建設を開始し、9 月 15 日には焼却炉の火入れ式を実施、廃棄物の本格的な処理作業を開始した。各処理作業はほぼ順調に進み、平成 25 年 10 月 25 日に土壌洗浄、造粒処理が終了し、10 月 26 日には焼却炉の運転を終了した。平成 26 年 1 月末には一部残った漁網分別等も終了し、現在、焼却炉解体撤去、平成 26 年 3 月の原状復旧終了に向け鋭意進めているところである。図-2 に概略実施工程を示す。

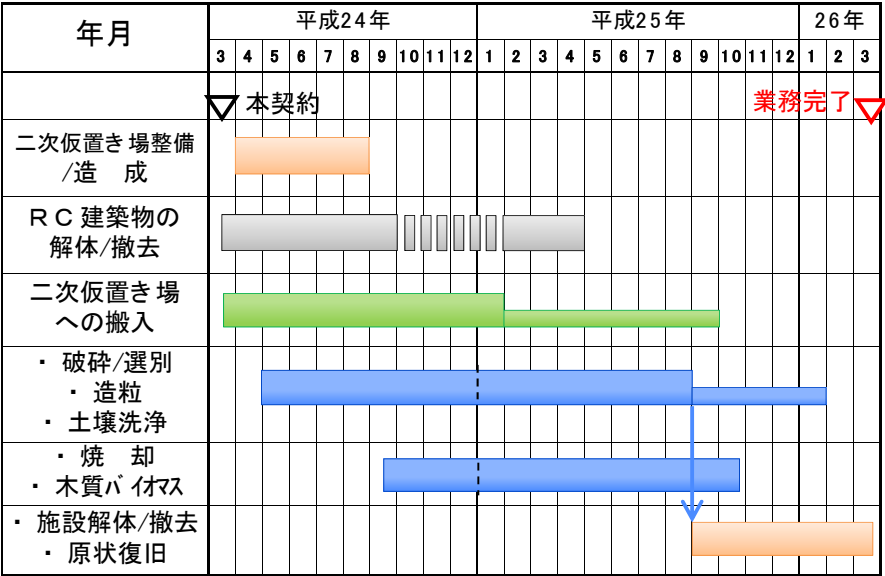


図-2 概略実施工程

(4) 処理業務

図-3 に処理業務のフローを示す。当処理区では、災害廃棄物の約 98%を再資源化し、漁網のリサイクルおよび最終処分を除く 99%以上を県内で処理した。それを満足するための具体的な処理の内容を以下に示す。

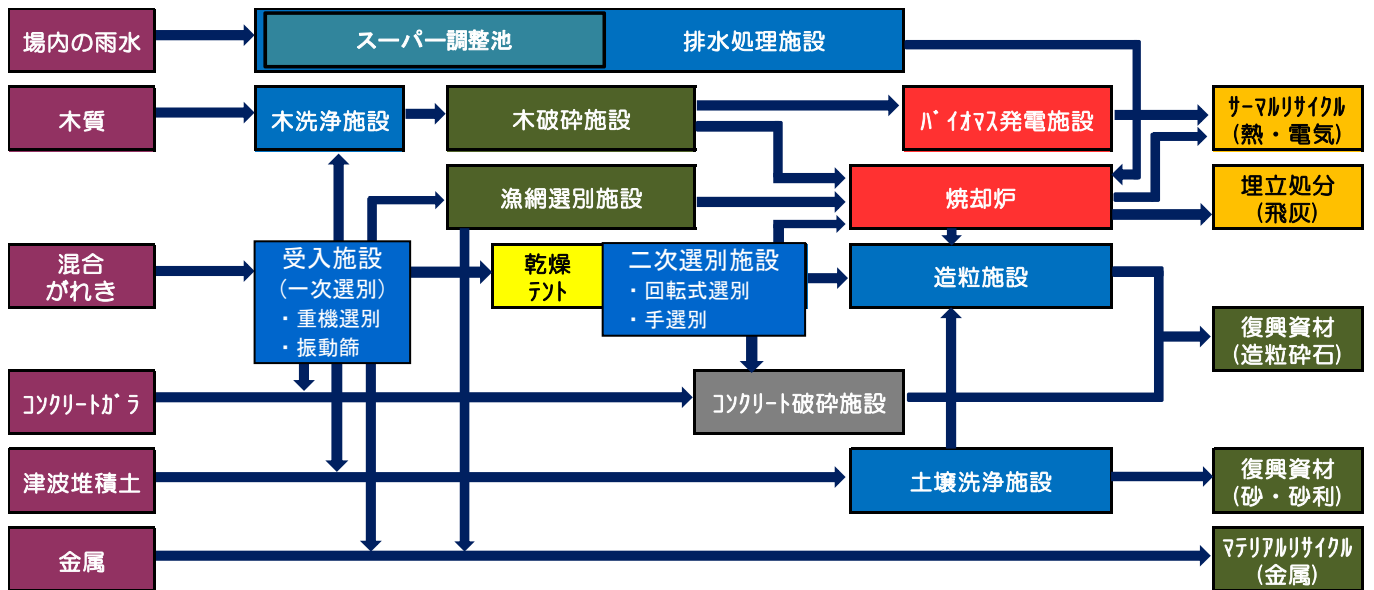


図-3 処理フロー

① 被災 RC 建築物の解体

震災により被災した RC 建築物の解体は、事前にアスベスト調査を実施してから開始した。解体物は破砕機により砕き、再生碎石(RC-40)を製造し、復興資材として再利用している。

写真-1 に解体状況を示す。



写真-1 RC 建築物解体状況

② 1.5 次仮置き場

1.5 次仮置き場は、町内の一次仮置き場に集められた災害廃棄物を早期に撤去するため、当企業体が新たに借地した用地であり、運搬した災害廃棄物を仮置きした。また、廃棄物を搬入した時点でトラックスケールを使用し搬入量管理(搬出元、種類、重量)を行った。写真-2 に 1.5 次仮置き場の状況を示す。



写真-2 1.5 次仮置き場の状況

③ 受入～一次選別～乾燥テント

ダンプトラックで運搬・受入された混合廃棄物は幅 2m の鋼製コンベア上を移動させながら、回転グラップ付バックホウ(0.25m³級)を使用して、50cm 以上の比較的大きな木、廃プラ、漁網、金属などを取り除いた(重機選別)。鋼製コンベア前の受入れヤードでは、監視人を配置して重機による展開分別を行い思い出の品を回収した。写真-3 に受入施設全景を、写真 4 に重機選別の状況を示す。重機選別後の廃棄物は振動篩を通して 40mm 以下の物は土砂として土壌洗浄設備に搬送し、処理を進めた。篩に残る 40mm 以上の混合廃棄物は、付着した土砂を分離しやすくするため乾



写真-3 受入施設全景



写真-4 重機選別の状況



写真-5 乾燥tent内の状況

乾燥tentへと運び乾燥した。乾燥tentは、焼却炉の廃熱を利用した温水をtent内のコンクリート床版内に設置された配管に供給し乾燥の熱源とした。写真-5に乾燥tent内状況を示す。

④二次選別

乾燥した廃棄物は、二次選別施設に運ばれ回転式選別機(トロンメル)で再度 40mm 以下の土砂と混合廃棄物に分別した。混合廃棄物は、回転物除去機(回転ロッド)でビニール・布等を除去したあと手選別を行い可燃物、不燃物、金属類に再選別した。手選別は 2 ラインでそれぞれ 20 名程度が選別作業にあたった。手選別作業員の多くが町内からの雇用者である。写真-6に二次選別施設全景、写真-7に手選別作業の状況を示す。



写真-6 二次選別施設全景



写真-7 手選別作業の状況

⑤漁網選別

漁網に取り付けられた錘や漁魚用ロープに編み込まれた鉛は、焼却後の灰に含まれる鉛の濃度を高くする原因となるため、事前に選別した。選別は機械のみでは困難なため地元の漁業関係者の協力を頂き手作業を併用して行った。また、化学繊維を原料としている漁網等の一部は、有価物としてリサイクル利用を図った。

⑥破碎

1.5 次仮置き場に運び込まれたコンクリートガラや選別されたコンクリートガラは、破碎機で碎き復興資材として再利用した。写真-9にコンクリートガラ破碎状況を示す。

選別施設で分けられた木材は、木洗浄プール洗浄し、付着している土砂や塩分を洗い落として、専用の破碎機で約 150mm 以下に破碎した後、焼却処理を行った。また、津波により枯れた杉などの塩害木についても受



写真-8 漁網手選別の状況



写真-9 コンクリートガラ破碎機



写真-10 木洗浄状況



写真-11 木破碎状況

入し、破碎、焼却処理を行った。写真-10 に木洗浄状況を、写真-11 に木破碎状況を示す。

⑦焼却施設

a) 焼却炉

各選別施設で発生した可燃物を本施設にて焼却処理した。採用した焼却炉は、1 日当りの焼却量が 95 t の堅型ストーカー炉 3 基であり、合計 285 t/日の焼却能力がある。選別施設から運び込まれた可燃物は、トラックスケールで重量を測定した後、燃烧室へと投入され、ダイオキシンが発生しないよう 800℃以上の温度で焼却した。燃烧により発生した排ガスはガス冷却室で温度を下げ、バグフィルターで不純物を取り除き、排気した。焼却炉は 24 時間体制のもとリアルタイムで運転維持管理を行なった。

焼却炉で発生した灰は専用のテントに持込み成分分析等を実施し管理を行った。主灰(燃え殻)は造粒物(詳細は後述)の原料として再利用し、飛灰(煤塵)は最終処分場にて埋め立て処理を行った。写真-12 に焼却施設を、写真-13 に焼却主灰の保管状況を示す。



写真-12 焼却施設



写真-13 焼却主灰の保管状況

b) 木質バイオマス発電施設

施設内で使用する電力の一部を供給するため、木破碎施設で一次破碎された木材は、さらに 50 mm以下に二次破碎されバイオマス発電の燃料として利用した。二次破碎で粉碎された木片を外熱式キルン炉で炭化させ、発生したガスを利用してガスエンジンを稼働させ発電を行う方式である。本施設では、1 日約 15 t の木質材料を原料として使用した。写真-14 に木質バイオマス発電施設を示す。



写真-14 木質バイオマス発電施設

⑧焼却灰処理

焼却炉で発生した焼却主灰は、手選別により選別された石・瓦・陶磁器・ガラス等の不燃物の粉碎物、土壌洗浄設備で発生した残渣、セメント、補助剤を混合して固化し、造粒物として復興資材化した。当造粒固化技

術は、当処理区で実用化した新技術であり、以降「5. 新技術」にて詳述する。

⑨津波堆積物処理

津波堆積物や混合廃棄物から選別された土砂は土壌洗浄処理し、骨材や砂を取り出し、復興資材化した。通常、洗浄では除去しにくい細かな木くず等の軽比重物は、アップフローカラムにより除去することで、より、品質の良い骨材や砂を製造できた。また、土壌洗浄の過程で発生する残渣は造粒物の原料として再利用した。写真-15に土壌洗浄施設を、図-4に土壌洗浄フローを示す。



写真-15 土壌洗浄施設

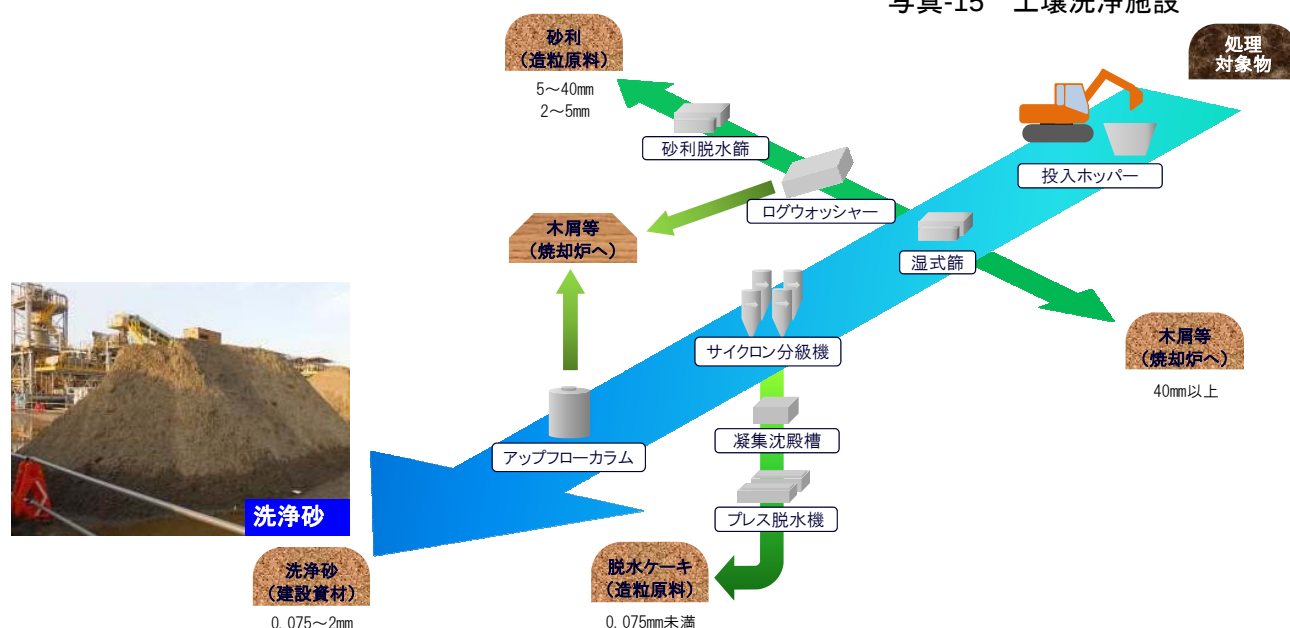


図-4 土壌洗浄フロー

⑩品質管理

当処理区では、災害廃棄物処理業務にあたり、「効率」と「安全」を両立させた品質管理を実施した。処理過程で発生する品質管理の対象となる原料、灰、残渣物などの成分は、現場内に設けた試験室において情報を集約させ、一元管理を行った。試験室では、迅速分析器を使い有害物質のスクリーニングを行った。また、各工程で生成される発生物については、定期的に外部機関で分析を行った。



写真-16 品質管理試験室

(5) 搬入・搬出等運行管理

廃棄物の搬入量・搬出量を計量するために二次仮置き場に設置した複数のトラックスケールの計量管理をJV事務所で一元化して行うため、搬入搬出管理システムを導入した。トラックスケールに設置されたタッチパネル式ICカード認識装置と自動計量トラックスケールを連動させ、車両番号をキーとして自動送信されるデータを搬入搬出管理システムに順次自動登録することで、JV事務所にて廃棄物運搬車両の搬入搬出状況の一元管理が可能となった。図-5に搬入搬出システムの概念を示す。

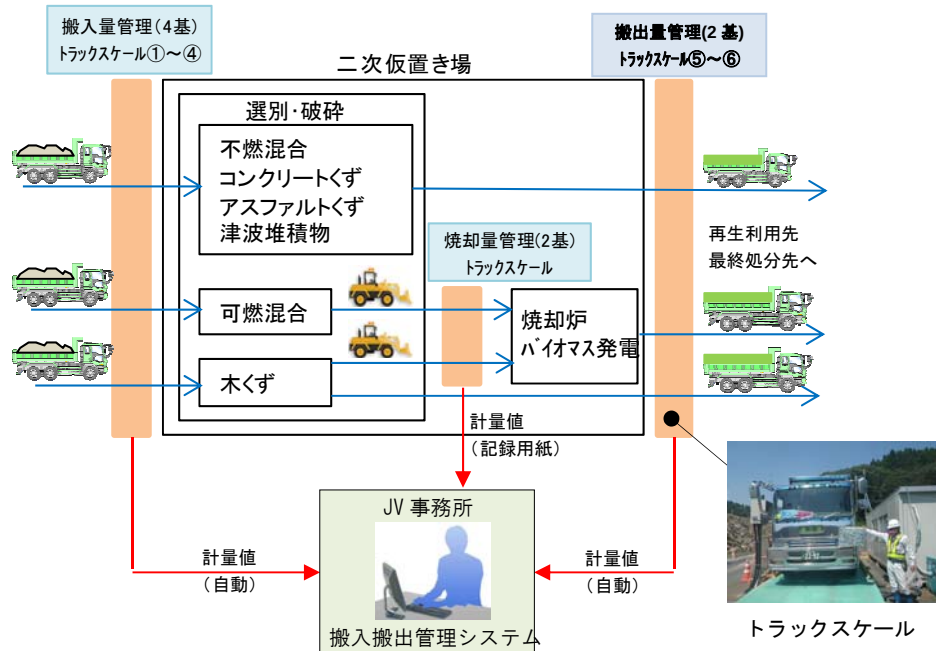


図-5 搬入搬出管理システムの概念

4. 撤去・復旧

(1) 解体・撤去

焼却炉の解体撤去作業は、「廃棄物焼却施設内作業におけるダイオキシン類ばくろ防止対策要綱(厚生労働省)」に準じて行った。概略の作業フローは、①解体作業開始前の事前調査、②有害物質の外部空間への拡散防止や作業空間構築のための全覆テントの設置(負圧制御)、③炉内洗浄(洗浄ガン)による有害物の除去、④焼却炉の順次解体、⑤解体終了後テントの撤去、⑥事後調査である。テント内では各作業員は、事前調査を踏まえた作業管理区域設定(第1管理区域)に基づく保護具を使用して安全な状況下で作業にあたった。洗浄後の洗浄水は水処理施設にて適正に処理した。解体後に発生する廃材は、放射性物質濃度等を確認したのち、産業廃棄物として処分し、金属くずは、放射性物質濃度等を確認したのち、有価物としてリサイクル利用した。写真-17に焼却炉にテントを設置中の状況を示す。



写真-17 焼却炉にテントを設置中の状況

(2) 復旧

施設の解体撤去後にアスファルト等の舗装や遮水シートを撤去し、盛土部の土壌分析を行い、汚染されていないことを確認して、用途に応じて原状復旧を行った。農地については、必要な品質と厚さを持つ耕作土を使用した。写真-18に原状復旧途中の二次仮置き場(A地区)の状況を示す。



写真-18 原状復旧中の状況

5. 新技術

当処理区では、宮城県の補助金を得て建設系不燃混合物の造粒技術を開発・実用化していた「恵和興業



(株)」(仙台市)と連携し、災害廃棄物のうち最終処分場に埋め立てるしかなかった不燃混合物、焼却主灰、土壌洗浄残渣をまとめて固化した造粒物と破碎処理したコンクリートガラを混合して「造粒再生碎石」を製造し、道路の路盤材や盛土材などの復興資材としてリサイクルする技術を実用化した。写真-19 に造粒施設を示す。造粒物及び造粒再生碎石は以下の工程で製造(約 520t/日)した。

- ・分別済みの不燃混合物と焼却主灰を 6mm 以下、災害廃棄物に含まれるコンクリートガラを 40mm 以下になるように破碎処理
- ・破碎処理した不燃混合物、焼却主灰、土壌洗浄残渣にセメント、水、有害物質を不溶化する溶剤を加え、特殊なミキサーで高速攪拌して造粒物を製造
- ・造粒物と破碎処理したコンクリートガラを容積比で 1 : 1 の割合で混合し造粒再生骨材が完成

造粒再生碎石の品質(管理頻度：1 検体/900m³)は、宮城県の公共工事資材基準(宮城県共通仕様書(土木工事編 I)¹⁾下層路盤の品質規格)、岩手県の復興資材活用マニュアル²⁾、環境省の土壌環境基準³⁾ を満足しており、道路の路盤材や街づくりにおける盛土材などで活用すべく仮置中である。写真-20 に造粒物と造粒再生碎石を、図-5 に製造フローを示す。なお、本技術の開発には、東北大学大学院環境科学研究科の高橋弘教授の指導を頂いた。



写真-20 造粒物と造粒再生碎石



図-5 造粒再生碎石の製造フロー

6. 環境対策

(1) 周辺環境対策

土壌汚染対策として、処理ヤード全面に遮水シートを敷設し万一汚染水が発生した場合でも地盤内に漏洩しない構造とした。養殖業が盛んな波伝谷漁港に隣接していることから、場内では発生した排水は、排水



処理施設で浄化処理後、焼却炉の冷却用噴射水として再利用し、環境への影響を極力少なくした。また、大量の降雨時には、流末のスーパー調整池(10,000m³)に貯水し場外に放流しない計画とした。写真-21 に排水処理施設とスーパー調整池を示す。

環境管理として表-2 に示す定期環境モニタリング項目を所定の頻度で実施したほか、焼却炉の排ガス、気象、アスベスト濃度、水質、木材塩分濃度、空間放射線量を日常管理項目として測定し管理した。

表-2 定期モニタリング項目

測定項目		対象場所	測定頻度
大気質	NOx・SOx・HCl・DXN ばいじん濃度	A 地区(煙道ガス)	4 回/年
	NOx・SPM・SOx・HCl 有害物質(ベンゼン・トリクロロエチレン・ テトラクロロエチレン・ジクロロメタン) 粉じん・DXN	予測最大着地点近傍	
	NOx・SPM・粉じん	B 地区(機械、敷地境界)	
	建設機械(騒音・振動)	C 地区(機械)	
騒音/振動	破碎・分別 焼却処理施設(騒音・振動)	B 地区、仮設住宅、近隣住宅	2 回/年
	車両運搬(騒音・振動)	運搬ルート沿道	2 回/年
	臭気指数	A、B、C 地区	2 回/年
水質	上水(水道法水質基準項目)	戸倉浄水場	1 回/年
	河川(水質環境基準健康項目)	水戸辺川	
	地下水(地下水環境基準項目)	観測、新規浅井戸	2 回/年
	排水(排水基準項目)	沈澱池、処理排水	
アスベスト	建材中アスベスト	B 地区	4 回/年
	空気中アスベスト	B 地区(敷地境界、選別建屋内)	4 回/年
放射性物質	1.5 次仮置き場受入廃棄物	1.5 次仮置き場	1 回/月
	燃え殻	A 地区	
	ばいじん	A 地区	
	破碎・選別残渣	B 地区	
	再利用品	B、C 地区	
副生成物	焼却炉排ガス	A 地区	2 回/年
	陸域・海域	予測最大着地点近傍	
	主灰、飛灰(DXN、重金属類 8 項目)	A 地区(焼却炉主灰、飛灰倉庫)	
	津波堆積物(DXN、重金属類 8 項目)	C 地区(土壌洗浄施設)	
交通量	運搬車両の走行	主要交差点	4 回/年

(2) 作業環境対策

手選別エリアでの集塵器やスポットクーラーの設置等、各作業エリアの状況に応じた様々な作業環境対策を実施した。また、作業員のためのエアシャワー付き休憩室を設けたほか、保健師による健康相談室を開催するなど、安心・安全な作業・職場環境提供するよう努めた。写真-22 に保健師による健康相談の様子を示す。場内主要箇所には 24 時間監視のリモートコントロールカメラを設置し、作業状況に応じた迅速な環境対策が可能な体制を整備した。



写真-22 健康相談の様子

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。調達等における積極的な地元企業・商工会等との連携はもとより、被災された南三陸町の方々を手選別作業等で約 110 名雇用させて頂くなど、地元と一体となって処理業務を進めた。写真-23 に朝礼の様子を示す。複雑な



写真-23 朝礼の様子

漁網の選別では、被災された地元漁業関係者の方々によって、錘等の付着物の除去、鉛が編み込まれた網・ロープの選別、鉛の除去等を、手際よく進めて頂いた。

(2) 地元との交流

作業所内に団らん室などのフリースペースを設け地元の方々に利用して頂いたり、焼却炉の火入れ式で地域に伝わる伝統の「^{ししおどり}鹿子躍」を披露して頂いたり、地元でとれた地産品を差し入れして頂くなど、地元の方々との心の通った交流をさせて頂いた。写真・24 に火入れ式で地元の方により披露された鹿子躍の様子を示す。

また、現場見学会の開催、現場独自のホームページの開設、定期的な情報紙「南三陸処理区ニュース」の発行等により、積極的に地元等に情報発信し、信頼感の醸成や業務内容の理解促進を進めた。



写真-24 焼却炉の火入れ式で披露された鹿子躍

8. おわりに

平成 24 年 3 月以降、「とにかく早くがれきを片付けて欲しい」、「そのためだったら協力を惜しまない」という地元の方々の思いを胸に、地域貢献や周辺環境に十分配慮しながら、本業務を進めてきた。平成 24 年 10 月からは本格的に災害廃棄物の処理(選別・破碎・洗浄・焼却・造粒)を進め、平成 26 年 1 月末には、焼却を含むすべての災害廃棄物の処理を完了した。この間、廃棄物が当初想定していた以上に多様かつ複雑であったことなどから種々の課題に直面したが、新たな処理設備の追加、選別ラインの変更、作業員の配置や作業時間の延長等の対応により乗り切ることができた。

平成 26 年 3 月には、二次仮置き場の復旧を含め、目標通り全ての業務を終了した。

最後に、本処理業務を進めるにあたり、地元近隣の方々をはじめ、地元企業、南三陸町や宮城県等の行政関係者ほか、多くの方々に多大なご指導・ご協力いただいたことに、深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 宮城県土木部：共通仕様書(土木工事編Ⅰ) (平成 25 年 10 月改正)
- 2) 岩手県：復興資材活用マニュアル(改訂版) (平成 25 年 2 月改定)
- 3) 環境省：告示第 46 号 土壤環境基準(平成 22 年改正)