

第5章 宮城東部ブロックの災害廃棄物処理業務

第1節 震災後の状況

第1項 地域特性

宮城東部ブロックは、仙台市の東に位置する塩竈市、多賀城市、七ヶ浜町の2市1町からなる。

塩竈市は、近海生マグロ日本一の水揚げ港と言われ、近海・遠洋漁業の基地として発展してきており、単位面積当たりの寿司店の数は日本一である。また、松島の島々の半数は塩竈市の行政区にあり、この島々のお陰で、津波の被害が緩和されたとも言われている。

多賀城市は、「史都多賀城」と言われるように、8世紀に陸奥の国の国府「多賀城」が置かれ東北地方全体を治めていた由緒ある歴史の町である。

七ヶ浜町は、三方を海に囲まれた日本三景松島の一角をなし、風光明媚な海岸線を持つ。



図5-1 宮城東部ブロックの位置図

第2項 被災概要

宮城東部ブロックの2市1町では、沿岸部の住家・工場などが津波の被害を受けた。特に、多賀城市の被害が最も大きく、直接海に面している所が少ないものの、平坦なために浸水地域が広がり、幹線道路を走行中の多数の運転手が、津波に巻き込まれた。

表5-1 宮城東部ブロックの被害状況（平成25年12月31日現在，県危機対策課公表資料）

	人的被害(人)		住家被害(棟)		
	死者	行方不明者	全壊	半壊	一部損壊
塩竈市	44	0	655	3,188	6,798
多賀城市	218	0	1,746	3,730	6,108
七ヶ浜町	78	2	674	649	2,601



写真5-1 塩竈市北浜
(写真提供：塩竈市)



写真5-2 多賀城市内
(写真提供：多賀城市)



写真5-3 セケ浜町花渕浜
(写真提供：セケ浜町)

第3項 災害廃棄物の特徴

宮城東部ブロックの災害廃棄物は、量こそ他の処理区と比較すると少なかったものの、港湾地域の工場から流出した肥料や塩、各漁港のFRP船、漁網など処理困難物の割合が多かった。

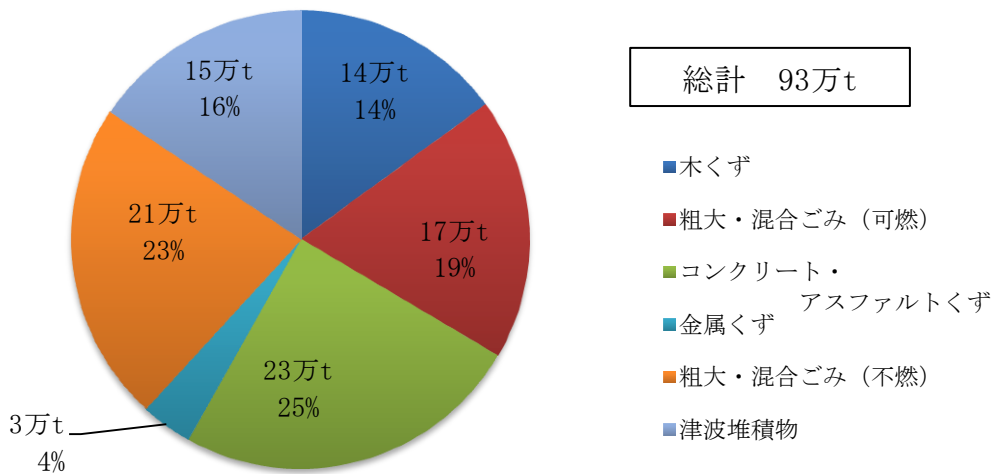


図5-2 災害廃棄物の当初設計時の発生量見込み (市町処理分含む)
(県災害廃棄物処理構想 (原案))

第4項 一次仮置き場の状況

2市1町（塩竈市，多賀城市，七ヶ浜町）で発生した災害廃棄物の一次仮置き場は23ヶ所に設置された。



図5-3 仮置き場位置図

表5-2 一次仮置き場一覧

所在市町	図中番号	名称	面積(ha)
塩竈市	1	中倉最終処分場	4.0
	2	塩竈市新浜町公園	1.0
	3	越ノ浦漁港	1.0
	4	北浜緑地	0.5
	5	桂島	1.4
多賀城市	6	中央公園	0.8
	7	あやめ園駐車場	0.7
	8	多賀城IC予定地	2.0
	9	遊水池	1.5
	10	高橋公園	1.0
	11	北日本自動車学院跡	2.0
	12	三陸道高架下	1.5
	13	桜木グラウンド	1.1
	14	雇用能力開発機構	0.2
	15	仙台港多賀城緩衝緑地	1.2
	16	東北ドック鉄工	0.3
	17	日産サービスセンター	2.7
	18	トヨタ輸送仙台整備工場	0.7
	19	土地地区画整理事業用地	0.5
	20	中南部下水道事務所中州	0.5
七ヶ浜町	21	東北電力株式会社仙台火力発電所の灰捨場	4.2
	22	七ヶ浜町菖蒲田浜字東原水田内	2.0
	23	菖蒲田浜町営住宅前	2.0



写真5-4 中倉最終処分場全景



写真5-5 中倉最終処分場内の混合廃棄物



写真5-6 東北電力灰捨て場全景



写真5-7 東北電力灰捨て場内の混合廃棄物

第2節 業務の基本的事項

第1項 災害廃棄物の処理量と業務範囲

当初、宮城東部ブロックでは塩竈市，多賀城市，松島町，七ヶ浜町，利府町の2市3町で発生した災害廃棄物を処理対象としていたが，二次仮置き場建設までに時間を要し，その間に松島町，利府町は独自処理を実施することとなった。このため，塩竈市，多賀城市，七ヶ浜町の2市1町で発生した災害廃棄物が処理対象となった。

災害廃棄物処理の進捗に併せ，航空測量，計量実績をもとに処理対象量の見直しを行い，最終的に災害廃棄物24.9万t，津波堆積物8.1万tを処理した。

当ブロックでは下図に示すとおり，一次仮置き場までの運搬を市町が実施し，二次仮置き場までの運搬及び処理については県が実施した。

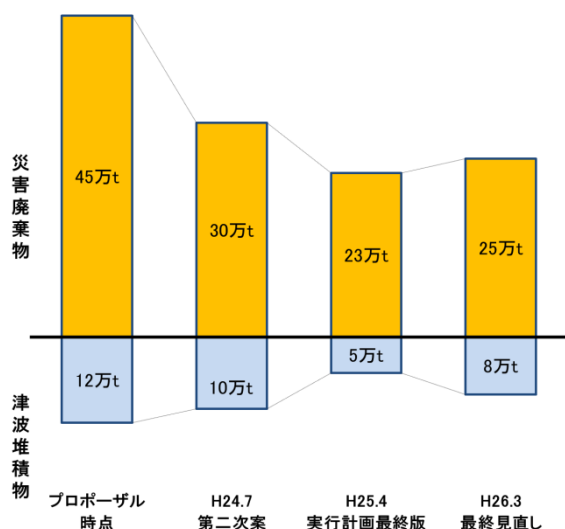


図5-4 災害廃棄物等推計量の推移

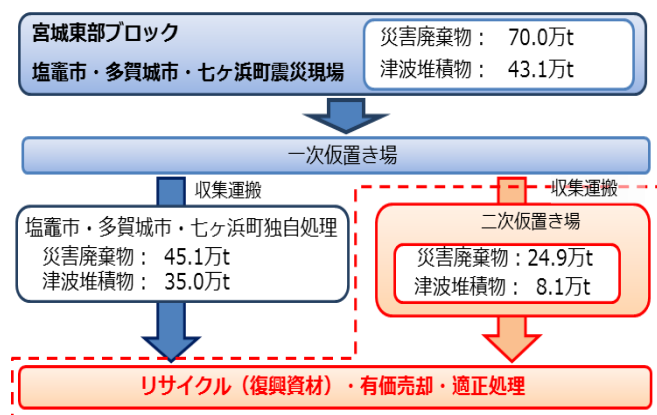


図5-5 業務範囲

第2項 処理方針

宮城東部ブロックの業務基本方針「当該業務により地域の復旧・復興に貢献する」に基づき，以下の6つのコンセプトを掲げ業務を遂行した。

1. 工程のスピード感
2. 適切・確実な処理
3. 自区内処理の優先
4. リサイクルの促進
5. 安全・環境の保全
6. 地域への貢献

第3項 施設配置計画

二次仮置き場Aの施設配置については、下記のポイントを踏まえて計画した。

1 既存設備の有効活用

二次仮置き場Aの場所は工場跡地であり、津波で被災していたものの、場内の事務所棟・工場建屋・濁水処理設備・船舶荷揚げ用埠頭等の既存設備については補修することで利用可能であった。この部分を補修・活用し、建設工期及びコストを削減した。

2 狭小な二次仮置き場Aの敷地面積

二次仮置き場Aは12.5haと他の処理区と比較し相対的に狭いことから、二次仮置き場Aの処理設備を効率的に配置する必要があった。このため、破碎選別設備について定置式の処理ラインとし、ベルトコンベアを立体的に配置して高さ方向のスペースを有効活用する等、設備のコンパクト化を図った。また、計量器の設置場所を工夫し、場内運搬の効率化に配慮した。

図5-6に二次仮置き場Aの施設配置図を示す。

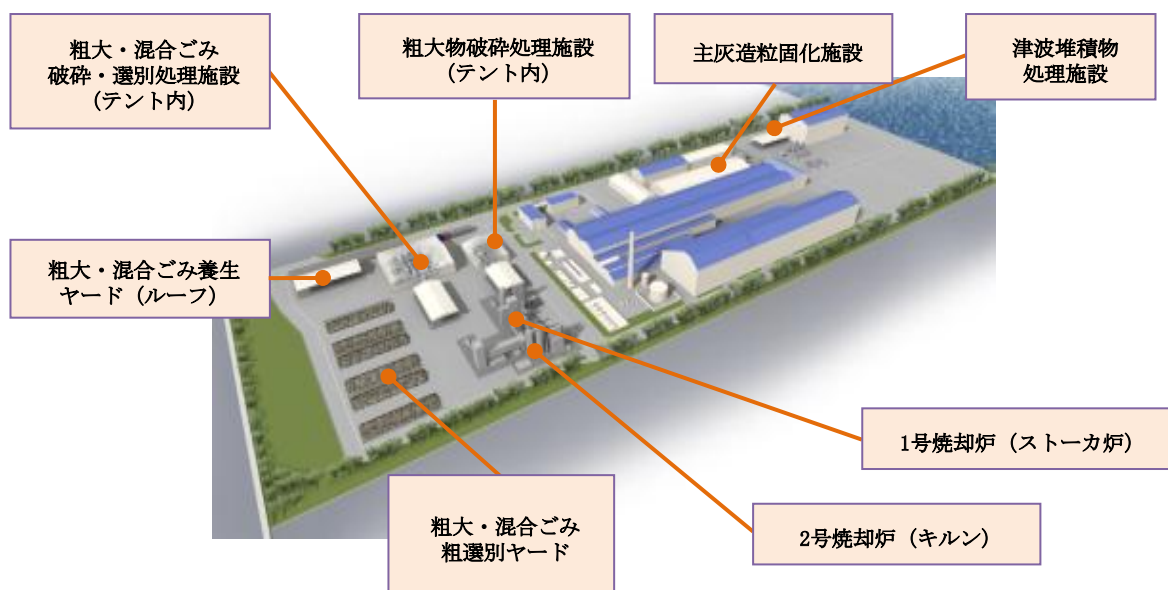




図5-6 二次仮置き場A配置図

第4項 実施工程（スケジュール）

災害廃棄物の性状が想定と異なることによる処理方法の変更や、処理対象量の増大等、業務期間が長大化するリスクを想定し、工程余裕を3ヶ月分確保した計画を策定した。各工程の着手時期については計画からやや遅れたものの、処理の効率化等を図り、場内処理については計画通りに完了した。最終処分先の調整及び焼却炉の解体に時間を要し、想定よりも工程が長期化したものの、契約期間内で業務を完了した。

表5-3 実施工程表

 計画  実績	平成23年度			平成24年度												平成25年度															
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
二次仮置き場建設																															
二次仮置き場への運搬																															
破碎選別処理																															
焼却処理																															
リサイクル・最終処分																															
解体・撤去・原状回復																															

第5項 環境への配慮事項

1 周辺環境への考え方及び取組

周辺環境への影響を極力避けるため、施設の建設前に生活環境影響調査を行い、事業実施に伴う周辺環境への影響を事前に確認した。

二次仮置き場が稼働してからは、環境セルフモニタリングとして焼却炉の排ガス、ダイオキシン類、排水、騒音、振動、臭気、交通量等の計測を行い、事業実施に伴う周辺への影響が、法定基準または、独自に設定した管理基準に適合しているかどうかを確認した。

なお、二次仮置き場Aは、工場等が多く立地する港湾地域に位置するため、粉じんについては参考値として場外でも測定を実施した。

2 作業環境への考え方及び取組

作業員が働きやすい環境を創造するため、次の取組を行った。

手選別作業用の冷房施設及び焼却炉廃熱を利用した暖房施設の充実を図った。また、定期的に避難訓練を実施し、津波、地震の災害に備えた。休憩室には熱中症対策用品及び設備を用意し、熱中症の防止に努めた。

全ての破碎機に集じん機を設置し、特に発じん量の大きいものには密閉型の構造とした。作業環境中粉じん測定を毎日実施し、散水と組み合わせて作業環境の保全を図った。

3 放射能管理の考え方及び取組

災害廃棄物の再利用・再生利用が安全に実施できるよう放射性物質濃度や空間放射線量を測定し確認した。なお、実施に当たっては測定マニュアルを策定し、処理対象となる災害廃棄物の放射性物質濃度や、運搬車両の空間線量率等の測定を行った。

第3節 二次仮置き場造成工事

第1項 用地とインフラの概要

二次仮置き場Aは、工場跡地に設置したため、一通りのインフラが整っている利点があった。土地所有者はJFE条鋼株式会社及びJFEスチール株式会社であり、電気は一部発電機を利用したものの、基本的には東北電力の商用電力を用いた。また、冷却水や土壌洗浄水は工業用水及び上水道、焼却炉の助燃剤には都市ガスを用いた。

第2項 造成工事の概要

二次仮置き場A用地では、建屋、水処理プラント、アスファルト舗装等の既存施設を活用して造成に係る時間・コストを削減した。



写真5-8 二次仮置き場A着工前



写真5-9 焼却炉基礎施工中の状況



写真5-10 二次仮置き場A完成写真

第3項 施工上の課題と対応策

限られたスペースの有効活用及び拡大

業務開始時、二次仮置き場A場内の土地や既存建屋の一部は他事業者の所有となっており、処理スペース及びストック場所の確保に苦慮した。このため地権者と交渉し、追加で場内の土地及び建屋を賃借し、場所を確保した。

第4節 運行管理

第1項 運行管理の概要

当初計画では運搬による道路への負荷低減を目的とし、陸上運搬と海上運搬を併用する運搬計画を策定した。運搬の際には下記の対策をとった。

○陸上運搬

安全対策

- ・車載式衝突警告システムの採用
- ・運行管理システム（速度監視）の採用
- ・危険予知マップを用いた安全運転教育の実施
- ・運搬経路追跡パトロールの実施

道路負荷低減対策

- ・高速道路主体の運搬ルートを採用
- ・10t深煽りダンプトラックの採用
- ・交通用ピーク時間帯の運行制限

○海上運搬

海域への負荷低減対策

- ・運搬物のフレコンバッグ詰めによる飛散流出の防止
- ・運搬用船舶への、フレコンバッグの海中への転落防止用柵の取付け
- ・養殖棚を避けた海上運搬ルート及び運搬時期の選定



図5-7 運行管理システム及び車載式衝突警告システムイメージ



写真5-11 塩竈市寒風沢島からの廃棄物搬出



写真5-12 二次仮置き場Aにおける廃棄物荷揚げ

第2項 運行管理上の課題と対応策

海上運搬から陸上運搬への変更

復旧工事のため、海上運搬時に利用を想定していた市町の埠頭を使用出来なくなった。このため、運搬においては、離島部における廃棄物搬出及び再生資材搬入を除き、全て陸上運搬に変更した。このことに伴い、道路に対する負荷の増大が想定されたことから、前述の陸上運搬時における対策を徹底し、負荷を低減するとともに安全に配慮した。

第5節 搬出入管理

第1項 搬出入管理の概要

運搬車両のトラックスケールでの計量により、過積載防止を徹底した。また、運搬車両に個別のパンチカードを発行し、運転者、運搬車両及び運搬物の搬出入を管理した。また、これと併せて運搬物の種類毎の重量管理を行い、即時に出来高管理も行った。さらに、電子マニフェストを用いて廃棄物のトレーサビリティを確保した。

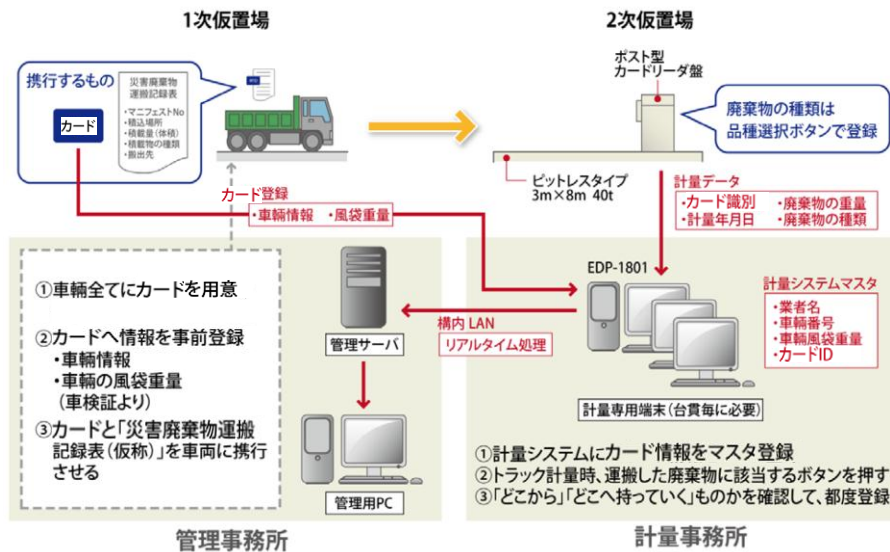


図5-8 搬出入管理イメージ図



写真5-13 トラックスケール、パンチカード読み取り機（二次仮置き場A）

第2項 搬出入管理上の課題と対応策

多岐にわたる一次、二次仮置き場の搬出入管理

当ブロックは一次、二次仮置き場が比較的多く、運搬経路が多岐にわたり複雑であった。加えて、本事業は県が二市一町から業務を受託したものであるため、各市町の負担割合を明確にする必要があった。このため、各一次、二次仮置き場にトラックスケールを設置し、廃棄物の発生量、運搬量、処理量の正確な把握に努めた。

また、各市町から早期に搬出を希望する廃棄物や一次仮置き場の閉鎖希望時期等について相談を受けることが多々あり、その都度、可能な限り運搬計画の調整を行った。

第6節 処理の概要

第1項 破碎・選別処理の概要

○木くず破碎選別処理

当初、木くずのうち、良質なものについてはボード材として再生利用し、それ以外は破碎後、焼却することとした。処理の進捗に伴い、木くずには想定よりも土砂が混合しており品質が低く、ボード材としての再生利用が困難と判明した。このため、極力土砂をふるい落とし、再生利用方法をボイラ燃料へと変更した。

○混合廃棄物の破碎選別処理

混合廃棄物は津波の影響を大きく受けており、大量の土砂の付着に加え、ボンベ等爆発物のような危険物が混入していた。このため、事前に土間選別を徹底的に行い、破碎機の故障要因となるような危険物を取り除き、設備の稼働率向上に努めた。また、この際、サイズが大きな廃棄物（粗大物）の分別も実施した。

当初、揺動式風力選別機のふるい下については再生土砂としてリサイクルする予定であったが、想定よりも木くず等の可燃物を多く含み、そのままでは再利用が困難であった。このため、ふるい機（ジャンピングスクリーン）を追加し、選別工程の充実を図った。

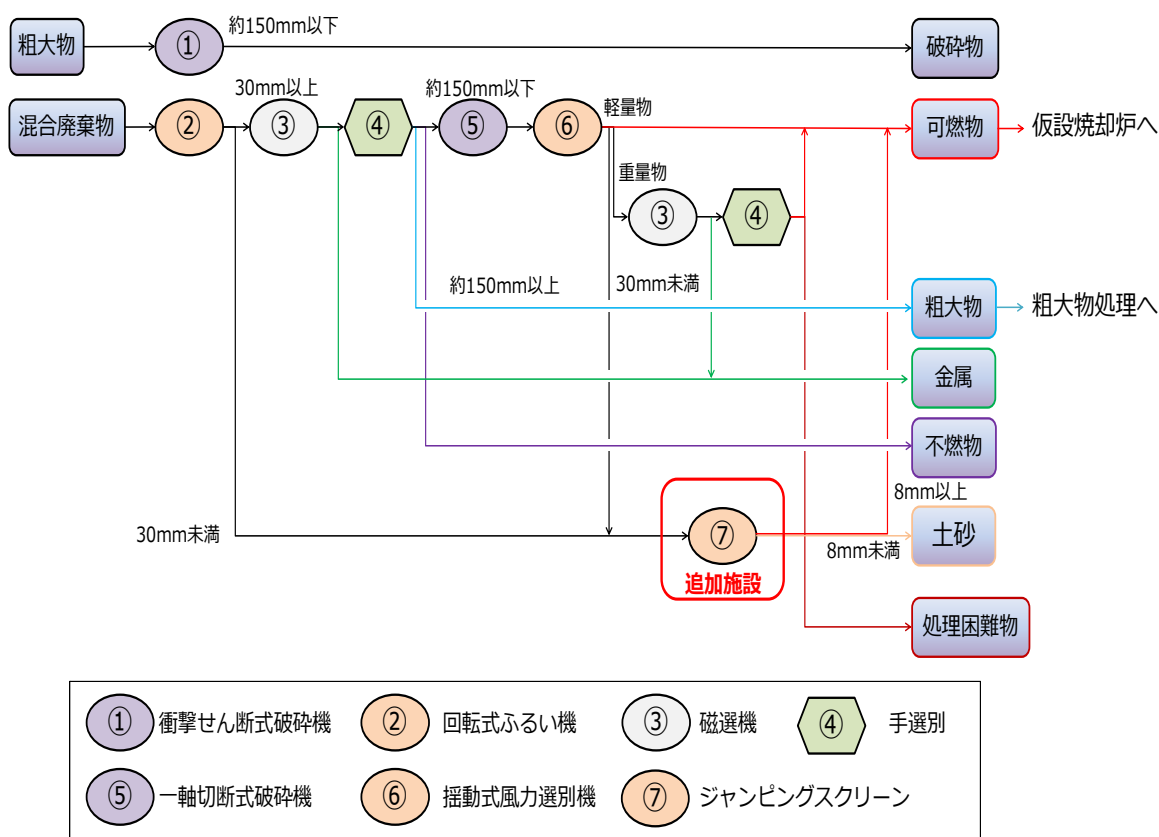


図5-9 処理フロー



写真5-14 破碎・選別ライン全景



写真5-15 手選別ライン



写真5-16 粗大混合破碎機
(粉じん飛散防止のため、密閉式)



写真5-17 粗大物破碎機2基

第2項 焼却処理の概要

多様な可燃物に対応しながら、出来るだけ燃焼効率を高め、助燃剤使用量を低減するため2種類の異なる形式の焼却炉を導入した。熱量が大きい木くずについてはストーカ炉で焼却し、相対的に熱量が小さいと思われる混合廃棄物由来の可燃物については、キルンで焼却することとした。また、助燃剤は環境に配慮し、重油よりもCO₂発生量の少ない都市ガスを用いた。

焼却炉建設に当たっては、焼却対象量を約13万t、処理期間を約17ヶ月(510日)、炉の定期点検を25日稼働後5日間と想定して、1日当たり320tの処理能力をもつ焼却炉を選定した。また、二次仮置き場Aが仙台港岸壁に隣接しているため、建設用の部品を大型ブロックで海上輸送し、さらに海外調達品等を採用することによりコスト削減に努めた。

処理の後半においては、焼却処理予定の木くずがほとんど無くなり、可燃物は混合廃棄物及び農地がれき由来のものが大半となったため、ストーカ炉でも木くず以外の焼却を行った。

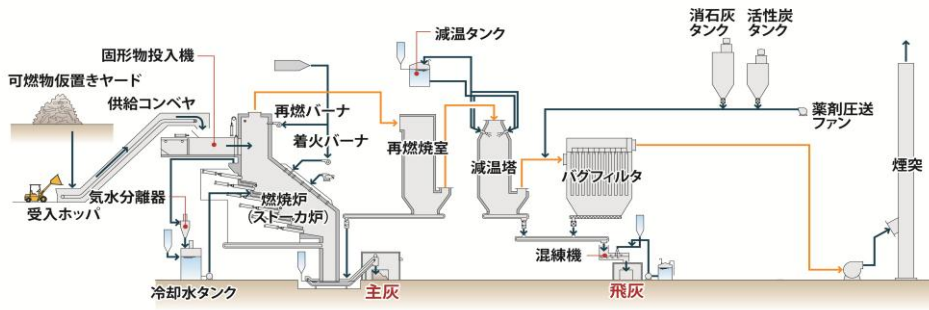


図5-10 ストーカ炉（1号炉）

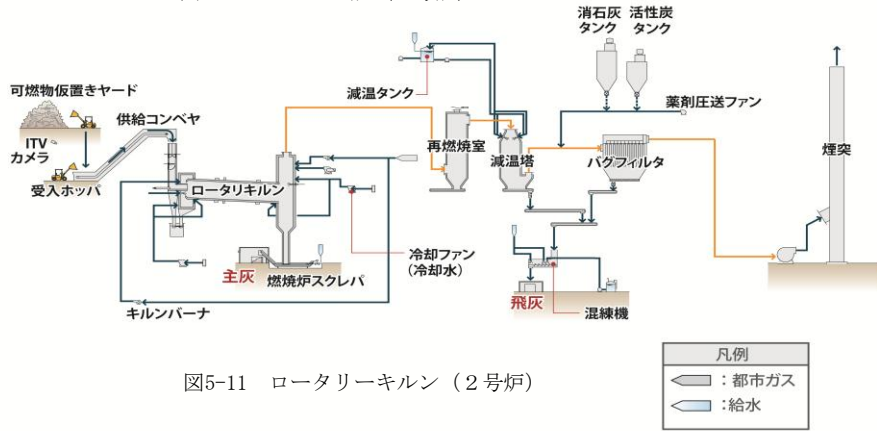


図5-11 ロータリーキルン（2号炉）

凡例	
	: 都市ガス
	: 給水



写真5-18 焼却炉全景（左：ロータリーキルン，右：ストーカ炉）



写真5-19 主灰排出口



写真5-20 飛灰回収フレコンバッグ組立状況

第3項 津波堆積物処理の概要

津波堆積物は、重金属等により汚染されている可能性があるため、汚染を取り除くために湿式分級施設で洗浄し、再生土砂とする計画とした。しかし、発生する脱水ケーキ量が多く、またその放射性物質濃度も比較的高かったことから、脱水ケーキの発生しない乾式分級による処理方法に変更した。



写真5-21 津波堆積物処理設備全景（湿式）



写真5-22 ふるい分級選別（乾式）



写真5-23 土砂不溶化処理（乾式）

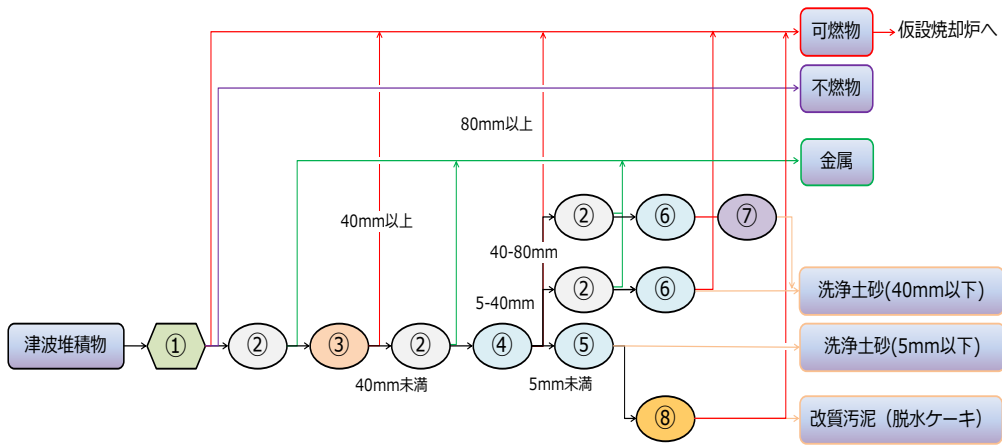


図5-12 津波堆積物処理フロー (変更前 湿式分級)

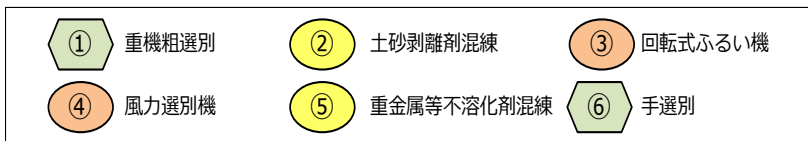
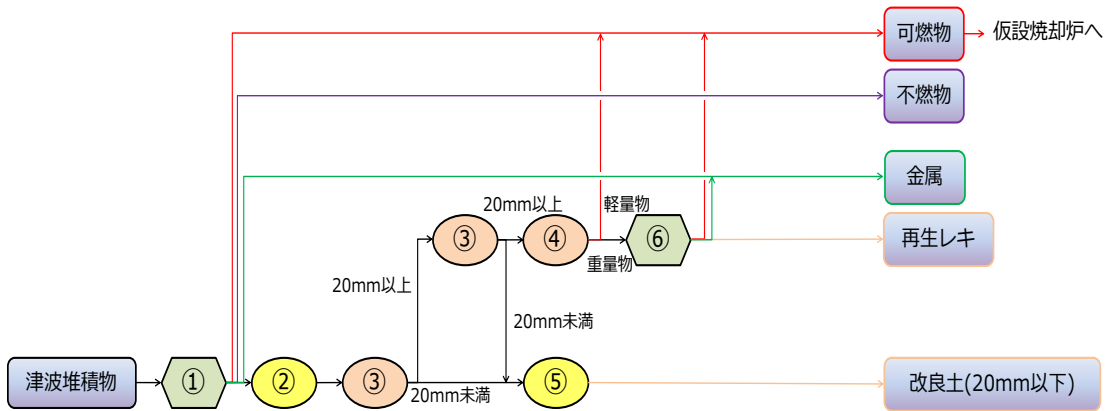


図5-13 津波堆積物処理フロー (変更後 乾式分級)

第4項 リサイクル処理の概要

本業務では、出来るだけ多くの対象物について再利用・再生利用し、リサイクル率の向上に努めた。以下に、主な種類及び活用先とその写真を示す。

表5-4 主な再生資材の活用先リスト

単位:万トン

活用工事名	事業主体	再生資材	利用量
塩竈市事業	塩竈市	コンクリートがら、再生土砂、造粒固化物	3
七ヶ浜町事業	七ヶ浜町	コンクリートがら、再生土砂	9
石巻港区港湾埋立事業	県	再生土砂、造粒固化物等	5
仙台港区港湾埋立事業	県	再生土砂	5
計			22

1 再生土砂

分別した土砂は、不溶化剤を添加して重金属の溶出を防止し、土壤汚染対策法上の溶出基準等を満たしていることを確認後、再生資材として利用先に搬出した。また、一部の土砂はアンモニア様の臭気を感じられたため、消臭処理を施し、利用者である塩竈市と利用場所等について協議の上再生利用した。



写真5-24 再生土砂(仙台塩釜港仙台港区港湾埋立に利用)

2 主灰造粒固化物

県内における最終処分場の残余容量が逼迫しているため、最終処分量の削減を目的とし、焼却処理に伴い発生する主灰はセメントと混合し、造粒固化して再生資材とした。

この造粒固化物は仙台塩釜港石巻港区の港湾埋立て、塩竈市桂島の道路嵩上げ資材として利用した。なお、造粒固化の際には不溶化剤を添加して、土壤汚染対策法上の溶出基準等を満たしていることを確認した上で利用先に搬出した。



写真5-25 主灰造粒固化施設



写真5-26 造粒固化物(石巻港埋立)

第5項 最終処分の概要

災害廃棄物について極力再生利用，減容化に努めた後，それでもなお処理が困難なものについては，下表に示す管理型最終処分場へと搬出した。

表5-5 最終処分先リスト

		単位：万トン
搬出先	品目	埋立量
塩竈市 中倉埋立処分場	不燃残渣	0.31
	その他	0.28
宮城東部衛生処理組合 宮城東部衛生処理センターごみ埋立施設	焼却飛灰	0.14
	不燃残渣	0.70
	石膏ボード	0.04
	漁網	0.08
	その他	0.16
公社処理場	焼却主灰・飛灰	0.49
	廃石綿・石綿含有等	0.05
山形県民間処分場	不燃残渣	0.79
	石膏ボード	0.30
合 計		3.35

第6項 処理業務の課題と対応策

不燃残渣の分別強化

当初再生土砂として利用予定であった選別後の不燃残渣には可燃物が多く含まれ，そのままではリサイクル不可能であったことから，最終処分量が膨大となるおそれがあった。

このため，ふるい機（ジャンピングスクリーン）を追加導入して不燃残渣から可燃物を除去し，再生土砂として再生利用可能な品質まで高めた。

機械分別困難な廃棄物への対応

漁網・スプリングマットレス・塊状のウレタンゴム等，機械分別出来ない廃棄物も多く見られた。このため，作業員を増員して手作業で対応した。

木くず選別の徹底

当初の計画では，木くずの殆どをボード材としてリサイクルする予定であった。しかしながら木くずの山の内部は，土砂の混合や腐食により品質が低下しており，再利用可能なものは僅かであった。このため，木くずのほとんどが焼却処理となるおそれが生じたが，選別を強化して極力土砂をふるい落とし，ボイラ燃料用チップとして再生利用可能な品質まで高めた。

焼却残渣率の増加に対する対応

処理の後半では、シルト分を多く含む農地ガレキ由来の可燃物や、混合廃棄物が集積された箇所の下層部分由来の可燃物が大半を占める傾向にあった。これらには、剥離が困難なシルト分を多く含む土砂が多量に付着しており、助燃剤量や焼却残渣率が増加した。このため、再度、可燃物に剥離剤を添加して土砂をふるい落とす工程や、手選別で可燃物を除去する工程を追加して分別の徹底に努めた。

処理率及び稼働率の向上

焼却開始当初、焼却能力未満の焼却量でも排ガス量が過剰となり、処理率の低下が問題となった。これは、負圧の炉内に、炉の隙間から過剰な空気が吸入されて炉内温度が低下し、それを補うための助燃剤量の増加が原因と判明した。このため、炉の機密性を高める調整を施して炉内への吸気量を低減させた。また、これと併せて可燃物を十分に攪拌し、焼却の安定性を高めることにより、排ガス量を安定させて処理率を向上させた。

さらに、定期点検を25日稼働後5日点検から45日稼働後5日点検とすることにより、稼働率を高めた。

食用塩の処理について

塩竈市内で津波を受けた食用塩は、吸湿して凝固していた。塩は無機物であるため焼却による減容化が見込めず、また、容易に水に溶出することから最終処分も困難であるため、処理方法の選定に非常に苦慮した。最終的に、この食用塩については、開封、破碎、乾燥して、冬期の道路における凍結防止剤として利用した。



写真5-27 塩



写真5-28 ローラーによる破碎・展開乾燥による塩の再生処理状況

肥料の処理について

肥料は、梱包された状態で被災した後、開封されてフレコンバッグに詰め直され、保管されていた。再生利用が可能な状態であったため、再利用希望者を募ったところ引取りたい旨の希望が寄せられ、希望者に肥料の性状等について説明した後に配布し、約200t余りが農地等に利用された。

また、併せて他の焼却対象物との混焼処理を行った。しかしながら、排出ガス中の硫黄酸化物濃度が上昇する傾向にあり、混焼率0.5%という僅かな量での焼却に留まった。

このため、工期内での全量焼却が困難となり、残量については遮水性フレコンバッグと防水シートにより窒素分及び硫黄分等の漏洩対策を行った後、最終処分した。



写真5-29 フレコンバッグ内部の肥料



写真5-30 フレコンバッグ詰め肥料の状況

漁網の最終処分について

漁網については、焼却処理を検討したものの、鉛が編み込まれているため、主灰、飛灰の鉛含有量、溶出量の増加が懸念され、焼却は困難と判断した。

このため、鉛の除去に加え、減容化のために切断、漁網中の可燃物の分別を行ったうえで最終処分した。



写真5-31 漁網重機選別・裁断の状況



写真5-32 漁網手選別・鉛除去の状況

第7節 地域経済への配慮事項

第1項 地元業者の活用

業務の実施にあたり、地元企業である株式会社橋本店、東北重機工事株式会社とJVを構成することにより、地元企業との連携を図った。また、プラント設備工事、運搬トラック、燃料、一次仮置き場での重機等を地元業者に発注するとともに、塩釜商工会議所、多賀城・七ヶ浜商工会と連携し事務用品、弁当、自動販売機、重機燃料、安全用品、工事資材について、地元業者から購入した。

その他、地元水産加工場から発生する食用油を購入し、バイオディーゼル燃料を使用したトラックを場内で使用した。

第2項 地元雇用の推進

地元雇用促進のため、地元企業を起用するほか、被災後に事業撤退した旧東北スチール株式会社の元従業員や地元ハローワークを通じて採用した人を焼却炉運転員に採用するなど、地元から積極的に雇用した。また、事務員・計量作業員等についても地元からの雇用を優先した。

また、作業員が事業終了後も就労できるよう、以下のような再就職支援を行った。

- ・グループ会社に再就職の支援を要請
- ・各下請業者に継続雇用の支援を要請
- ・ハローワーク塩釜が離職予定者にアンケートを実施
(就職希望の有無、希望職種等)
- ・ハローワーク仙台・塩釜による求人状況、ハローワークの提供するサービス等の説明会を開催

表5-6 就業者数の推移

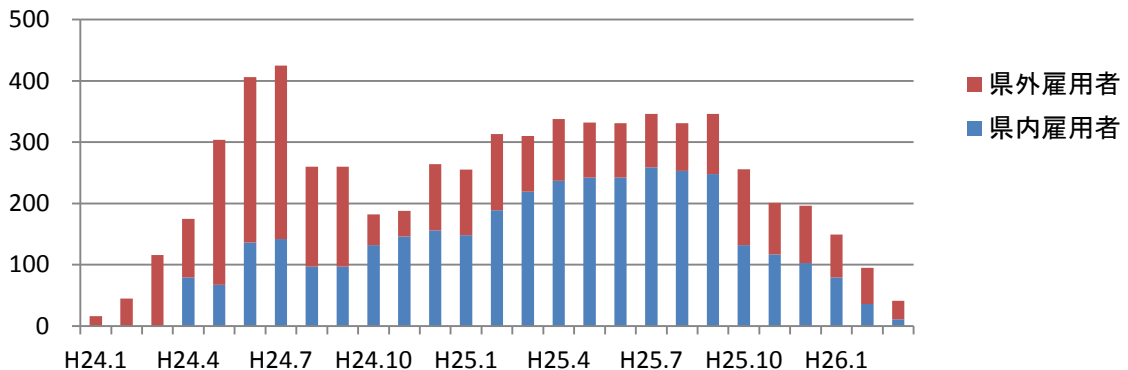


写真5-33 ハローワーク説明会

第3項 その他（地域経済の振興につながる取組など）

地域経済の復興及び地元交流のため、以下の取組みを行った。

- ・地元物産の販売会の開催
- ・夏休み小学生見学会の開催
- ・被災船舶を修復し、のり養殖事業者への提供
- ・福利厚生イベントでの地元物産（地酒・さんま・ホタテ・笹かま他）の購入



写真5-34 地元物産販売会の開催



写真5-35 夏休み環境学習の開催



写真5-36 被災船舶の贈呈



写真5-37 福利厚生イベントの状況