

宮城県災害廃棄物処理業務（石巻ブロック）におけるリサイクル適用事例

鹿島建設(株) 松原武志

土木管理本部（連絡先：TEL 03-5544-0646, matsu@kajima.com）

1. はじめに

石巻ブロックでは、「リサイクル>処分」という基本方針に基づき、がれきの処理を行ってきた。特に、がれきは『廃棄物』ではなく、『貴重な資源』であることを念頭に置き、「石巻ブロック内でのリサイクル」を最優先に、中間処理施設で様々な再資源化の処理を行った。ここでは、その中から「焼却灰のリサイクル」、「ふるい下のリサイクル」、「津波堆積物のリサイクル」について適用事例を示す。

なお、石巻ブロック全体におけるがれきのリサイクル率は、85%を達成した。

2. 焼却灰の処理（造粒固化）およびリサイクル

焼却灰には、燃えがらとして炉底から排出される主灰と、焼却排ガスに含まれるダスト（ばいじん）を集塵機で集めた飛灰がある。主灰については、当初セメント工場へ搬出しリサイクルする予定であったが、塩分が高いこと及び放射能への懸念から搬出が困難となった。そこで、主灰にセメントと不溶化材を添加して造粒固化し、土木資材化する技術を導入した。造粒固化物は、石巻港の埋立土砂の受入基準を満足すること及び強度・膨張性・溶出等について長期安定性試験を行い問題のないことを確認したうえで石巻港埋立材として利用された。一方、相対的に発生量が少なく放射性物質や重金属類が高濃度で濃縮される傾向にある飛灰については県内の管理型処分場で最終処分を行った。

2.1 焼却灰発生量

石巻ブロックで焼却した可燃物は 57.5 万トンであり、そこから発生した主灰は 22.5 万トンで発生率（焼却残渣率）は 39.1%であった。この主灰を造粒固化・不溶化処理しリサイクルを行った。

2.2 造粒固化物製造方法

主灰の造粒固化物製造フローを図 2-1 に示す。大きな流れとして前処理、造粒固化、養生の 3 工程がある。

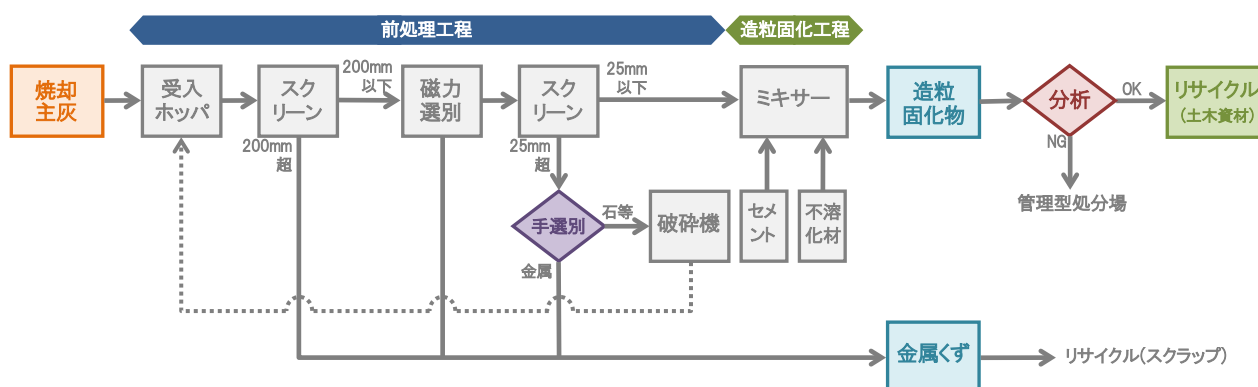


図 2-1 焼却主灰の造粒固化処理フロー

前処理は混練機及びセメント固化の仕様から、異物の除去と粒度の調整を行う工程である。混練方法は主灰とセメントと不溶化材を十分に混合でき、有効利用先の要求水準を満足できるものの中から、写真 2-1 に示すものを採用した。主灰は一旦水没させて粗熱を取ってから排出されるため、含水率は発生直後で 30%、造粒固化時には 20%程度となっている。これにセメントを 15%、不溶化材を 3%添加して混練を行って

キーワード：災害廃棄物、津波堆積物、焼却灰、造粒固化、分級洗浄、再生利用

連絡先：〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設(株) 土木管理本部 TEL03-5544-0646

いる。セメントを添加することによって、主灰中の保有水が表面に出てくるため、特に加水しなくても造粒物が製造可能であった。セメント製品なので適切な養生が必要で、この間に再利用先である石巻港の埋立て基準で指定された項目の分析や放射性物質濃度の分析を実施した。養生期間は搬出するまでの数週間であった。



写真 2-1 造粒固化物製造ミキサー外観

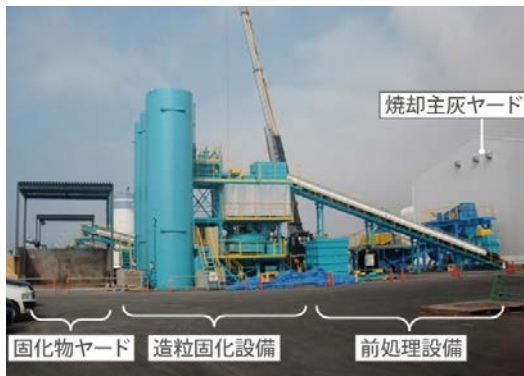


写真 2-2 造粒固化物施設全景



写真 2-3 造粒固化物

3. ふるい下の処理およびリサイクル

ふるい下は、混合廃棄物を破砕・選別する過程で発生する 30mm 以下に分級選別された土砂であるが、その中には細かい木片や様々な雑物（以下：木くず等）が多く含まれており、また、自然由来による重金属類を含んでいる可能性がある。そこで、ふるい下をより良質の再資源化物としてリサイクルするべく、ふるい下からより多くの木くず等を除去するとともに重金属類の溶出抑制を行うため、乾式（土質改質施設）または湿式（分級洗浄施設）による 2 種類の処理を実施した。

3.1 ふるい下発生量

石巻ブロックでは 103.1 万トンの混合廃棄物の処理を行い、発生したふるい下は 53.1 万トンで発生率は約 51.5%であった。このふるい下の全量に対し乾式または湿式による処理を実施しリサイクルを行った。

3.2 ふるい下処理方法

3.2.1 乾式処理（土質改質施設）

ふるい下の乾式処理フローを図 3.1 に示す。処理後段での振動ふるいによる分級精度を高めるために処理前段で改質材(中性系)を添加しふるい下の水分調整を行った。また、ふるい下は自然由来による重金属の汚染が懸念されるため改質材とともに不溶化材を添加し、汚染の拡散リスクに対処した。最終的に 20mm 以下に分級されたふるい下は、重金属類等による汚染が基準値以下であることを確認した後、盛土用資材としてリサイクルを行った。

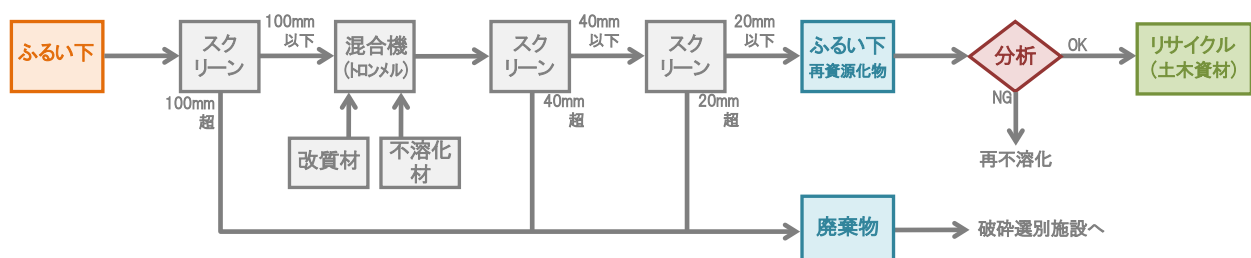


図 3.1 ふるい下の乾式処理フロー



写真 3-1 土質改質施設(トロンメル混合機)



写真 3-2 ふるい下(再資源化物)

3.2.2 湿式処理（分級洗浄施設）

ふるい下の湿式処理フローを図 3.2 に示す。前処理工程は、水に対する浮力を利用してふるい下に含まれる木くず等を粗方除去する工程である。分級洗浄工程では、ふるい下を洗浄砂、洗浄礫、廃棄物に分級・選別した。洗浄処理により発生する汚泥は濁水処理の過程で不溶化材を添加し、更に後工程で改質材を添加することにより、再生汚泥として再利用を可能とした。なお、洗浄砂・再生汚泥については、重金属類等による汚染が基準値以下であることを確認した後に土木資材としてリサイクルを行った。



写真 3-3 分級洗浄施設全景(ふるい下)

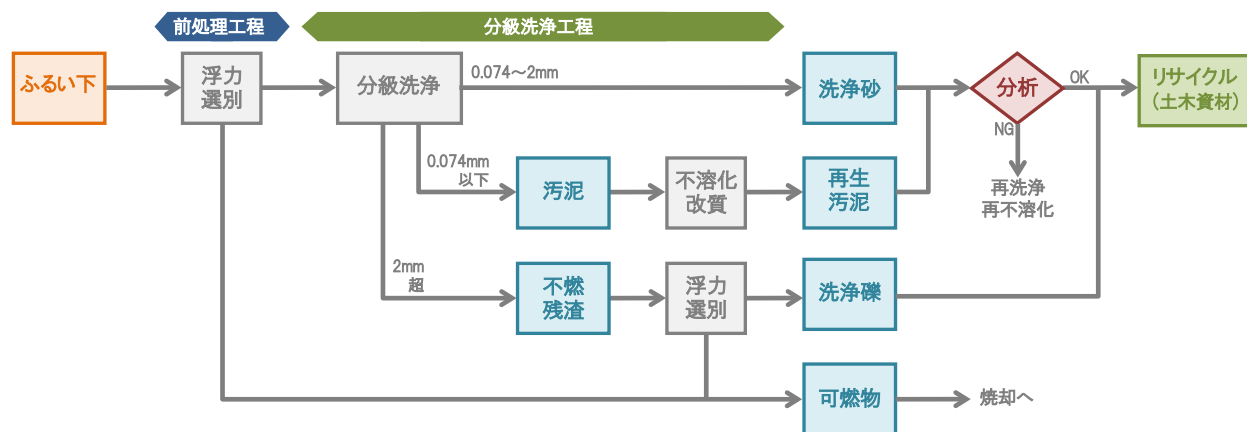


図 3.2 ふるい下の湿式処理フロー



写真 3-4 洗浄砂



写真 3-5 洗浄礫



写真 3-6 再生汚泥

4. 津波堆積物の処理およびリサイクル

津波堆積物は、水底や海底にあった砂泥等が津波によって陸上に打ち上げられたもので、主体は土砂であるが、津波によって陸上の様々なものが混入し、撤去の際にがれきと渾然一体となって集積されたため、その組成や性状は様々である。また、自然由来による重金属類を含んでいる可能性や被災地に立地する事業所に由来した有機物や油、有害な化学物質が混入している可能性がある。したがって、処理を行う前に概ね900m³に1検体の頻度で津波堆積物の汚染の有無や性状を調査し、その調査結果に基づいた適切な処理（乾式処理（土質改質施設）または湿式処理（分級洗浄施設））を実施することでリサイクルを行った。

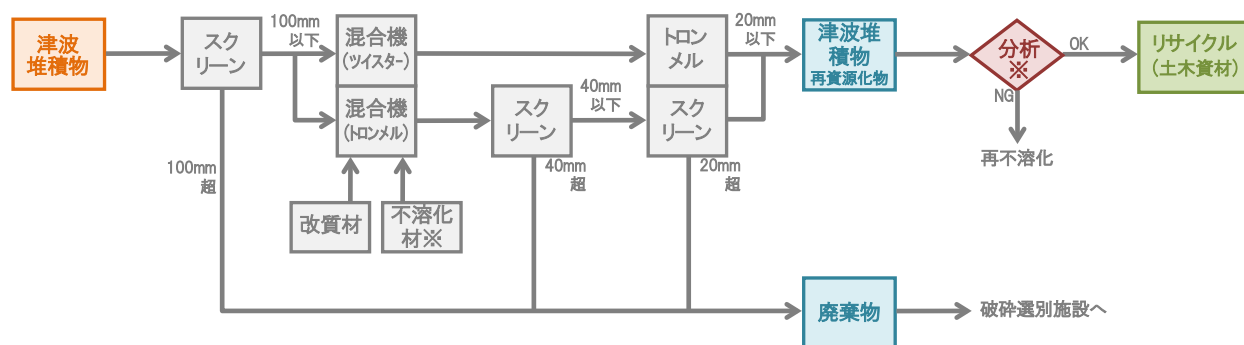
4.1 津波堆積物量

石巻ブロックでは71.2万トンの津波堆積物の処理を行った。処理前に実施した調査により、津波堆積物の約3分の2で汚染が確認された。

4.2 津波堆積物処理方法

4.2.1 乾式処理（土質改質施設）

津波堆積物の乾式処理フローを図4.1に示す。処理後段でのふるいによる分級精度を高めるために処理前段で改質材（中性系）を添加し津波堆積物の水分調整を行った。また、処理前の調査で重金属類による汚染が確認された津波堆積物については、改質材と不溶化材を同時に添加することで汚染の拡散リスクに対応するとともに、処理後に重金属類による汚染が基準値以下であることを確認した後にリサイクルを行った。なお、津波堆積物の内、粒度が小さく含水比が高いものについては、より均等に改質材および不溶化材を混合するためトロンメル型の混合機ではなく、チェーン式破碎混合機であるツイスターを採用した。



※ 処理前の調査で汚染が確認された津波堆積物は、不溶化を行うとともに、処理後に分析を実施し基準値以下であることを確認する。

図 4.1 津波堆積物の乾式処理フロー



写真 4-1 土質改質施設（ツイスター混合機）



写真 4-2 津波堆積物（再資源化物）

4.2.2 湿式処理（分級洗浄施設）

津波堆積物の湿式処理フローを図 4.2 に示す。処理前に実施した調査で汚染が確認された津波堆積物について処理を行い、洗浄砂、洗浄礫、廃棄物に分級・選別した。洗浄処理により発生する汚泥は濁水処理の過程で不溶化材を添加し、更に後工程で改質材を添加することにより、再生汚泥として再利用を可能とした。なお、洗浄砂・再生汚泥については、重金属類等による汚染が基準値以下であることを確認した後に土木資材としてリサイクルを行った。



写真 4-2 分級洗浄施設全景(津波堆積物)

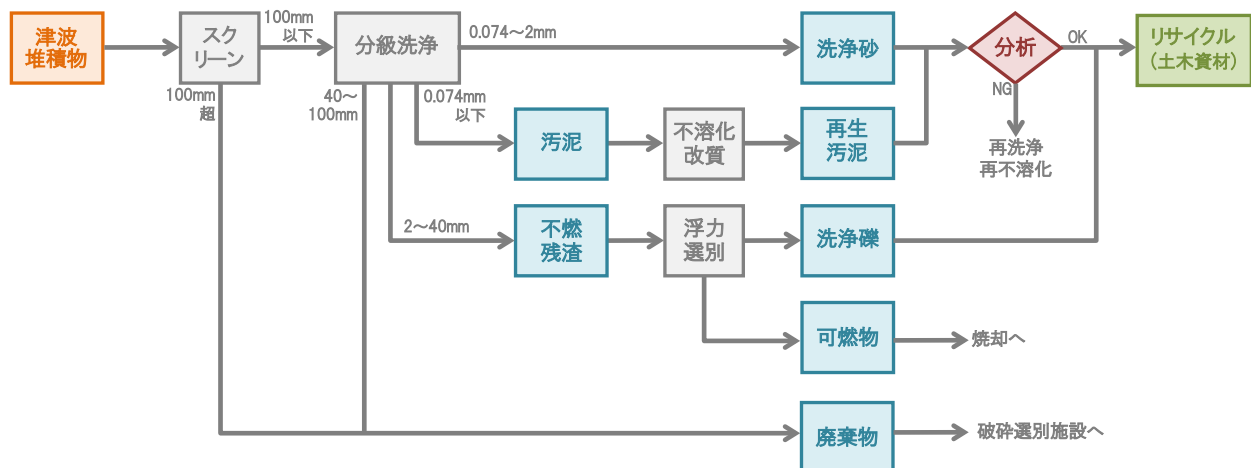


図 4.2 津波堆積物の湿式処理フロー

5. リサイクル適用事例

以下に、2014 年 3 月末時点における「焼却灰の造粒固化物」、「ふるい下の再資源化物」、「津波堆積物の再資源化物」のリサイクル状況を示す。

5.1 焼却灰造粒固化物のリサイクル適用事例

- ・焼却灰の造粒固化物は、全て石巻港の埋立資材としてリサイクルした。

5.2 ふるい下再資源化物のリサイクル適用事例

- ・乾式処理されたふるい下は、矢本海浜緑地における盛土用資材としてリサイクルを行う予定である。
- ・湿式処理により発生した洗浄砂は、国交省の河川工事においてサンドコンパクションパイル工法の資材として一部リサイクルされた。現在、石巻市内に仮置きされている洗浄砂についても同様のリサイクルを行う予定である。
- ・湿式処理により発生した洗浄礫および再生汚泥は、石巻港の埋立資材としてリサイクルされた。

5.3 津波堆積物再資源化物のリサイクル適用事例

- ・乾式処理された津波堆積物の内、処理前の調査で汚染が確認されなかったものについては、盛土用資材としてリサイクルを行う予定である。
- ・乾式処理された津波堆積物の内、処理前の調査で汚染が確認されたものについては、石巻港の埋立資材としてリサイクルされた。
- ・湿式処理により発生した洗浄砂は、国交省の河川工事においてサンドコンパクションパイル工法の資材として一部リサイクルされた。現在、石巻市内に仮置きされている洗浄砂についても同様のリサイクルを行う予定である。
- ・湿式処理により発生した洗浄礫および再生汚泥は、石巻港の埋立資材としてリサイクルされた。



図 5.1 リサイクル適用事例