

2. 造粒技術による災害廃棄物の復興資源化

清水建設（株） ○大友 信悦
 清水建設（株） 須々田 嘉彦
 恵和興業（株） 勅使河原 和則

1. はじめに

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））では、災害廃棄物から発生する処理物のリサイクル率向上を図るために造粒処理を行っている。従来は埋め立て処分対象とされていた焼却主灰、洗浄残渣、ガラス・カワラ・陶器片・石等の不燃物を造粒骨材として再資源化し、コンクリート塊を破碎した再生砕石と混合して新たな造粒再生砕石を製造する技術を開発・実用化した。

図-1 に造粒再生砕石製造フローを示す。

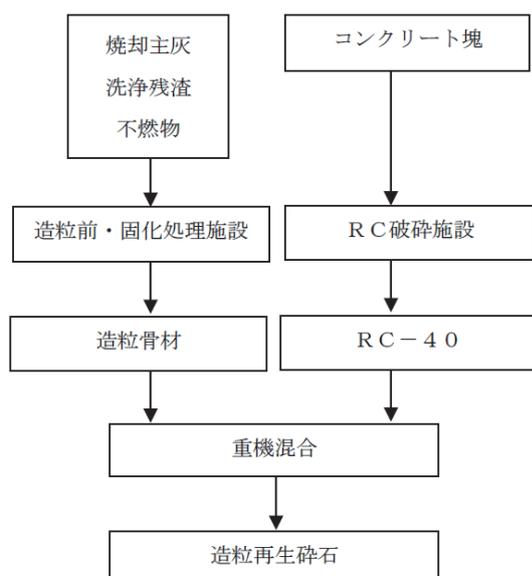


図-1 造粒再生砕石製造フロー

2. 造粒骨材

南三陸の現場では、可燃物焼却処理によって発生する焼却主灰が40～50ト、津波堆積物等洗浄工程から回収される残渣が30～40ト、混合物から分別された不燃物が30～40トものものが毎日発生している。これらを埋め立て処分する最終処分場の受入量にも限界があり大きな問題となっている。

その解決方法として造粒技術を用いた災害廃棄物の再資源化に取り組んだ。造粒技術開発は恵和興業（株）と共同で行った。同社が実用化した建

設系廃棄物に対する造粒システムを基本に、災害廃棄物残渣に適応出来るよう、特殊ミキサ選定試験や、各種配合による試験練り・検査を行い新しい造粒技術を確立した。災害廃棄物不燃混合物や、津波堆積物等の洗浄残渣、焼却主灰をまとめて造粒するのは今回が初めての取り組みである。

また、焼却主灰については、地域柄漁網の廃棄物が多量にあるため、焼却灰への鉛含有が心配された。対応方法としては、日々の管理によりそれぞれ濃度別に分別保管を行い、造粒に適さない濃度の物は最終処分を行い、それ以外は適宜混合し、ある基準濃度以下になるよう品質管理を行っている。製造された造粒骨材は既往の造粒骨材評価基準をふまえて、各材料を用いた場合の品質特性を評価し、検証試験を行うことで、焼却主灰、洗浄残渣、不燃混合物を原料とした造粒骨材を製造することができた。写真-1 に造粒固化処理施設、写真-2 に生成された造粒骨材、図-2 に造粒システムフロー図を示す。



写真-1 造粒固化処理施設



写真-2 造粒骨材

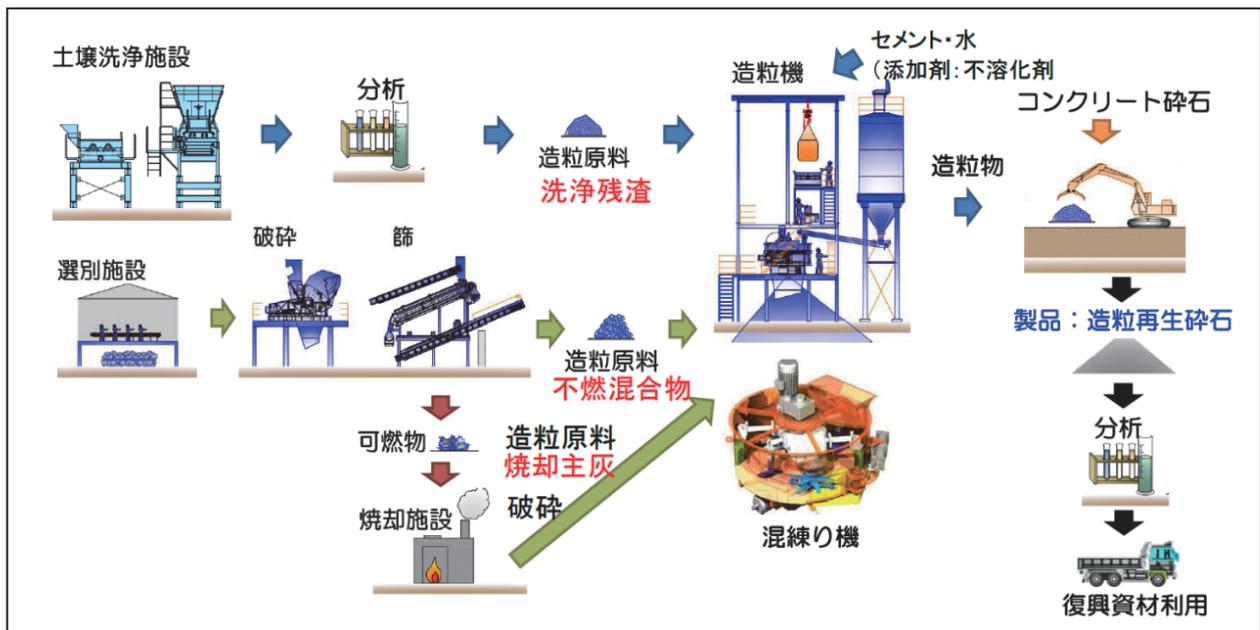


図-2 造粒システムフロー図

2.1 造粒前処理

良質な造粒骨材を製造するためには①不純物の除去②適切な配合③ミキシング制御が必要である。原料となる焼却主灰(写真-3)は金属異物を取り除いてから破碎机と選別機にかけられる。混合物から選別された不燃物は、破碎机を数回通過させ6mm以下の粒子になるまで徹底的に粉碎される(写真-4)。



写真-3 焼却主灰



写真-4 粉碎された不燃混合物

ライン作業には磁選機、比重差選別機、風力選別機、伸縮式フルイ等各種機械設備を導入し不純物を取り除き高品質な原料が製造される。粉碎されたそれぞれの材料に不溶化剤を加えて強制的に攪拌混合を行い造粒原料ができる。(写真-5)

2.2 造粒固化処理

攪拌混合された不燃物と焼却主灰からなる造粒原料は、洗浄残渣(写真-6)とそれぞれ別ラインで造粒固化処理装置に送られる。造粒固化処理装置は計量器と特殊ミキサで構成されている。造粒原料、セメント、水、不溶化剤を適切なタイミングで投入・高速攪拌を行うことで造粒骨材が製造される。



写真-6 洗浄残渣

2.3 造粒骨材品質管理

出来上がった造粒骨材は、有害物質溶出量・含有量、放射能濃度、土質試験を行い七日間養生され、品質に問題がないことを確認してから造粒再生碎石製造に使用される。



写真-5 造粒前処理施設（選別・破碎）

3. 造粒再生碎石製造

災害廃棄物を用いた造粒再生碎石は、焼却主灰、洗浄残渣、不燃混合物からなる造粒骨材と、40mm以下に破碎されたコンクリート塊（主に建築物解体で発生したもの）とを重機を使用して重量比1対1の割合で混合・粒度調整を行い製造する。できあがった造粒再生碎石を写真-6に示す。



写真-6 造粒再生碎石

4. 品質管理

造粒再生碎石は、日々の品質管理に基づき各種試験を実施している。造粒再生碎石の品質規格は、宮城県の公共工事資材と、岩手県の復興資材に関する基準をクリアするとともに、環境省土壤汚染対策法に基づく特定有害物質の溶出量検査、含有量検査においても基準を満足している。また、放射性物質の量は1kgあたり100ベクレル以下の安全な製品であることを確認している。なお、造粒再生碎石は宮城県グリーン製品「RCB-40KS」として認定されている。

4.1 材料試験規格値

「宮城県共通仕様書（土木工事編Ⅰ）」における下層路盤、および、「岩手県復興資材活用マニュアル

ル」における再生碎石（RC-40, RB-40相当）の品質規格を表-1に示す。

表-1 再生碎石品質規格

規格項目	再生クラッシュラン(RC-40, RB-40相当)		岩ずり		必要な試験
	品質基準値	品質基準値	品質基準値	品質基準値	
粒度	ふるい目	通過百分率(%)	路床用	最大寸法 200mm	骨材のふるい分け試験(JIS A 1102)
	53mm	100			
	37.5mm	95~100			
	31.5mm	-	路体用 盛土用 埋戻し用	最大寸法 300mm	
	19mm	50~80			
	13.2mm	-			
	4.75mm	15~40			
2.36mm	5~25				
修正CBR(%)	40%以上	20%以上	修正CBR試験(ρ _{dmax} ×95%に対して)		
塑性指数IP	6以下	-	土の液性・塑性限界試験(JIS A 1205)		
最大乾燥密度	-	-	突固めによる土の締固め試験(JIS A 1210)		
最適含水比	-	-	ロサンゼルス試験機による粗骨材のすり減り試験(JIA A 1121)		
すり減り減量	50%以下	50%以下 (路床用に限る)			

4.2 有害物質規制値

土壤汚染対策法に基づく有害物質規制値は以下のとおりである。

- 有害物質溶出量

評価基準：土壤汚染対策法

特定有害物質 26 項目

管理基準：土壤環境基準

分析方法：環境省告示第 18 号

- 有害物質含有量

評価基準：土壤汚染対策法

第二種特定有害物質 9 項目

管理基準：土壤環境基準

分析方法：環境省告示第 19 号

4.3 放射性物質規制値

環境省通知に基づく放射性物質規制値は以下のとおりである。放射性物質濃度の評価基準を表-2に示す。

- 放射性物質濃度

評価指標：東日本大震災からの復旧のための公

共工事における災害廃棄物由来の再生資源活用について
 管理基準：放射性セシウム（Cs134+Cs137）
 クリアランスレベル
 測定方法：ゲルマニウム半導体検出器による測定

表-2 放射性物質濃度の評価基準

100Bq/kg（クリアランスレベル）以下	利用制限なく使用できることとする。
100Bq/kg超 3,000Bq/kg 以下	利用者や周辺居住者の被ばく線量が 0.01mSv/年（10μSv/年）以下となるよう覆土等により使用環境を整えることとする。
3,000Bq/kg超 8,000Bq/kg 以下	管理型最終処分場で処分することとする。
8,000Bq/kg 超	指定廃棄物として国が処理・処分することとする。

（環境省告知 環廃対発 120525001 号）

5. 期待される造粒再生砕石の活用事例

被災地では今後道路や街づくり等の復興計画が早急にすすめられていく。現在の復興需要による建設資材不足が懸念されるなか、今回、南三陸災害廃棄物処理業務の現場では、総量14万トにもおよぶ造粒再生砕石を製造できる見込みである。災害廃棄物から再資源化された造粒再生砕石を含む再生資材は、これらの復興事業の資材として広く活用されていく見込みである。今後期待される活用事例としては、復興街づくり事業における道路路盤材や嵩上げ用盛土材（図-3）がある。

今回製造された造粒再生砕石は南三陸町指定の復興資材仮置き場へ運搬・収集している。これらの一部は南三陸町内「伊里前福幸（ふっこう）商店街」にある駐車場の路盤材に使われ始めた。今後、道路や公園、防潮堤での地盤強度を有する埋め戻し材料としての使い方を町に提案していく。

6. おわりに

平成23年3月に発生した東日本大震災から2年が経過し、被災地における災害廃棄物の処理・再資源化は最盛期を迎えている。被災した地域の復旧・復興は建設業界が総力を挙げて取り組むべき課題である。今後も災害廃棄物の処理・再資源化の早期完了に向けて取り組むとともに、様々な課題に対して積極的に解決に向けた取り組みをしていくことで、被災地の早期の復旧・復興に貢献していきたい。

造粒再生砕石が一定の品質基準を満足することで復興資材として活用方法が大きくひろがった。適宜ご指導をいただいた東北大学高橋弘教授に厚く御礼を申し上げる。

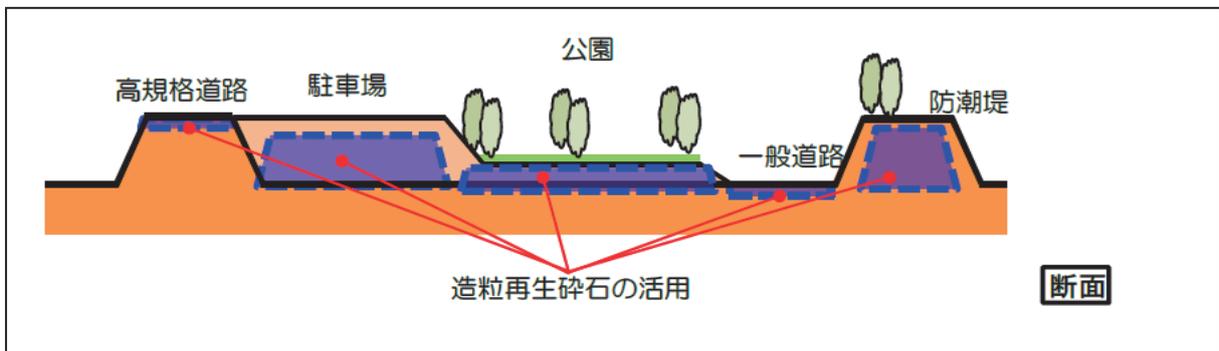


図-3 復興街づくり事業における造粒再生砕石の活用例