

災害廃棄物の焼却主灰を活用した裏込め土

鹿島建設(株) 岡本 道孝

技術研究所 (TEL : 042-489-6494, E-mail : m-okamoto@kajima.com)

1. 目的

東日本大震災で発生した大量の災害廃棄物から生まれる再生資材の利用促進に向け、実効性のある多様な活用方法を検討する必要がある。本報では、流動化処理土利用技術¹⁾によって災害廃棄物の焼却主灰を裏込め材として再生利用する可能性について、室内配合検討と試験施工によって検討した結果を報告する。

2. 焼却主灰

本検討には、宮城県石巻ブロックの災害廃棄物処理業務²⁾でロータリーキルンから生成された焼却主灰を使用した。主灰の物理試験結果の一例を表1に、粒径加積曲線を図1に示す。No.1が室内配合検討に、No.2が試験施工に使用した主灰の結果である。細粒分は飛灰として炉内で別回収されるため、シルト・粘土分の含有率はいずれも10%以下と小さい。主灰が40%もの含水比を示すのは、焼却設備からの排出前に水によって冷却されるためである。一方、No.2の含水比(全粒径)は28%であった。こちらは生成から時間を経ており、その間の乾燥の影響と考えられる。なお、当検討で使用した灰の鉛、ヒ素、フッ素などの溶出量は土壌環境基準を下回っていた。

表1 物理的性質(焼却主灰:ロータリーキルン)

		No.1	No.2
9.5mm以上	積比重 G_b	1.91	1.68
	吸水率 Q (%)	11.3	22.0
9.5mm以下	土粒子密度 ρ_s (g/cm^3)	2.609	2.649
	自然含水比 w_n (%)	43.6	—
粒度	礫分 (%)	48.2	43.8
	砂分 (%)	45.7	47.0
	シルト分 (%)	6.1	9.2
	粘土分 (%)		
	最大粒径 D_{max} (mm)	37.5	53.0
	均等係数 U_c	18	35
分類	GS-Cs	SG-Cs	

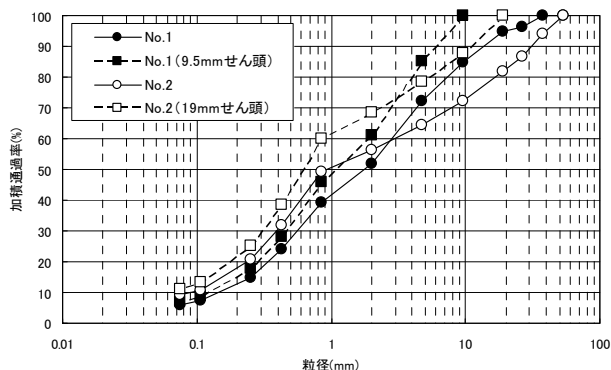


図1 粒度分布(焼却主灰:ロータリーキルン)

3. 室内配合検討

表2に配合検討結果を示す。ここでは、図1に示すせん頭粒度(9.5mm以下)の材料を用いた。表中の主灰の配合量は主灰が保持する水分を含んだ値である。また、同表中の添加材は、細粒分補給による材料分離抵抗性の確保を目的としたものだが、幅広い主灰を対象とする場合、有害物質の溶出への配慮が必要と考え、今回は鉛と六価クロムの不溶化機能を付与した資材を用いた。表2に示すように、室内配合検討で確認した密度、フロー値、ブリーディング率は、流動化処理土の一般要求品質²⁾を満足した。また、流動化処理土の一般性状と同様にセメント量の増加・材齢経過に伴い、一軸圧縮強さは大きくなること、当検討でのセメント量の範囲では、材齢28日で500~5,000kN/m²の一軸圧縮強さが得られ、裏込め材として十分な強度³⁾を確保できること、がわかった。

表2 室内配合検討結果

配合量(kg/m ³)				密度 $\rho_t(g/cm^3)$	フロー値 (mm × mm)	ブリーディング率 (%)	一軸圧縮強さ $q_u(kN/m^2)$	
主灰	セメント(BB)	加水	添加材				材齢7日	材齢28日
1245	80	234	80	1.662	185 × 185	0.5	193	528
1255	150	214	60	1.701	178 × 178	0.2	473	1151
1267	200	192	60	1.721	170 × 170	0.0	1009	2555
1271	304	202	56	1.782	180 × 175	0.5	2326	5282

4. 試験施工

(1) 概要

試験施工は石巻災害廃棄物処理業務敷地内で実施し、表2中のセメント量 $150\text{kg}/\text{m}^3$ の裏込め材を可搬式設備(写真1)で製造した。19mmの振動スクリーンで分級し、磁力選別機で金属屑を除去した主灰をベルトコンベアによって2軸ミキサーに投入し、水、セメント、添加材で製造した泥水と混合して、裏込め材を製造した。製造した裏込め材を製造設備から打設位置まで配管内をポンプ圧送し、配管筒先から打設箇所に直接投入した(写真2)。約3バッチごとに配管筒先から試料を採取し、図2の各種項目の計測、一軸圧縮試験供試体の作製を行った。

(2) 品質の推移

裏込め材の品質の推移を図2に示す。試験施工での密度($1.5\sim 1.6\text{g}/\text{cm}^3$)は室内検討結果($1.7\text{g}/\text{cm}^3$)より小さい。これは図1に示すように試験施工で使用した主灰の粒度(No.2: 19mmせん頭)が室内検討時より細粒であることが影響した可能性がある。前述のように使用主灰の含水比は室内検討時よりも小さかったが、室内検討と同一加水量でも所定の流動性が得られた。また材料分離抵抗性、一軸圧縮強さについて極端な変動は認められず、特に後者の変動係数(標本数28~30)は10%を下回った。材料の流動性を一定に維持するため、途中で加水量を低減したが、結果としてこれが品質の安定に寄与したと推察される。一方で、試験施工で得られた一軸圧縮強さは全体を通じて室内検討結果を上回った。図1に示した粒度から推定される使用主灰の9.5mm以下分の含水比は室内検討時より約10%小さく、これが単位水量低減効果として強度に影響した可能性がある。

5. まとめ

焼却主灰の性状が品質に及ぼす影響の定量化が必要だが、流動化処理土技術を活用し、焼却主灰を裏込め材として再生利用することは技術的に充分可能と考えられる。

【参考文献】1) 土木研究所他:流動化処理土利用技術マニュアル,2008 2) 佐々木正充:災害廃棄物処理の状況(宮城県石巻ブロック),土木施工,Vol.53,No.9,pp.48-51,2012

(※本稿は土木学会平成25年度全国大会第68回年次学術講演会の原稿を再編したものである。)

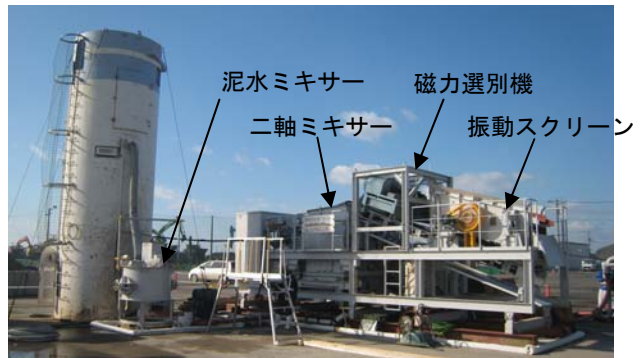


写真1 裏込め材の製造設備



写真2 打設状況

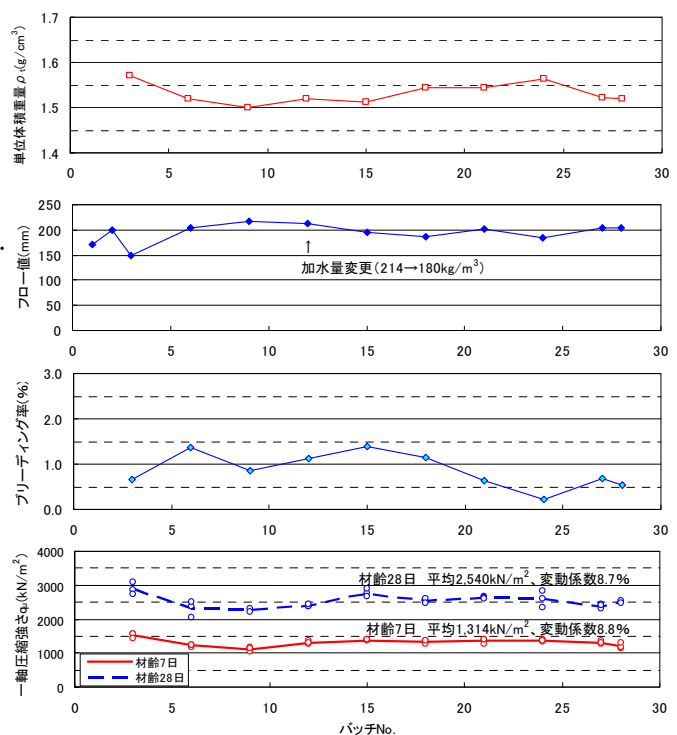


図2 品質の推移