

焼却灰固化処理における細粒土の種類の影響

九州産業大学 学生会員 松本和哉
中道環境開発 非会員 中道和徳
九州産業大学 正会員 松尾雄治

九州産業大学 正会員 林 泰弘
中道環境開発 非会員 古閑透悦
九州産業大学大学院 学生会員 宮原大輔

1. はじめに

著者らは、焼却灰を固化処理・破砕することで再生クラッシュランを製造する技術を開発している¹⁾。この再生クラッシュランは下層路盤材としての品質は満足しているものの、すりへり減量が高めであることや単位セメント量が多いためコストや環境の面で負荷が大きいなどの問題も残っている。本研究では、単位セメント量を減らすために、細粒土として使用している改良土を他の材料に変更し、その影響について検討した。

2. 材料

焼却灰固化処理による再生クラッシュランの製造工程を図1に示す。焼却灰は一般廃棄物の主灰であり、これに建設汚泥再資源化プラントにより再生された再生砂と改良土を混合し、高炉セメントB種と不溶化剤(薬剤A)、凝固促進剤(薬剤B)を添加して改良する。

改良土は処理土の間隙を充填することで、固化体の強度を高める細粒分としての役割を求めて混合したものであるが、含水比が高く、粗い粒径のものも多く含んでい

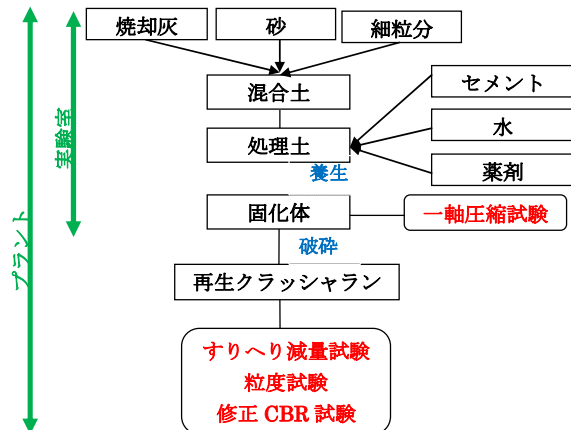


図1 再生クラッシュランの製造および品質評価方法

表1 原材料の基本的特性

		含水比	土粒子密度
		(%)	(g/cm ³)
焼却灰	VII	78.8	2.433
	VIII-2P以外のVIII	73.1	2.208
	VIII-2P	86.9	2.296
砂	VII	35.3	2.741
	VIII	18.7	2.610
改良土	VII	86.0	2.544
	VIII	87.3	2.650
廃石膏	VII	5.6	3.389
	VIII	21.8	3.007
廃薬品	VII	32.9	1.735
スラッジ	VII	10.7	2.705

る。そこで、改良土に代わる材料として、廃石膏（半水石膏、二水石膏）、廃薬品(粉末)、生コンスラッジを用いた。

表1に原材料の基本的特性、図2に粒度分布を示す。粒度に関して改良土と比較すると、半水石膏は粒径が細かいものの二水石膏は改良土と大きな違いがないこと、廃薬品は非常に粒度が小さいこと、スラッジは逆に粗粒分が多いことがわかる。粒度以外の特徴として、石膏はエトリンガイトを生成すること、スラッジはセメント成分が残っていて強度増加に寄与できることを予想した。

3. 事前配合試験

実験室ではソイルミキサーを用いて作製した処理土を直径50mm、高さ100mmのモールドに充填し、20±3℃の恒温庫で7日間養生後、一軸圧縮試験を実施した。

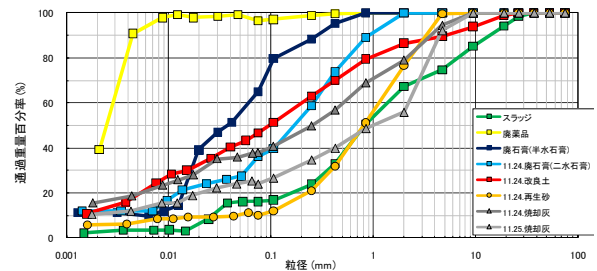


図2 原材料の粒度分布

表2 事前配合試験の配合

(単位)	焼却灰	再生砂	細粒土	セメント	水	薬剤A	薬剤B	細粒土の種類
(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	
VII-1	365	340	37	411	522	0	3	改良土(基準)
VII-2	352	353	64	396	498	0	3	廃石膏(基準)
VII-3	358	358	94	403	511	0	3	廃石膏(増量)
VII-4	368	368	38	414	479	0	3	廃石膏(減量)
VII-5	333	333	50	374	540	0	3	廃薬品(基準)
VII-6	317	317	68	357	564	0	3	廃薬品(増量)
VII-7	346	346	29	389	529	0	3	廃薬品(減量)
VII-8	333	333	58	374	465	0	3	スラッジ(基準)
VII-9	340	340	85	382	485	0	3	スラッジ(増量)
VII-10	347	347	34	390	481	0	3	スラッジ(減量)

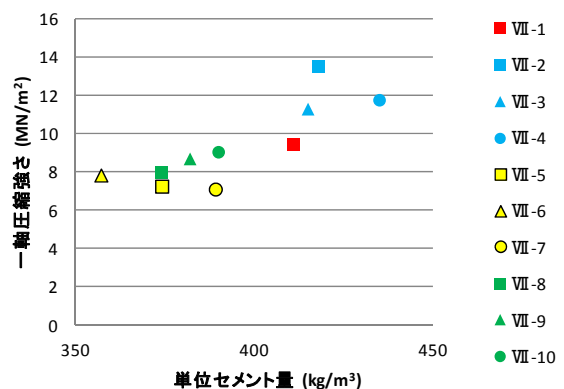


図3 単位セメント量と一軸圧縮強さの関係

配合を表 2 に、単位セメント量と一軸圧縮強さの関係を図 3 に示す。単位セメント量が大きいと一軸圧縮強さが大きくなるが、廃石膏を用いた場合が最も効果的であることがわかる。乾燥密度と一軸圧縮強さの関係より(図 4) 廃石膏を用いた場合に最も含水比が小さく、密な処理土が作製できることも一軸圧縮強さが大きくなっている要因であることがわかる。

4. 実機プラントにおける製造実験

プラントでは二軸強制練ミキサーにより 1 バッチにつき約 1m³の処理土を作製し、固化・破碎によって再生クラッシュランを製造した。細粒土として改良土と廃石膏を用いた（Ⅷ-P シリーズ）。さらに、プラントで製造した処理土の品質を評価するために、実験室で同配合条件で処理土を作製した（Ⅷ-L シリーズ）。

図 5 はプラントで製造した供試体と実験室で製造した供試体の 7 日養生における一軸圧縮強さと単位セメント量の関係である。実験室で製造したものの方が特に、単位セメント量が多いケースにおいて一軸圧縮強さが大きい。また、細粒土として改良土を用いた場合よりも廃石膏を用いた場合の方が若干一軸圧縮強さが大きい。しかし、Ⅷ-4 とⅧ-5 を比較すると廃石膏量の多いⅧ-5 の強度の方が小さいことから、廃石膏の混合量は多ければ良いものではないことがわかる。

図 6 には乾燥密度と一軸圧縮強さの関係を示したものである。乾燥密度が 1.3t/m³を超えると急激に一軸圧縮強さが大きくなっていることがわかる。

プラントで製造した処理土の 7 日養生と 28 日養生の一軸圧縮強さを比較したものが図 7 である。単位セメント量が少ないⅧ-6P の配合の一軸圧縮強さが大幅に大きくなっているのが特徴的であり、廃石膏によるエトリンガイトの生成などの固化促進効果が現れたものだと考えられる。

5. まとめ

細粒土を改良土から廃石膏に変えることでより一軸圧縮強さが大きな処理土が製造できた。このことが再生クラッシュランの品質改善にもなると思われる。なお、すりへり減量試験の結果は発表会当日に報告する予定である。

参考文献

1) 古閑透悦・中道和徳・林泰弘・松尾雄治：焼却灰固化処理による再生クラッシュランの製造実験、第 9 回環境地盤工学シンポジウム論文集、 pp.83-88、 2011.10.

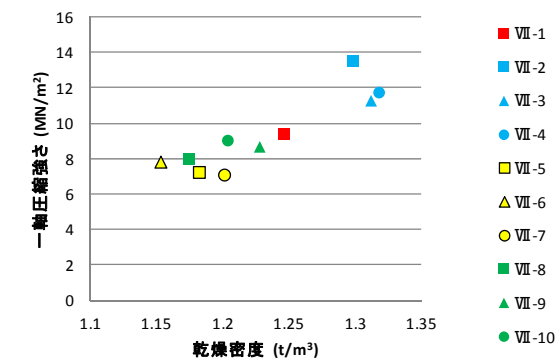


図 4 乾燥密度と一軸圧縮強さの関係

表 3 プラント実験の配合表

	焼却灰 (kg/m ³)	再生砂 (kg/m ³)	細粒分 (kg/m ³)	セメント (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	薬剤A (kg/m ³)	薬剤B (kg/m ³)	備考
Ⅷ-1P	359	380	40	408	457	3	3	細粒土：改良土 Ⅶ(基準)と同じ
Ⅷ-2P	425	384	41	260	477	3	3	細粒土：改良土 Ⅶ(基準)のセメント減量
Ⅷ-3P	361	378	62	424	440	3	3	細粒土：廃石膏 Ⅶ(基準)と同じ
Ⅷ-4P	415	432	70	285	408	3	3	細粒土：廃石膏 Ⅶ(基準)のセメント減量
Ⅷ-5P	391	412	101	272	458	3	3	細粒土：廃石膏(増量) Ⅶ(基準)のセメント減量
Ⅷ-6P	420	438	71	147	491	3	3	細粒土：廃石膏 Ⅶ(基準)のセメント大減量

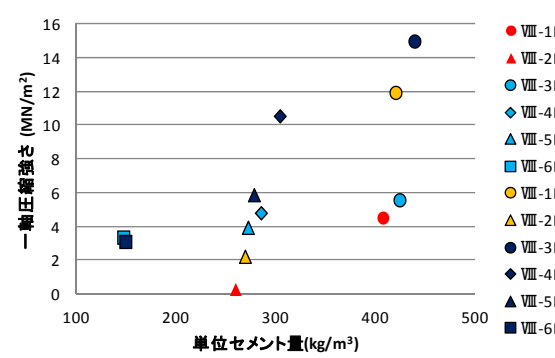


図 5 単位セメント量と一軸圧縮強さの関係

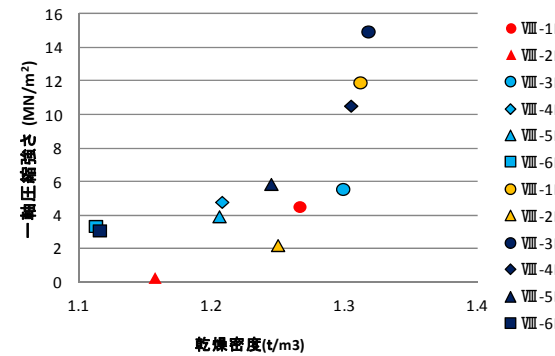


図 6 乾燥密度と一軸圧縮強さの関係

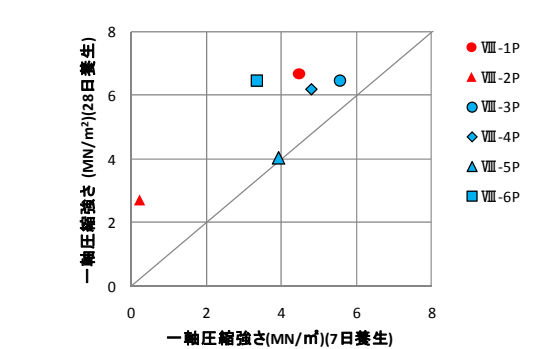


図 7 7 日養生と 28 日養生の一軸圧縮強さの比較