

生石灰とフライアッシュによる有明粘土の粒状化の試み

佐賀大学 学○奈田純雄

佐賀大学 正 鬼塚克忠

正 根上武仁

1. はじめに

近年、多量の建設発生土（有明粘土）の再生利用への取り組みが行われている。その一方法として路床材や路盤材として利用するために生石灰などを添加し、専用の安定処理装置を用いて粒状化する方法がある^{1), 2)}。昨年の著者の一人、篠島は²⁾、①粘性が低い、②再泥化しにくい、③運搬や保管に優れている、などの利点がある粒状化材料に着目し、実用化に向けて研究を重ねてきた。

本研究では、昨年に続き、有明粘土を粒状化して、地盤材料を作製することを試みる。これまでの専用の装置を用いた粒状化とは異なり、今回は室内で簡単な方法で行う。また、あまり注目されていなかった固化材の添加方法と養生方法に着目した。2段階に分けての固化材添加と高温養生を行い、より少ない添加量で高い改良効果を得ることを目的とする。このようにして作製した粒状化材料の諸特性について検討する。

2. 試料および試験方法

本研究で用いた原土は佐賀県小城郡芦刈町で採取した有明粘土である。原土の物理的性質は表-1に示すとおりである。

有明粘土試料の乾燥質量に対する10%の生石灰添加を行い粒状化材料を作製する。また、添加・混合は2段階に分けて行う。まず半量を当初添加・混合し一日経過して含水比が低下した後、次の半量を添加・混合する。その後、5mmふるいを通し粉状のフライアッシュをまぶしながら自動ふるい器で回す。このようにして作製した粒状化材料を高温養生を行うものと室

温養生を行うものに分ける。高温養生は、作製した粒状化材料をできるだけ空気を抜いた袋の中に入れ、80℃に設定した恒温槽の中で約12時間の養生を行った後、20℃の恒温室に移す。これにより、化学反応速度を速め、短時間でより大きな強度を得ることを試みる。室温養生は20℃の恒温室で養生を行う。養生日数は7日および28日とした2種類の粒状化材料について、密度試験・強熱減量試験・粒度試験を行った。

表-1 原土の物理的性質

		今回の原土	昨年の原土	フライアッシュ
自然含水比	(%)	166.1	101.8	0.3
強熱減量	(%)	7.2	9.9	—
土粒子の密度	(g/cm ³)	2.58	2.52	2.38
液性限界	(%)	122.0	91.8	NP
塑性限界	(%)	56.9	37.5	NP
塑性指数		65.1	54.3	—
砂分	(%)	2.4	1.0	5.0
粒度組成	シルト分 (%)	27.6	27.6	88.6
	粘土分 (%)	70.0	71.4	6.4

表-2 粒状化材料の物理的性質

		高温養生		室温養生		昨年の粒状化材料
		養生 7 日	養生 28 日	養生 7 日	養生 28 日	
含水比	(%)	36.8	32.4	32.0	30.7	48.7
強熱減量	(%)	8.1	7.9	7.3	7.5	—
土粒子の密度 (g/cm ³)		2.57	2.67	2.66	2.67	2.52
砂分	(%)	62.1	65.8	54.1	61.3	85.9
粒度組成 シルト分	(%)	32.6	21.6	41.0	24.9	9.4
粘土分	(%)	5.3	12.6	4.9	13.8	4.7
均等係数 U_c		27.3	266.7	21.6	393.8	37.0
曲率係数 U_c'		0.09	0.54	0.08	0.62	4.50

3. 試験結果の比較と考察

3.1 粒状化材料の作製

粒状化材料の物理的性質を表-2に示す。養生7日でもかなり含水比が下がっていることが分かる。粒状化して1日もすればかなり硬くなっていた。力学試験は現段階で終了していないが、目的とする試料に近いものができたと思われる。強熱減量値や土粒子の密度は原土と比較すると、全体的に高い値が出ている。

3.2 粒度試験

図-1 は粒状化材料の粒度試験の結果である。今回は粒径が2 mm以下のものを使用した。高温養生と室温養生を比較すると、養生日数が同じ場合、高温養生を行った場合の方が室温養生の場合より粒径が大きいと言える。昨年度のものと比較すると、高温養生・室温養生ともに粒径はかなり小さくなっている。また、養生7日において粒径3 mmの時、急激に下がっている。これは、ボゾラン反応が十分に進んでいないため水中に入ると、ボゾラン反応で一部の土粒子と結合したフライアッシュが分離・沈降するためと考えられる。粒度組成は砂分が原土に対して大きく上昇しており、均等係数は10以上である。養生7日の場合、曲率係数は小さくなっていた。粒状化材料は表乾状態であるため水洗い時には細粒分が発生するが、形状変化は見られなかった。

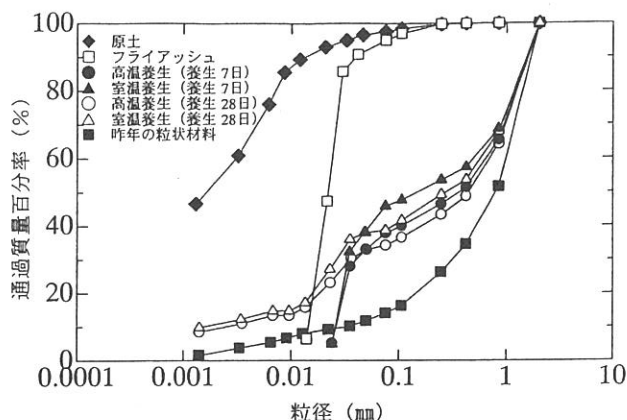


図-1 原土、フライアッシュ、粒状化材料の粒径加積曲線
図-1 原土、フライアッシュ、粒状化材料の粒径加積曲線。粒度組成は砂分が原土に対して大きく上昇しており、均等係数は10以上である。養生7日の場合、曲率係数は小さくなっていた。粒状化材料は表乾状態であるため水洗い時には細粒分が発生するが、形状変化は見られなかった。

4. 考察

今回、粒状化を行うにあたって、5 mmふるいを通した後にフライアッシュをまぶす作業を行った。この際に、フライアッシュの量にばらつきが生じ、結果として生石灰添加後の供試体含水比にばらつきが出た。そこで、有明粘土に生石灰を混ぜた後、一日置いて十分に含水比を低減させることにより、フライアッシュの量を低減でき、含水比のばらつきをある程度減じることができた。

また、初期含水比が160%と高かったが生石灰の2段階添加とフライアッシュをまぶすことにより、30～40%までの大幅な含水比の低減ができた。改良後の供試体の強熱減量値については、高温試料がやや大きい結果となった。これは、室温試料よりも高温試料の方がボゾラン反応による CaCO_3 の生成が多く、強熱減量試験時の高温状態で CO_2 が分離するためと考えられる。土粒子の密度の変化については、高温養生・7日養生のケースがやや低い結果となったが、まぶしたフライアッシュの量のばらつきの影響があると思われる。

5. まとめ

粒状化の方法について、今回得られた結果をまとめると次のようである。

- 1) 一回に作製可能な粒状化材料はあまり多くはない。また、まぶすフライアッシュの量にばらつきがあり、今後はフライアッシュの量を統一することも必要である。これらの影響で、粒状化材料の物理化学諸特性値にばらつきが出たと思われる。
- 2) 今後は、生石灰に加え、他の固化材を添加し最も効果のある固化材の選別・設定を行うことを考えている。
- 3) 高温養生方法については、高温状態を与える時間を変化させ、強度との関連性について調べる予定である。この時に炭酸ガスを封入するなどの方法も考えている。

今回は養生方法や養生日数別に粒状化材料を作製し、物理的特性の実験データの補充を行った。今後は力学的特性についても検討していく。得られたデータにばらつきが見られたことから、安定した品質管理ができるように、これまでに述べたような問題点を改善し、地盤材料としての適用性について検討していきたい。

【参考文献】

- 1) 佐々木大洋、鬼塚克忠、箆島裕隆：建設発生土を粒状化した地盤材料の力学的特性、土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp. 348～349, 2002
- 2) 箆島裕隆：建設発生土としての有明粘土（ガタ土）の高品質安定処理再生利用へ向けた改良試験結果報告書、1999