

石炭灰粒状材料混入土の盛土材料への適用性に関する研究

高知工業高等専門学校専攻科 学生会員 小松 拓矢
高知工業高等専門学校 正会員 岡林宏二郎

1. 緒 言

石炭灰粒状材料とは、石炭火力発電所で副産される石炭灰(フライアッシュ)に、水やセメント、消石灰など加えて製造される人工地盤材料である。近年、環境保全意識の高まりの中、瀬戸内海における海砂採取禁止など良質な天然骨材が枯渇してきており、代替材の開発が建設業界から要望されている¹⁾。そこで、石炭灰をリサイクルした本材料を、代替材とし有効活用することで、循環型社会として貢献し、天然資源の消費を抑制、環境への負荷を減らす循環型の社会づくりに貢献できる²⁾。表1に発生土利用基準を示す。本材料を人工地盤材料として使用する検討は、これまでも実施され製品化されているが、盛土材料としての適用性の定量的な検討については、まだ研究例が少ない。盛土材料として用いるにあたって①細粒分含有率が25%以下であること②岩石材料の寸法が250mmを超える大きい寸法のものを含まない硬岩ずりで、75mm 以下の通過分中の細粒分含有率が25%以下のものである原則がある。また盛土材料に要求される性質として、③施工機械のトラフィカビリティが確保できること。④所定締固めが行いやすいこと。⑤締固められた土のせん断強さが大きく、圧縮性が小さいこと。などがあげられる。

本研究では、石炭灰粒状材料の用途拡大を目指し、山土やシルトに石炭灰粒状材料を加え、土の物理試験、安定化試験、せん断試験等を行い、表1などより道路や鉄道の盛土材料としての基準を満たしているかの適用性を検討する。

表1 発生土利用基準(第4種建設発生土)

区分	細粒分	qc	土質材料の工学的分類		含水比
第4種建設発生土 (粘性土及びこれに準ずるもの ※第3種建設発生土を除く)	第4a種	qc200 kN/m ² 以上	砂質土	細粒分まじり砂 {SF}	-
	第4b種		粘性土	シルト {M}、 粘土 {C}	40~80%程度
			火山灰質粘性土	粘性土 {V}	-
			有機質土	有機質土 {O}	40~80%程度
	第4種改良土		人工材料	改良土 {I}	-

2. 試験手法

2.1 使用試料

本研究では、石炭灰粒状材料・山土・シルトの3種類と石炭灰粒状材料混入土を、対象として実験を行う。石炭灰粒状材料混入土配合割合は、石炭灰粒状材料50%-山土とシルトをそれぞれ50%を混合した土と、石炭灰粒状材料70%-山土とシルトをそれぞれ30%を混合した土の4種類とする。配合割合は体積比より算出する。

2.2 試験手順

本研究は、発生土利用基準の土質区分基準に基づき、土質材料の工学的分類体系を指標とするため、石炭灰粒状材料・山土・シルトに対し、物理試験を行う。試験結果を表2に示す。コーンペネトロメータを使用した安定化試験と、一軸圧縮せん断試験を行う。

表2 各試料の物理試験結果

試験種類	指標種類	山土	シルト	石炭灰粒状材料
密度試験	密度P	2.714	2.754	2.298
粒度試験	記号	GFS	SF・G	SFG
	塑性図	ML	CL	
	ASSHITO	A-2-7	A-7-6	
	群指数GI	-4.158	2.328	
液性塑性試験	自然含水比W _n	23.962	24	24
	液性限界WL	43.9	41.4	NP
	塑性限界W _p	30.739	15.966	NP
締固め試験	P _{dmax}	1.96	1.691	1.072
	W _{opt}	14.6	18.6	39.5
	D _c	92.6	95.6	92.4

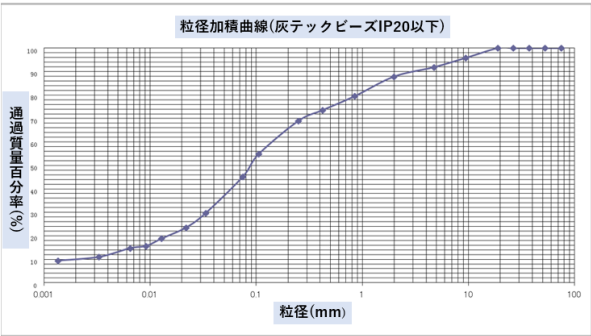


図1 粒径加積曲線(石炭灰粒状材料)

キーワード 石炭灰粒状材料, 一軸圧縮せん断試験
高知県 南国市物部乙 200 番 1 〒783-8508 088-864-5589

表3 各試料での一軸圧縮せん断試験結果

実験値	山土	シルト	石炭灰粒状材料	山土50%混合土	シルト50%混合土	山土30%混合土	シルト30%混合土
湿潤密度Pt(g/cm ³)	2.148	2.086	1.567	1.787	1.886	1.6425	1.720
含水比W(%)	14.8975	17.375	39.4125	21.7075	24.083	26.234	24.541
一軸圧縮強さqu(kN/m ²)	277.928	322.164	64.353	102.193	183.717	87.160	140.419
せん断抵抗角Φ(°)	30	0	66	30	50	70	60
粘着力C(kN/m ²)	80.231	161.082	6.389	29.501	33.434	7.684	18.8125

3. 実験結果及び考察

3.1 土の物理的試験

図1に石炭灰粒状材料の粒径加積曲線を示す。地盤材料の工学的分類より、山土は細粒分質砂質礫(GFS)、シルトは礫混じり細粒分質砂質礫(SF-G)、石炭灰粒状材料は細粒分質礫質砂(SFG)と判定された。また、盛土材料に活用できる土の区分³⁾より、山土は礫混じり砂、シルトは普通土となる。

3.2 土の安定化試験

本研究では、石炭灰粒状材料を用いた場合の改良土で考えるため、ビーズ単体でのコーン指数qcを測定した。実験結果として、5cm貫入層では、qc=200kN/m²以上を測定したことから、表1より第4建設土として、トラフィカビリティーの条件を満たしている。石炭灰粒状材料のコーン試験結果を図2に示す。図2より、深い層ほど増加割合がより大きくなる傾向が見られた。

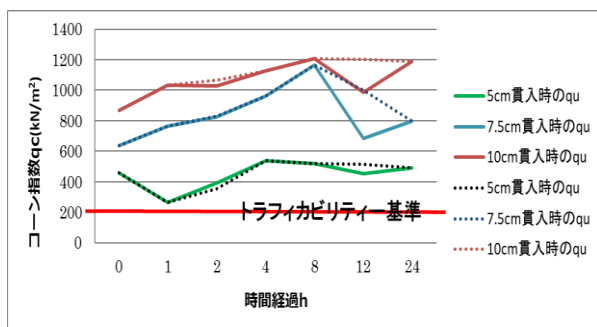


図2 石炭灰粒状材料のコーン試験結果

3.3 土のせん断試験

表3に各試料での一軸圧縮せん断試験結果一覧を示す。図3には混合土のqu-%グラフを示す。図3より、石炭灰粒状材料を50%混合した場合、70%混合した場合いずれの試料でもquの増加が確認できた。また一般に、100~300kN/m²がセメント改良土の盛土としての適用範囲であるが、結果から盛土に適していると考えられる。図4に混合土のpt-%グラフを示す。図4より、灰テックビーズを混合して盛土材料としての軽量化が目的であるが、2種類の試料よりも、湿潤密度pt及び乾燥密度pdが低い値を測定した、よって石炭灰粒状材料混合率が高いほど、軽量化が図ることができ、基礎地盤へ影響が少なくなり、構造物の負担軽減が可能と考える。

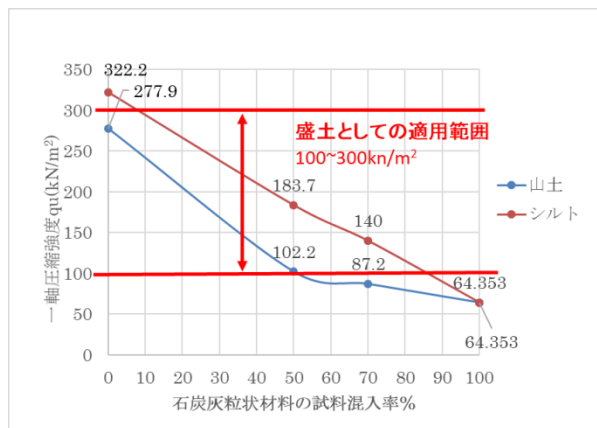


図3 混合土のquと石炭灰粒状材料混入率の関係

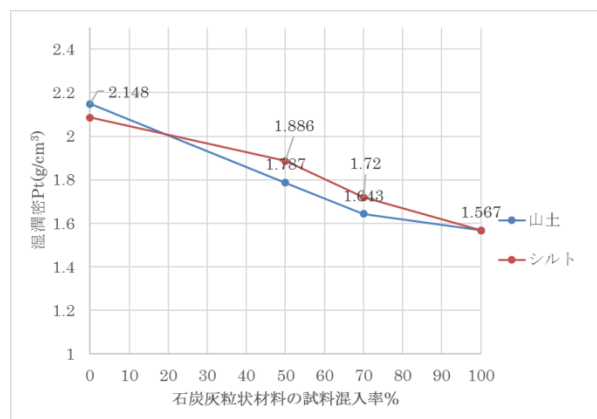


図4 混合土のptと石炭灰粒状材料混入率の関係

4. 結 言

安定化試験について、石炭灰粒状材料は第4建設土として盛土に適用できる。一軸圧縮せん断試験について、固化処理工法研究会の技術資料⁴⁾では、一般に100~300kN/m²が基準であるが、結果より、山土を50%混合した場合とシルトを50%及び70%混合した場合は盛土に適しているといえる。

5. 参考文献

- 1) Jasic, 石炭灰粒状材料, 技術概要書, (2010)
- 2) 大旺新洋(株), 成績報告書, (2014)
- 3) 岸上定男, 盛土の調査・設計から施工まで, 土質工学会, (1990), pp.13-55
- 4) 固化処理工法研究会, 設計, 技術資料, (2008)