

(Ⅲ-24) 流動床灰の土質改良材への適用性について

出光エンジニアリング(株) 正員 山元淳史、○原正典、新嶋洋明
(株)熊谷組 正員 細田信道

1. 緒言

流動床石炭ボイラーから発生した灰(以下、流動床灰)については、その自硬性を生かした有効利用法が提案されている⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾。本報告は、流動床灰の土質改良材としての適用性について、室内試験及び現場施工による実証試験を行い検討したものである。

2. 室内試験

(1)材料特性 室内試験に使用した流動床灰の成分を表-1に示す。改良対象土は、千葉県袖ヶ浦町中袖の埋立地で採取した砂質土である。物理的性質およびpHを表-2に示す。透水試験は変水位法によって行ったが、流動床灰の透水性は砂より低いことがわかる。

(2)締固め特性 締固め試験の結果を表-3に示す。流動床灰は従来の微粉炭燃焼灰に比較してその最適含水比は46%と高い。また、乾燥密度も低い。

(3)力学特性 流動床灰と砂質土とを表-3の最適含水比の試験結果から 2.5~5.0 % 乾燥側に含水比を調整して、一軸圧縮試験を行った結果を図-1に示す。流動床灰25%の混合率においても、材令 7日で20kgf/cm²を上回っている。これは、下層路盤の規定(セメント安定処理の場合10kgf/cm²以上)を十分に満足している。次に、三軸圧縮試験の結果を表-4に示す。試験は締固め状態の供試体についてUU試験、および飽和供試体についてCD試験を行い、両者を比較することにより、地下水等による水浸の影響を調べることにした。CD試験結果をUU試験結果と比較するとせん断強度そのものは水浸の影響を受けて低下をしている。しかし、水浸後でも流動床灰混合効果により、せん断強度増加は高い値を示している。最後に、改良対象土を粘性土に変えて土質改良試験を行い、砂質土と同様な改良効果も確認できている。以上により、施工においては現地土と流動床灰を混合し、一軸圧縮試験もしくは CBR試験等の室内試験により最適配合比が決定できる。

3. 実証試験

平成2年8月出光興産千葉製油所周辺の新設道路工事1089m²において、流動床灰を土質改良材に用いた路床安定処理を行った。

(1)設計 現地土(シルト質ローム、含水

表-1 流動床灰の成分

化	SiO ₂	39.51
学	Al ₂ O ₃	22.39
成	Fe ₂ O ₃	2.32
分	CaO	25.39
(%)	MgO	0.78
	Na ₂ O	0.18
	K ₂ O	0.34
	P ₂ O	0.91
	TiO ₂	0.92
	SO ₃	3.88
	強熱減量(X)	20.66

表-2 物理的性質およびpH

	流動床灰	現地砂
真比重	2.49	2.67
含水率(%)	0.2	7.2
液性・塑性限界	NP	NP
粒度	最大粒径(mm)	0.84
	50% 粒径(mm)	0.022
	74μ通過分(X)	91.5
透水係数 k(cm/sec)	1.4×10 ⁻⁵	1.5×10 ⁻⁴
pH	13.3	9.9

表-3 締固め試験結果

	流動床灰100%	灰75%+砂25%	灰25%+砂75%	現地砂100%
最適含水比(X)	46.0	36.0	22.0	17.5
最大乾燥密度(t/m ³)	1.07	1.23	1.52	1.75

表-4 三軸試験結果

	流動床灰100%	灰50%+砂50%	現地砂100%
内部摩擦角φ	UU試験	59°	54°
	CD試験	47°	40°

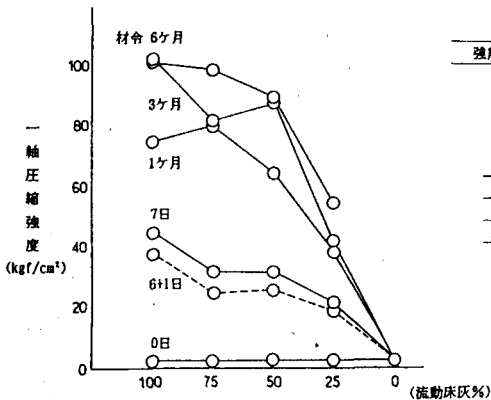


図-1 一軸圧縮試験結果

比50%、湿潤密度 1.665g/cm^3 、CBR値0.35%）と流動床灰（CaO13.24%、35%加水調整）を混合して CBR試験を行った結果を図-2に示す。ここで添加した流動床灰はボゾラン反応する CaO成分が少なめであり、また現場混合時の粉塵対策を考慮して加水調整したものを使用している。この結果より、流動床灰添加量が乾燥重量において 296kg/m^3 、改良CBR 11%を採用し、図-3に示す舗装断面を設計した。（路床設計CBR3%）

(2)施工 加湿出荷された流動床灰は、トラックスケールにて重量管理し、ダンプトラック（10トン）で 4km 運搬して現地に直接搬入した。その時、流動床灰は約 60°C に発熱していた。その後、ブルドーザーを用いて均一に敷均し、スタビライザーで混合し、タイヤローラーにて転圧を行った。施工面積は $500\text{m}^2/\text{日}$ であった。また、流動床灰を現地土に対し 340kg/m^3 混合した時、改良土は現地土に対し1.28倍の嵩の増大量があった。経済性についてはセメント安定処理と比較してダンプによる運搬費や固化材取扱量増による施工費増があるが、セメント代が不要になるため、割安となる。

(3)確認試験 現場からコア抜きした試料に対する一軸圧縮試験結果を表-5に示す。また、現場 CBR試験結果については図-2に示すように室内試験の改良 CBR値11%を越えた CBR値が得られているが、この原因は流動床灰の割増（15%）、施工に使用した流動床灰の CaO成分が 28.87%と高かったこと、及び施工時に晴天が続き現地土が乾燥状態にあったことが考えられる。

4. 結語

流動床灰は、土質改良材として適用でき、加水することにより粉塵防止も可能で、扱いやすい材料であることが分かった。今後は、土質改良材としてのデータの蓄積、長距離運搬時の加湿方法の開発が望まれる。

最後に、実証試験に御協力頂いた熊谷道路開発池上氏に感謝の意を表明します。

参考文献

- 1) 柴田ら：石炭灰を原料とした粒度調整砕石、舗装、1988. 8
- 2) 大洞ら：流動床ボイラー石炭灰の土木利用のための基礎評価、第25回土質工学研究発表会、1990. 6
- 3) 新嶋ら：流動床ボイラー石炭灰のテールアルメ盛土への利用（第一報）、第25回土質工学研究発表会
- 4) 山元ら：流動床灰の道路土工材への適用に関する研究、土木学会第45回年次学術講演会、1990. 9

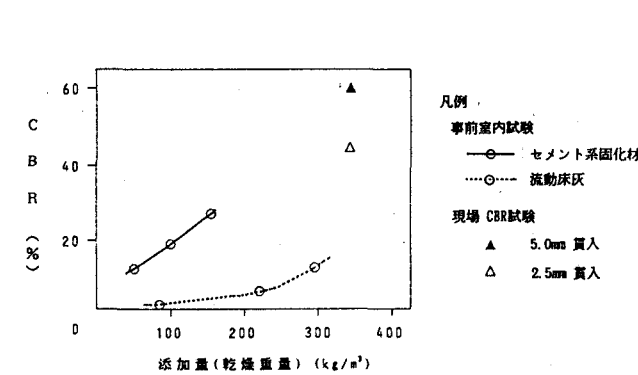


図-2 添加量とCBR曲線

表層	密粒度アスファルト	5cm
路盤	鉄鋼スラグ	20cm
路床	流動床灰安定処理	55cm
	未改良 CBR=0.3%	45cm

図-3 舗装断面

表-5 一軸圧縮試験結果

試料寸法		一軸圧縮強度 (kgf/cm^2)
径(mm)	高さ(mm)	
48.4	100.9	2.35
95.5	132.6	4.20
95.9	145.1	8.40