

PS 灰の地盤改良への適用技術について

(株)フジタ 正会員 O 望月美登志 竹田 茂 斉藤 悦郎
F J ライト共販組合 小方 高明

1. はじめに

筆者らは、これまで再焼成PS 灰の持つ高吸水性能に着目して排泥処理や軟弱地盤の改良技術¹⁾²⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾の研究開発を進める一方、異なるスラッジや異なる焼成工程から発生するPS 灰においても、個々の灰の有する地盤工学的特性を的確に把握して活用すれば、各々の特性に応じた有効利用方法が考えられることを確認してきた³⁾。ただし各地で発生するPS 灰の元来有している工学的特性がその周辺地域で必要とされている適用対象に常に適合するとはかぎらない。本報告では、PS 灰を地盤改良技術に有効利用する場合の適用性を拡大するため、吸水機能の低いPS 灰の土質改良効果や吸水性能を高めるための処理方法について、若干の検討、考察を行うものである。

2. 試験方法

今回、実験に使用したPS 灰は、ストーカ炉により焼成したA 灰、流動床炉により焼成したB 灰、サイクロン炉で焼成したPS 灰を高温再焼成させて製造した再生市販材料C 灰である。3 種類とも有害成分の溶出(環境庁告示号)は認められない。各PS 灰の物理的特性(比重、粒度、吸水率、未燃カーボン率)を表-1 に示している。各々の灰の工学的特性については、参考文献³⁾を参照して欲しい。各PS 灰が発揮する軟弱土に対しての改良効果については、路床改良を想定しCBR 試験を実施した。

3. 試験結果

3. 1 ストーカおよび流動床灰の改良効果

改良を必要とする軟弱路床土として、表-2 に示す2 種類の土を選定した。愛知土は、細砂分が卓越し、わずかな水分増加でも軟弱な状態となる土である。関東ロームは、関東地方でもっとも一般的な路床材料であることから、今回の試験対象に選定した。PS 灰の改良効果は、各々の灰の改良率を変化させてCBR 試験を実施することによって調べている。図-1 は、愛知土に対して、A,B,C 灰で改良した場合のCBR 試験結果を示している。吸水性の高いC 灰では低い添加率(4 %付近)で改良効果が上昇するのに対し、A 灰、B 灰ではともに添加率10 %を越えたところから改良効果が発揮されている。これは、A 灰、B 灰とC 灰の吸水性の違いに起因するものと考えられる。図-2 は、関東ロームに対して、A 灰、B 灰で改良した場合のCBR 試験結果である。関東ロームでは自然含水比 w_n が非常に高く、 w_n から最適含水比までの差が大きいため、灰の添加率が多くなっている。以上の結果より、愛知土のようにわずかな含水量を吸水することで効果が得られるような場合は、A 灰、B 灰も有効と考えられるが、含水比が高い土に適用する場合は、吸水機能を上げるか固化機能を付加させることが必要と考えられる。尚、愛知土、ロームにおいてA 灰、B 灰の効果が逆転しているのは、吸水機能の差だけでなく、灰自体がもつ強度等も影響してくるためと思われる。

3. 2 造粒処理による効果

ここでは、図-3 に示すような逆流式高速混合造粒装置を使用し

表-1 PS 灰の物理特性

項 目	A 灰	B 灰	C 灰
比 重	2.29	2.36	2.376
吸水率 (JIS) (%)	11.8	6.3	39.2
未燃カーボン率 (%)	15.8	4.8	0.1

表-2 試料土の物性

試料	粒子密度 (g/cm ³)	U _c , U _{c'} D ₅₀ (mm)	W _{opt} (%) ρ_{dmax} (g/cm ³)	自然含水比 W _n (%)
愛知土	2.65	20.5, 0.12 0.377	14.9 1.808	21
関東ローム	2.75	4.93, 1.56 0.646	57.1 0.989	115

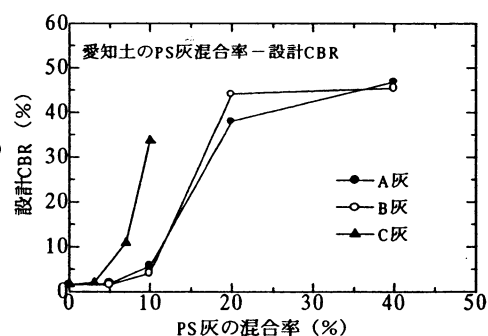


図-1 愛知土での改良効果

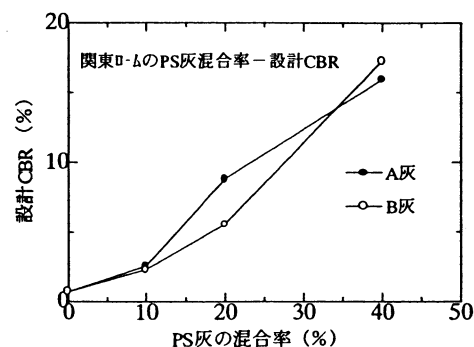


図-2 関東ロームでの改良効果

キーワード 産業廃棄物, CBR, 道路, 路盤, 土質安定処理, 軟弱地盤, 地盤改良

連絡先 〒243-0125 厚木市小野 2025-1 (株) フジタ 技術センター tel 046-250-7095 fax 046-250-7139

表-3 造粒物の造粒条件

	A〔ストーク〕灰											B〔流動床〕灰					石炭灰			
番号	1-1	1-2	5	6	12	16	21	22	23	24	25	2	3	7	8	13	4	9	10	14
セメント種	普	普	普	普	早	早	早	早	早	早	早	普	普	普	普	早	普	普	普	早
改良率	20	20	10	30	20	30	30	30	30	30	20	20	20	10	30	20	20	10	30	20
混和材	-	-	-	-	-	-	A1	A2	B1	B2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*普：普通セメント、早：早強セメント A,B:混和材（添加率等を変化）

表-4 造粒条件と造粒物の吸水性

条件	改良率(%)	A 灰造粒物	B 灰造粒物	石炭灰造粒物
セメント種類		10~30	10~30	10~30
混和材		普通、早強	普通、早強	普通、早強
		2種類使用	なし	なし
吸水率 (%)		34~48	30~42	28~33

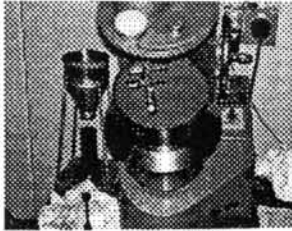


図-3 造粒装置

A 灰、B 灰、石炭灰の造粒物を試作した。尚、ここで使用した石炭灰は、A 灰、B 灰を製造する際にボイラーより発生する灰である。本装置の特徴は、パンの回転によって壁に押し付けられた材料がアジテーター、壁スクレーパーによって方向を変えられ分散し、個々にぶつかりあいながら強力造粒するもので、材料に大きなエネルギーが与えられるため強固な細骨材の造粒が可能となる。表-3および4に造粒条件と造粒物の吸水性を、図-4,5,6に逆流式高速混合造粒装置によって製造したA 灰、B 灰、石炭灰造粒物の粒度分布を示している。造粒物の粒度に関しては、図中点線で示す細骨材粒度を目指したが、A 灰では粒度がそろい、造粒物のバラツキも大きくなった。ただし、本装置では、そろった粒度の造粒物を作る方が困難であり、今後、細かい製造条件まで明確に設定すれば、バラツキもある程度まで抑えられるものと考えられる。各造粒物の吸水性の大きさについては、A 灰、B 灰、石炭灰の順となっている。セメント量、粒度分布、原料の灰自体の吸水能力などが造粒物の吸水性に影響を与える要因であり、セメント量が多くなると吸水性が小さくなり、粒径の大きいものの含有率が大きくなるほど吸水性が大きくなる。灰自身の吸水性が大きいA 灰の造粒物は、B 灰造粒物より吸水性が大きい。また今回、1週養生で試験したため、早強セメントが普通セメントより吸水性が小さくなるという違いがあらわれた。今後は、再焼成PS 灰同様、排泥を用いた改良試験、粒度の強度や安定性について調べていく予定である。

4. まとめ

再焼成PS 灰より吸水性の劣る異なる焼成工程から発生するPS 灰においても、灰の工学的性質を把握し、適用条件や処理方法を工夫すれば、排泥処理、軟弱路床や地盤の改良についても適用可能になるものと考えられる。現在、造粒物の耐久性を検討し、細骨材としての機能を向上させることで別用途への展開も検討中である。将来的には、さらに地盤改良材としての機能を向上させ、産業廃棄物の有効利用と考え合わせた新しい地盤関連技術の開発を実施していく予定である。

参考文献

- 1) 竹田, 望月, 斉藤, 小方: PS 灰を利用した道路路床への有効利用技術, 第35回地盤工学会研究発表会, pp1629-1630, 2000
- 2) 望月, 竹田, 斉藤, 小方: PS 灰による軟弱土の改良効果, 第35回地盤工学会研究発表会, pp193-194, 2000
- 3) 望月, 竹田, 斉藤, 小方: PS 灰の工学的特性について, 第55回土木学会年次学術講演会, pp472-473, 2000
- 4) 望月, 竹田, 斉藤, 小方他: 再焼成PS 灰による泥土の改質浄化機能, 第36回地盤工学会研究発表会, 2001
- 5) 斉藤, 望月, 竹田, 小方他: 再焼成PS 灰を用いたシールド排泥の改良処理, 第36回地盤工学会研究発表会, 2001
- 6) 竹田, 望月, 斉藤, 小方: 再焼成PS 灰による各種軟弱土の改良効果, 第36回地盤工学会研究発表会, 2001

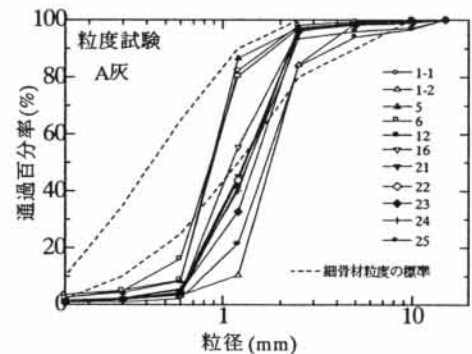


図-4 A 灰造粒物の粒度分布

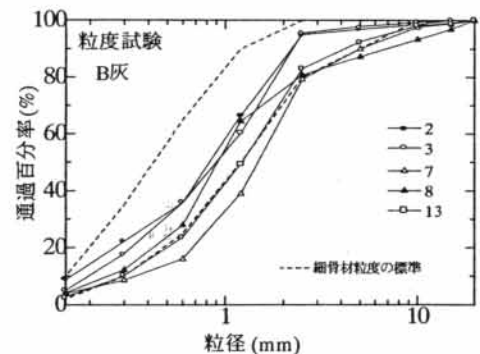


図-5 B 灰造粒物の粒度分布

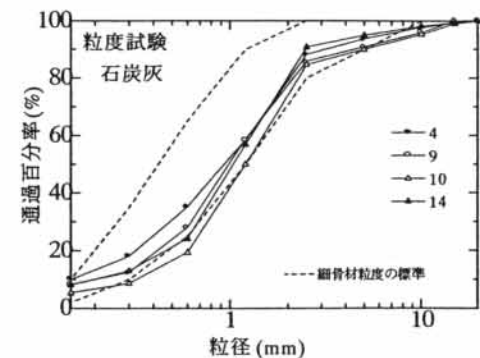


図-6 石炭灰造粒物の粒度分布