

アルカリ性PS灰を用いた改良土のpH低減方法について

(株)フジタ ○正 竹田 慎二 田中 知樹
 正 望月美登志 吉野 広司
 正 茶園 裕二

1. 概要

近年産業廃棄物が増大する中で、処分場が不足し、さらには新規の処分場建設が困難になっている。各産業界では、限りある資源の有効活用のため、廃棄物の発生の抑制、有効利用、適正処分が急務となっている。建設業界においても社会資本の老朽化や新たな社会ニーズに伴うリニューアル工事が増加し、既設の社会資本の解体等からの廃棄物が発生している。その中にはコンクリートガラ、アスファルトガラのようにリサイクル率の高いものもあれば、建設泥土のように依然としてリサイクル率の低いものもある。筆者らはこれまでに、製紙業界の副産物であるペーパースラッジ(PS)灰を再焼成したものが、セラミック質で化学的に非常に安定したものであり、さらに高い吸水性を持つことに着目し研究を行ってきた。その結果、それが軟弱土の改良に有効であり、改良土が中性域を示すことから、セメント系や石灰系の土壌改良材に比べ、環境負荷の低い優れた改良材になることを見出してきた。また、アルカリ性PS灰が強度という観点からは優れた改良材となりえることも見出した。¹⁾

本報告は、アルカリ性のPS灰を用いた土壌改良において、改良土を環境負荷の低い中性域にするための一考察を行ったものである。

2. 試験方法

今回の試験ではアルカリ性の4種のPS灰(A, B, C, D灰)を用いて軟弱土改良試験を行いその改良特性について調べ、それらのPS灰を中性化したものについても同様の試験を行った。改良特性は強度とpHについて調べた。強度は『締固めた土のコーン指数試験(JIS A 1221)』で、pHは『土懸濁液のpH試験方法(JGS 0211-2000)』にて評価を行った。軟弱土には藤森粘土を45%に含水調整して試験に供した。藤森粘土及び各種PS灰の物性値を表-1に示す。表中の再焼成PS灰は、筆者らが開発し公共土木工事で実績を上げているものである。表からもわかるように再焼成PS灰は中性域にあるものの他のPS灰はすべてpH=11以上のアルカリ性を示している。図-1に藤森粘土の粒度分布を示し、図-2には藤森粘土の含水比を変化させた時のコーン指数の値を示している。試験に供した含水比45%の藤森粘土は液性限界の約1.1倍でコーン指数は0であることがわかる。図-3に各PS灰の粒度分布を示す。C灰を除く3種のPS灰が再焼成PS灰よりも粒径が小さいのがわかる。

表-1 各種物性値

試験名	単位	藤森	A灰	B灰	C灰	D灰	再焼成PS灰
含水比	%	45.0	0	0	0	0	0
土粒子の密度	g/cm ³	2.70	2.55	2.17	2.67	2.36	2.71
粒度	篩分	0	0	0	1.4	0.3	0
	砂分	6	55.4	77.9	14.1	70.6	91.7
	シルト分	64.6	44.6	22.1	84.5	29.1	8.3
	粘土分	29.4					
液性限界	%	41.5					
塑性限界	%	24.7	NP	NP	NP	NP	NP
塑性指数		16.8					
pH		5.8	12.1	11.6	11.3	12.0	7.8

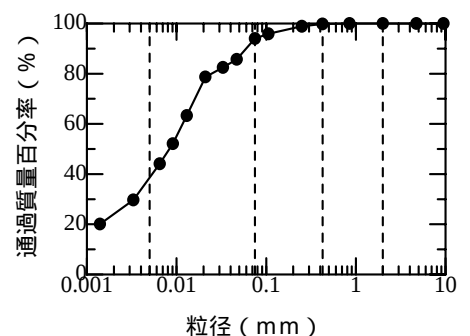


図-1 粒度分布(藤森粘土)

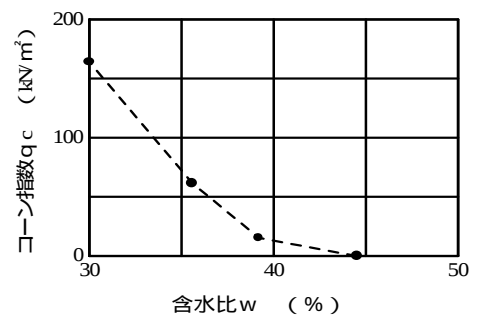


図-2 コーン試験結果(藤森粘土)

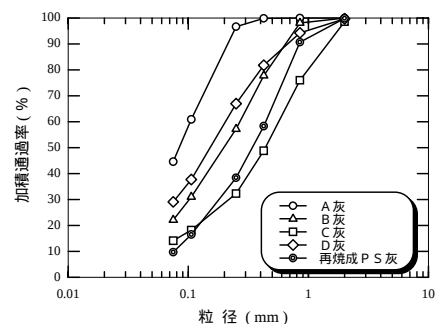


図-3 粒度分布(各種PS灰)

キーワード: コーン貫入試験 改良土 pH

連絡先: 〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 (株)フジタ技術センター 土木研究部 TEL046-250-7095

中性化した PS 灰は、図 - 5 に示すように加水した PS 灰を密閉容器にいれて炭酸ガスを送り込み、その後炉乾燥したものである。また改良土の pH 測定は、改良後締固めずにほぐして気中養生したものと、改良後の締固めた試料をモールド（φ100）から抜き出し、図 - 5 の容器に入れ炭酸ガスを送り込んだものについて測定した。締固めた試料については、表面とその内部についての測定を行った。

4. 試験結果

図 - 6 にコーン試験結果を示す。横軸には軟弱土の湿潤重量に対する PS 灰の添加量を、縦軸にはコーン指数が示してある。図より A、B 灰は再焼成 PS 灰よりも改良効果が優れているのがわかる。これに対し C、D 灰は再焼成 PS 灰よりも改良効果がやや劣っているものの、PS 灰を所定量添加することにより、第 2 種改良土（800kN/m²）以上の強度まで改良できることがわかった。中性化 PS 灰による改良では、その処理により全て改良効果が劣っているものの、A、B 灰については、依然として再焼成 PS 灰より改良効果が高く、優れた改良特性を保持しているといえる。C、D 灰では改良効果がさらに下がるため、改良材として有効利用するには工夫が必要と考えられる。また表 - 2 には試験時の改良土の pH を示している。B、C 灰では中性化処理前でも、改良土が中性域付近になるが、A、D 灰では高い pH を示している。これに対し中性化 PS 灰を利用したときは、全てのケースにおいて改良土が中性域になるのがわかる。pH が酸性域になっているのは酸性の藤森粘土による影響と考えられる。次に図 - 7 に改良土を締固めずに気中養生したときの pH の経時変化を示す。すべての改良土が 1 日経過後に pH が 9 以下まで低下し、3 日後には 8.5 以下の中性域になることがわかる。その後はほぼ一定の値で推移している。表 - 2 では炭酸ガスを満たした密閉容器内に封入した締固めた改良土の pH の測定結果を示している。測定は円柱供試体（φ100）の表面と内部について行った。全ての改良土で 1 日後、7 日後ともに表面の pH は下がっているが、内部については有意の pH 低下を確認することはできなかった。

4. 考 察

今回の試験結果より、アルカリ性の PS 灰を利用した軟弱土改良では、環境負荷の低い中性域の改良土を得ようとした場合、中性化 PS 灰をもちいることが有効であるといえる。また改良土を大気にさらすことでも pH が低下することがわかったが、実施工を考えると広大なヤードが必要となってくると考えられる。また改良後に締固めた土の内部では、外的要因がない限り pH 低下が期待できないことが容易に考えられる。したがって実際にアルカリ性 PS 灰を改良材として有効利用する際には、その時々状況を踏まえて検討すべきであると考えられる。

参考文献 ・ 1) 田中他、『アルカリ性 PS 灰の地盤改良材の適用性について』；第 57 回土木学会年次学術講演会，2002

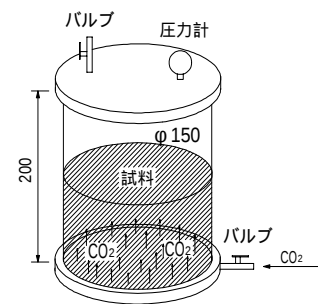


図 - 5 P S 灰の中性化

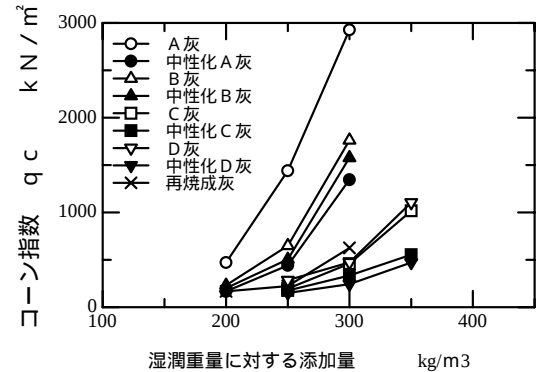


図 - 6 コーン試験結果

表 - 2 改良土の pH 測定結果

	A 灰	B 灰	C 灰	D 灰
中性化前	10.5 ~ 10.7	8.4 ~ 9.0	8.5 ~ 8.7	9.7 ~ 10.2
中性化後	7.8 ~ 8.2	6.8 ~ 6.9	6.4 ~ 6.5	6.7 ~ 7.1

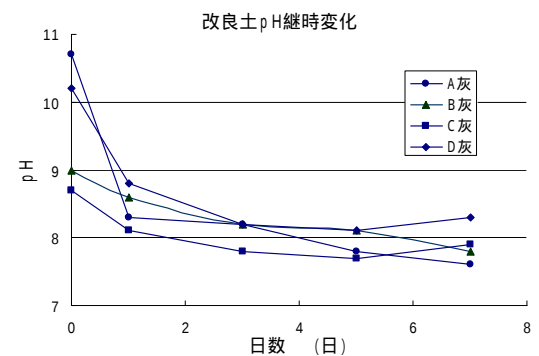


図 - 7 pH 経時変化図

表 - 3 締固めた供試体の pH 測定結果

	処理前	1 日後		7 日後	
		表面	内部	表面	内部
A 灰	10.7	7.6	10.6	7.7	10.1
B 灰	9.0	7.7	9.0	7.6	8.8
C 灰	8.7	7.5	8.5	7.5	8.3
D 灰	10.2	7.8	10.1	7.6	9.9