

PS 灰を利用した泥土改良材の開発

(株)フジタ 正 望月 美登志, 齊藤 悦郎, 石田敬
 (株)フジタ 正 小野 健司, 吉野 広司
 (株)ティムティ 小方 高明

1. はじめに

筆者らは、製紙製造過程で発生する製紙スラッジ (PS) の焼却灰を高温再焼成処理することによって製造したリサイクル改良材 (再焼成 PS 灰) の高吸水性に着目し、軟弱地盤改良や建設排泥処理を目的とした環境にやさしい改良工法を開発^{1)~6)}し、シールド排泥処理をはじめ掘削工事の排泥および浚渫泥土の改良など多くの施工実績をあげてきた。しかしながら、急激な需要の増加から各工事対象の立地および適用条件に合致した改良材の開発が急務となってきており、本研究では再焼成とは異なる処理方法を施した PS 灰の泥土改良材としての適用性について検討を行った結果を報告するものである。

2. PS 灰の有する課題

これまでいくつかの PS 灰の泥土改良効果に影響を与える

要因⁷⁾について検討してきた。表 - 1 に今回用いた PS 灰とその粒子密度の値を示した。図 - 1

は、同一工場から排出される灰 (Y 灰) の 1 年間の粒度のばらつきの範囲を表している。1 年の間には、PS 灰の粒度にある程度のばらつきが発生する

ことがわかる。さらに別の工場から出される PS 灰 (Z 灰) の品質を確認するため、4 回にわたって定期的に試料を採取 (Z- から Z-) し、粒度試験およびコーン貫入による基準泥土の改良効果確認試験を実施した。泥土には、藤森粘土を含水比 70% に含水調整して使用した (表 - 2)。強度については締固めた土のコーン指数試験 (JIA A 1228) を実施している。図 - 2 に粒度分布を、図 - 3 にコーン試験結果を示している。尚、改良効果に影響を及ぼす要因も検討するため、各灰を洗浄乾燥させた試料でも試験を実施している。これらの結果より、4 回の採取試料には、洗浄前のもとの灰の状態と改良効果にある程度のバラツキが認められた。中でも特に Z- の灰は、粒子密度、粒度分布とも他の 3 種類の試料との違いが顕著であり、改良効果に関しては一番優れているにもかかわらず洗浄すると極端に効果が小さくなるという結果が確認できた。他の 3 種類に関しては、洗浄の影響は認められなかった。そこで Z- については、養生の影響も調べてみたところ、図 - 3 に示されるような養生効果も確認できた。これらの結果より、Z 灰の品質のバラツキには粒度だけでなく化学的成分が影響しているものと考えられる。また、ほとんど PS 灰は、アルカリ性であるため、これを中性域あたりまで低減させることが望ましい。

3. 処理方法

今回、PS 灰の成分のバラツキをできるかぎり安定化させるため、ここでは写真 - 1 に示すような 40 L の逆流式高速混合装置を使用した。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なエネルギーで混合されるもので非常に均一な混合性能が得られる点である。表 - 3 に Y 灰を用いた 3 種類の混合処理時の含水比分布測定結果を示した。この結果からも

表 - 1 PS 灰の粒子密度

粒子密度 (g/cm ³)	PS 灰(A灰:再焼成、G、Y、Z灰:流動床)			
	A	G	Y	Z
	2.4	2.36	2.29 ~ 2.36	2.71 ~ 2.96

表 - 2 試験泥土の物性

土の種類	藤森粘土
密度 (g/cm ³)	2.542
含水比 (%)	70
液性限界 WL (%)	57
塑性限界 Wp (%)	28.1
塑性指数 Ip	28.9

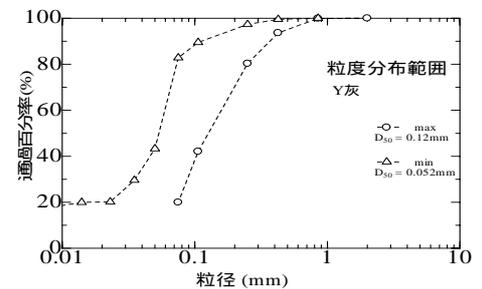


図 - 1 PS 灰の粒度分布 (Y 灰)

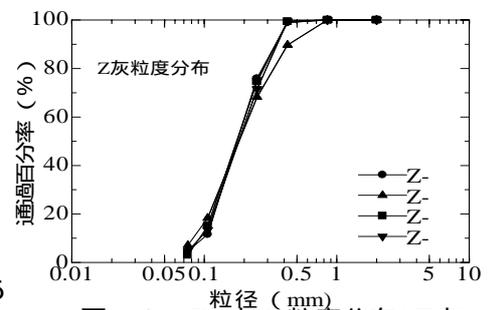


図 - 2 PS 灰の粒度分布 (Z 灰)

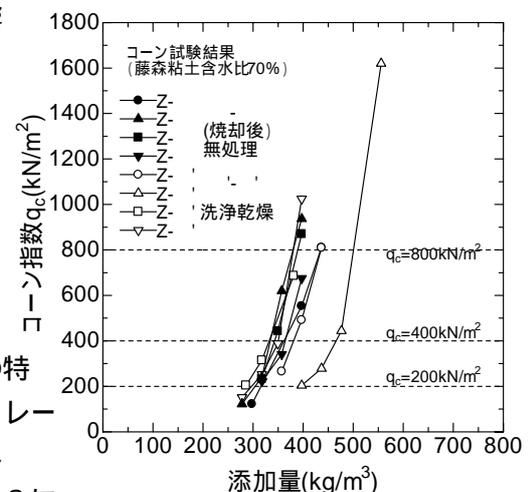


図 - 3 PS 灰の改良効果 (Z 灰)

キーワード：コーン貫入試験、地盤改良、廃棄物

連絡先：〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 TEL (046) 250-7095 FAX (046) 250-7139

わかるとおり、含水比のバラツキは非常に小さく、よく均一に混合されていることが確認できる。尚、処理に際しては、乾燥灰に対し、一定割合の中和剤と添加材および水を混合させて一定条件(パンおよびアジテーター回転数)での混合を実施している。



写真 - 1 逆流式高速混合装置

4. 処理 PS 灰の特性

今回は3種類のPS灰(Y灰、G灰、Z0灰)を用い、これを混合処理したものと処理前の灰に対して泥土の改良試験(コーン指数試験(JIA A 1228))を行って泥土の改良効果を調べた。また、各々強度試験に供した材料の中性化効果を確認するため、pHの測定も実施した。まず、図-4は、各PS灰の処理前後での粒度分布を示している。今回使用した材料では、再焼成PS灰(A灰)程度の粒度分布までしか変化させず、PS灰の原粒度を大きく変化させるような造粒処理は実施しなかった。処理材料の粒度と改良効果については、その2の文献を参照してほしい。図-5が各材料の改良効果をまとめたものである。同図よりPS灰を処理することで泥土の改良効果は処理前よりも小さくなるのがわかるが、効果の低減割合をできるかぎり抑える処理方法を選定することによりどの灰についてもこれまで施工で用いてきた再焼成灰より大きい改良効果が得られている。今後は、施工でのコストダウンを図るため、さらに改良効果を強化させていくよう検討中である。表-4がpHの測定結果であるが、アルカリ性の高い各PS灰に対し、混合処理を施すことでpH値が減少し、G灰およびZ0灰では中性域まで達していることがわかる。尚、各処理後のPS灰に対しては、メダカの急性毒性試験等も実施しており、生態系にも安全であることを確認している。

表 - 3 混合材料の含水比測定結果

平均含水比(%)	50	48.3	62.3
含水比範囲(%)	49 ~ 51	47.7 ~ 48.6	61.6 ~ 63.6
標準偏差	0.43	0.31	0.47

5. まとめ

産業廃棄物であるPS灰は、焼成方法の確定された同一工場から排出されるものであってもスラッジ自体の成分の違いなどから工学的性質にバラツキが発生する可能性がある。こうしたバラツキを抑えて安定な品質に保ち、できるかぎり泥土の改良効果をおとさないような材料の中性化、粉塵防止を目標としたPS灰の混合調整処理方法の有効性が今回の試験結果により確認できた。今後は、土壤環境基準といった環境面での管理も含めた品質管理の方法と基準を検討していく予定である。

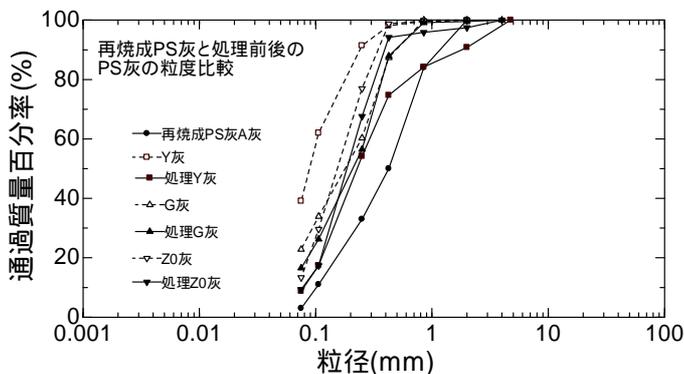


図 - 4 PS 灰の粒度分布 (処理前処理後比較)

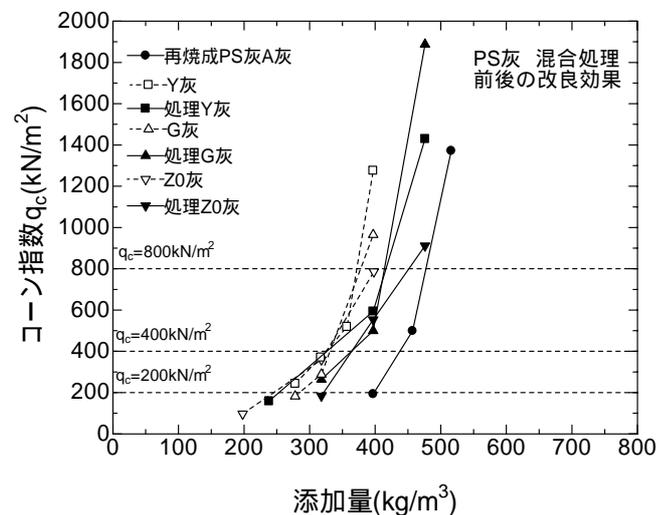


図 - 5 PS 灰の改良効果比較 (処理前処理後比較)

表 - 4 処理 PS 灰の pH 測定結果 (中性化)

	G 灰	Y 灰	Z0 灰
処理前 pH	10.3	12	10.6
処理後 pH(2日後)	8.42	9.97	8.34

参考文献

- 1) 齊藤,望月,竹田,小方:再焼成PS灰を用いたシルト排泥の改良処理,第36回地盤工学会研究発表会,2001
- 2) 望月,阪本,小方:製紙スラッジ焼却灰を用いた土質改良材,電力土木 NO298 PP103-106
- 3) 望月,茶園,斉藤,吉野,田中他:再焼成PS灰による軟弱掘削排泥の改良について第57回土木学会年次学術講演会,2002
- 4) 望月,竹田,斉藤,小方:PS灰の地盤改良への適用技術について,第56回土木学会年次学術講演会,2001
- 5) 望月,斉藤,吉野,田中,茶園,小方:各種PS灰による泥土の改良特性,第37回地盤工学会研究発表会,2002
- 6) 望月,斉藤,吉野,田中,茶園,小方:各種PS灰の泥土改良改良材としての適用性,第38回地盤工学会研究発表会,2003
- 7) 望月,斉藤,吉野,石田,小野,小方:PS灰を用いた泥土改良材の改良効果に影響を与える要因,第39回地盤工学会研究発表会,2004