

PS 灰で改良した土の透水性について

(株)フジタ 正 ○望月 美登志, 齊藤 悦郎, 土開 健義

(株)フジタ 正 小野 健司, 吉野 広司

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）の焼却灰を再焼成処理することによって製造したりサイクル改良材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改良工法を開発^{1)～4)}した。本工法は、シールド排泥や浚渫泥土を養生期間なしに瞬時に改良できる化学的に安全で環境にやさしい改良方法であり、これまでの配合実績をもとに改良土を転用するための合理的配合設計方法等についても提案⁵⁾を行っているところである。本報告では、改良土の転用用途によって異なる品質性能に対応していくため、PS 灰によって改良した土の透水特性について検討した結果を報告するものである。

2. 試験方法

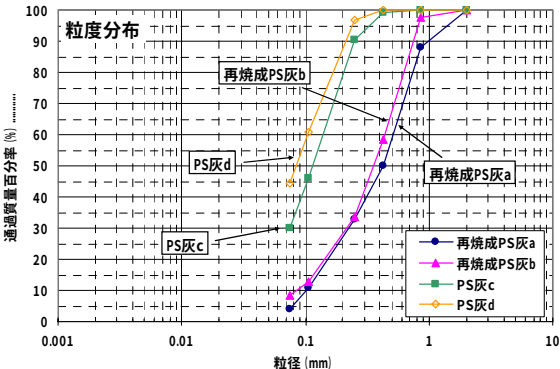
今回、実験に使用した改良材は、表－1 に示すとおり a,b,c,d という 4 種類の PS 灰である。a は、最も使用実績の多い再焼成処理した PS 灰である。図－1 に各々の材料の粒度分布を示す。再焼成灰 a,b の粒径は、細砂程度であり、c,d は a,b に比べて細粒分の多い粒度となっている。改良対象泥土としては、表－2 に示すとおり藤森粘土、DL クレー、S 湖底泥という 3 種類の試料を用いている。今回の試験では、PS 灰で改良した泥土の透水性が改良前後でどのような影響を受けるかを調べている。透水試験は、変水位透水試験（JIS A 1218）を実施している。通常、液性限界を超えるような泥土に対し、所定コーン強度が得られるまで PS 灰を添加するのであるが、ここでは改良前後での供試体の締固めレベルを共通にするため、図－2 に示すように各 PS 灰 a,b,c,d を乾燥重量比 20%、40% の添加率で藤森粘土と混合させた試料の締固め曲線（締固め試験（A 法））を求め、最適含水比で最大乾燥密度 ρ_{dmax} の 90% 乾燥密度となるよう静的締固め方法によって供試体を準備した。DL クレーや S 湖底泥についても同様の方法で供試体を作製している。

3. 試験結果

まず、図－3 に基準となる藤森粘土に対して各種 PS 灰を添加した場合の透水試験結果を示している。同図より、PS 灰を添加することにより粘土の透水係数は大きくなり、水はけのよい材料へと変化していくことがわかる。ただし、透水係数の変化の状況は、添加させる PS 灰によって大きく異なり、粒径の小さい灰ほど透水係数の増加割合は小さくなっている。特に d 灰は、吸水時に膨張傾向を有しており、粒度以外にも透水性に影響を与える要因があるように思われた。本結果より改良土の透水係数が大きくなることが望ましくない転用先についても用いる PS 灰の種類を変えることよ

表－1 PS 灰の粒子密度

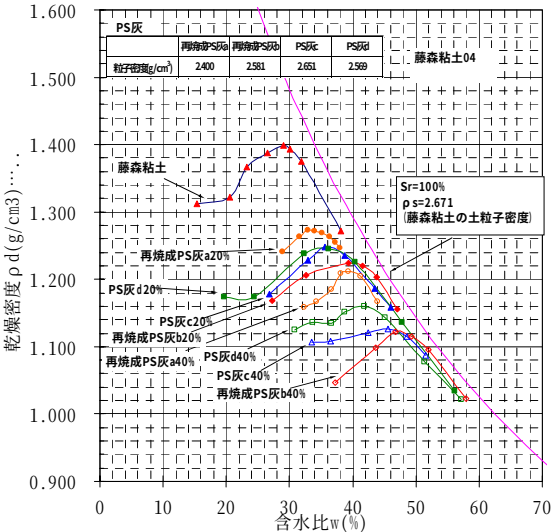
	再焼成PS灰a	再焼成PS灰b	PS灰c	PS灰d
粒子密度(g/cm ³)	2.400	2.581	2.651	2.569



図－1 PS 灰の粒度分布

表－2 泥土試料の物性

	藤森粘土	DLクレー	S湖底泥
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.671	2.650	2.482
塑性指数 I_p	16.8	NP	94.1
最適含水比 W_{opt} (%)	29.1	19.4	72.9
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.399	1.518	0.809



図－2 PS 灰改良土の締固め曲線

キーワード：透水試験、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

ってある程度の対応は可能になるものと考えられる。図-4は、再焼成PS灰を用いて、改良対象となる泥土を変えた場合の透水試験結果を示している。どの泥土の場合でも透水係数は大きくなるが、泥土自体の透水性が高いものについては、それほど大きな変化はなく、改良土の透水性にはある程度の上限があるものと考えられる。以上の結果より、PS灰による泥土の改良では改良土の透水性が向上することがわかったが、改良土の転用対象がフィルダムコアや遮水材のような場合には、改良土の透水係数が大きくなることは望ましくない。そこで、透水性の影響が大きいa材を用いて藤森粘土を改良（添加率20%）した試料に遮水性を付加させるためCa型とNa型のベントナイトを添加させた場合の試験結果を図-5に示した。同図より、Na型のベントナイトの遮水効果が大きいことがわかる。今回の結果では、遮水機能を付加させるために要するベントナイトの添加率が大きくなっているが、もともと藤森粘土自体がシルトに近いものであること、試験における再焼成PS灰aの添加率の設定が20%と大きいことなども要因として考えられる。図-6は、図-2に示した締固め曲線から

得られた最大乾燥密度 ρ_{dmax} を基準にして締固め度($D_c = \rho_d / \rho_{dmax}$)を定義し、各々の試料の混合状態で $D_c = 90, 95, 100\%$ の締固め度が得られるよう静的締固め法によって締固めた（含水比 w は w_{opt} ）時の締固め圧力 P_0 と締固め度 D_c の関係を表している。同図よりどのPS灰を用いた場合でも、藤森粘土単体の場合よりはるかに小さな静的圧力で所定の D_c が得られるようになることがわかる。このようにPS灰改良土は、容易に締固め度を上げる事が可能となるため、締固め度を高く設定する事なども透水性を高めないための一手段として考えられる。

4. まとめ

建設工事で発生する泥土の改良を行う場合、その改良土の転用対象によって必要とされる機能が大きく異なってくる。特に透水性については、盛土材のように水はけの良い材料が望まれる場合とフィルダムコアや遮水材の改良のように遮水機能が望まれるような場合にはっきりとわかれる。PS灰を用いた泥土改良は、その吸水機能が改良原理となっているため改良土の透水係数は増大傾向を示し、盛土材のように水はけの良い材料には適しているが、遮水性が望まれる場合には、不利な条件になり得る。しかしながら、使用するPS灰を選定すること、Na型ベントナイトのような遮水材との併用を検討すること、締固め密度を上げることなどの工夫によりある程度の範囲の透水性は、コントロールできる見通しがついた。今後は、実際のコア材や遮水材などを用いて詳細な試験を実施していく予定である。

参考文献

- 1) 望月:軟弱地盤改良工法「FTマッドキ-工法」建設機械 Vol 139 NO11, pp27-34 2003
- 2) 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地盤工学会研究発表会, 2004
- 3) Y. Mochizuki et al, SOIL IMPROVEMENT DUE TO MIXING WITH PAPER SLUDGE ASH, 1st International Conference on Sustainable Construction Waste Management, 2004
- 4) 望月, 斉藤, 吉野, 小野, 土開, 今井, 加藤: 再処理PS灰の泥土改良効果と破碎性の影響, 第40回地盤工学会研究発表会, 2005
- 5) 加藤, 今井, 大向, 望月, 斉藤, 吉野: PS灰添加による泥土の改良に関する研究, 第40回地盤工学会研究発表会, 2005

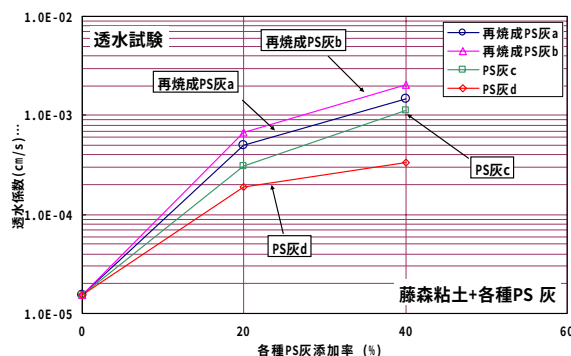


図-3 各種PS灰改良土の透水性

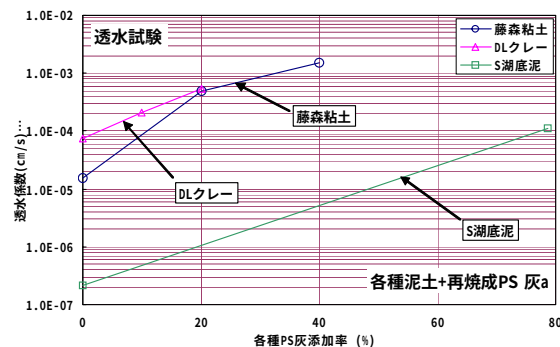


図-4 各種改良土の透水性

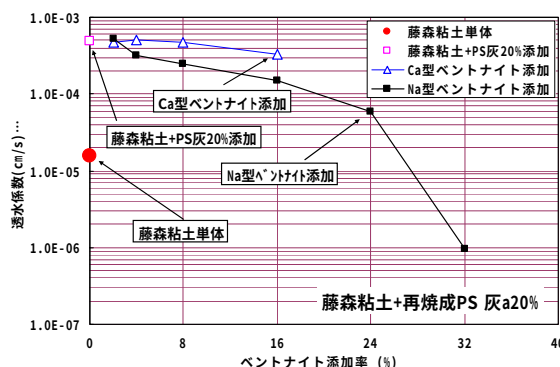


図-5 ベントナイト添加の効果

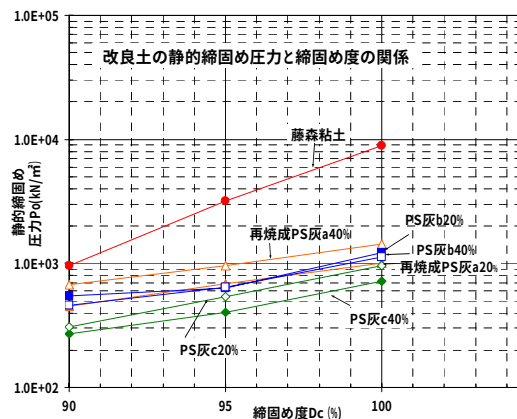


図-6 PS灰改良土の静的締固め圧力