

PS 灰添加による泥土改良の配合設計と吸水性能について

(株)フジタ 正 ○望月 美登志, 齊藤 悦郎

(株)フジタ 正 吉野 広司, 藤原 祐二, 土開 健義

1. はじめに

筆者らは、製紙業界においてその処分の問題が深刻化しつつある PS 灰を適切に処理することで従来のセメント系固化工材とは異なる新たな泥土改良材を開発し、これを建設発生土の再生利用に活用することで2度のリサイクルを同時に実現させた。本改良の特徴は、液状高含水比泥土に含まれる余剰水を PS 灰に吸水・保持させることによって混合後ただちに運搬可能な状態に改変するという点にあり、本研究では、種々の改良試験結果から PS 灰による配合設計方法を提案するとともに改良効果に寄与する吸水性能について検討を行った。

2. 試験方法

表-1 使用 PS 灰の基礎物性

材料	処理PS灰A	処理PS灰B	処理PS灰C	処理PS灰D	各種PS灰(検討中分、14種の範囲)
粒子密度(g/cm ³)	2.4	2.5	2.65	2.36	2.36~2.7
pH	8	9~10	10未満	10未満	10~12
フッ素溶出(mg/l)	0.8未満	0.1~0.2	0.8未満	0.8未満	
吸水比 w_{ab} (%)	102	125	127	136	80~190

建設工事で発生する土を利用する場合、コーン指数によって設定された発生土区分が改良基準となることから改良効果を調べるための配合試験には、締固めた土のコーン指数試験(JIS A 1228)を用いている。PS 灰による改良方法では、基本的に養生時間は必要ないためすべて供試体作製直後にコーン貫入試験を行っている。今回、実験に使用した改良材は、4種類の処理PS灰A(再焼成処理),B,C,Dと現在使用検討中の14種類のPS灰であり、各々の基礎物性を表-1に示している。PS灰は、きわめて有害性の低い材料であるが、主にフッ素の溶出だけが土壌基準をオーバーする可能性があるため、加工処理をほどこすことで土壌基準(環告46号)を満たし、安定した品質性能を保證できる改良材としている。尚、表中にある吸水比 w_{ab} は、材料の吸水性能を示す指標であり、その算定方法については、参考文献1)を参照されたい。

3. 泥土の改良効果と配合設計への検討

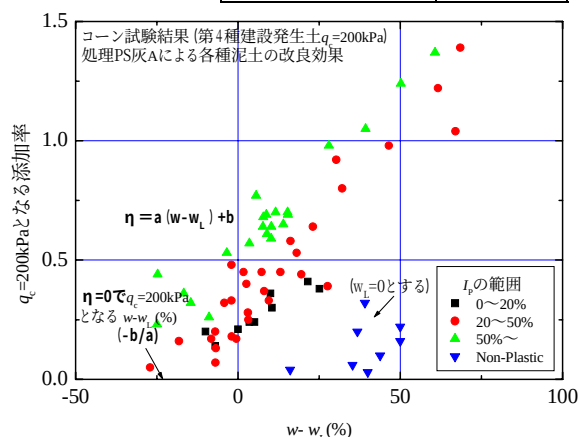
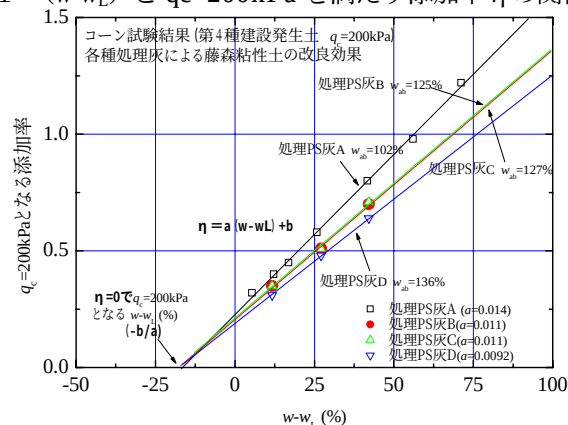
著者らは、これまでの研究⁴⁾により PS 灰によって泥土を改良する場合、液・固の限界を示す液性限界 w_L を上回る水分($w-w_L$)が所定のコーン指数を得るための必要添加率 η ($\eta=M_m/M_s$ M_m :改良材の添加量 M_s :泥土の乾燥重量)と線型関係($\eta=a(w-w_L)+b$)にあるという報告を行っており、種々の泥土について実施した処理PS灰Aについての配合試験結果を図-1に整理してみた。泥土については、塑性指数 I_p の範囲ごとに区分しており、

($w-w_L$)と添加率 η の間の線型関係においてその傾き a は、土の I_p に関わらず一定であり、 I_p の大小によって直線が平行移動するため、 I_p と x 切片(添加率 $\eta=0$ の場合の($w-w_L$))の関係を求めれば、処理PS灰Aについての η の推定式が求められることになる。次に藤森粘土に対する4種類の処理PS灰A,B,C,Dの($w-w_L$)と添加率 η ($q_c=200\text{kPa}$)の関係を図-2に示す。同結果より直線の傾き a は、各々の材料固有のもので、吸水比の大きいものほど傾きは小さくなるのがわかる。ここでは一つの泥土についての関係式であるため、各々の直線の x 切片は一致している。図-3は、 I_p と x 切片(添加率 $\eta=0$ の場合の($w-w_L$))の関係を示している。 x 切片に添加材料の種類は関係しないため、ここでは4種類の処理灰

表-2 泥土試料の物性

試料の物性範囲(107種類, 188試料)

土粒子密度 ρ_s g/cm ³	2.198~2.853
含水比 w %	25.6~500.6
液性限界 w_L %	32.4~274.5
塑性限界 w_p %	15.3~110.7
塑性指数 I_p %	7.7~240.7

図-1 ($w-w_L$)と $q_c=200\text{kPa}$ を満たす添加率 η の関係図-2 4種類の材料における($w-w_L$)と添加率 η の関係

キーワード: PS 灰、地盤改良、吸水性、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

で得られたすべてのデータについてまとめている。本結果から得られた I_p と x 切片の関係と図-2から得られた各材料の傾き a より所定改良強度 $q_c=200\text{kPa}$ を満たすのに必要な添加率 η の推定式は (1) 式のとおりになった。

$$\eta = a \{ (w-w_L) + 37.8 \log I_p - 33.5 \} \quad (1)$$

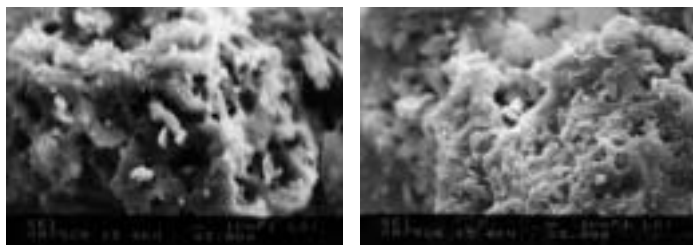
4. 吸水性能と改良効果の関係

図-4では藤森粘土 ($w=72\%$) に対する各種 PS 灰の吸水比 w_{ab} と必要添加率 η ($q_c=200\text{kPa}$) の関係を示しているが、 w_{ab} の値が大きい材料ほど添加率 η は小さく改良効果は大きくなる傾向が認められる。図-5では処理 PS 灰 A とこれに2種類の突き固めエネルギー

(A、E法)を加えたもの、粉碎装置を用いて強制機械粉碎(7回)をしたものの改良効果を比較している。A法程度の突き固めでは、改良効果にほとんど影響はないが、破碎の程度が大きくなるにつれて改良効果が小さくなることわかる。機械粉碎したA材では、所定強度 ($q_c=200\text{KN/m}^2$) 改良に必要な添加量も3割増し程度となった。写真-1に機械粉碎前後の処理PS灰Aの電子顕微鏡写真を、表-3では機械粉碎前後の処理PS灰Aを含む各種材料の細孔容積と吸水比 w_{ab} の値を示している。ここでは細孔容積は、水銀ポロシメーターによって測定している。これらの結果から処理PS灰Aでは、機械粉碎することによって多孔質構造が壊れ、細孔容積が減少し吸水比 w_{ab} が6割以下の値になったのではないかと推測される。粉碎前後の処理PS灰Aに限らず灰の細孔容積と吸水比 w_{ab} の間には相関性が認められるようであり、今後は、種々の材料に対して実験を行って詳細な関係を調べていく予定である。

5. まとめ

PS 灰による泥土改良において所定のコーン指数を得るための添加率 η の推定式を提案した。また、PS 灰の改良効果は、材料の吸水性能に依存しており、吸水率 w_{ab} の妥当性も確認できた。今後は、 I_p の関係や吸水率 w_{ab} の導入について再度検討を行う予定である。また、配合条件だけでなく改良土の有効利用範囲を広げていくために設計時の強度定数などについても調べていこうと考えている。



(機械粉碎前)

(機械粉碎後)

写真-1 処理PS灰A 電子顕微鏡写真($\times 5000$)

参考文献

- 1) 望月, 今井, 齊藤, 吉野: 製紙スラッジ焼却灰を基材にした泥土改良工法の開発と適用事例 基礎工 Vol.34 NO.2 pp64-69 2006
- 2) Y.Mochizuki et al, SOIL IMPROVEMENT DUE TO MIXING WITH PAPER SLUDGE ASH, 1st International Conference on Sustainable Construction Waste Management, 2004
- 3) 加藤, 今井, 大向, 望月, 齊藤, 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

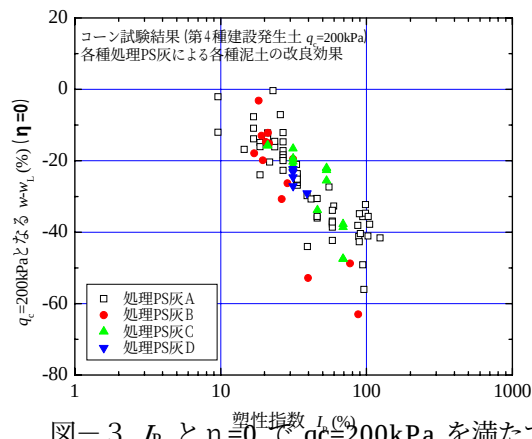


図-3 I_p と $\eta=0$ で $q_c=200\text{kPa}$ を満たす $(w-w_L)$ の関係

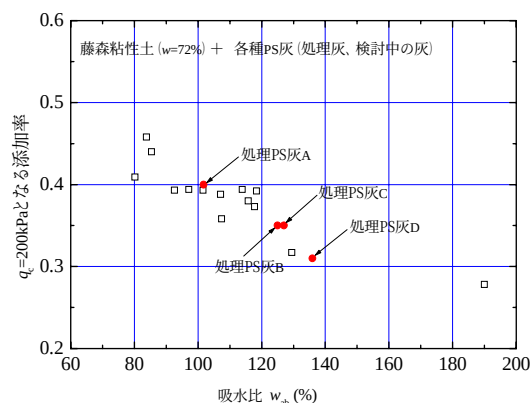


図-4 吸水比 w_{ab} と $q_c=200\text{kPa}$ を満たす添加率 η の関係

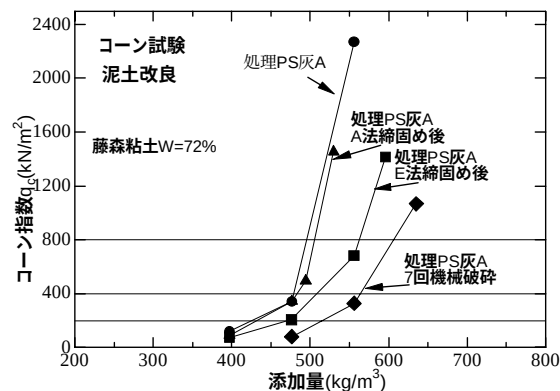


図-5 処理PS灰Aの泥土改良効果

表-3 PS 灰の 吸水比と細孔容積

	処理PS灰A	処理PS灰A の機械粉碎	処理PS灰B	処理PS灰D	PS灰E
細孔容積(cc/g)	0.7226~0.7456	0.397	0.7055	0.9752	1.1684
吸水比 w_{ab} (%)	102	61	125	136	149~170