

PS 灰を混合した砂質土の液状化特性とせん断挙動

新潟大学大学院 学生会員 小野塚友子
 新潟大学工学部 正会員 大川秀雄
 新潟大学工学部 正会員 保坂吉則

1. はじめに

近年、地盤改良の材料として産業廃棄物である PS 灰の利用が注目されてきている。PS 灰とは、製紙工場で古紙を回収して再生紙にしようとする過程で、紙に含まれる古いインクや粘土が汚泥（製紙スラッジ、Paper Sludge : PS）として排出し、これを減量化するために焼却された微粉末状の灰である。

本研究では、この PS 灰を砂に混合して作成した地盤材料の動的性質と静的強度を調べ、有効利用に関する検討を行なった。

2. 試料の物理的特性

PS 灰の物理的特性を表-1 に示す。

今回使用する PS 灰は再燃成 PS 灰で、PS 灰を高温(約 1000)で再燃焼して製造したもので、化学的にも非常に安定したセラミックスとなっている。表面には無数の微細孔が存在し、高い吸水能力を有する。

試験には豊浦標準砂のみの試料 PS0 と豊浦標準砂と PS 灰を質量比 9:1 で混合した PS10、8:2 で混合した PS20 の試料を用いた。表-3 に試料の物理特性を示す。

表-3 試料の物理特性

試料	土粒子密度	均等係数	細粒分含有率%
PS0	2.640	1.65	0.20%
PS10	2.627	1.98	1.08%
PS20	2.604	1.82	2.19%

PS 灰の単位体積重量は小さいが、粒径分布は豊浦標準砂とあまり変わらない物質あると言える。

3. 試験概要

(1) 液状化試験

この試験は振動三軸試験装置で行なった。供試体寸法は約 $\phi=50$ mm、 $h=100$ mm で、空中落下法（落下

高さ 20cm）で作成する。これを B 値が 0.96 以上となるまで飽和させ、初期拘束圧 98kPa で 1 時間等方圧密した。その後、応力比 0.12 ~ 0.20、周波数 0.1Hz の非排水繰返しせん断を行ない、間隙水圧比 $u_w / \sigma'_0 = 100\%$ に達して液状化するまでの繰返しせん断回数を求めた。

(2) CD 試験

この試験は地盤工学会基準に基づき、(1) と同じ試験機を用い、同様の方法で供試体を作成した。供試体を自立させた後、拘束圧を 98kPa、147kPa とし、5 分間等方圧密する。その後、側圧一定のもとで軸圧縮過程を軸ひずみ制御(0.5%/min)で行ない、軸ひずみが 15% に達したら圧縮を終了する。

4. 実験結果

(1) 液状化強度

液状化に至る回数と応力比の関係を図-1 に示す。なお、応力比 0.12 において PS10、PS20 は液状化に至らなかった。

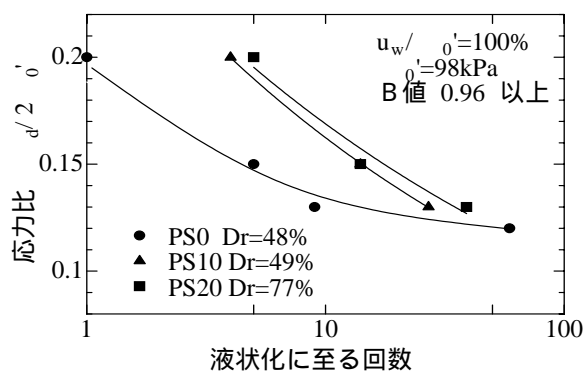


図-1 液状化回数と応力比

最終的な相対密度や間隙比は異なるものの、どの供試体も一定の高さを保った空中落下法で、すなわち同じエネルギーで作成したにもかかわらず、図-1 のように、PS 灰を混合することによって液状化強度

キーワード：PS 灰、液状化、砂、排水せん断、地盤改良

連絡先：新潟県新潟市五十嵐 2 の町 8050 新潟大学工学部建設学科 TEL 025-262-7032 FAX 025-262-7021

が高くなることがわかった。また、PS20 に関しては相対密度も高くなった。

液状化時の変形特性について、ここでは、PS0 と PS20 が、それぞれ 10 回前後で液状化した事例について、その軸ひずみ変化を図-2 に示して比較する。

図-2 より非排水繰返しせん断試験において、大きな軸ひずみは間隙水圧比がほぼ 100%に達すると、PS0 では急激に発生するが、PS 灰を混ぜた試料のほうは比較的緩やかに生じることがわかる。それゆえ強度特性に加えて変形特性から見ても、PS 灰を混合した試料のほうがじん性に優れていると言える。

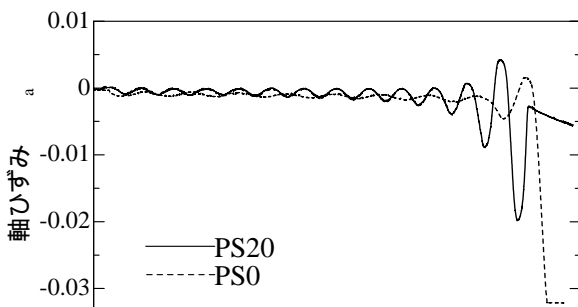


図-2 液状化試験における軸ひずみの発生

(2) CD 試験

静的な強度特性に関しては、PS20 に着目した。ここで、試料 PS0 の拘束圧 98kPa の場合、PS0-98 などと表すことにする。軸ひずみ ϵ_a の増加に伴う体積ひずみ ϵ_v の変化を図-3 と、軸差応力-軸ひずみ関係を図-4 に示す。また、拘束圧を変化させて行なった試験における破壊時の側方圧力と軸方向応力をモール円円で図-5 に示し、モール・クーロン破壊規準線を求めた。

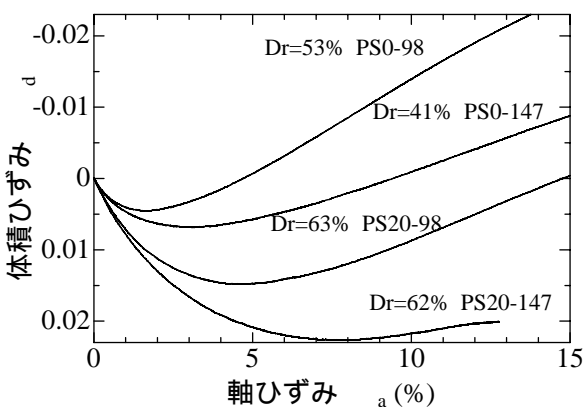


図-3 軸圧縮過程における ϵ_a - ϵ_v 曲線

図-3 より、PS20 は PS0 と比べて、初期の体積収

縮が大きく、正のダイレイタンスが顕著に現れないことがわかる。図-4 より、軸ひずみ約 5%までは PS20 の方が軸差応力は小さく変形しやすい性質となっているが、それ以降は緩やかに増加し、最大主応力差は PS0 よりも大きな値を示した。

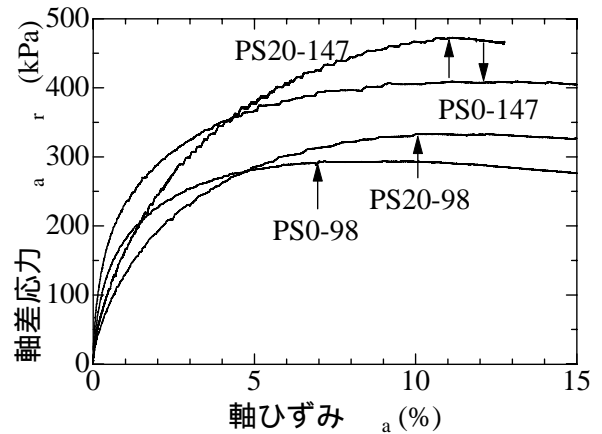


図-4 軸圧縮過程における σ_a -(σ_a - σ_r) 曲線

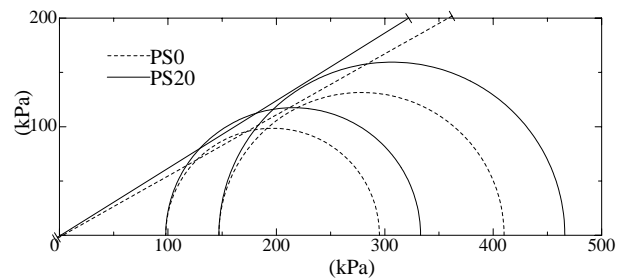


図-5 モールの応力円とモール・クーロンの破壊規準線

図-5 のモール・クーロンの破壊規準線より求めたせん断抵抗角は、PS0=30°、PS20=33°であった。

5. まとめ

PS 灰を混合した砂質土の液状化特性とせん断挙動について、以下のような知見がえられた。

(1) 動的挙動

- ・ PS 灰を砂質土に混合すると液状化強度が増す。
- ・ 液状化発生時の変形特性として、破壊レベルに達すると PS 灰を混合した試料のほうがじん性は大きいので、耐震性能に優れている。

(2) 静的挙動

- ・ はきれいな砂よりも PS 灰を混合した試料のほうが大きい、ひずみが小さい時は変形しやすい。

参考文献

- 1) 小杉、大川：浄水場の PS 灰混合による改良効果について、土木学会第 57 回年次学術講演会、第 部門講演番号 -003