

短繊維混合補強土の補強効果と混合率の関係

八戸工業大学 非会員 ○古川 航輔・橋詰 豊
八戸工業大学 学生会員 野添 重晃
八戸工業大学 正会員 金子 賢治・熊谷 浩二
横浜国立大学 正会員 松井 和己

1. はじめに

短繊維混合補強土とは、土または安定処理土にポリエステルやポリプロレンなどの短繊維を混合したもので、強度・靱性などの力学的特性の向上や、降雨・流水などに対する耐浸食性・耐洗掘性の向上などの効果をもつ新しい地盤材料であり、通常地盤材料に比べて粘り強い地盤材料に改良される。基本的には、地盤材料に短繊維ファイバーを混合するだけであるので、非常に容易に施工できる¹⁾。短繊維混合による改良効果には、地盤材料の特性に加えて短繊維の材質、太さや長さ、混合率など種々の要因が影響を与える。粘性土に短繊維を混合した一軸圧縮試験結果によれば、混合率を増加させ過ぎると一軸圧縮強さが低下するという報告がある²⁾。混合率を増やしたにも拘らず、力学特性が低下する問題は、工学的にも非常に重要である。しかしながら、短繊維の混合率に着目した研究はほとんど行われておらず、そのメカニズムや要因についてほとんどわかっていない。本研究では、短繊維補強土について、短繊維の混合率と補強効果の関係について、圧密排水三軸圧縮試験を行って検討する。

2. 実験概要

本研究では、短繊維混合補強土の混合率とせん断強さの関係に着目して、圧密排水三軸圧縮試験を行う。地盤材料としては、粒径の異なる2種類の珪砂（5号、7号）を用いる。2種類の珪砂の粒径加積曲線を図-1に示す。珪砂5号、7号の平均粒径 D_{50} は、それぞれ、約0.55mmおよび0.3mmである。短繊維補強材としては、材質や太さ・長さの異なる種々の製品が発売されているが、ネット状に成形してあったり、編み込んであったりして、引張補強のメカニズムを考える際には複雑になり過ぎる。したがって、本研究では、太さ約0.52mmのポリエチレン製の釣糸PEラインを長さ20mmに切って短繊維補強材とした。使用した短繊維補強材モデルを写真-1に示す。本研究で行った実験ケースを表-1に示す。短繊維を混合したケースにつ

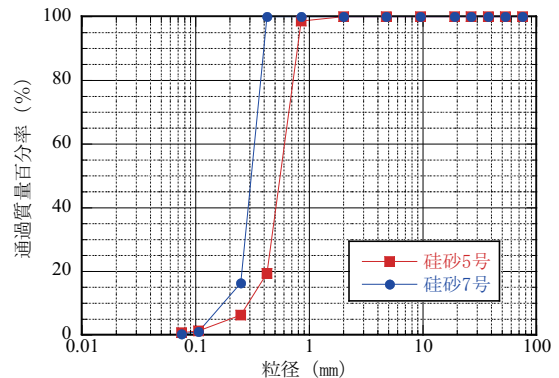


図-1 実験に用いた珪砂の粒径加積曲線

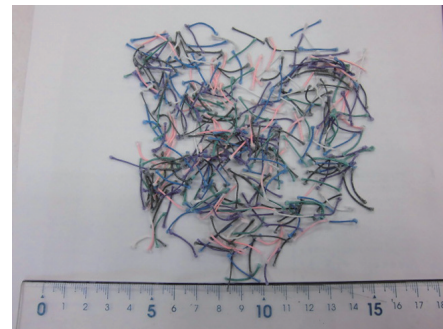


写真-1 実験に用いた短繊維モデル

いては、各ケース3回の実験を行った。短繊維混合率は、土粒子の質量に対する混合した補強材の質量の比で表している。供試体は、砂と短繊維をバット上で手作業により所定の混合率で均等に混ぜ合わせた後、モールドに3層に分けて砂の相対密度50%になるように調整して作成した。その際、各混合率で供試体の質量がほぼ一定になるようにした。短繊維による地盤材料の補強効果は砂の相対密度により変化すると考えられるが、本研究では混合量による補強効果の違いに着目しているため、全てのケースにおいて相対密度を50%とした。側圧は全て200kN/m²とし、供試体の作成および三軸圧縮試験は、JGS 0520およびJGS 0524に準じて行った。

3. 実験結果

珪砂5号と珪砂7号を用いた短繊維混合補強土の実験結果を数ケースづつ抜粋し、それぞれ、図-2および図-3に示す。いずれの場合においても、珪砂のみで

表-1 実験ケース

ケース	硅砂	混合率 (%)	ケース	硅砂	混合率 (%)
0-5	5号	0	0-7	7号	0
3-5	5号	0.3	6-7	7号	0.6
5-5	5号	0.5	8-7	7号	0.8
6-5	5号	0.6	9-7	7号	0.9
7-5	5号	0.7	10-7	7号	1.0
8-5	5号	0.8	11-7	7号	1.1
9-5	5号	0.9	13-7	7号	1.3
10-5	5号	1.0	14-7	7号	1.4
			15-7	7号	1.5
			16-7	7号	1.6

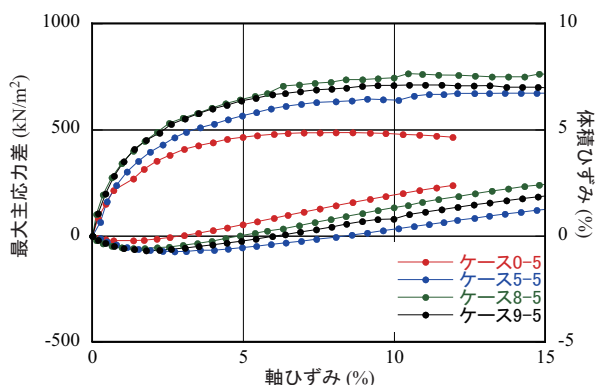


図-2 応力ひずみ曲線の例 (硅砂 5号)

短繊維補強材を用いない場合と比べて、短繊維を混合した場合には最大主応力差が大きくなっており、せん断強さが増加していることがわかる。また、硅砂7号を用いたケースの場合には、応力ひずみ曲線の初期勾配は短繊維を混合することで小さくなり、勾配の変化も緩やかになるという傾向がみられる。土粒子と比べて剛性の低い短繊維を混合することにより、初期剛性が若干低下する可能性がある。体積ひずみについては、硅砂5号の場合には、無補強の場合と比べて短繊維を混合すると、初期の体積圧縮量が増加し、せん断応力のピーク付近での体積膨張が抑制されている。硅砂7号の場合には、その傾向はそれほど変わらない。

次に、最大主応力差と短繊維補強材の混合率の関係を図-3に示す。同図の縦軸は、短繊維を混合した各ケースの最大主応力差を短繊維を混合しない無補強のケースの最大主応力差で正規化して表している。2種類の硅砂どちらの場合においても、短繊維補強材の混合率を増やしていくとせん断強さが増加していくが、ある混合率で最大となりその後低下している。硅砂5号の場合にはせん断強さが最大となる混合率は0.8%であり、硅砂7号の場合には混合率約1.4%付近から低下する。せん断強さに対する最適混合率は、粒径が細か

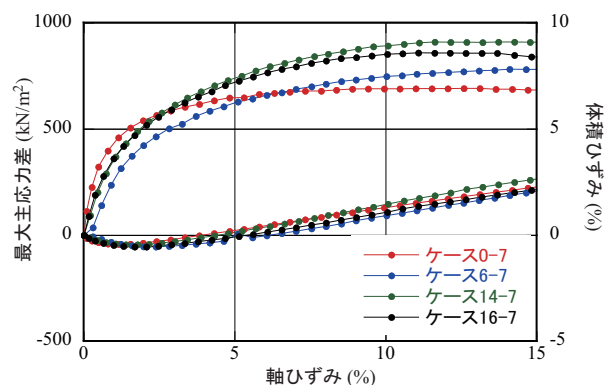


図-3 応力ひずみ曲線の例 (硅砂 7号)

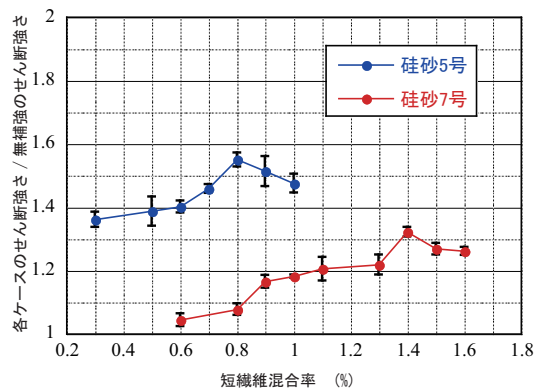


図-4 短繊維混合率とせん断強さの関係

い硅砂7号の方が大きくなる結果となった。また、今回使用した短繊維補強材の場合には、無補強の場合に対する短繊維混合の改良効果は、粒径が比較的粗い硅砂5号の方が大きい。以上のように、2種類の硅砂を用いて短繊維混合率と最大主応力差の関係を調べ、いずれの砂においてもせん断強さに対する最適な短繊維混合率が存在することがわかった。最適混合率を超えて混合した場合にはせん断強さは低下する。

4. おわりに

本研究では、2種類の硅砂を用いた短繊維補強砂の三軸圧縮試験を行い、短繊維の補強効果と混合率の関係について検討した。その結果、今回用いた硅砂および短繊維補強材を用いた場合には、そのせん断強度に関して明確な最適混合率が存在することがわかった。最適混合率の発生メカニズムの解明や地盤材料特性と補強材特性の最適混合率へ与える影響についての検討が必要である。

参考文献

- 1) 土木研究センター：発生土利用促進のための改良工法マニュアル, 1997.
- 2) 奥山, 峯岸, 巻内：短繊維混合補強土における補強材混合量の影響, ジオセンチックス論文集, Vol.26, pp. 89-94, 2011.