

ファイバー混合補強土の強度変形特性と混合率の関係の整理

八戸工業大学
八戸工業大学大学院
八戸工業大学
八戸工業大学大学院

学生会員
学生会員
正会員
正会員

○菅野 敬也
盛 健太郎
橋詰 豊
金子 賢治

1. はじめに

土構造物の粘り強さを改善する工法の一つとして短繊維混合補強土工法がある。この工法は、地盤材料にポリエチレンなどでできた短繊維を混合することにより地盤の力学的特性などの向上を期待した工法である。これまで短繊維混合補強土については様々な研究グループで研究が進められてきており、本研究グループにおける既存の研究成果としてせん断強さに対する短繊維混合率の最適値が存在すること¹⁾、短繊維を混合することにより混合材料の締固め特性が変化することが実験により確認されている²⁾。既存の研究での強度試験に用いる供試体は地盤材料のみの締固め特性に基づいて作製されており、短繊維を混合することにより締固め特性が変化することは考慮されていない。そこで本研究では、短繊維混合土の締固め特性が変化することを考慮した条件と地盤材料のみの締固め特性に基づいて作製した条件（既存の研究と同様）の2種類の供試体作製条件で供試体を作製し三軸圧縮試験を行い、強度特性について比較した。また、本学の過去の実験結果とも照らし合わせ比較・検討した。

2. 実験の概要

(1) 使用材料

本研究では物性がわかりやすいこと等からナイロン製釣糸を使用した。直径は約 0.52mm, 0.78mm, 0.91mm の3種とし、長さ 20mm に切断した。使用した短繊維材料を図-1に示す。地盤材料は、青森県十和田市で採取された川砂を使用した。川砂の基本的な物性値を表-1に示す。

(2) 供試体作製条件

三軸圧縮試験で用いる供試体の作製条件として、固体密度一定条件、締固め度一定条件の2つを設定した。図-2は(a)が固体密度一定条件、(b)が締固め度一定条件の供試体概要図を示す。

固体密度一定条件は、砂のみの最大乾燥密度及び最

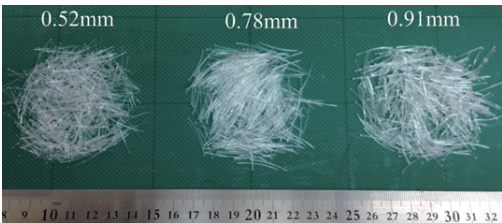


図-1 実験で使用した短繊維材料（ナイロン製）

表-1 川砂の基本的物性

試験項目	川砂（十和田産）
土粒子の密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$	2.761
最大粒径 (mm)	9.5
平均粒径 $D_{50}(\text{mm})$	0.46
最大乾燥密度 $\rho_{d\text{max}}(\text{g}/\text{cm}^3)$	1.78
最適含水比 $w_{\text{opt}}(\%)$	14.8

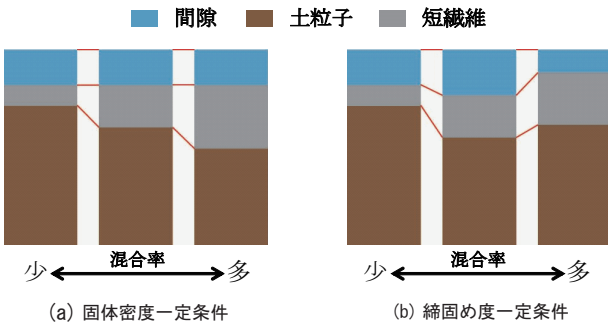


図-2 供試体概要図

適含水比から仮想的な締固め度 90%一定とし、短繊維混合率が増加した分だけ供試体内の砂を短繊維に置き換えて、供試体の固体部分の密度を一定にした条件である。そのため、短繊維直径や混合率が変化しても目標とする供試体の密度は全てのケースにおいて一定となる。なお、本学における過去の研究においては、固体密度一定条件で供試体を作製している。

締固め度一定条件は、事前に短繊維を混合した地盤材料について締固め試験を実施し、得られた締固め特性に基づいてそれぞれの短繊維直径・混合率毎に締固め度 90%となるように作製する条件である。つまり、

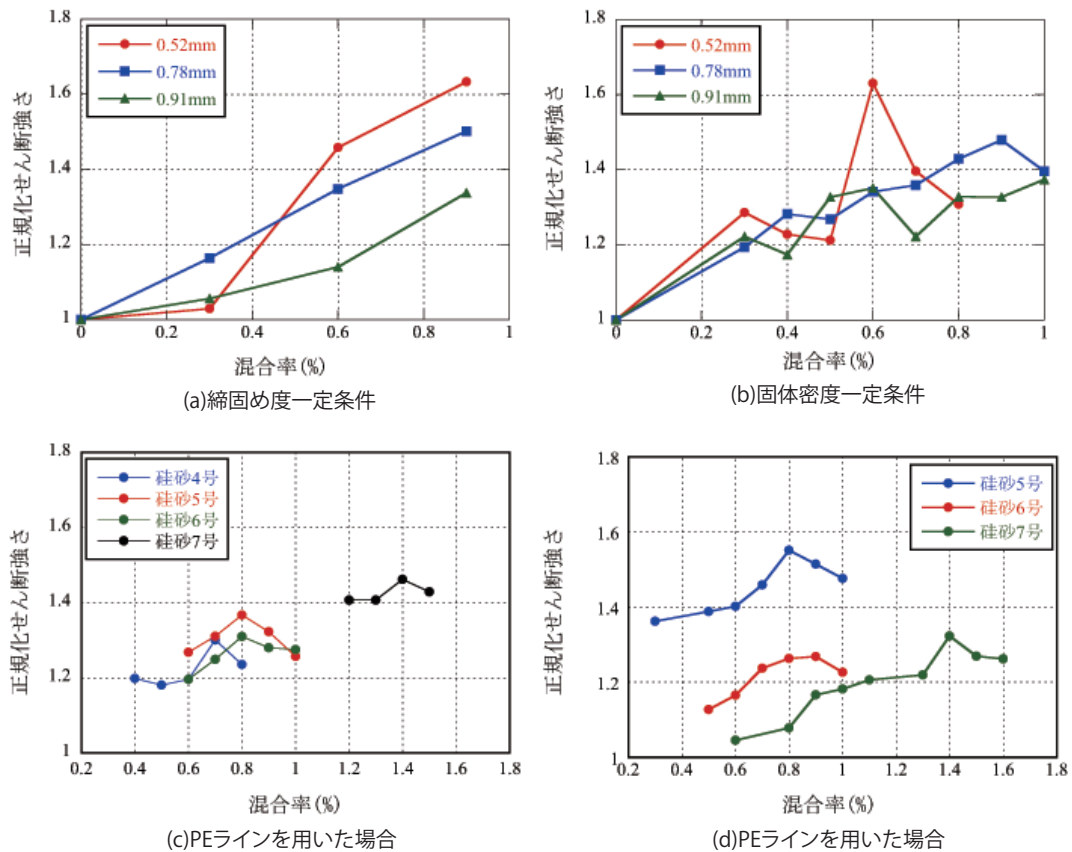


図-3 混合率と正規化せん断強さの関係

供試体を作製する際のパラメータである最大乾燥密度及び最適含水比は全てのケースにおいて異なる。

3. 実験結果及び考察

正規化したせん断強さと混合率の関係を過去の研究成果と合わせて図-3に示す。図中 (a)(b) は本研究で行った実験結果であり、(c)(d) は過去の研究成果である。

(a) では混合率の増加に伴ってせん断強さが増加している。それぞれのケースにおける最大乾燥密度・最適含水比で供試体を作製しているため、妥当な結果であると考えられる。(b) では直径 0.52mm の短繊維が混合率 0.6% で強度の最大値が発現し、直径 0.78 mm では混合率 0.9% で強度の最大値が発現している。短繊維を混合していくと、短繊維による引張抵抗により強度が増加し、ある混合率を超えると摩擦が小さい接触点（比表面積）が増加することによる影響が多くなり強度が減少すると考えられる。そのため、直径が小さい繊維ほど混合率が低い範囲で強度の最大値が発現すると考えられる。これらのことから、直径 0.91mm では本実験における混合率よりも高い範囲で強度の最大値が発現すると考えられる。(c)(d) から砂の粒径が細くなるほど混合率が比較的高い範囲で強度の最大値が発現していることがわかる。このことは繊維直径

と平均粒径の関係について整理すると (b) と同様の傾向を示していると考えられる。(b) では直径 0.52mm のケースが比較的混合率が低い範囲で強度の最大値が発現していることから、短繊維が土粒子と接触する割合が多くなる程混合率が低い範囲で強度の最大値が発生すると考えられる。実務的ではないが、混合する短繊維の量をより多量にした際には供試体内で短繊維同士が接触する割合が多くなることで土粒子と接触する表面積が減少するため、強度の最大値が発現した後に再び強度が増加する可能性があると考えられる。

4. おわりに

三軸圧縮試験より、既存の研究と同じ条件で供試体を作製したケースについては強度の最大値が存在することから同様の傾向が見られた。混合率と強度の関係について数値実験も含めた詳細な検討をしていくこと等が今後の課題として残されている。

参考文献

- 1) 野添重晃ほか：ファイバーにより微視的に補強された粒状体のファイバー混合率が強度特性に及ぼす影響評価，土木学会論文集 A2(応用力学)，Vol.62, No.2, pp. I351-I360, 2013.
- 2) 盛健太郎ほか：短繊維混合粒状材料における短繊維混合率と締固め特性について，平成 28 年度土木学会東北支部技術研究発表会，III-13, 2017.