

締固め度一定条件における短繊維混合粒状材料の繊維混合率と強度特性の関係

八戸工業大学 学生会員 ○盛 健太郎
八戸工業大学 正会員 橋詰 豊
八戸工業大学大学院 正会員 金子 賢治

1. はじめに

これまで短繊維混合補強土に関しては様々な研究グループにより研究が進められてきており、本研究グループもせん断強さに対する短繊維の混合率の最適値が存在すること等を実験により明らかにしてきた¹⁾。短繊維混合補強土における強度試験の供試体作成条件として固体密度一定や土粒子重量一定、締固め度一定といった条件が考えられ、それぞれの条件により測定強度が異なる。このような供試体作成条件の中、締固め度一定の条件がに基づいて強度試験を行うのが最適であると考えられる。本研究グループではこれまでに短繊維混合補強土における締固め試験を実施しており、その結果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が確認されている²⁾。そこで本研究では、既往研究より得られた締固め特性を考慮した条件で作製した供試体を用いて圧密排水三軸圧縮試験を実施し、短繊維混合率と短繊維混合補強土の強度特性の関係について検討した。

2. 実験概要

(1) 使用した材料

短繊維材料としては、直径が0.52mm, 0.78mm, 0.91mmの太さの異なる3種類のナイロン製の釣り糸を長さ20mmに切断して使用した。この短繊維写真を写真-1に示す。短繊維としては天然繊維やPE, PVAなど種々の材料が用いられる場合があるが、本研究では、比較的簡単に入手できることと物性が分かりやすいこと、今後数値解析等を行って検討する場合を考慮してモデル化し易い形状であることから、ナイロン製の釣り糸を使用して実験を行った。使用した短繊維は、比重1.14、引張強度が65N/mm²程度、ヤング率が1800N/mm²程度である。

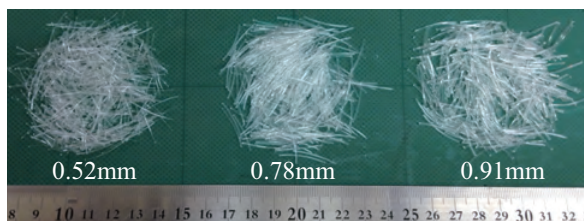


写真-1 短繊維材料

表-1 基本的物性

試験項目	川砂 (青森県十和田市)
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.761
最小密度 (g/cm ³)	1.344
最大密度 (g/cm ³)	1.696
最大粒径 (mm)	9.5
平均粒径 D_{50} (mm)	0.46
均等係数	3.53
曲率係数	0.43
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.78
最適含水比 w (%)	14.8

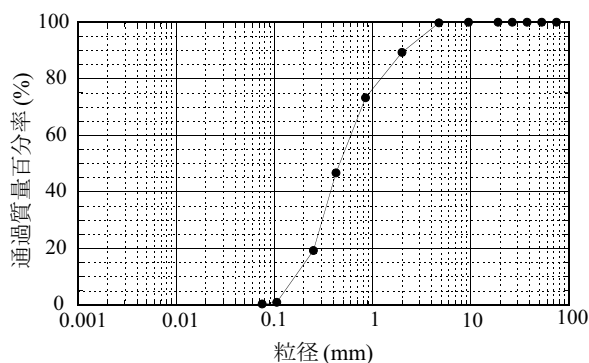


図-1 粒径加積曲線

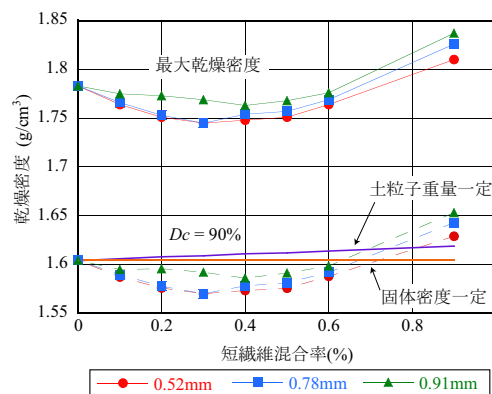


図-2 短繊維混合率と最大乾燥密度の関係

地盤材料としては、青森県十和田市で採取された川砂を使用した。その基本的物性を表-1に、粒径加積曲線を図-1に示す。川砂のみの締固め特性は、最適含水比14.8%、最大乾燥密度は1.78g/cm³であった。

(2) 三軸圧縮試験

他の研究では、土粒子重量一定や固体密度一定といった条件で三軸圧縮試験における供試体を作製しているが、本研究では、短繊維混合補強土の締固め試験結果に基づいて締固め度一定の条件で供試体を作製した。図-2に既往の研究²⁾より得られた短繊維混合率と最大乾燥密度及び締固め度90%とした際の乾燥密度の関係を繊維直径ごとに整理して示す。同図には、土粒子重量一定や固体密度一定などの条件の際の90%乾燥密度も同時に示している。短繊維混合率は0.3、0.6、0.9%の3種を設定し、直径5cm、高さ10cmの円柱供試体を図-2に基づき締固め度 $D_c = 90\%$ となるよう管理し、凍結法にて作製した。側圧は 200kN/m^2 として試験を実施した。

3. 実験結果及び考察

図-3に三軸圧縮試験から得られた応力-ひずみ曲線を示す。上から短繊維直径が0.52mm、0.78mm、0.91mmに対する応力-ひずみ関係を示している。無補強のケースに比べて全体的に短繊維の混合率が増加するに従って主応力差が増加し体積圧縮が低減する傾向にあり、短繊維の混合による補強効果が現れていることがわかる。しかしながら、繊維直径に比例して単純に強度が増減する傾向ではない。

図-4に正規化したせん断強さを示す。過去の研究では短繊維混合率を増加させていくとある混合率で強度が減少する結果となっていたが、本研究では短繊維混合率が増加するに従って強度が増加する傾向にあり、混合率0.9%を超えても強度のピークが発現していないことがわかる。混合率0.3%では、締固め試験より最大乾燥密度が最小になるにも関わらず強度が増加している結果となった。このことは短繊維を混合することにより補強効果が働いていることが原因ではないかと考えられる。また、混合率0.6%以上で強度が増加し続けるのは短繊維混合による補強効果に加えて最大乾燥密度が増加することにより供試体の密度が増加するためだと考えられる。

4. おわりに

締固め特性を考慮した供試体を用いて三軸圧縮試験を実施した結果、繊維直径の違いによって強度特性が影響を受けることがわかった。過去の研究では強度に対する短繊維混合率の最適値が存在することが確認されているのに対して、本研究では短繊維混合率が0.9%までは強度のピークが発現しない結果となったことから、三軸圧縮試験の供試体作製条件で必要となる締固め特性の把握は重要であると考えられる。今後は混合率を増やして試験を実施すると共に、他の供試体作成条件との比較検討を実施する予定である。

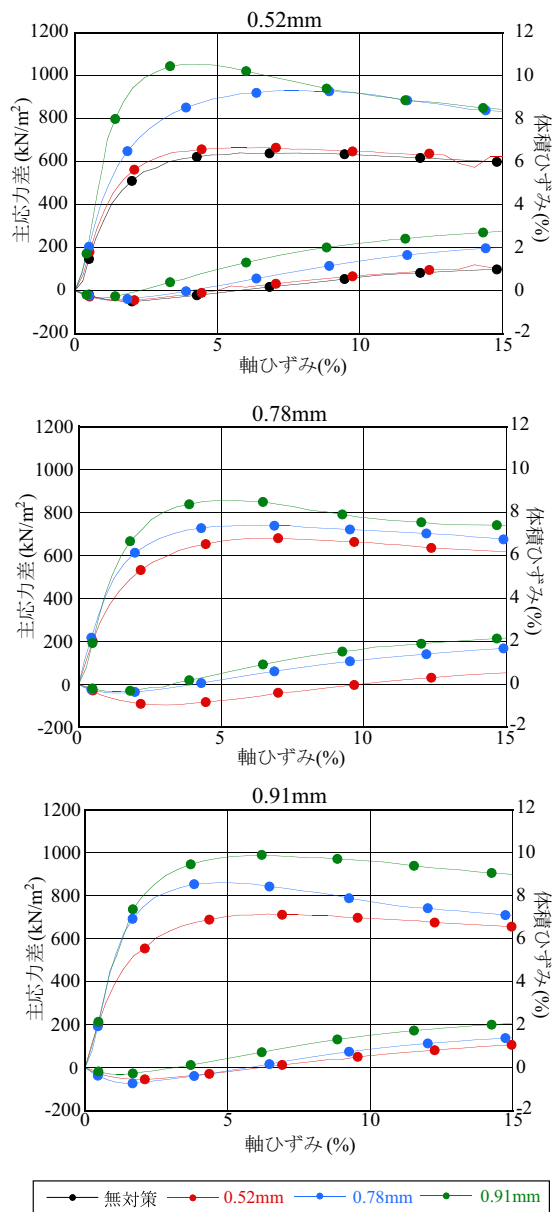


図-3 応力-ひずみ曲線

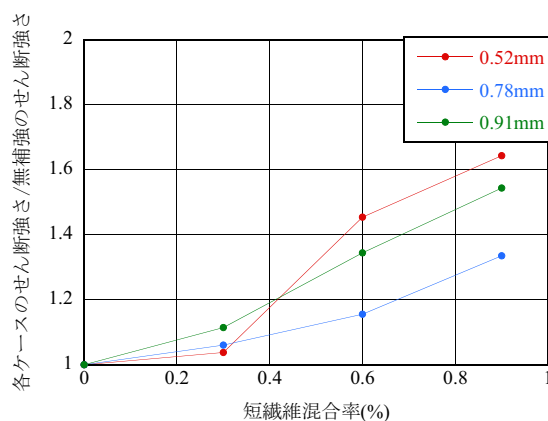


図-4 正規化したせん断強さ

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，橋詰豊，金子賢治：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，土木学会東北支部技術発表会講演概要集，III-13，平成 29 年 3 月