

短繊維混合補強土の強度特性に及ぼす補強材形状の影響

日本大学理工学部 フェロー 巻内 勝彦
同 上 正会員 峯岸 邦夫
日本大学大学院 学生会員 ○奥山 広樹

1. まえがき

地盤材料に補強材として短繊維を混入する短繊維混合補強土工法がある。この工法は土中に短繊維を均等に混合し、土のせん断強度、粘り強さ（タフネス）などの力学的性質を向上させるもので、従来は主に砂質土が対象であり、粘性土を対象にした研究例は少ない。しかし、地震時のフェイルセーフ設計や法面保護工の面からも短繊維混合補強土の力学的特性の把握は重要性を帯びる。

そこで本研究では、関東近郊での建設を想定し関東ロームに短繊維を混合した短繊維混合補強土の工学的特性把握のための基礎的研究の一環として一軸圧縮試験、圧密非排水三軸圧縮試験を行い補強効果について考察した。

2. 試料および供試体作製、試験方法

本研究では、試料土として関東ローム、補強材として繊維長の異なる2種類のポリプロピレン製の短繊維 A（長さ 2cm）、短繊維 B（長さ 5cm）を用いた。各短繊維の形状については写真－1、写真－2に示す。

試料土の関東ロームは、日本大学二和校地（千葉県船橋市）で採取したものを 2mm ふるいにかけ、その後、含水比が 90%程度になるまで室内乾燥したものをを用いた。

一軸圧縮試験および三軸圧縮試験用供試体の作製方法は、前述の試料土と短繊維が十分均等に混ざるように含水比を 120%まで加水して混合した。混合後に、2.5 kg のランマーと直径 5cm の専用塩ビ管モールドを用いて 3 層 5 回で突き固め供試体を作製した。作製後の供試体を写真－3に示す。締固めの際、締固めエネルギーは、締固め試験 a 法に準じた。一軸圧縮試験は、JIS A 1216、圧密非排水三軸圧縮試験は約 24 時間かけ供試体を飽和させた後圧密して試験を行った。この時のセル圧を $\sigma_r = 20, 30, 50, 100 \text{ kN/m}^2$ とし JGS 0522 に準じて行った。

3. 試験結果および考察

（1）一軸圧縮試験

図－1 は、短繊維なし、短繊維 A 混入率 0.7%、短繊維 B 混入率 0.7% の結果を σ － ϵ 曲線で例示したものである。この図より、短繊維を混合することにより、破壊時のピークひずみおよびピーク強度後の残留強度も大きくなることがわかる。残留強度は増加する傾向が見られたが、短繊維 B 0.7% は、短繊維 A 0.7% より一軸圧縮強度が小さかった。これは、供試体を作製する際に、一つの供試体内に含まれる短繊維の寸法が長いと、均一に混ざらず短繊維が一部にまとまってしまうと土との絡み合いが少なくなるため、圧縮強度が上昇しなかったのではないかと考えられる。このことから、今回の供試体寸法の場合は、短繊維混合時には補強材の



写真－1 短繊維 A



写真－2 短繊維 B



写真－3 短繊維混合の供試体

キーワード 補強土、短繊維、関東ローム、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験

連絡先 〒274－8501 千葉県船橋市習志野台 7－24－1 日本大学理工学部社会交通工学科 TEL047－469－5217

長さが影響を及ぼすことが分かった。また、表－1は、一軸圧縮試験の結果を例示したものである。この表より、短繊維 A0.7%の供試体の一軸圧縮強さ q_u が最も高い値を示し、同一補強材の場合は混合率の少ないほうが高い値を示した。このことから短繊維の最適混合率が存在することが伺える。なお、強度定数（せん断抵抗角 ϕ_u と粘着力 c_u ）は供試体のすべり面の角度 θ と以下の式を用いて算出した。

$$45^\circ + \frac{\phi_u}{2} = \theta \quad (1)$$

$$c_u = \frac{q_u}{2} \times \frac{1 - \sin \phi_u}{\cos \phi_u} \quad (2)$$

ここで、 θ ：すべり面角（°）， q_u ：一軸圧縮強さ（ kN/m^2 ）

表－1 一軸圧縮試験の結果

配合条件	A 0.7%	B 0.7%	A 0.9%	B 0.9%
一軸圧縮強さ q_u kN/m^2	64.6	56.8	58.6	42.1
粘着力 c_u kN/m^2	15.9	15.9	16.0	10.5
せん断抵抗角 ϕ_u °	40.5	34.0	34.2	37.8

以上の結果から粘着力 c_u については、B0.9%を除いてほぼ同じ結果になった。短繊維 B0.9%は、圧縮強度も低いことから土と短繊維が十分混ざらなかったと考えられる。また、せん断抵抗角 ϕ_u は各配合条件で一定の傾向は見られなかった。これは、供試体内に含まれる短繊維の混合量が各層によって多少のばらつきが生じるためこのような結果になったと考えられる。

（2）圧密非排水三軸圧縮試験

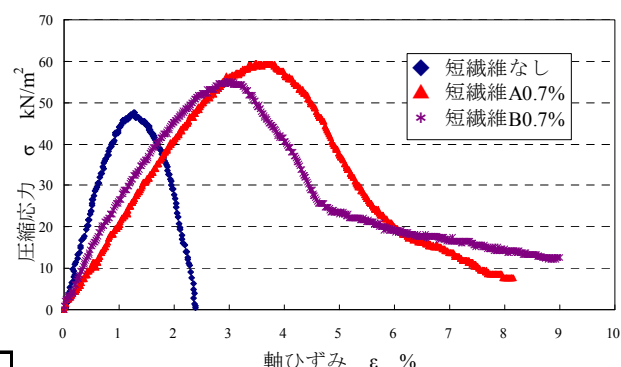
前述の一軸圧縮試験の結果より、短繊維 A0.7%の一軸圧縮強さが最も大きな値を示し、補強効果が見られたので、短繊維 A0.7%の配合条件で三軸圧縮試験（CU 試験）を行った。

短繊維なしと短繊維混合の主応力差と軸ひずみの関係を図－3、図－4に示す。これらの図を比較すると、セル圧 20, 30, 50, 100 kN/m^2 いずれにも短繊維混合による補強効果は見られるが、セル圧 50 kN/m^2 は補強効果があるものの微増にとどまった。これは、供試体内に含まれる短繊維が均一に混合されていなかったため、このような結果になったと考えられる。

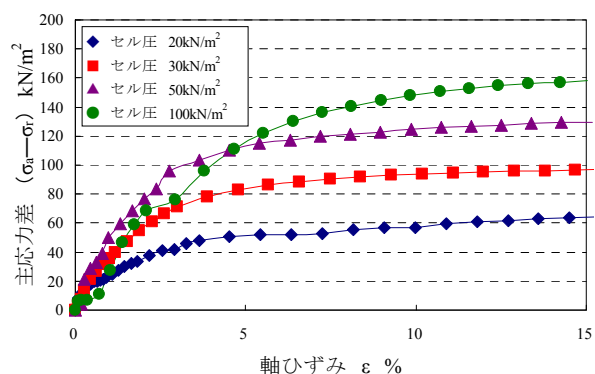
4. まとめ

本研究で得られた結果をまとめると以下のようなになる。

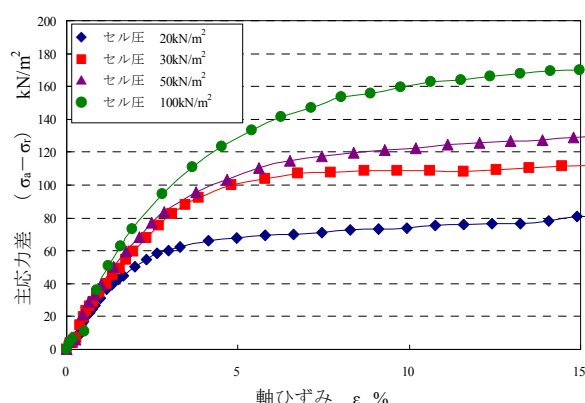
- ① 粘性土に短繊維を混合することで圧縮強度が増加し補強効果が期待できる。
- ② せん断抵抗角については短繊維なしとありとでは差が出なかった。
- ③ 短繊維を混合することで残留強度が発揮されることが分かった。
- ④ 短繊維の最適混合量が存在する。



図－1 一軸圧縮試験の $\sigma - \varepsilon$ 曲線



図－2 主応力差と軸ひずみの関係（短繊維無し）



図－3 主応力差と軸ひずみの関係（短繊維 A0.7%）