

枝付きジオステーブル混合補強土のせん断強度特性

日本大学理工学部 フェロー 巻内 勝彦
 日本大学理工学部 正会員 峯岸 邦夫
 日本大学大学院 学生員 星野 郁夫

1. はじめに

ジオシンセティック製の短繊維（ジオステーブル）を用いる短繊維混合補強土工法は、地盤材料に見掛けの粘着力成分、靱性（粘り強さ、タフネス）、極限せん断強度、残留強度、変形追従性等の力学的諸特性をコントロールでき、変形依存の安全率、法面侵食防止、植生緑化の促進、等々を改善できるなど高付加価値が期待できる。また、建設発生土の利活用が促進できるなど資源対応と環境保全にも寄与でき、広い用途に多機能性を有する。

本研究では、補強効果を更に高めると共に、この混合土によって構築された土構造物が本来の使命を終え、解体したときに地盤材料と繊維補強材の分離を容易にし、リサイクルや環境面にも配慮できる様にするため、枝付きジオステーブル補強材を考案し、繊維混入率を変化させることにより、繊維補強材の表面積の影響と補強メカニズムについて一軸圧縮試験、大型一面せん断試験を行いその結果を考察した。

2. 試料土および繊維補強材

試料土には現場発生土を想定して千葉県東金産山砂（ $\rho_s = 2.73\text{g/cm}^3$ ）を用い、最適締め状態（ $w_{\text{opt}} = 18.9\%$ ， $d_{\text{max}} = 1.62\text{g/cm}^3$ ）で使用した。

繊維補強材として、図-1に示す左右直角に短枝付き（リブ付き）で太さ0.2mmのポリプロピレン製短繊維を使用した。枝部による土とのインターロッキングを高め補強効果を期待すること、また土を将来他目的に再利用する際に短繊維混合土から繊維補強材を除去することを可能にするためである。

3. 供試体作製方法および試験方法

3-1 一軸圧縮試験

繊維混入率0~0.5%に変え、試料土を鋼製モールド（直径60mm、高さ140mm）に3層に分けて締め固めた供試体を用い、圧縮ひずみ速度は1.0%/minで行った。

3-2 大型一面せん断試験

繊維混入率0~0.3%に変え、長さ400×幅320×高さ240mmのせん断箱に手動ランマーにより3層で突き固め、せん断速度は0.25mm/minで行った。

3-3 短繊維補強材の除去試験

500gの短繊維混合土を用意して、25.4mm~9.52mmの範囲の各網ふるいで山砂と短繊維補強材のふるい分けによる分離テストを行った。

4. 試験結果および考察

4-1 一軸圧縮特性

図-2に示すように、短繊維混合土は無補強土に比べ明らかに補強効果が現れている。図-3の最大圧縮応力と繊維混入率の関係から繊維混入率が高くなるに伴い、圧縮強度の増加につながる反面、補強材同士の絡み合いが増え繊維の団塊

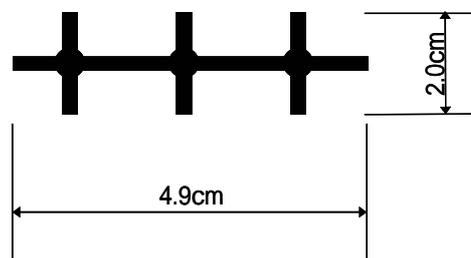


図-1 短繊維補強材

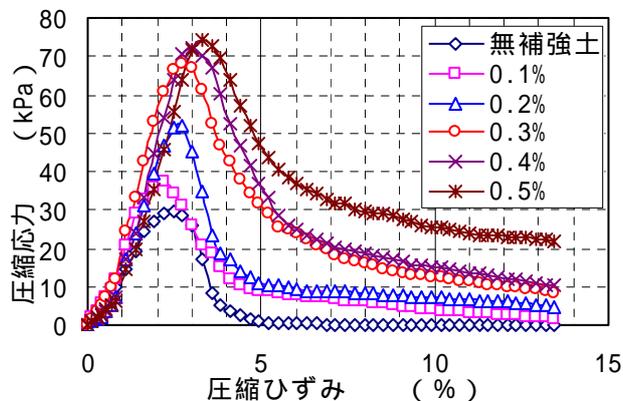


図-2 圧縮曲線

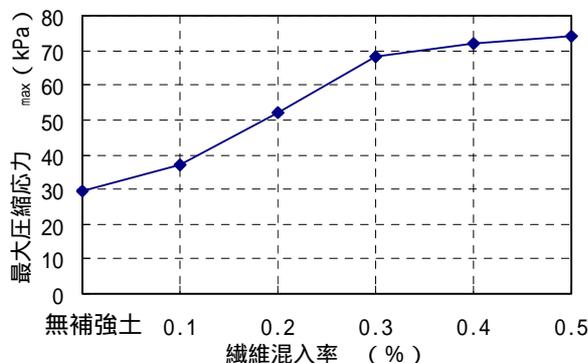


図-3 最大圧縮応力と繊維混入率の関係

キーワード：短繊維混合補強土，ジオステーブル，一軸圧縮試験，せん断試験

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 Tel. & Fax. 047-469-5217

化が進み供試体内部での補強領域を狭め繊維混入率を過剰に上げるとは補強効率の低下につながる。短繊維混合土の粘り強さ、残留強度を評価するため図 - 2 をもとにひずみ 13.5%までのひずみエネルギーを求めたものを図 - 4 に示す。破壊前（ピーク値に至るまで）と破壊後（ピーク値を超えた後）の残留強度を比較して見ると、無補強土とは逆に、繊維混入率が高くなるほど短繊維混合土は破壊後のエネルギーが破壊前のエネルギーを大きく上回っていることが分かる。このことから、短繊維混合土は残留強度発揮への寄与が大きいといえる。ただし、繊維混入率を上げることにより、高い補強効果を得られるが、補強効率は次第に低下し、攪拌混合作業も困難なものとなる。

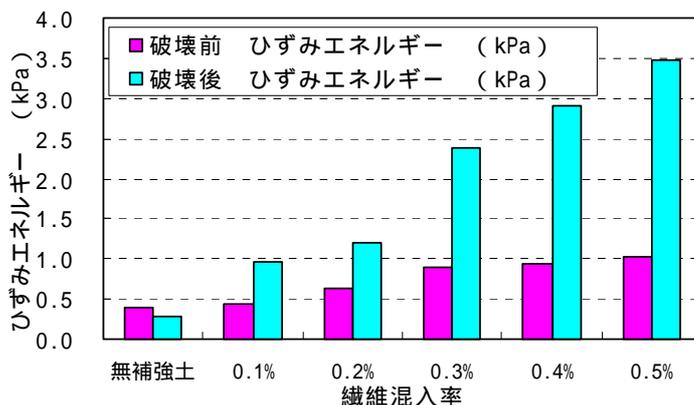


図 - 4 破壊前・破壊後のひずみエネルギー

4 - 2 大型一面せん断特性

図 - 5, 図 - 6 はせん断応力 とせん断変位 D の関係をもとに粘着力 c, 内部摩擦角 とせん断変位 D との関係を表したものである。図 - 5 を見て分かるように、繊維混入率が増加していくに伴って粘着力も増加する。また、短繊維混合土は低いひずみレベルでも粘着力が高い値を示している。このことから、土に短繊維を混合することによって、砂質土が持ち合わせていない見掛けの粘着力を付与でき、粘り強さとなって現れることが確認できた。また、図 - 6 を見ると、顕著な補強効果は認められなかった。これは、砂中に補強材を攪拌混合しても、補強材表面の摩擦角が低いいため土粒子同士の抵抗角に比べ僅少なためと考えることができる。

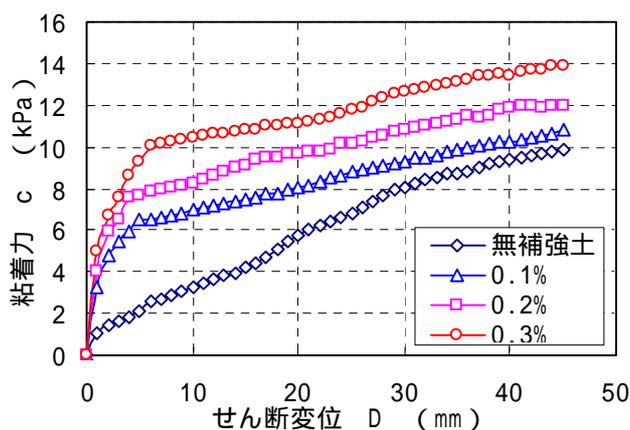


図 - 5 c - D 曲線

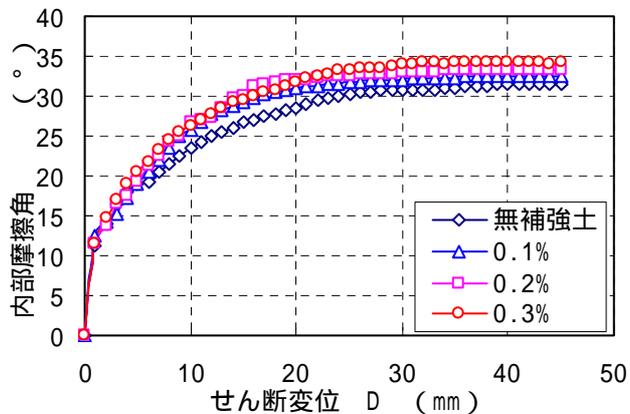


図 - 6 - D 曲線

4 - 3 短繊維補強材の除去試験

短繊維の除去試験では、網ふるいの開き目が 9.52mm のふるいで短繊維を 100%除去することができた（表 - 1）。本研究では繊維混入率を変化させたため、繊維混入率が高いほど補強材の本数が増えるため、繊維混入率が高いほど補強材が混合しにくくなる。また補強材の枝部が非常に絡みやすいため補強材同士の塊となりやすい。補強材が団塊化する現象は供試体に不均質をもたらし、せん断強度の低下につながる。

5 . まとめ

- 1) 一軸圧縮試験において、短繊維混合土の繊維混入率を増加させることにより、一軸圧縮強さ（ピーク強度）は顕著に高い値を示し、残留強度および靱性（toughness）も大きく向上する。
- 2) 大型一面せん断試験において、短繊維混合土の繊維混入率を増加させることによって、見掛けの粘着力成分は付与されるが、内部摩擦角の変化は僅少にとどまった。
- 3) 短繊維補強材の繊維混入率は攪拌混合の難易度に影響し、繊維混入率が高くなると補強効率は低下する。
- 4) 枝付き補強材の網ふるいによる完全除去は可能であり、また繊維混入率が高くなるほど除去は容易であるため、リサイクルや廃棄時に天然材に還元できる。

表 - 1 短繊維の除去状況

混入率	0.1%		0.5%		
	ふるいの目 (mm)	本数 (本)	百分率 (%)	本数 (本)	百分率 (%)
25.4	13	31.0	226	85.3	
19.1	19	45.2	37	14.0	
9.52	10	23.8	2	0.7	
合計		42	100.0	265	100.0