

回転式破碎混合工法を用いた短繊維混合補強土の建設発生土(しらす)への適用性について

日本国土開発株式会社 正会員 ○佐藤 泰 中島 典昭

日本国土開発株式会社 正会員 折敷 秀雄 二宮 康治

1. はじめに

短繊維混合補強土は、発生土や安定処理土に短繊維を混合して強度や靱性、降雨や流水に対する耐侵食性の向上、また植生基盤としての適用性も示されており、土として設計できる工法¹⁾として期待されている。

筆者らは、これまでは購入した砂質土について回転式破碎混合工法による短繊維束の解繊・分散方法²⁾、短繊維混合補強土の締固めおよび強度特性³⁾について検討を行ってきた。

本報では、建設工事に伴い発生する建設発生土の有効利用促進を目的に、しらすおよびシルト質土を用いて短繊維束の解繊・分散性、固化材を添加した短繊維混合補強土の強度特性について行った試験の結果を報告する。

2. 試験概要

(1) 使用材料および使用機械

本試験に用いた建設発生土は、しらすとシルト質土である。表-1 に本試験で使用した建設発生土と、短繊維を解繊・分散させるために用いた道路用単粒度碎石 5 号の物理特性を示し、図-1 に上記材料の粒径加積曲線を示した。しらすは、風化した軟質しらすから中硬質のしらすが混在した材料である。シルト質土は、しらすを掘削する時に副次的に発生した表層付近の材料で工学的分類上ではシルト質砂質礫である。短繊維は、筆者らが実施した既往の試験²⁾で利用したもの

と同じ繊維径 17dtex (39 μ m)、繊維長 60mm のポリエステル製の繊維である。固化材は、高炉セメント B 種である。使用機械は、回転式破碎混合機(以下、「ツイスター」と称する。)である²⁾。

(2) 試験方法

表-2 に本試験における試験配合を示した。しらすとシルト質土の割合は、シルト質土を 0%と 30%に設定して、それに碎石を 30%添加する配合とし全体で 100%にした。短繊維と固化材は、しらす、シルト質土、碎石に対して外割添加とした。

a. 短繊維束の解繊・分散性の確認

短繊維束の解繊性は、解繊度と称する手法で短繊維の解繊度合いを確認した。分散性については目視観察により確認した。試験方法および評価方法については、文献²⁾を参照されたい。

b. 強度特性

強度試験の方法は、文献³⁾と同様の方法で行った。実施した強度試験は、JIS A 1216 土の一軸圧縮試験で、強度は一軸圧縮強さ q_u (kN/m²)、靱性は破壊ひずみ $\epsilon_f + 3\%$ ひずみ時の応力と一軸圧縮強さの比 ($\epsilon_f + 3\%$ ひずみ時の応力 / 一軸圧縮強さ) が 1.0 に近いほど靱性 (粘り強さ) の高い短繊維混合補強土として評価した。

c. 短繊維混合補強土の製造および供試体作製方法

短繊維混合補強土の製造は、事前に実施した前節の短繊維束の解繊・分散性の確認結果からツイスターの破碎混合回数を設定した後、1~2 回目の破碎混合を固化材添加なしで行い、2~3 回目の混合時には固化材を添加すると共に最適含水比となるように加水調整した。供試体の作製・養生は、最大乾燥密度の 90%密度に設定して直径 100mm

試験項目	建設発生土		道路用 単粒度碎石 5 号
	しらす	シルト質土	
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.571	2.653	2.700
自然含水比 w_n (%)	17.4~19.7	38.4	0.0
最大粒径 D_{max} (mm)	75.0	75.0	26.5
礫分 (2.00~75mm) (%)	27.7	35.7	98.7
砂分 (0.075~2.00mm) (%)	39.3	29.1	1.3
シルト分 (0.005~0.075mm) (%)	22.8	20.4	0.0
粘土分 (0.005mm以下) (%)	10.2	14.8	0.0
均等係数 U_c	76.8	584.0	—
曲率係数 U_c'	1.90	0.78	—
液性限界 w_L (%)	NP	49.2	—
塑性限界 w_P (%)	NP	28.6	—
塑性指数 I_P	NP	20.6	—
コンシステンシー指数 I_c	—	0.52	—
地盤材料の分類名	シルト質 礫質砂	シルト質 砂質礫	礫
分類記号	(SMG)	(GMS)	(G)

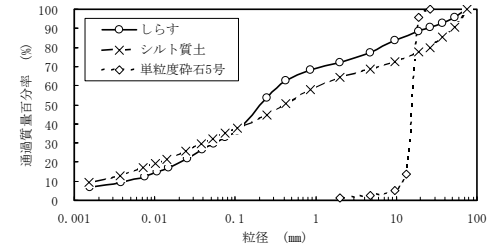


図-1 粒径加積曲線

表-2 試験配合					
試験 ケース	乾燥質量比(内割)			(しらす:シルト質土 :碎石)に対して 外割添加	
	上段 = (しらす:シルト質土):碎石			下段 = (しらす:シルト質土:碎石)	
	しらす	シルト質土	碎石	短繊維	固化材
I	① 100	0	30	0.2	0
	② (70)	(0)	(30)		3
	③				6
II	① 70	30	30	0.2	0
	② (49)	(21)	(30)		3
	③				6

×高さ 200mm のモールドに締固めた後、温度 20℃の恒温室内で 7 日間密封養生した。また、供試体作製に当たり、事前に JIS A 1210 突固めによる土の締固め試験 (A-c 法) を行い、試験ケース I、II の締固め特性を確認した。

3. 試験結果

(1) 短繊維束の解繊・分散性の確認

図-2 に破碎混合回数と解繊度(%) の関係を示した。試験結果から、ケース I、II 共に破碎混合回数 2 回で解繊度が一定になり、分散性についても 2 回で均質に土中へ混合されていることが確認された。これにより、破碎混合回数は 2 回とした。

なお、文献²⁾における砂質土を用いた試験では 3 回破碎混合しないと良好な短繊維束の解繊・分散性が得られなかったが、今回使用した建設発生土では 2 回で均質な混合が得られている。これは、今回使用した建設発生土が主に礫分を多く含んでいたことによって碎石と同様な短繊維束を解繊・分散する効果が促進されたためと判断される。

(2) 強度特性

図-3 に応力～ひずみ曲線、図-4 に固化材添加率と一軸圧縮強さ、および ($\varepsilon_f + 3\%$ ひずみ時の応力/一軸圧縮強さ) の関係を示す。図-3、4 から、一軸圧縮強さは固化材の添加率を大きくするに伴って増大し、シルト質土の混合割合を大きくすると減少する。一方、($\varepsilon_f + 3\%$ ひずみ時の応力/一軸圧縮強さ) は、固化材が増加するほど小さくなる。但し、試験ケース II の固化材添加率 6% の場合は、固化材添加率 3% とほぼ同様な粘り強さを示す。これは、シルト質土の粘着力と短繊維による補強との相乗効果によって靱性が大きく向上したと推察される。また、供試体の破壊状況の観察により、試験ケース I、II 共にせん断破壊された後も短繊維が引っ張られながらもせん断面をつなぎ留めている状況が確認され、ピークひずみを超えた後も粘り強い靱性が発揮されていることが確認された。

4. まとめ

今回の試験から、ツイスターを用いた短繊維混合補強土は建設発生土であるしらすに適用できることがわかった。この結果、従来は有効利用が限られていたしらす地帯において大量に発生する建設発生土を高品質盛土材として改良し有効利用することへの効果が期待できる。

さらに、短繊維混合補強土は、降雨や流水などに対する耐侵食性の向上³⁾が期待できることから、しらすで築造された盛土ののり面が集中豪雨などの雨水流によって侵食・破壊される深刻な被害を防止する対策の一手法として適用可能であると考えられる。

【参考文献】

- 建設省土木研究所 土質研究室 他：混合補強土の技術開発に関する共同研究報告書「短繊維混合補強土工法利用技術マニュアル」、1997. 3
- 中島典昭、齋藤由紀子、高橋勇 他：短繊維混合補強土への回転式破碎混合工法の適用性「短繊維束の解繊・分散方法」、土木学会第 63 回年次学術講演会、pp. 539-540, 2008. 9
- 中島典昭、齋藤由紀子、高橋勇 他：回転式破碎混合工法を用いた短繊維混合補強土の締固めおよび強度特性について、土木学会第 64 回年次学術講演会、2009. 9 (投稿中)

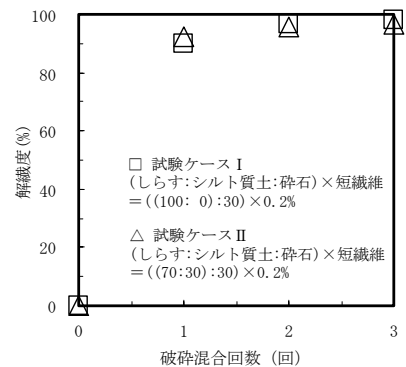


図-2 破碎混合回数と解繊度の関係

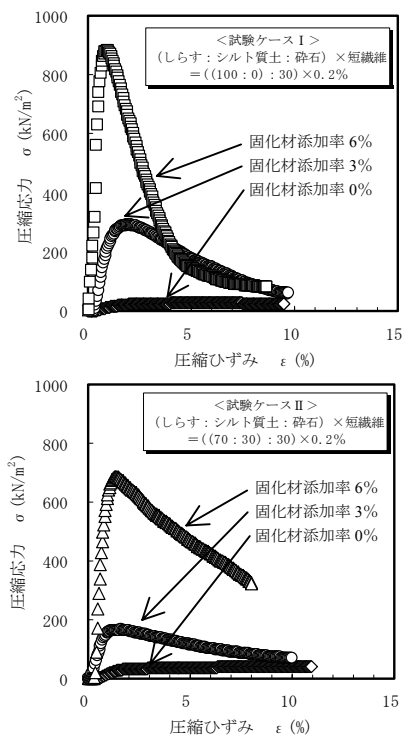


図-3 応力～ひずみ曲線

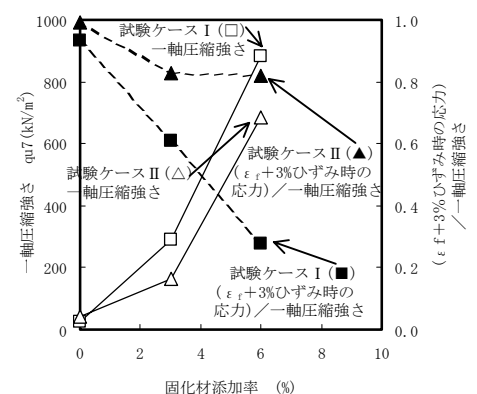


図-4 固化材添加率と一軸圧縮強さおよび ($\varepsilon_f + 3\%$ ひずみ時の応力/一軸圧縮強さ) の関係