

## 長さの異なる繊維を用いた短繊維混合補強土の一軸圧縮強さ

伊藤忠 TC 建機 正会員 ○堀 常男. 土木研究所 正会員 加藤 俊二  
土木研究センター 正会員 土橋 聖賢. 西松建設 正会員 平野 孝行  
フジタ フェロー 阪本 廣行. 伊藤忠 TC 建機 正会員 藤井 二三夫

## 1. 目的

短繊維混合補強土工法は、土または安定処理土に短繊維を混合することで強度、靱性（ねばり強さ）などの力学的特性の向上や、降雨・流水などに対する耐侵食性の向上などを期待する工法である<sup>1)</sup>。建設発生土の高度な有効利用を図るために、本工法の経済性の追求と適用範囲の拡大を目指す一環として、短繊維混合補強土の諸特性について試験報告を行ってきた。今回経済性追求の一環として材料の低廉化を行うために、端材として得られる両端熱溶着の繊維をシュレッダーで裁断して利用する可能性を検討することとした。シュレッダー裁断の結果、これまで報告で利用してきた一定長の材料とすることができず、長さに大きなばらつきのある繊維が混在することとなった。このため、①従来使用していた一定長の材料を用いた場合、②異なる長さの混合比率が確定できている材料を用いた場合、③シュレッダー裁断した繊維を用いた場合で、強度特性にどのような差が生じるかを一軸圧縮強さの面から確認することとした。

## 2. 試験方法

## 2-1 使用材料と試験ケース

試験に用いた原料土は表-1 に示す物理特性を有する香取産の細粒分質砂である。図-1 に原料土の粒径加積曲線を示す。繊維は、 $\alpha$  繊維：単糸繊維径 34  $\mu\text{m}$  (96 filament, 集合体太さ 1,100 dtex, 写真-1)、長さ 20mm, 40mm, 60mm と、 $\beta$  繊維：単糸繊維径 20  $\mu\text{m}$  (250 filament, 集合体太さ 1,100dtex, 写真-2) のポリエステル繊維を使用した。 $\beta$  繊維を簡便に切断する方法として紙切断用シュレッダーを使用した。結果は写真-3 に示すように、長さは 10mm 程度から 60mm 程度までばらついた分布となっている。 $\beta$  繊維のように長さの異なる繊維の混合効果を定量的に評価するために、表-2 のように、あらかじめ長さの分かっている繊維の混合比率を変えた材料を使用して、表-3 の試験ケースを設定した。

表-1 細粒分質砂の物理特性

土粒子の密度 $\rho_s$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )		2.734
粒 度	最大粒径 $D_{\text{max}}$ (mm)	4.75
	礫分 (%)	2.3
	砂分 (%)	66.1
	シルト分 (%)	23.7
	粘土分 (%)	7.9

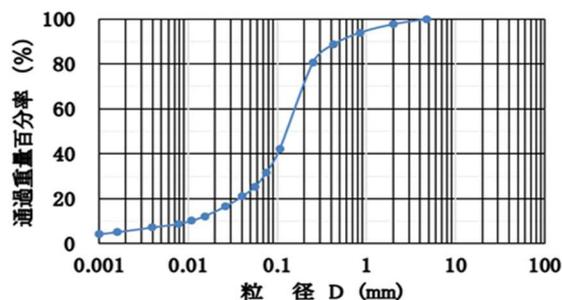


図-1 粒径加積曲線

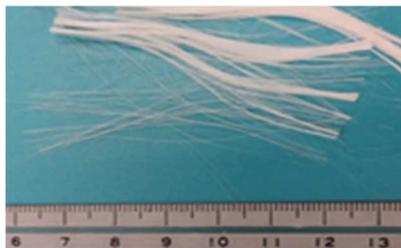
写真-1  $\alpha$  繊維写真-2  $\beta$  繊維写真-3 シュレッダーでカットした  $\beta$  繊維

表-2 繊維長と混合質量比

繊維混合 ケース	混合繊維長			混合条件
	20mm	40mm	60mm	
A	1	1	1	質量一致
B	0.5	1	1.5	本数一致
C	0	1	0	単一長

表-3 試験ケース番号 (繊維混合率：対原料土乾燥質量比)

繊維混合率 (%)	$\alpha$ 繊維混合ケース			$\beta$ 繊維	繊維混合 なし
	A	B	C		
0	—	—	—	—	Case-1
0.1	Case-2	Case-3	Case-4	Case-5	—
0.2	Case-6	Case-7	Case-8	Case-9	—

キーワード：短繊維混合補強土、一軸圧縮強さ、靱性

連絡先：〒103-0022 東京都中央区日本橋室町 1-13-7PMO 日本橋室町

伊藤忠 TC 建機株式会社 エンジニアリング事業部 環境土木部 TEL 03-3242-5022

## 2-2 短繊維混合土の製造

短繊維混合土は、原料土の乾燥質量に対する混合率0.1%、0.2%の2種類を文献<sup>2)</sup>の方法に従って製造した。

## 2-3 試験方法

試験はJIS A 1216 - 2009「土の一軸圧縮試験方法」に従った。供試体は文献<sup>3)</sup>の結果に基づき、湿潤側締固め度95%で作製した。

## 3. 試験結果

図-2に原料土と繊維混合土の応力～ひずみ曲線を繊維混合率別に示す。いずれも原料土に比べてひずみ硬化の傾向が強く、ひずみ軟化した場合でも残留強度や破壊ひずみが大幅に増加している。これは靱性率が増加したことを意味している。一方で原料土に比べて、変形係数で表される材料剛性は低下している。

図-3に繊維混合率と一軸圧縮強さの関係を示す。 $\alpha$ 繊維の単一長と質量一致の混合条件の結果は、これまでに得られている知見と同様に混合率の増加と共に圧縮強さも線形的に増加している。 $\alpha$ 繊維の本数一致の場合と $\beta$ 繊維については圧縮強さの増加傾向は見られず、特に、 $\beta$ 繊維では原料土とあまり変わらない結果となった。この原因として、本数一致の場合は質量一致や単一長の場合に比べて相対的に60mm長の繊維が多いこと、また $\beta$ 繊維の場合は端部溶着状態の繊維がタコ足状に絡み合うことなどで繊維の分散性が悪く、繊維の拘束効果が低下した可能性がある。また、繊維の分散性が悪いとそこに間隙水が集中し、せん断中の過剰間隙水圧の発生と言った強度増加を阻害する要因が生じた可能性もある。

## 4. まとめ

今回の試験結果から、以下の知見が得られた。

- ①紙裁断用シュレッダーなどで裁断され、ばらつきが大きく異なる長さの繊維が混在する材料を利用してても、靱性の増加は十分に期待できる。
- ②60mm繊維の混入比率が多い場合や、端部溶着繊維が混入する場合、強度の増加が得られない事例が見られた。繊維の分散性を高めることで、この現象を改善できるかの追加検討が必要と考えられる。

## 謝辞

本研究は、(国研)土木研究所とハイグレードソイル(HGS)コンソーシアムとの共同研究の一部を報告するものである。本報告に当たり、コンソーシアム会員からは、数々の助言・指導を頂いている。末筆ではあるが、ここに謝意を表すものである。

## 参考文献

- 1) 建設省土木研究所：混合補強土の技術開発に関する共同研究報告書—短繊維混合補強土利用技術マニュアル—、共同研究報告書第168号、平成9年3月
- 2) 平野・加藤・土橋・阪本・藤井・堀：長さの異なる繊維を用いた短繊維混合補強土の締固め特性、第55回地盤工学研究発表会、2020、(投稿中)。
- 3) 平野・加藤・土橋・阪本・藤井・堀：短繊維混合補強土の締固め特性とコーン指数の関係。第54回地盤工学研究発表会。pp.499-500、2019。

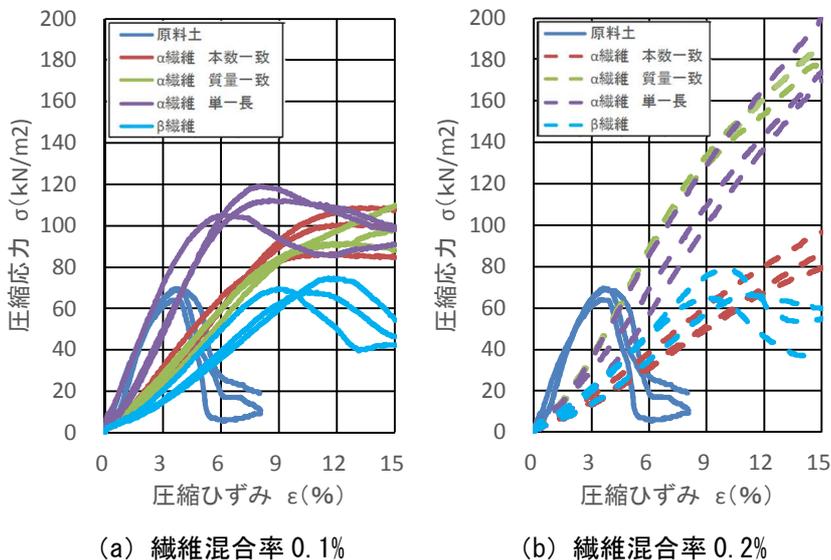


図-2 原料土と繊維混合土の応力～ひずみ曲線

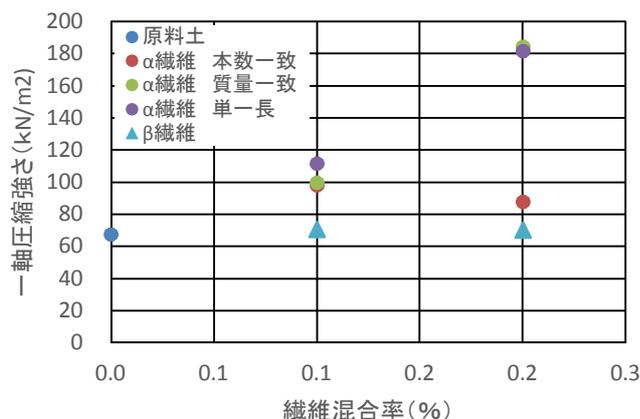


図-3 繊維混合率と一軸圧縮強さ