

低混入率短繊維混合補強土の力学特性（曲げ強度その2）

西松建設（株） 正 ○平野 孝行 （財）土木研究センター 正 土橋 聖賢
 太平洋ソイル（株） 堀 常男 日本国土開発（株） 正 中島 典昭

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。本工法を建設発生土に適用することにより、堤防・道路等の法面被覆材、多自然型法面の基盤構築、土構造物補強といった有効利用を図ることが出来ると期待されている。開発当初の研究成果¹⁾を念頭に置きつつ、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した開発を続けている。

本報告は、既報²⁾に引き続いて実機を用いて2割勾配の法面に土羽として作製した短繊維および固化材混入率の低い混合補強土の曲げ強度特性をとりまとめたものである。

2. 試験方法

表－1 試料作製ケース

	固化材	短繊維	打設方式	湿潤密度 (g/cm ³)
CD	セメント	無	ドライ	1.461
CFD	セメント	有	ドライ	1.572
CFS2	セメント	有	スラリー	1.637

2-1 使用材料と配合

使用材料のうち、原料土としては現地発生土を用い、混入繊維としてポリエステル（17dtex×60mm）、固化材としてはセメント（高炉B種）を使用した。配合ケースを表－1に記載するが、詳細については、文献3）に示す。

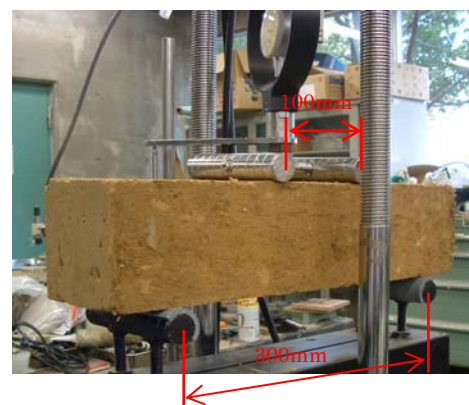
2-2 曲げ強度試験

曲げ強度試験は、写真－1に示すように、コンクリートの曲げ強度試験方法（JIS A 1106）に従い、高さ100mm×幅100mm×長さ400mmの矩形供試体を使用して実施した。なお、曲げ強度は次式で評価する。

$$f_b = 3Pl / 2bh^2 \quad (\text{式－1})$$

ここに、 f_b ：曲げ強度(kN/m²)、 P ：荷重(kN)、

ℓ ：載荷スパン(m)、 b ：断面幅(m)、 h ：断面高さ(m)

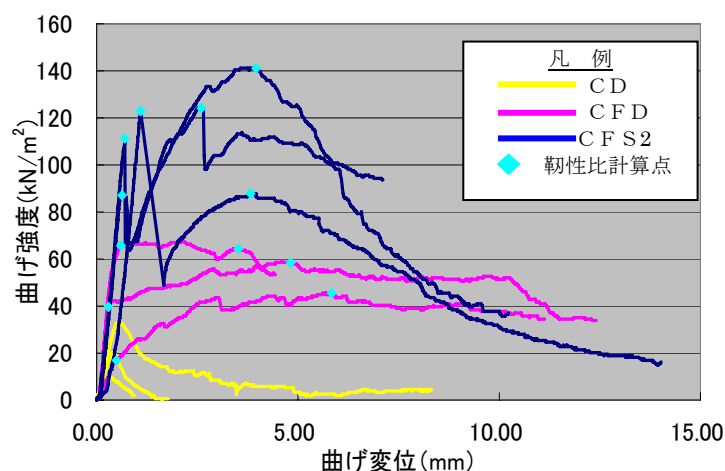


写真－1 曲げ強度試験状況

3. 曲げ強度試験結果

図－1にCD、CFD、CFS2のケースにおける改良土のたわみ量に対する曲げ強度（4週強度）を示す。この図から短繊維を添加しないものは最大強度を示した後に急激に強度が低下しており、残留強度がほとんど見込めないのに対し、短繊維を添加した供試体は既報²⁾の室内試験結果と同様に最大強度を示した後もたわみ量に応じた強度低下は緩やかであり、ねばり（靱性）と残留強度を見込めることが読みとれる。

最大強度を示した後の残留強度を評価するため、一指標として式－2のように定義したたわみ量に応じた強度の残留率と、前報³⁾一軸圧縮試験の場合と



図－1 たわみ量と曲げ強度

キーワード 短繊維、混合補強土、力学特性、曲げ強さ、靱性、建設発生土

連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門1丁目20-10 西松建設（株）土木設計部 TEL 03-3502-0253

同様に式－3のように定義した靱性比を試算した結果を表－2に、それらの相関性を図－2に示す。これらの結果から次のことが分かる。

$$\text{残留率(\%)} = \frac{(\text{最大強度時のたわみ量} + 3\text{mm}) \text{ 時の強度 } \sigma_{b(3\text{mm})}}{\text{最大強度}} \times 100 \quad (\text{式－2})$$

$$\text{靱性比} = \frac{\text{軟化開始時の曲げ変位}}{\text{第一強度低下(降伏)時の曲げ変位}} \quad (\text{式－3})$$

- 残留率や靱性比は、短繊維が入ることによって飛躍的に向上する。
- 残留率や靱性比は、一軸圧縮・曲げ強さの大きいスラリー施工より、一軸圧縮・曲げ強さの小さいドライ施工の方が大きい。
- 図－2に残留率と靱性比の関係を示す。両者には、正の相関が考えられるが、今回の試験施工ではスラリー施工にその傾向が伺えるものの、ドライ施工には相関性が見られない。
- 図－3には各ケースの平均一軸圧縮強さと平均曲げ強度の関係を示す。ピーク強度で相関を取ると図の◆のように、特に相関性は見られない。そこで、本工法の特徴の一つでもあるねばり(靱性)を評価する観点から、一軸圧縮強さに関しては1%歪み時の強度を、また、曲げ強度に関しては残留率を求める際に採用した $\sigma_{b(3\text{mm})}$ と軟化開始時の曲げ変位時に相当する強度 σ_{bs} とで相関を取った結果が図中の■と▲である。概ね正の相関が得られている。

写真－2(a)～(c)に曲げ強度試験状況を示す。これらの写真から、①短繊維が混入していないCDのケースでは、曲げを負担できず破断している、②亀裂の開きが大きくなった状態でも短繊維の端部は両ブロックに定着しており曲げ引張力を負担している。短繊維添加による曲げ強度や残留率・靱性比の増加は、このような短繊維の引き抜け抵抗や繊維そのものの引張強さに起因するものと思われる。



(a) CD 供試体

(b) CFD 供試体
写真－2 曲げ強度試験結果

(c) CFS2 供試体

謝辞

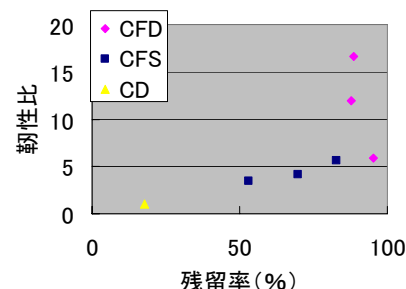
本研究は、(独)土木研究所とハイグレードソイル研究コンソーシアム(HGS研究コンソーシアム)との共同研究の一部を報告するものである。本報告に当たり、研究コンソーシアム会員からは、数々の助言・指導を頂いている。末筆ではあるが、ここに謝意を表するものである。

参考文献

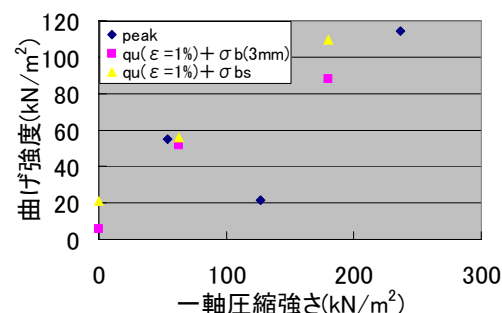
- 建設省土木研究所：混合補強土の技術開発に関する共同研究報告書－短繊維混合補強土工法利用技術マニュアル、共同研究報告書整理番号第168号、平成9年3月。
- 平野、高橋、土橋、藤井、堀、山下：低混入率短繊維混合補強土の力学特性(曲げ強度)、土木学会第64回年次学術講演会Ⅲ, pp. 1007-1008, 2009。
- 佐藤、齋藤、道端、佐久山：低混入率短繊維混合補強土の力学特性(一軸圧縮強さ)、土木学会第65回年次学術講演会Ⅲ, 2010。(投稿中)

表－2 各ケースの残留率と靱性比の一覧

	残留率 (%)	靱性比
CD	0	1
	0	1
	17.6	1
CFD	88.6	16.6
	87.8	11.9
	95.2	5.87
CFS2	69.8	4.13
	82.7	5.66
	53.0	3.82



図－2 残留率と靱性比



図－3 一軸圧縮強さと曲げ強度