

短繊維混合補強土の締固め度と強度特性 (その2)

西松建設 正会員 ○平野 孝行、土木研究所 正会員 吉田 直人
土木研究センター 正会員 土橋 聖賢、伊藤忠建機 正会員 藤井 二三夫
フジタ フェロー 阪本 廣行

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。堤防・道路等の法面被覆材、土構造物補強などの有効利用を図ることが出来ると期待されている。筆者らは、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。既報²⁾では、締固め度が強度特性に与える影響を評価する目的で実施している締固め度（3水準）、繊維長さ（3水準）、繊維混入率（3水準）を変えた一軸圧縮試験のうち、繊維長さ 20mm の結果について報告した。本報では残る 2 水準の繊維長さ 40mm と 60mm の結果を含めて考察する。

2. 試験方法

2-1 使用材料

(1) 原料土

試験に用いた原料土は江戸崎産の細粒分まじり砂である。

表-1 に物理特性、図-1 に粒度曲線、図-2 に締固め試験結果を示す。

(2) 繊維

ポリエステル繊維（太さ 17dtex（ ϕ 39 μ m）、長さ 20mm、40mm、60mm）

表-1 原料土の物理特性

項目	単位	測定値
土粒子の密度 ρ_s	g/cm ³	2.723
自然含水比 ω_n	%	14.5
粒 度	最大粒径 D_{max}	mm 4.75
	礫分	% 1.5
	砂分	% 89.8
	シルト分	% 5.3
	粘土分	% 3.4

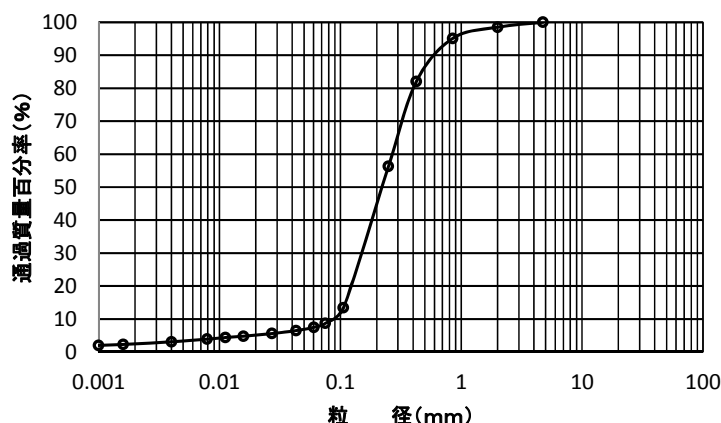


図-1 原料土の粒径加積曲線

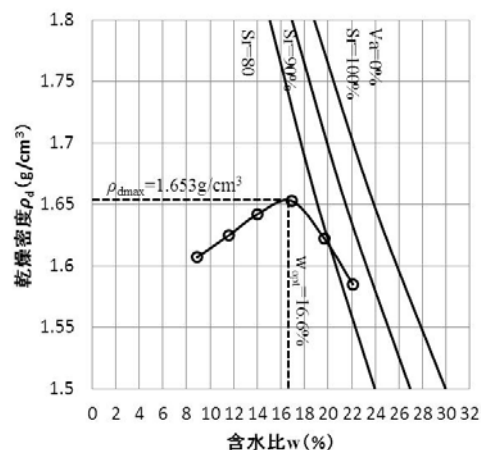


図-2 原料土の締固め試験結果

2-2 供試体作製方法

一軸圧縮試験用モールド内で短繊維を混入する場合、短繊維等が団塊となるなどして不均質な混合土になることが考えられるため、粒径 4.75mm 以上および細粒分を主とする団塊を除去した原料土と、所定の混入率（0.1%、0.2%、0.3%）の短繊維を手練にて攪拌混合したのち、モールド内に三層に分けて投入・締固めて供試体を作製した。なお、試験体の大きさは混入する繊維長さの最大値 60mm を考慮して $\phi 70 \times h 140$ mm とし、原料土は図-2 に示す締固め試験結果を基に最適含水比（ $w_{opt}=16.6\%$ ）となるよう含水調整し、3 水準の締固め度（90%、95%、98%）で突き固めた。

キーワード：短繊維混合補強土、締固め度、一軸圧縮強さ

連絡先：〒105-6310 東京都港区虎ノ門 1 丁目 23-10 西松建設(株)土木事業本部土木設計部 TEL03-3502-0253

2-3 試験方法

土の一軸圧縮試験は地盤工学会基準（JGS 0511）に従った。

3. 試験結果

図-3 に締固め度と一軸圧縮強さの関係を示す。試験結果から、一軸圧縮強さは繊維長に係わらず締固め度の増加に伴いほぼ比例的に増加し、混入率が大きいほどその増加傾向も大きくなる。

図-4 にインデックス値（I 値）と一軸圧縮強さの関係を示す。I 値とは繊維長さを直径で除して混入率を掛けた無次元値である。今回の実験のように繊維直径が同じであれば、繊維長さが長く混入率が多いほど大きく、繊維が入らない原料土ではゼロとなる指標であり、繊維効果を示すのによく使われる。図-4 では、I 値の増加は一軸圧縮強さを増加させるものの、その傾向は I 値 3 程度までは顕著に現れるものの、それ以上では大きな差異は見られず、頭打ちとなる傾向が見られる。

靱性効果を定量的に評価する試みの一つとして、破壊に至るまでのひずみエネルギーに着目した。図-5、図-6 には、原料土と短繊維混合補強土のひずみエネルギーの比（ひずみエネルギー比）について、図-3、図-4 と同じように締固め度と I 値で整理した。結果は一軸圧縮強さで整理した場合と同じように、締固め度の増加に伴いほぼ比例的に増加し、混入率が大きいほどその増加傾向も大きい、インデックス値が 3 を超えると頭打ちとなる。

4. まとめ

今回の試験結果から、既報³⁾に示すように繊維長さが 60mm 程度までの混入は一軸圧縮強さ特性（強さ、靱性）を高めること、締固め度による効果は繊維混入率が 0.3% の場合に飛躍的に大きくなるのが分かった。また、繊維長さと混入率とを総合的に評価する I 値で整理すると、強さおよびひずみエネルギー比共に締固め度に係わらず 3 程度を境に効果が頭打ちになることが分かった。

以上、一軸圧縮強さの観点から、短繊維混合補強土工法の配合では I 値を 3 程度に抑える事が効率的な結果につながると考えられる。現在曲げ試験についても同様な試験を行っており、今後、力学特性の向上に向け施工性による影響などを考慮した効率的な長さ・混入率の提案に向けたデータ提供ができるものと考えている。

謝辞

本研究は、(独) 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、ここに謝意を表するものである。

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。
- 2)平野、吉田、土橋：低混入率短繊維混合補強土の締固め度と強度特性、第 50 回地盤工学研究発表会、平成 27 年 9 月(投稿中)。
- 3)例えば藤井、齋藤、土橋、平野、中島、辰井：低混入率短繊維混合補強土の繊維長さとの強度特性、第 47 回地盤工学研究発表会、pp.531-532、2012。

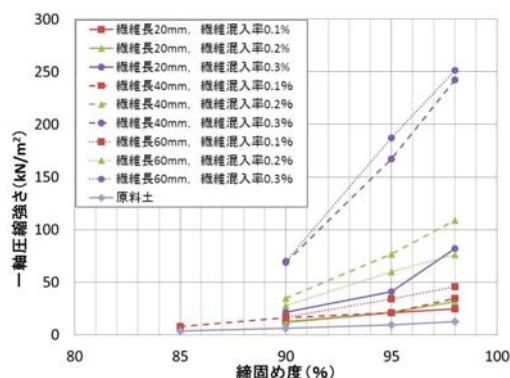


図-3 締固め度と一軸圧縮強さの関係

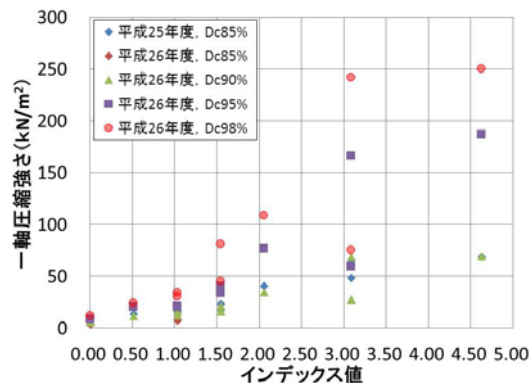


図-4 I 値と一軸圧縮強さの関係

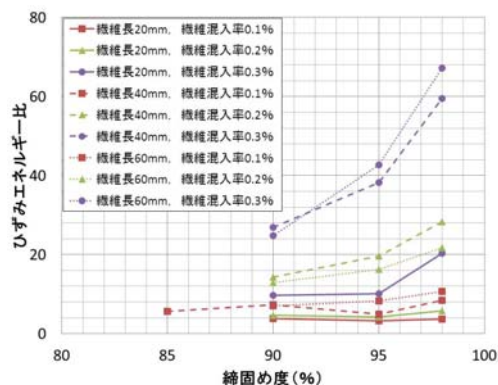


図-5 締固め度とひずみエネルギー比の関係

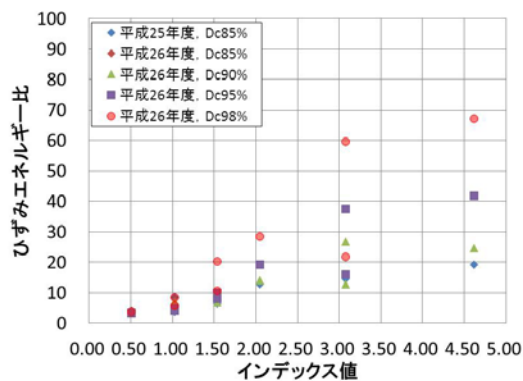


図-6 I 値とひずみエネルギー比の関係