

短繊維混合補強土を用いた緩傾斜面に対する降雨侵食実験 —降雨浸透効果—

西松建設 正会員 ○平野 孝行, 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

伊藤忠建機 正会員 藤井 二三夫, 正会員 堀 常男

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高度な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、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²⁾。本報では、農耕地などの緩傾斜地の降雨に対する耐侵食性を把握するために締固め度や降雨強度、斜面傾斜角を変化させた室内模擬実験を行った結果について報告する。

2. 実験方法

2-1 使用材料

実験に用いた原料土は香取産の細粒分質砂である。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。繊維には、写真-1に示す単糸繊維径 $34\mu\text{m}$ (96filament 集合体太さ 1,100dtex)、長さ 40mm のポリエステル繊維を原料土乾燥重量に対する混入比 0.1%、0.2%の2パターンで使用した。

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	2.790
最大粒径 D_{max}	mm	4.75
礫分	%	0.2
砂分	%	72.7
シルト分	%	14.3
粘土分	%	12.8

2-2 降雨侵食用模擬斜面作製方法

短繊維混合土は、原料土と所定の混入比の短繊維を二軸式攪拌機（通称ダブルミキサ）に投入、攪拌混合した。

混合時の含水比は締固め試験結果に基づく最適含水比 ($w_{\text{opt}}=24.0\%$)

では締まりすぎて締固め度 70%の供試体が作製できないため、ドライ側の 17%に調整した。その後、降雨侵食実験用に製造した幅 40cm×

長さ 1m の土槽内

(写真-2)に2層

に分けて投入し、

実験条件に合わせて

2水準の締固め

度 (70%, 85%) で

土深さ 10cm と

なるように締固めた。

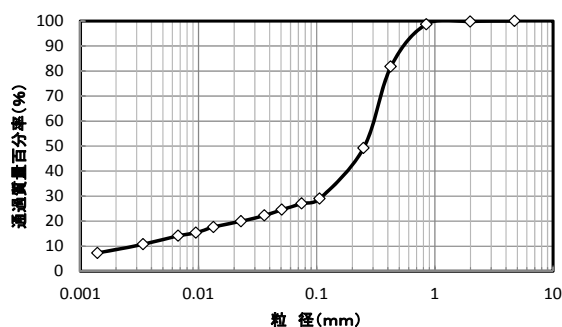


図-1 原料土の粒径加積曲線

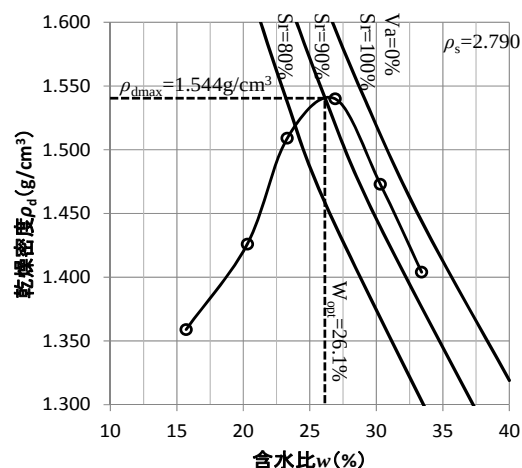


図-2 原料土の締固め試験結果

緩傾斜で締固め

度が 70%を対象とすることから、鉛直浸透を無視できないと判断して底版並びに斜面下流方向の側版に不織布を貼付した有孔板を採用している。なお、次項に示す底面非排水の条件の場合は遮水処理を施した板を設置し、隙間については止水コーティングを施した。

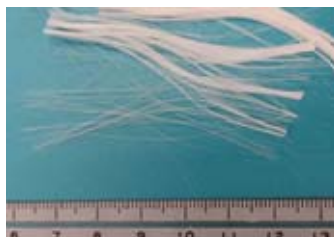


写真-1 使用繊維

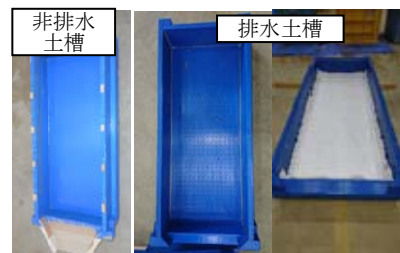


写真-2 降雨侵食実験用土槽

キーワード：短繊維混合補強土，侵食，締固め度，透水

連絡先：〒105-6310 東京都港区虎ノ門1丁目23番1号 西松建設株式会社土木事業本部土木設計部 TEL03-3502-0253

2-3 実験ケース

実験ケースを表-2に示す。各ケースでは、短繊維混入比 0%, 0.1%, 0.2% の 3 土槽供試体を並べて設置し (写真-3)、同一降雨条件下で短繊維混入比の違いが侵食に与える影響を確認した。模擬降雨は各ケース 120 分継続し、土砂の流出状況を確認しながら適宜流出量を測定した。降雨侵食による流出土砂は土槽下端に設置したフィルター袋で採取した。

表-2 降雨侵食実験ケース

ケース番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
締固め度(%)	70							85	
勾配度	15			30	5	15		15	
目標降雨強度(mm/h)	50	100	150	150	150	100	150	50	100
排水条件	底面				非排水			排水	
	下流側面				排水			排水	

2-4 降雨装置と降雨検定

降雨装置は3×4列 50cm ピッチ配置の円形全面スプレーノズル (50mm/h 時: 先端孔径 0.5mm, 100mm/h および 150mm/h 時: 先端孔径 0.7mm) を、ノズルから出る水の散水角度を考慮し高さ 3.5m に設置して水道からの水圧を利用して霧状に噴霧する方式とした (写真-3)。

降雨量の確認は、実験開始前に各土槽中心部で実施すると共に、実験中も土槽の側版上部で随時行い、水圧変動により著しく降雨強度が変化した際には目標降雨強度の±5%以内となるように適宜バルブ調整を行った。

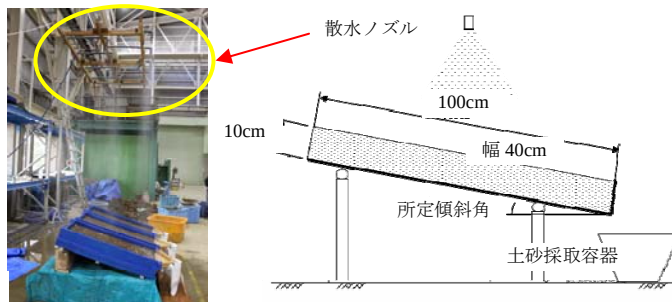


写真-3 土槽供試体設置状況と降雨装置

3. 実験結果

一例として写真-4にケース9の30分経過時の土槽表面写真を示す。模擬降雨により供試体が飽和して土槽表面の水膜のテカリが見えるようになる順番としては総じて短繊維混入比 0% が一番早く、ついで 0.1%, 一番遅いのが 0.2% の傾向であること、底面に設けた有孔版からの滴水状況として明らかに繊維混入比が多いほど滴水も多いことが目視により観測された。また、降雨開始後 15~30 分程度すると、短繊維混入比 0% では、土の体積収縮や斜面方向へのズレにより側板側の隙間や表面の亀裂の発生と拡大が見られたが、0.1%, 0.2% ではこのような現象は見られなかった。これは、短繊維による土の拘束効果によるものと思われる。



写真-4 ケース9, 30分経過土槽表面
(左より混入比 0.0%, 0.1%, 0.2%)

4. まとめ

今回の実験では、雨滴の大きさや落下速度について実際の降雨を再現できていない。また、ノズルは均等に配置しているものの円形噴霧による重ね合せや土槽傾斜の関係上、位置により降雨強度に若干の差が生じるため、土槽表面に均等に降り注ぐ状況も再現できていない。しかし、模擬斜面への浸透状態から、短繊維混合土は透水機能向上効果のあることが推測された。これは繊維により土材料中の間隙構造の接続性・連続性が増したことや繊維束のパイプ効果が原因と推測している。これにより、勾配の緩い斜面での土砂流出に対して積極的な鉛直浸透を図ることができれば、表面水の流下の抑制、ひいては土粒子移動の防止に役立つと考える。一方で、底面もしくは土槽下流側面からの漏出量の測定は行っておらず、また、短繊維混合土の透水係数を定量的に評価するには至っていない。今後、改めて透水係数の評価と鉛直浸透の影響について追加実験、考察を実施する予定である。

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) 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や強度特性, 第 47 回地盤工学研究発表会, pp.531-532, 2012。