

熱融着短繊維を混合した砂質土の浸透特性

岐阜大学工学部 正会員 神谷 浩二

岐阜大学工学部 学生会員 ○小川 善也

1. まえがき

土のせん断強度を高めるなどのため土に短繊維を混合する工法(短繊維混合補強土工法)がある¹⁾。本報告は、鞘芯構造を有する短繊維の熱融着性・撥水性の機能に着目しその繊維の活用に資するため、繊維を混合したときの砂質土の透気性、透水性、保水性を基礎的に分析したものである。

2. 熱融着短繊維の特徴

本研究で用いた短繊維は、極細オレフィン複合繊維(宇部エクシモ(株)製品)である。図1に示すように、この短繊維は鞘芯構造を有し、鞘部の材質はPE(ポリエチレン)であり芯部の材質はPP(ポリプロピレン)である。芯部に比べると鞘部の融点が高いため、短繊維に所定の温度による熱を与えたとき鞘部のみが溶解・接着する特徴がある。そのため、土試料に短繊維を混合した供試体に熱を与えたとき、熱融着した短繊維が土粒子を捕捉するような構造になることが想像される。また、短繊維は熱の負荷によって収縮(収縮率で数%程度)するため、熱融着に伴い混合土供試体の体積が減少する可能性がある。一方、短繊維は撥水性を有している。

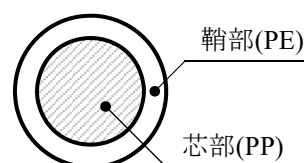


図1 鞘芯構造の短繊維

3. 熱融着短繊維を混合した土試料の透気・透水・保水性試験

(1)混合土供試体の作製：蒸留水に短繊維を混合したものを攪拌機(攪拌翼はディスク)によって分散させ、それを炉乾燥した土試料に一樣に混合させる。その湿潤状態の混合土を円筒容器(直径φ60mmで高さ30mm、ステンレス製)に所定の乾燥密度(土試料の部分の乾燥密度 ρ_d (Mg/m^3))になるように充填した後、 110°C 、24時間で炉乾燥させる。そして、炉乾燥後のその円筒容器を 120°C のオーブンレンジで90分間加熱することによって、短繊維の鞘部のみを熱融着させたときの混合土供試体を作製した(写真1参照)。



写真1 混合土供試体

(2)透気・透水試験、保水性試験のケース：短繊維には、鞘芯比率(鞘部と芯部の断面積の比)が1:1、維度が0.3dTex(繊維維度は約 $6\mu\text{m}$)、長さが約3mmのものを用いた。また、土試料には、図2に示す粒度をもつ砂質土を用いた。短繊維の自然乾燥状態での質量を F (g)、土試料の炉乾燥状態での質量を S (g)として、その混合比 F/S が0.005, 0.01, 0.02, 0.03のときの混合土をそれぞれ用意し(各 F/S の場合で3ヶの供試体を用意)、また、短繊維を混合していないもの($F/S=0$ に相当)も用意した。供試体は、土試料部分のみの乾燥密度が $\rho_d = 1.404\text{Mg}/\text{m}^3$ となるように作製した。

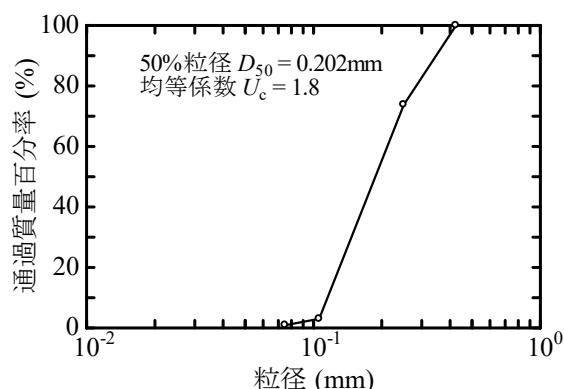


図2 土試料の粒度

透気試験では、オーブン加熱後に室温に戻した混合土供試体について、空気圧力水頭差を与えたときの透過空気流量を測定して、ダルシー則に基づき透気係数 k_a (m/s)を求めた。透気試験終了後には、供試体を浸水飽和させた後、供試体に所定の全水頭差を与えて透水させたときの透水流量を測定する定水位透水試験を実施して、ダルシー則に基づき透水係数 k_w (m/s)を求めた。次に、この供試体に対して保水性試験(水頭法、排水過程)を実施して、水分特性曲線を求めた。

4. 混合土の浸透特性

(1) **透気係数と透水係数**： 図3は、混合比 F/S の値に対して、混合土供試体が乾燥状態での透気係数 k_a の値、飽和状態での透水係数 k_w の値をそれぞれ示したものであり、短繊維を混合していない場合の供試体の両者の値を $F/S = 0$ に対して併記した。 k_a と k_w の値はそれぞれ気温 15°C と水温 15°C の場合に換算したものである。短繊維を混合していない場合に比べると、混合土供試体の透気係数は大きくなる傾向にあり、 F/S 値が 0.005 や 0.01 のときが顕著であり 1.5 倍ほどの大きさになる。一方、透水係数は F/S の大きさによって同程度あるいは若干小さくなる傾向にある。

(2) **水分特性曲線**： 図4は、体積含水率 θ と圧力水頭 $|h_p|$ (m) の関係による水分特性曲線を示したものであり、短繊維を混合していない場合 ($F/S = 0$) に対して混合した場合のものを比較して示した。短繊維を混合していない場合に比べると、混合土供試体での水分特性曲線は下方に位置するように描かれ、中間的な大きさで同じ θ のときの $|h_p|$ の値は 2~3 割程度小さく、保水性が低下することが認められる。

(3) **熱融着短繊維による影響**： 短繊維を混合していない場合に比べると、混合土供試体では、土粒子を短繊維が補足した凝集体を形成し、また、土粒子の間は短繊維の介在によって距離が幾らか大きめになる様子が顕微鏡観察によって得られた。即ち、土粒子間の間隙が大きめになるため混合土供試体の透気係数が、混合していない場合に比べて大きくなるのではないかと想像される。

一方で、短繊維の撥水性に起因して短繊維周囲で透水部分の間隙が狭くなるなどして透水に対して抵抗するため、土粒子間隙が大きめになったにも拘らず、透水係数が透気係数のように大きくなり難いことが考えられる。また、保水性の低下は、間隙の大きさに加えて撥水性が影響しているとみられる。

5. あとがき

本報告では、熱融着性の短繊維を混合した砂質土の浸透特性について分析した結果、短繊維の混合によって、透気性が高くなり透水性が低めになり、また保水性も低下するという特徴を得た。これらは、短繊維を含んだときの土の間隙構造の変化と短繊維の撥水性の特性に起因しているのではないかと推察された。

【参考文献】 1) 三木博史, 藤井厚企, 小畑敏子, 藤木広一, 加津憲章, 増井 仁: 短繊維混合補強土の特性と現場適用事例, ジオシンセティックス論文集, Vol.13, pp.337-345, 1998.

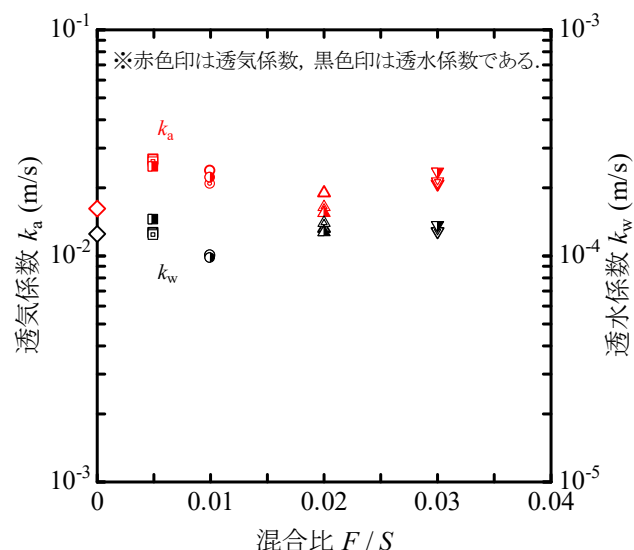


図3 混合比と透気係数・透水係数

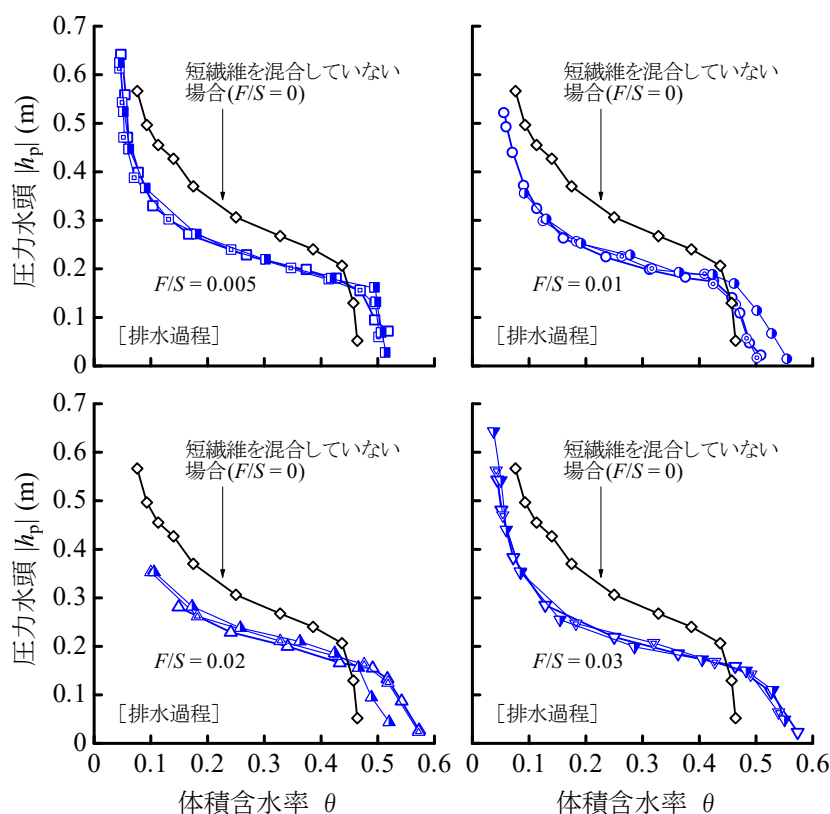


図4 水分特性曲線