

不攪乱土における動水勾配の変化に伴う飽和透水係数の変動特性とその原因 Effects of Hydraulic Gradient on Saturated Hydraulic Conductivity in Undisturbed Soils

田邊幸大*・西村直正**

*岐阜大学大学院応用生物科学研究科 **岐阜大学応用生物科学部

Abstract

前報¹⁾では、脱気飽和および毛管飽和处理した不攪乱土試料において、動水勾配の変化に伴う有効応力と間隙水圧の変化により k_s がおおそ低下する結果が得られていた。本研究では別の場所から採取した不攪乱土を用いて同様の実験を行った。その結果、脱気飽和試料では k_s の変化はあまり生じず、毛管飽和試料では k_s が上昇する前報¹⁾とは異なる k_s の変動を示した。これは粒径や団粒構造などの土壌特性の違いが k_s の変動の特性に影響を及ぼしていると推察された。

キーワード：飽和透水係数、動水勾配、有効応力、間隙水圧、不攪乱土

Keyword : Saturated hydraulic conductivity, Hydraulic gradient, Effective stress, Pore water pressure, Undisturbed soil

1. はじめに

飽和透水係数 k_s (以下 k_s とする)は、Darcy の法則で動水勾配に依存しない試料固有の値とされている。しかし風乾後の土塊状攪乱試料を毛管飽和あるいは脱気飽和された供試体を用いた研究¹⁾で、 k_s は動水勾配の増減に伴い変化することが示された。また、その原因として動水勾配の増加に起因する有効応力の増加により、①土塊の圧縮が生じて流路を狭窄すること、②同原因による土塊の破壊、動水勾配の増加に起因する間隙水圧の増加により、③間隙空気が変形して大間隙が閉塞、④同原因による間隙空気を内在する土塊の破壊が考えられた。また、岐阜大学柳戸農場畑土(以下では柳戸農場土)の不攪乱土を用いた実験¹⁾でも、①~④のような現象により k_s が動水勾配に依存して変化することが確認された。そこで本研究では、大垣市揖斐川河川敷畑土(以下では河川敷畑土)で採取した不攪乱土を用いて同様の実験をすることで、同様の結果が得られるのか検証すると共に、それぞれの土壌特性を比較することを目的とした。

2. 実験方法

不攪乱土試料(大垣市揖斐川河川敷畑地、深さ 10~15cm、土粒子密度 2.687g/cm³)を pF2.0 に調湿後、毛管飽和あるいは脱気飽和させて作成した供試体を用いて、定水頭法において(A)水頭差を約 1cm から 15cm まで段階的に増加させていき、再び戻す実験、(B)水頭差を小さい状態で数時間保った後、水頭差を急激に増加させて、その後再び小さい状態に戻す実験を行った。その際、(A)では各水頭差ごとに(B)では一定の時間間隔で k_s を測定した。また、柳戸農場土と河川敷畑土に対して粒度試験および団粒分析試験を行った。

3. 結果および考察

柳戸農場土における(A)の実験¹⁾では脱気飽和(飽和度 99.4%)で動水勾配を増加させると k_s が低下して動水勾配を戻しても k_s は回復しなかった(図 1)。これは毛管飽和でも同様の傾向を示した。これは、②④のような現象により k_s が低下して動水勾配を戻しても k_s が回復しなかったと推察された。これに対して河川敷畑土の(A)の実験では脱気飽和(飽和度 100%)で k_s は動水勾配を増加させると低下し、動水勾配を戻すとほぼ元の値に戻った(図 2)。また、毛管飽和では動水勾配の増

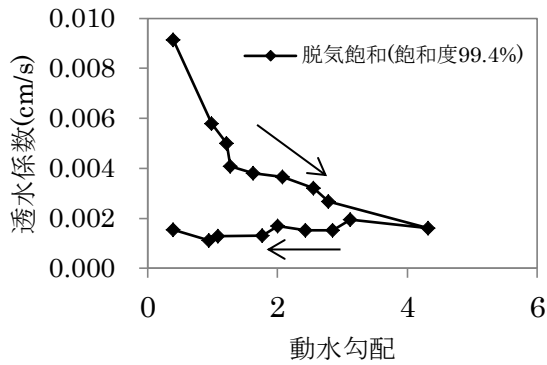


図1 柳戸農場土の(A)の実験結果

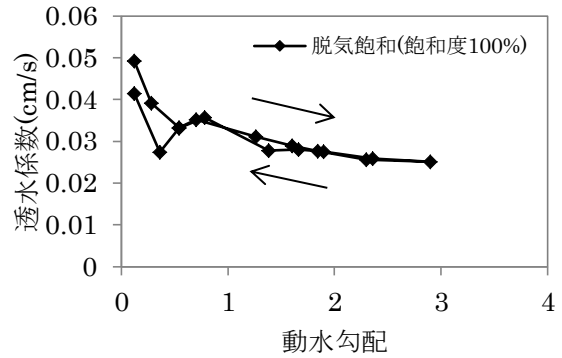


図2 河川敷畑土の(A)の実験結果

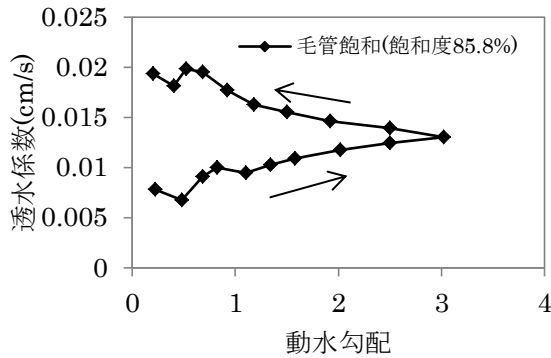


図3 河川敷畑土の(A)の実験結果

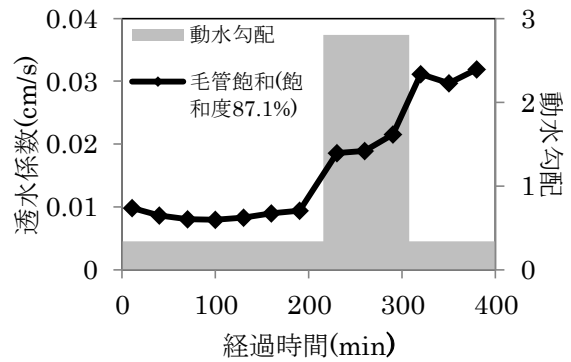


図4 河川敷畑土の(B)の実験結果

加と減少のどちらにおいてもおおよそ k_s が上昇する傾向を示した(図 3)。

柳戸農場土における(B)の実験¹⁾では、 k_s は動水勾配の急増時に低下して、急減時には上昇したが元の数値までは回復しなかった。これは k_s の回復量に差はあるものの脱気飽和と毛管飽和の両試料で同様の傾向を示した。これに対して河川敷畑土の(B)の実験では、脱気飽和で k_s の大きな変化は見られなかった。毛管飽和では時間的な k_s の変化は見られないが動水勾配の急増時と急減時に k_s の上昇が起こった(図 4)。(A)(B)の脱気飽和の結果から河川敷畑土では柳戸農場土とは異なり、②④のような現象があまり生じていないため、 k_s の低下があまり起きていないと考えられる。また、③の現象は田嶋・西村の研究¹⁾では k_s を低下させる要因とされていたが、河川敷畑土では動水勾配の増加の際に、⑤間隙空気の移動により流路が確保されて k_s が上昇する作用が①の作用よりも大きく働いたものと推定される。また、①動水勾配の減少の際には、圧縮されていた土塊が元の形状に戻って狭窄されていた流路が回復して k_s が上昇したものと考えられる。

粒度試験の結果から河川敷畑土は柳戸農場土に比べて、シルトが 25%ほど多く、粘土は同程度の割合であった。また、団粒分析試験の結果から団粒指数は柳戸農場土で 0.88mm、河川敷畑土で 2.19mm と柳戸農場土に比べて河川敷畑土の方では耐水性団粒が良好に形成されていた。以上より、後者のような強固な団粒が発達した土壤では②④のような現象が起こりにくく、①や①'、⑤のような現象が大きく表れたと推察される。

4. おわりに

本研究により、動水勾配の変化による k_s の変化は土壤により、特有の傾向を示すことが確認された。今後はより多くの土壤を対象として研究することにより、 k_s の変動の特性を調べると共に、有効応力と間隙水圧の各々が k_s に及ぼす影響を詳細に分析することも必要である。

参考文献 1)田嶋・西村,不攪乱土の飽和透水係数に及ぼす動水勾配の影響,土物学会大会講,2012.