

不飽和土の透気試験

岐阜大学工学部 正会員 宇野尚雄  
 岐阜大学工学部 正会員 佐藤 健  
 岐阜大学大学院 学生会員 柘植浩史  
 岐阜大学工学部 学生会員 小川隆幸

1. まえがき

不飽和土の間隙空気の機能・効能に関する研究は少ない、透気性それ自身は、あまり力学的性質に影響しないと言われながら、間隙空気は重要な支配要因(変数)であることは認められつつある。このため本研究では不飽和土の透気性に関する基礎的研究をおこない、(1)不飽和土の透気性は透水性を支配するダルシー型で表現でき、(2)透気係数が飽和度とともに変化することなどの結果を報告する。

2. 透気試験の結果

不飽和状態の試料に対して鉛直1次元上向きの透気試験を行った。この試験では内径5.2cmの円筒形アクリル製パイプに試料を詰め、パイプ下端から空気圧を調整しつつ試料中に上向き透気を行い、この時の空気圧 $U_{00}$ と空気流量 $Q_0$ を計測した。この時使用した実験装置は図-1に示す通りである。また飽和度を変えた試料を用いて同じ試験を繰り返した。この透気試験の結果は整理して結論的に述べると以下の2点となる。

(1) 透気性はダルシー型の運動で表現される。

図-2は試料に豊浦標準砂(以下標準砂と記す)を用いた時の $Q_0$ と $U_{00}$ の関係をグラフに表したものであり、図-3は長良川堤防シルト(以下シルトと記す)を用いた時のものである。ここで図-2、図-3から $Q_0$ と $U_{00}$ の間に直線関係が成立しているのがわかる。ただしシルトの場合は $U_{00}$ が始動空気圧(threshold air pressure)とも呼ばれる空気圧にならないと空気の流れが生じないことがある。以上の事から飽和度の低い不飽和土中の空気の流れはダルシー則に従うものであると考えられる。

(2) 透気係数は飽和度の関数として表すことができる。

試料の飽和度を変えていった透気試験から得られた飽和度 $S_r$ と透気係数 $k_a$ との関係を図-4、図-5に示す。図-4は試料として標準砂を、図-5はシルトを用いた時のものである。標準砂の場合、飽和度が大きくなるのに従い透気係数の値が小さくなっていき、飽和度がある大きさ(約50%程度)になると閉塞が起り、見かけ上透気係数が0となっているのが確認できる。しかし、これは空気圧 $U_{00}$ の大きさによるもので $U_{00}$ の値をさらに大きくしていくと試料上端から間隙水が浸出したり、噴発状態になったりする。一方シルトの場合は、図-5に示す通り飽和度が大きくなるに従い透気係数も大きくなるが、さらに飽和度が大きくなるのに従い、今度は透気係数が小さくなる傾向が認められる。またシルトの場合も標準砂と同様に低圧力レベルでは飽和度が約50%程度で閉塞する。

また、上向き透気試験終了後試料を取り出し、数カ所で試料の含水比を測定し、それから飽和度を計算したので含水比を測定した位置とその位置での飽和度の関係を図-6に示した。上向き透気試験によって試料の上部と下部とで飽和度の差が生じることが懸念されたが、この図-6によるとこれらの実験ケースのような低飽和度、低圧力レベルでの透気においては微小な飽和度の差が認められるものの、全体として試料土柱内の飽和度分布は一定であるとみなして差しつかえないと思われる。

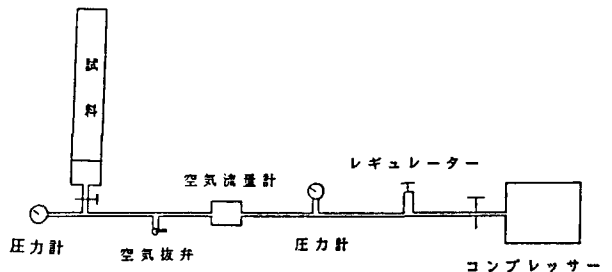


図-1 一次元透気実験システムと計測

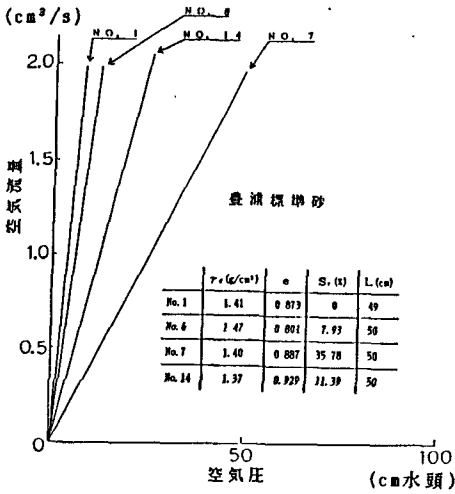


図-2 空気圧と透気流量の関係(豊浦標準砂)

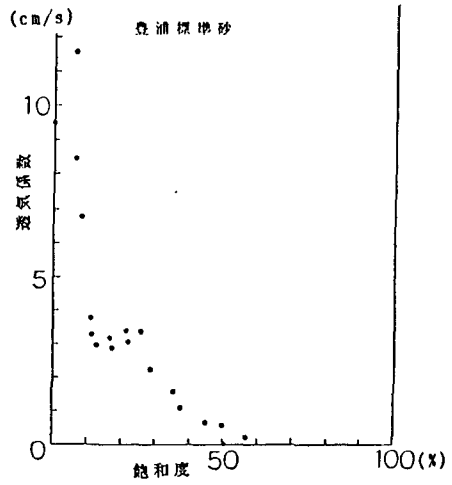


図-4 飽和度と透気係数の関係(豊浦標準砂)

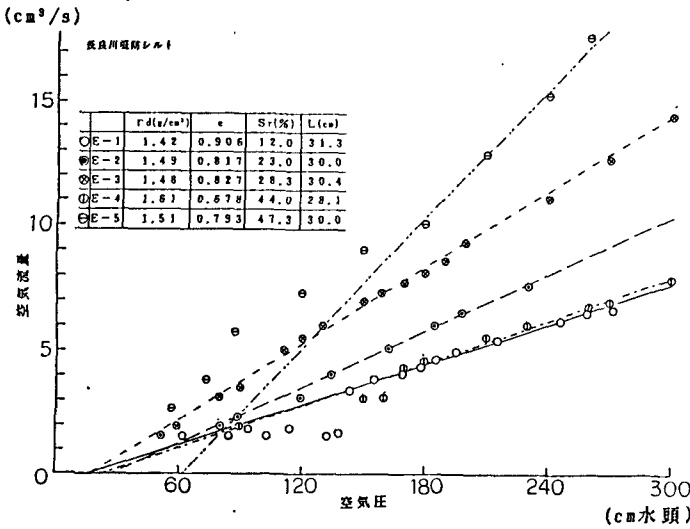


図-3 空気圧と透気流量の関係(長良川堤防シルト)

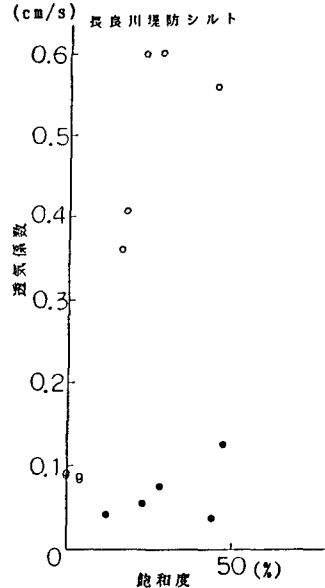


図-5 飽和度と透気係数の関係(長良川堤防シルト)

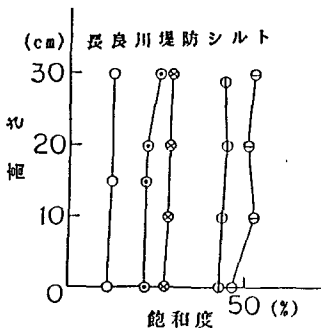


図-6 試料土柱内の飽和度分布(長良川堤防シルト)

【参考文献】1) 宇野尚雄・小川隆幸: 砂質土の透気性に関する実験的研究, 土質工学会「不飽和土の工学的性質研究の現状シンポジウム」発表論文集, PP. 229~236, 1987