

Ⅲ-59 不飽和浸透に関する研究

京都大学 工博 正員 松尾新一郎
鹿島建設 工修 正員 松井正州

土の透水係数は土が飽和しているときについて求められ実際に適用されてきた。しかし降雨による堤体の浸透などは不飽和の状態で行われることが多い。そこで飽和度と透水性の関係について実験的に研究した。

本実験には標準砂および木津川砂を種々の間ゲキ比の状態に締め固めたものを用いた。この実験の結果を図-1(1)に示す。しかしこの結果は各間ゲキ比に対し特有のものであり一般性を有していない。そこで縦軸に飽和時透水係数 k_s に対する不飽和時透水係数 k_u の比 k_u/k_s をとりプロットすると図-2の結果を得る。図-2より明らかのように比透水係数、 k_u/k_s は砂の種類、間ゲキ比ほどに無関係に一本の折線で近似され、単に飽和度の指数函数として示される。そして三つの領域での係数 a 、 b の値はつぎのとおりである。

$$80\% < S_r \leq 100\% ; \quad a = 0.115, \quad b = 2.165$$

$$25\% < S_r \leq 80\% ; \quad a = 0.468, \quad b = 0.415$$

$$S_r \leq 25\% ; \quad a = 0.234, \quad b = 3.224$$

また図-1(1)より明らかのように飽和度80%付近において折角が表われることについてはつぎのように考えられる。すなわち飽和度100%~80%までは土中に存在している空気は非常に小さい気泡として存在し、ただ単に透水面積を減少させるだけである。したがってこの間では単に透水面積の減少が透水性を減少させる。しかし飽和度が80%より低下するといままで土中に単独に気泡として存在していた空気は相互に連絡し、空気の管を形成するとともに気泡の一部は土粒子の表面に付着し始める。飽和度の低下に伴い透水面積が減少するから透水性は減少するが土粒子の表面に付着した気泡は土粒子と水との界面を隔離し、土粒子が直接接している場合より運動によるマサツ抵抗を減少せしめるように作用する。この気泡による土粒子と水とのマサツ抵抗の減少が気泡の増大、すなわち透水面積の減少による透水性の減少の傾向をゆるやかにするものと考えられる。

この傾向を確認するため気泡の性状、土粒子表面

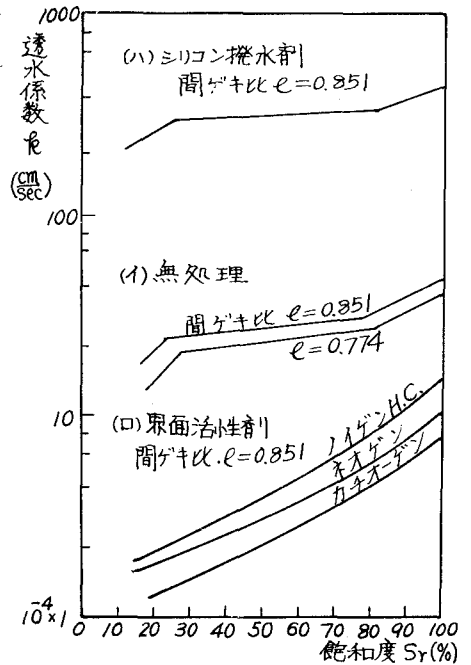


図-1

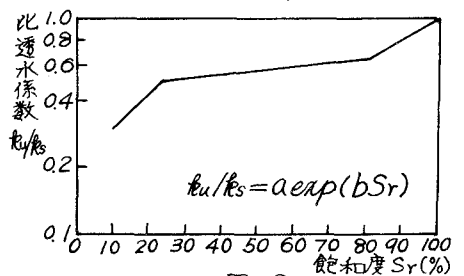


図-2

の濡れの程度を変化さすべく通水に界面活性剤を添加し、また土粒子表面に撥水剤を塗布し同様に実験した結果は図-1(ロ)のごとくである。

界面活性剤とは物質の界面の状態を変化させることが目的である。そして土に適用されたときには溶液の表面張力を減少させ土粒子の表面を常に濡れの状態に保持するものである。したがって土粒子の表面は常に水と接することによりマサツ抗による運動エネルギーの損失は非常に大きくはり透水性と前記無処理の場合に比して著しく減少させる。また撥水剤は土の表面を薄く覆い濡れを妨げるので潤滑油の初きをばし、土粒子と水とのマサツカを著しく減少させ、したがって透水性は前記無処理の場合に比較し著しく増大する。

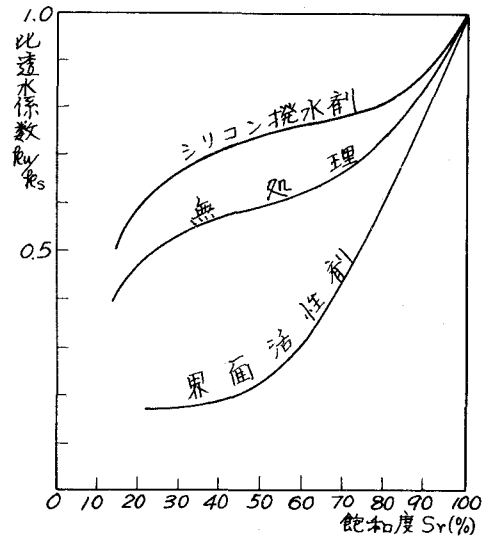


図-3

以上に述べた無処理、界面活性剤および撥水剤を用いた実験結果を比較すべく、縦軸に比透水係数 k_u/k_s を普通目盛でとりプロットしたものが図-3である。この図から土粒子表面の濡れの程度が透水性に大きい変化を与えることがより明瞭になる。すなわち界面活性剤を用いたときには土粒子は常に濡れの状態にありマサツカが大きく、透水性と飽和度の低下とともに急速に減少させるが、無処理では気泡の付着が透水性の減少の傾向をゆるやかにする。また気泡の付着が考えられぬから飽和度80%程度においても折戻は表われぬ。一方撥水剤を用いたときには気泡の孤立、および土粒子表面の潤滑作用により透水性を増大せしめることが明らかになる。

また界面活性剤溶液を使用した場合透水性の減少の順序は各界面活性剤溶液の表面張力の減少の順序と一致している。したがって土の透水性は流通する流体の表面張力の変化の如何によって左右されるものといえる。すなわち溶液の表面張力の変化に伴う土粒子の濡れの状態が透水性に関与するということがいえる。

以上に述べたように土の不飽和時の透水性を考察するためには土粒子の表面に付着し、土粒子と水とのマサツカを減少させる気泡が大きい役割をばしていることを考慮しなければならぬ。