

岡山大学工学部 正員 河野伊一郎
岡山大学工学部 正員 西垣 誠
岡山大学工学部 ○辻井 慶治

1. まえがき 地下水は、水資源の立場から極めて有用なものであるが、地下 構造物の施工や安定性などの面から見れば、地下水の存在は障害となることが多い。特に掘削工事などで生じる湧水や地下水圧は、地盤の安定性を著しく阻害する。この湧水を防止あるいは減少させるための対策を大きく分けると、止水工と排水工に分けることができる。¹⁾ 本研究のエアーカーテンによる透水工は、地中にパイプを打ち込み、その先端のストレーナから空気を地下水中に送入することによって、地下水流を遮へいしようとするものである。また、矢板やグラウトなどによる止水工の一つに含めることを目的としている。この手法の利点は、空気の送入を停止すれば地下水流を復元させることが可能であり、必要時に利用できる点にある。

2. 鉛直一次元不飽和流の基礎実験

本実験に使用した試料は、岡山県浜川海岸の海砂であり、この試料の粒径相積曲線は図-1に示す。また、不飽和透水試験装置の概略図を図-2に示す。この透水試験装置は、配管を変えることによって透水方向を変えることができ、透水量と透過空気量を測定することができる。次に

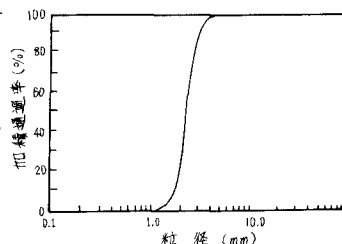


図-1 粒径相積曲線

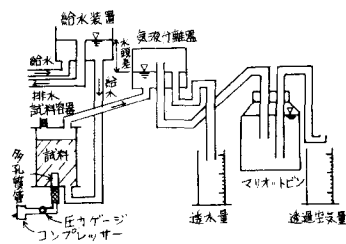


図-2 不飽和透水試験装置

実験方法であるが、これは透水方向が鉛直上向きの場合と下向きの場合について実験を行ない、飽和度は試料中の残留空気量を測定することによって求めた。なぜならば、土中の気泡が単に透水面積を減少させるように働くだけでなく、不飽和状態と気泡の移動によって透水性が影響されると考えられるからである。

実験結果を図-3に示す。ここで、透水係数比(k_u/k_s)は不飽和時の透水係数(k_u)と飽和時の透水係数(k_s)の比である。また、図-3における $k_u/k_s \sim S_r$ の関係は、細い管を流れる水の流れにおける層流の場合に適用される Poiseuille の法則を土の間げき中の流れに適用し、飽和時と不飽和時に対して誘導したものである。すなわち、飽和時の透水係数(k_s)は(1)式に示す。²⁾

$$k_s = D_s^2 \frac{\gamma_w}{\mu} \frac{e^3}{1+e} C \quad (1)$$

ここに、 D_s は土粒子が等しい大きさの球であると仮定したその球の直径、 γ_w は水の単位体積重量、 μ は水の粘性係数、 e は動水こう配、 C は形状係数である。また図-4に示される不飽和状態の場合、不飽和時の透水係数(k_u)は

$$k_u = D_s^2 \frac{\gamma_w}{\mu} \frac{e^3}{1+e} S_r^3 C \quad (2)$$

と表わされ、ここに S_r は飽和度である。すなわち透水係数比(k_u/k_s)は、

$$k_u/k_s = S_r^3 \quad (3)$$

で得られる。図-5に示される不飽和状態の場合、不飽和時の透水係数(k_u)は

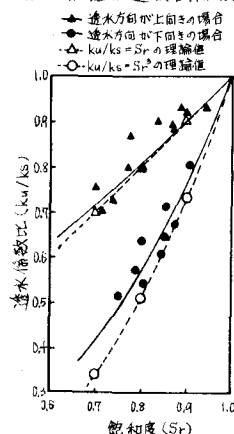


図-3 飽和度と透水係数比の関係



図-5 不飽和状態(B)

$$k_u = D_s^2 \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{e^S}{1+e} S_r C \right) \text{----- (4)}$$

と表わされ、したがって透水係数比 (k_u/k_s) は

$$k_u/k_s = S_r \text{----- (5)}$$

で得られる。

図-3によると、透水方向が上向きの場合、気泡の移動と透水方向が同じであるため図-4に示した不飽和状態が存在したものと考えられ、透水方向が下向きの場合、気泡の移動と透水方向が異なるため図-4に示した不飽和状態が存在したものと考えられる。また、透水係数比と飽和度の関係は、非常に異なった結果を生じた。したがって、気泡の移動と透水方向によって不飽和状態が変化し、透水性は不飽和状態と気泡の移動によって影響されると考察することができた。

3. エアーカーテンの二次元モデル透水実験

本実験は、現実の掘削地盤モデルとして、エアーカーテンによる透水により排水量などの程度低下するかを検討するために行なった。図-5に示す足水位型透水試験装置を用いて、エアーカーテンのみで透水を行なう場合、根入れ深さ39.3cmの矢板を併用し矢板の上流側でエアーカーテンにより透水を行なう場合、および矢板の下流側で透水を行なう場合の3ケースについて実験を行なった。

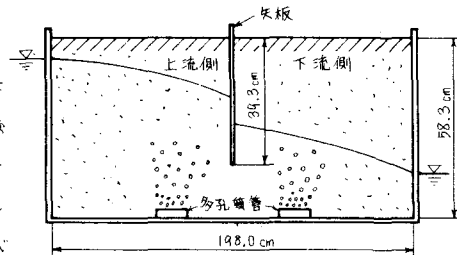


図-5 足水位型透水試験装置

実験結果として、送入空気量と流量比 (不飽和時の流量と飽和時の流量比) の関係を図-7に示す。図-7において、エアーカーテンによる透水効果は矢板の上流側で透水する場合が最も良く、つづいてエアーカーテンのみで透水する場合、矢板の下流側で透水する場合の順になり、鉛直1次元不飽和流の基礎実験からも理解される結果が得られた。

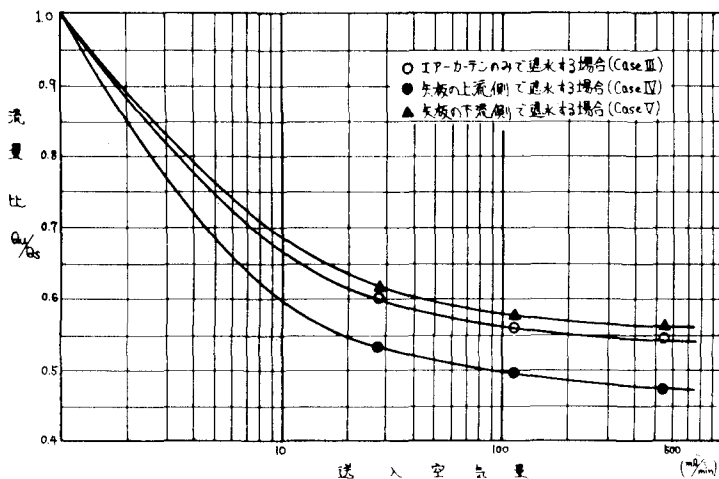


図-7 送入空気量と流量比の関係

4. 結論

本研究は、エアーカーテンによる透水工を実際の地盤に適用させるため

に基礎的な実験を行ない、エアーカーテンによる透水効果を考察した。この研究により得られた結果を総括すれば次のようになる。

- 1) 土の透水性は、飽和度の減少にともなって低下し、種々の不飽和状態によって異なることを Poiseuille の法則より考察した。
- 2) Poiseuille の法則を土の間げきに適用した結果と実験結果とを比較検討して、気泡の移動と透水方向によって不飽和状態が変化し、気泡の移動が透水性に影響を与えると考えることができた。
- 3) エアーカーテンの設置位置が矢板の上流側の場合と下流側の場合で、エアーカーテンによる透水効果が異なり、矢板の上流側で透水を行なう場合の方が良い透水効果を得ることが明らかになった。

参考文献 1) 松尾新一郎、河野伸一郎；地下水位低下工法，鹿島出版会，P109，1973年

2) 赤井浩一；工費力学，朝倉書店，P28～P30，1975年