

III-294

風化に伴う珪藻泥岩の透水性の変化について

金沢工業大学 学会員 安田 昭彦  
金沢工業大学 正会員 宮北 啓  
金沢工業大学 正会員 前川 晴義

1. まえがき 固結力の低い堆積性軟岩は、自然界の乾湿繰返しによる風化作用を受け易い。著者らは風化に伴う軟岩材料の工学的特性の変化を解明するため、自然土の珪藻泥岩を対象に、強度・変形特性の低下や降伏曲面の縮小に関する基礎的な実験を行ってきた<sup>1)・2)</sup>。今回は、新たに風化と透水性との関連に着目し、実験を行ったので報告する。実験は、未風化状態の珪藻泥岩に2種類の風化条件を与え、三軸セル内で各種の等方圧密によって間隙状態を変え、変水位透水試験を実施した。その結果、風化度合により透水性は変化し、その定量関係は、一般的な土質パラメーターで表現できることを明らかにした。

2. 供試体および実験方法 実験に用いた試料は、石川県珠洲市よりブロック状で採取したもので未風化、不かく乱、飽和状態を満足している。供試体はコアカッターで直径 5cm、高さ約 12cm（実験時 10cm に成形）で抜き取った。風化（乾湿）方法は、供試体を恒温恒湿室内で含水比50、25%まで自然乾燥させた後、供試体内部の含水状態の均一性を図るため、2 週間以上容器内で密封した。一方の湿潤過程は、霧吹きで 1 日当たり約20cc吸水させ、十分に湿潤した後、さらに 3 週間以上水浸させた。真空脱気した飽和状態の供試体の両端面にはボラスメタルを置き、端面部からの排水を許容している。間隙状態を変える目的の圧密試験は、等方圧 0.5kgf/cm<sup>2</sup>の予備圧密後、最大 40kgf/cm<sup>2</sup>の等方圧を与えて行った。ただし、圧力条件が圧密降伏応力を越える正規圧密領域にある場合は、2 日間圧密を実施した後、一旦、拘束圧の一部を除荷し（例えば、 $p=40 \rightarrow 30$ kgf/cm<sup>2</sup>）、吸水が完全に停止後（2 日間）、等方圧を拘束した状態でスタンバイパイプの水頭差（約145cm）を利用し、供試体の下部から上部に透水させ、変水位透水試験を行った。

3. 実験結果および考察 図-1、2、3 は、未風化<sup>3)</sup>および $w=50$ 、25%の乾燥条件を与えた風化土（50、25%シリーズ）に対する、等方圧  $p$  の載荷、除荷ステップ時の間隙比  $e$  の状況、および透水係数  $k$  との関係を与えている。この結果、 $e$  が同一状態であるにもかかわらず、 $k$  は風化度合が大きい条件ほど増大傾向を示し、特に初期間隙比  $e_0$  付近の  $k$  は未風化と 25%シリーズで約 4 倍の相違を示す。ところで、図-1でも明らかなように、未風化状態の珪藻泥岩では、任意の  $e$  と  $k$  との間において、式（1）が成立することが既に確認されている<sup>3)</sup>。

$$k = k_0 \cdot \exp \left[ (e - e_0) / \lambda_k \right] \quad \text{--- (1)}$$

なお、 $k_0$  は  $e_0$  時における初期透水係数を示す。風化土の両シリーズの結果は、未風化土と同様に、式（1）を満足し、また、式（1）中の  $e$  の減少と  $k$  の変化の割合を示す指数  $\lambda_k (= \Delta e / \ln(\Delta k))$  は、風化度合が大きくなるに従い減少する。図-4では、図-1～3の圧縮指数  $\lambda$  と  $\lambda_k$  を比較している。ただし、ここでの  $\lambda$  は、図中の黒印を結んだ直線の傾きを与えた。結果的に両者の関係は、ほぼ原点を通る一次式で整理が可能であり、 $\lambda_k$  は、 $\lambda$  と同様、風化に伴って減少し、 $\Delta \lambda_k / \Delta \lambda = 0.66$  の関係で推移する。次に、式（1）中の  $k_0$  について検討する。図-1～3には実験に使用した供試体の物理的諸性質を与えているが、初期

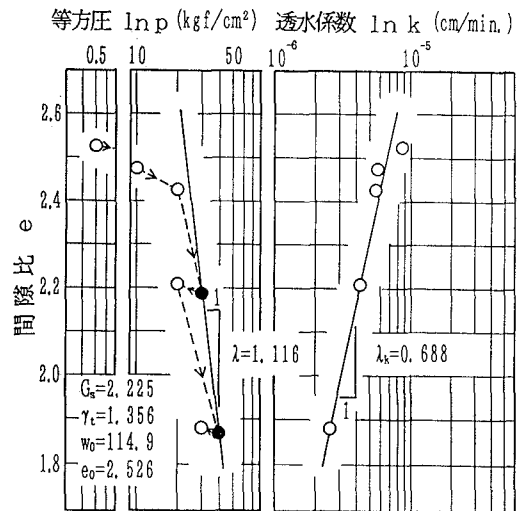


図-1 未風化土の  $p \sim e \sim k$  の関係

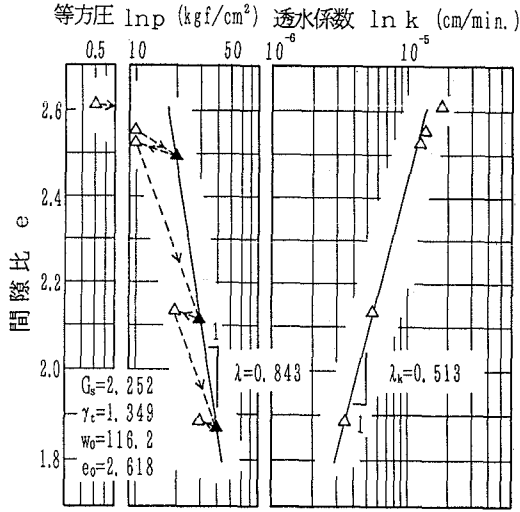


図-2 50%シリーズの  $p \sim e \sim k$  の関係

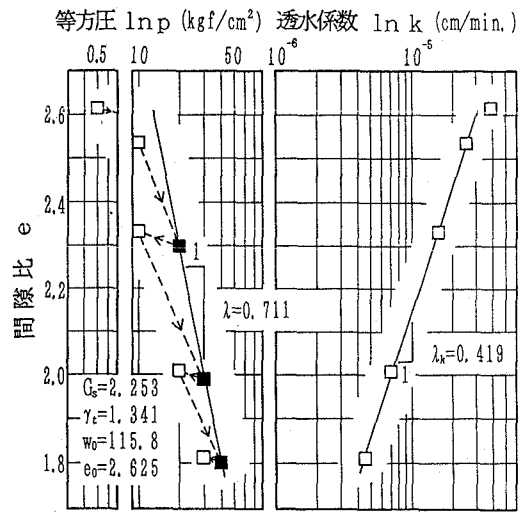


図-3 25%シリーズの  $p \sim e \sim k$  の関係

条件にバラツキが認められる。そのため表-1には過去に実施した本泥岩の乾湿に伴う試験結果を基に、両シリーズの体積変化分 ( $\Delta e$ ) を未風化状態の

表-1 風化に伴う  $e_0, q_u$  の変化

|         | 初期空隙比 $e_0$ | 一軸圧縮強さ $q_u$ (kgf/cm²) |
|---------|-------------|------------------------|
| 未風化状態   | 2.526       | 20.69                  |
| 50%シリーズ | 2.541       | 16.95                  |
| 25%シリーズ | 2.580       | 10.36                  |

$e_0$  (=2.526) に加算した  $e_0$  と、一軸圧縮強さ  $q_u$  の結果<sup>1)</sup>を示した。図-5は、 $e \sim k$  が対数で直線に移移すると仮定し、それぞれの  $e_0$  おける  $k_0$  を求め、乾湿条件に伴う  $q_u$  の結果 (表-1) と対比したものである。この結果、 $k_0$  と  $q_u$  との間は、対数で直線近似でき、風化の指標とも言える  $q_u$  によって、 $k_0$  が評価できることが興味深い。以上のように、珪藻泥岩は風化に伴い透水性が増大し、任意の間隙状態に対する透水係数は、風化度合に関係なく、式(1)が成立する。さらに、式中の  $\lambda_k$  および  $k_0$  は、風化後の圧縮指数  $\lambda$  と一軸圧縮強さ  $q_u$  から、予測が可能となる。

**4. あとがき** 今回の実験結果より、風化現象は従来から知られている強度・変形特性以外に、透水性にも変化を与えることが明確になった。なお、本泥岩の風化に伴う透水係数の増大は、強度低下の主因なる固結力の低下、すなわち理化学的特性の変化に依存したものと考えている。今後は、透水性に影響を受ける圧密挙動と風化との関連について、さらに研究を進める予定にしている。終わりにあたり、本実験に協力を得た本学卒業生の諸君に、感謝の意を表します。

**参考文献** 1) 前川ほか(1984):土木学会年次学術講演会, pp.665~666. 2) 前川ほか(1983):土木学会年次学術講演会, pp.51~52. 3) 関口ほか(1988):土質工学研究発表会, pp.353~356.

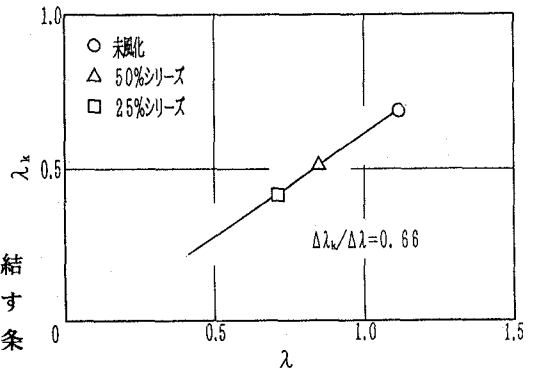


図-4  $\lambda \sim \lambda_k$  の関係

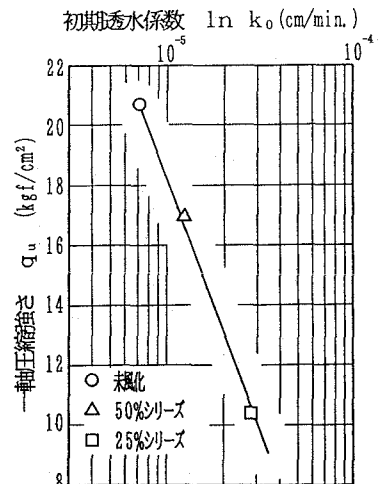


図-5  $q_u \sim k_0$  の関係