

1. はじめに

山岳トンネルや人工地下空洞などの岩盤掘削では、地下水面下の掘削がほとんどであるので、湧水の発生が問題となる。その湧水量を事前に検討するためには、岩盤の調査を十分に行い、岩盤の透水性を把握することが重要である。岩盤内の透水現象は、岩盤の亀裂が主な透水経路であることから、特に岩盤の亀裂の状態を調査する必要がある。そこで、本研究では、岩盤の亀裂の状態が、透水性にどのような影響を及ぼすのかを明らかにするために、ボーリングコアの割れ目の状態を定量化し、その定量化した指標と透水係数との関係について検討した。

2. 割れ目密度の計算方法

ボーリングコアに見られる割れ目は、実際の岩盤に存在している亀裂に、ボーリング作業時に発生した割れ目が加わっていると考えられるが、ボーリングコアの割れ目が岩盤の亀裂に近似的に対応していると考ええる。そこで、実際の採取コアとその記録写真を参考にして、ボーリングコアの割れ目を次のように定量化した(図-1参照)。

まず、透水係数測定区間のボーリングコアを1mごとにグラフ用紙上に描く。この時、コアに発生している割れ目の傾きや長さは、できるだけ正確に表わす。次に、このコアのスケッチを参考にして、割れ目を幾つかの線分の結合体としてモデル化する。次に、各線分の鉛直成分と水平成分の長さを求め、それぞれ合計する。鉛直成分の長さの和をコアの長さ1mで割れば、1m当たりの鉛直割れ目本数(鉛直割れ目密度)が求まる。たとえば、計算結果が1本/mであれば、ボーリングコア1mあたりに長さ1mの鉛直方向割れ目が1本あると解釈する。また、水平成分の長さの和をコア直径0.05mで割れば、ボーリングコア1m当たりの水平割れ目本数(水平割れ目密度)が求まる。次に、透水係数測定区間において、このようにして求めた割れ目密度の平均をとると、透水係数測定区間の平均水平割れ目密度と平均鉛直割れ目密度が求まる。図-2に、水平割れ目密度と鉛直割れ目密度の関係を示した。両者には、一次的な相関が見られる。

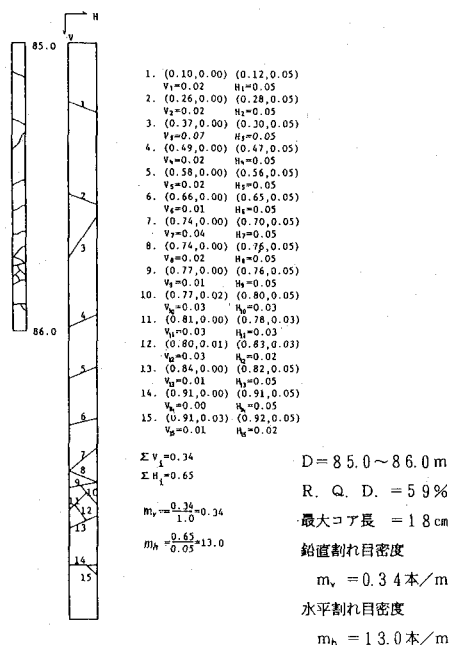


図-1 ボーリングコアの肉眼観察

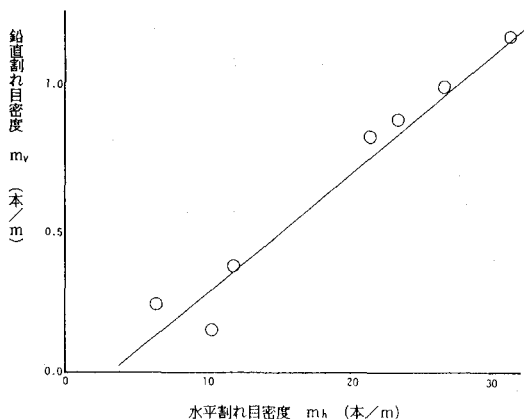


図-2 水平割れ目密度と鉛直割れ目密度の関係

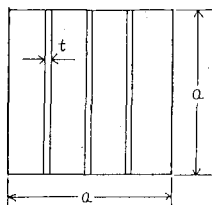


図-3 理想化した岩盤要素の割れ目

3. 透水係数と割れ目密度と割れ目間隙幅の関係

ある一定方向に割れ目が走っているような岩盤の透水性を考える場合には、その割れ目を図-3のように理想化して考える方法があり、この時の透水係数 k は(1)式で表わせる。

$$k = \frac{mt^3g}{12a\nu} \quad (1)$$

ここに、 a は、理想化した岩盤要素の縦・横の長さ、 m は、岩盤要素内にある割れ目本数、 t は割れ目間隙幅、 ν は水の動粘性係数、 g は重力加速度である。

ここで、 m が割れ目密度の定義に合うように、 $a = 100 \text{ cm}$ とし、 $\nu = 1.307 \times 10^{-2} \text{ (cm/sec)}$ [水温 10°C と仮定]、 $g = 980.7 \text{ (cm/sec}^2\text{)}$ を(1)式に代入すると、

$$k = 62.5mt^3 \quad (2)$$

が得られる。(2)式は、透水係数と割れ目密度と割れ目間隙幅の関係を表わす式である。図-4に、孔内湧水圧試験(J. F. T. と略称する)によって求められた透水係数 k と水平割れ目密度 m を両対数座標上で示し、さらに、 t をパラメータとして(2)式の関係を記入した。これより、大体の傾向として、透水係数の測定深度が深い程 t の値が小さくなっていることがわかる。

次に、割れ目間隙幅 t と透水係数 k を両対数座標上に示したのが図-5である。ここでの t は、J. F. T. により得られた k と前述の方法で求めた水平割れ目密度 m の値を(2)式に代入して得た値である。(2)式において、 m を固定すれば k と t の関係は、両対数座標上で直線となる。この直線の傾きは常に $1/3$ であるが、切片はそれぞれの地点の m によって一意的に決まる。したがって、図-5に示した直線は、透水試験の行われた地域の平均的な k と t の関係を表わしている。

4. 結論

ボーリングコアの肉眼観察によって、割れ目密度、割れ目間隙幅等の岩盤の亀裂を定量化する指標を得ることができることを示した。また、現場透水試験結果とこれらの指標との関係を調べた結果、亀裂性岩盤の割れ目間隙幅は、地表面からの深度が深くなる程小さくなる傾向があることを確認し、さらに、透水試験地域の k と t の関係を明らかにし、 t の実測によって k を推定できることを示唆した。

参考文献

- 1) 嶋 裕之：岩盤浸透流，講座岩盤力学5，土木学会誌，VOL. 49, NO. 5, PP. 84-90, 1964年5月。

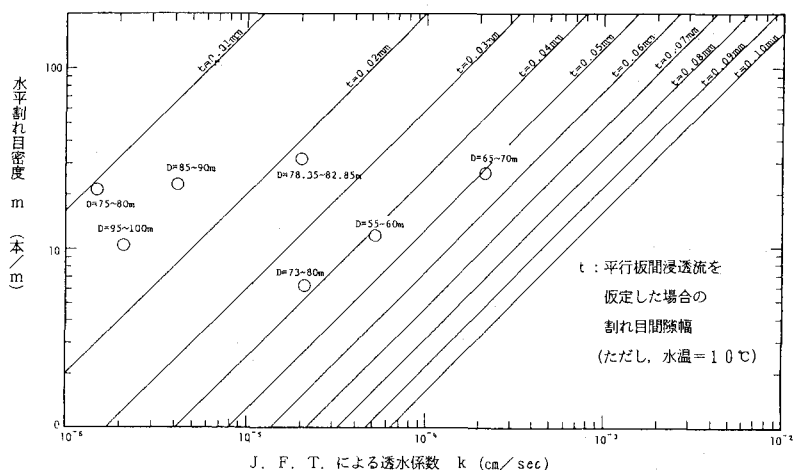


図-4 透水係数 k と水平割れ目密度 m と割れ目間隙幅 t の関係

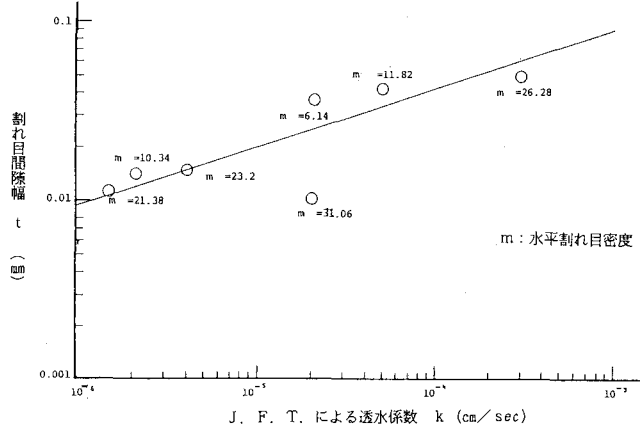


図-5 透水係数 k と割れ目間隙幅 t の関係