

関西電力 正会員 ○ 吉田 次男
正会員 打田 靖夫
関電興業 安原 敏夫

1. はじめに

地下発電所やトンネル等の地下空洞を安全で経済的に施工するためには、岩盤のゆるみ領域を適切に評価することが重要であり、簡便で信頼性の高い評価手法の確立が望まれる。そこで、岩盤ゆるみ領域を評価する一手法として吸引式透気試験装置を試作し、現地実証試験を行った。その測定結果とRQD、岩盤等級、亀裂頻度、亀裂開口幅との相関性について検討を行い、適用性の検討を行ったので報告する。

2. 試験の概要

吸引式透気試験は、図1に示すとおりボーリング孔内にダブルバッカーで測定区間(25cm)を設定し、この区間の空気を真空ポンプにより排除することで試験を行う。測定区間の圧力や吸引透気量は、周辺岩盤の透気性に応じた値で定常状態になる。この時の真空圧力、吸引透気量を用いて透気係数を求める手法は定常法と呼ばれ、以下の計算により透気係数 k (ミダ/秒)を求める。¹⁾

$$k = \frac{\mu PeQ}{2\pi(Pe^2 - Pw^2)} \left\{ \frac{1}{r_{we}} - \frac{1}{\sqrt{r_{we}^2 + 4H^2}} \right\}$$

μ : 空気の粘性係数(cP) Pe : 外気圧

Pw : 定常状態での気圧 Q : 定常状態での流量(cc/s)

r_{we} : 圧力等価半径(cm) H : 測定深さ(cm)

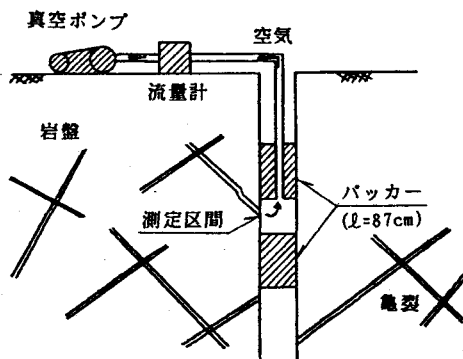


図1. 吸引式透気試験の概要

現地試験は、流紋岩質凝灰岩及び粘板岩が分布する地点で行った。3本のボーリング孔(φ66mm)で、それぞれ地下水面までの区間(約16m)で測定を行った。また、試験結果の検証を行うためにボアホールテレビによる孔内観察も併せて行った。

3. 試験結果及び考察

3本のボーリング孔のうちNO.1孔の測定結果を示す。図2は、透気係数の深度分布、および開口幅3mm以上の亀裂分布であり、開口幅が特に大きな亀裂には、開口幅も示している。図3は、NO.1孔のRQD、亀裂頻度、および、電中研方式による岩盤等級の深度分布である。これら指標と透気係数との相関性をみると、全般的に深度10m以浅のほうがRQDが大きく、亀裂頻度が小さく、岩盤等級が高いのに対応して、相対的に透気係数が小さい。逆に、深度10m以深ではRQDが小さく、亀裂頻度が大きく、岩盤等級が低いのに対応して、相対的に透気係数が大きい。このように、大局的にみてRQD、亀裂頻度、岩盤等級と透気係数は、ある程度の相関があるといえる。

しかし、各測定区間ごとの相関をみると、RQD、亀裂頻度等の亀裂の本数を表す指標と透気係数の関係は、あまり明確ではない。すなわち、RQDが大きく、亀裂頻度が小さい区間でも開口幅が大きな亀裂が存在する区間では、大きな透気係数を示す。逆に、RQDが小さく、亀裂頻度が大きい区

Tsugio YOSHIDA, Yasuo UCHITA, Toshio YASUHARA

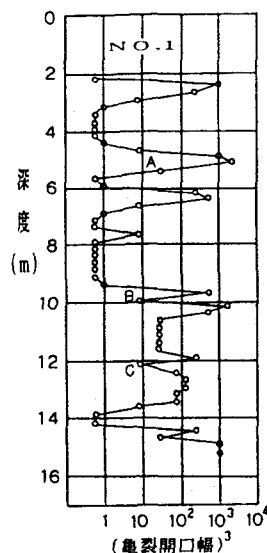
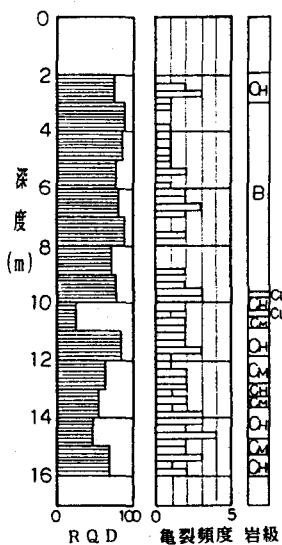
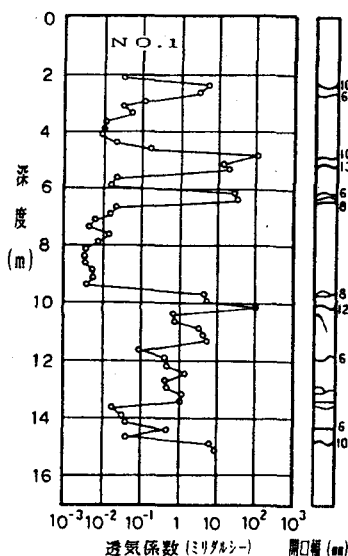


図2. 透気係数と亀裂分布

図3. R Q D, 亀裂分布, 岩級

図4. 亀裂開口幅の3乗

間でも開口幅の大きな亀裂が存在しない区間では、あまり大きな透気係数を示さない。

次に、亀裂開口幅と透気係数の相関性を検討する。透気係数は、亀裂開口幅の3乗に比例することが理論的に導かれているので、各測定区間の最大開口幅の3乗の深度分布を求めた(図4)。透気係数と良い対応を示している。図5には、透気係数と最大開口幅の3乗の相関性を示す。ある程度のバラツキがあるものの透気係数は、最大開口幅の3乗に比例する。図中の破線は、透気係数 $k = 0.03 \times (\text{亀裂開口幅})^3$ である。

また、図4のA～Cで示すように亀裂開口幅が小さい区間でも、隣接する区間に大きな開口亀裂が存在する場合には、亀裂開口幅に比較して大きな透気係数を示す区間も存在する。

以上のように、NO.1孔では透気係数はRQD、亀裂
傾度よりも亀裂開口幅との相関が高いが、他の2孔についても同様な結果となった。

4. おわりに

吸引式透気試験の現地適用試験を行った。その結果、定常法で求めた透気係数は、概略的に最大亀裂開口幅の3乗に比例することが分かった。しかし、ある程度のバラツキがあり、このバラツキは亀裂の広がり等を反映しているものと思われる。今後は、このバラツキの要因について検討を行う予定である。

[参考文献]

- 1) 山田、山地、中山：真空透気試験を用いたゆるみ領域評価、岩の力学国内シンポジウム、1994

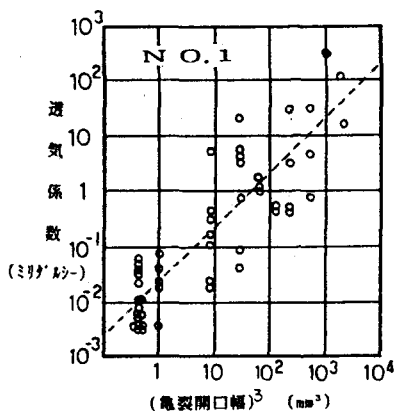


図5. 透気係数と亀裂開口幅の3乗