

第Ⅲ部門 岩石供試体の比抵抗特性から見た岩盤分類とその適用性

日本舗道 正会員 ○齊藤 勉 関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
 関西大学工学部 学生員 畠中 与一 関西大学工学部 正会員 西田 一彦
 関西電力 正会員 西方卯佐男 ニュージェック 正会員 中村 真

1.はじめに

岩石の比抵抗値は、岩石の種類によって異なることはよく知られている。その定量的な特性については、十分解明されていない。本研究では、種々な岩石供試体の比抵抗と飽和度との関係について、主として実験的な検討を行うとともに、それらの関係から各種岩石の地質学的な分類を行うことを試みた。さらに、これらの関係をトンネルの岩盤評価に用いることを試みた。

表.1 室内試験で使した岩石供試体

岩種	有効間隙率	本数
深成岩		
宮津花崗岩	0.009~0.034	21
細粒花崗岩	0.009~0.012	4
中粒花崗岩	0.009~0.014	9
閃緑花崗岩	0.009~0.018	12
白川花崗岩	0.008~0.023	10
斑レイ岩	0.004~0.037	14
半深成岩		
輝緑岩	0.002~0.124	24
ひん岩	0.005~0.063	14
火山岩		
流紋岩	0.005~0.030	30
堆積岩		
頁岩	0.005~0.022	25
塊状頁岩	0.002~0.010	11
輝緑凝灰岩	0.001~0.051	27
粘板岩	0.001~0.009	20
チャート	0.002~0.033	18
砂岩	0.001~0.006	12
計		251

2.比抵抗測定の概要

実験に用いた供試体は、表.1 に示す 15 種類である。それぞれの有効間隙率は表に示すとおりである。これらの岩石は、すべて硬岩の部類に属し、それぞれの供試体は直径 50mm、高さ 100mm の円柱に成形した。各岩石供試体は、真空脱法ポンプを用いて 96 時間強制湿潤させた。比抵抗の測定は、図.1 に示すような GS 式比抵抗測定法³⁾によって行った。電極配置は C_1 、 C_2 を電流電極、 P_1 、 P_2 を電位電極とし岩石供試体の左右に銅メッシュシートを挟んで測定を行った。なお、比抵抗は測定した電位差、電流値に断面積、高さを用いて式(1)によって求められた。

$$\rho = \frac{S}{L} \cdot \frac{V}{I} \quad \dots(1)$$

ただし、 ρ ：岩石の比抵抗、 I ：供試体の電流値、 V ：軸方向の電位差、 S ：軸方向の断面積、 L ：電位差測定区間の長さ

3. 室内比抵抗測定

図.2 は、有効間隙率 Φ がほぼ 0.008 程度の各岩石供試体の比抵抗と飽和度の関係について示したものである。この図より、飽和度が減少するにしたがって、比抵抗は指数関数的に増加することがわかる。しかし、同じ有効間隙率でも岩種がことなれば、その増加傾向は異なることが認められた。これらの関係は、次のような指数関数として表される。

$$\rho = A \cdot Sr^B \quad \dots(2)$$

ただし、 ρ ：岩石の比抵抗、 A ： $Sr=1.0$ の時の比抵抗、 B ：指数

図.3 は式(2)の係数である A 値と有効間隙率との関係に

ついて示したものである。この図より各岩石供試体の A 値と有効間隙率との関係は、有効間隙率が小さくなるにしたがって、 A 値は指数関数的に増加することがわかる。したがって、 A 値と有効間隙率とは式(3)

Tutomu SAITOH, Harushige KUSUMI, Yoichi HATAKENAKA, Kazuhiko NISHIDA, Usao NISHIGATA, Makoto NAKAMURA

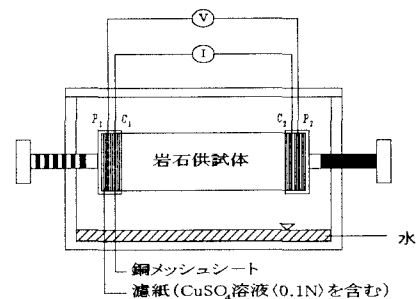


図.1 比抵抗測定装置 (GS式)

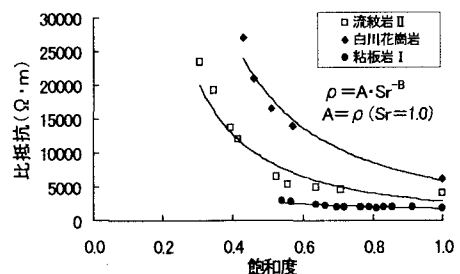


図.2 比抵抗と飽和度の関係 ($\Phi=0.008$)

のように示される。

$$\rho_s = m \cdot \Phi^{-n} \quad \dots(3)$$

ただし、 ρ_s : Sr=1.0 の時の比抵抗 m : 係数

n : 指数

特に有効間隙率の小さいところでは著しく A 値は増加していることがわかる。他の各岩石供試体でも同一の結果が得られた。

図4、は係数 A 値と有効間隙率との関係を岩石の地質学的分類で比較した。有効間隙率が大きいたちころでは、岩種の差はあまりみられないが、有効間隙率の小さいところでは、その差は顕著にみられる。この原因として、有効間隙率が小さくなるにしたがって、岩石の比表面積や鉱物組成の影響の方が大きくなると考えられる。一般的には、火成岩は、深成岩、半深成岩、火山岩に分類され、深成岩である花崗岩は、石英を多量に含み、その石英は比抵抗値が高いことから花崗岩は火成岩の中で最も高い比抵抗値を示す。また、深成岩と火山岩とは生成過程が異なり、深成岩の方が結晶粒子は大きいことも比抵抗値に大きな影響を与えると考えられる。堆積岩は、火成岩に比べて明らかに低い比抵抗値を示した。これは、堆積岩が地層に含まれる粘土鉱物に影響され、比抵抗値が低くなると考えられる²⁾。よって、同じ有効間隙率でも比抵抗値は深成岩が最も高い値を示し、堆積岩が最も低い値を示すことがわかる。

4. 原位置岩盤への適用

原位置岩盤への適用性を検討するために、岩石採取地点の導水路トンネルにおいて、切羽から湧水が認められた飽和状態に近いと思われる測点での簡易比抵抗測定結果と間隙率の関係を調べた。

図5 は流紋岩の室内試験結果と原位置簡易比抵抗測定結果を示したものである。ここで、原位置の間隙率は、岩級区分より推測した。図中の曲線は、室内試験結果の値のみを使って、式(3)から求めたもので、次式のようにになった。

$$\rho_s = 86.6 \Phi^{-0.69} \quad \dots(4)$$

これより、原位置で測定した見かけ比抵抗の値は、式(4)上にプロットされていることから、式(3)の有効性が認められた。

5. まとめ

比抵抗と飽和度の関係は、岩種によらず指数関数的に増加すること、また、岩種によってその指数関数は異なることが認められた。飽和状態下にある有効間隙率と比抵抗の関係は、岩石の地質学的分類によって顕著な差があることも認められた。また、これらの関係は、原位置での岩盤の比抵抗測定結果に適用できることが認められた。

参考文献

- 1) 千葉 昭彦・熊田 雅弘：花崗岩及び凝灰岩資料の比抵抗測定, 物理探査, 47-3, pp.161~172, 1994.
- 2) 関根 一郎・西牧 均・石垣 和明・原 敏昭・斉藤 章：岩石の比抵抗における表面伝導の影響とそれを考慮した比抵抗と弾性波速度との関係について, 土木学会論文集, No.568/III-39, pp.209~219, 1997.

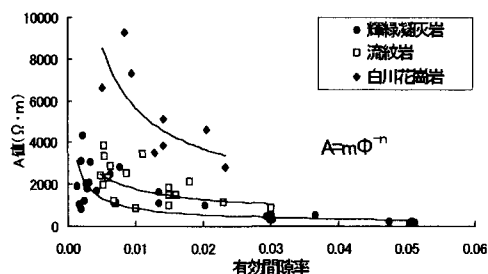


図3 A値と有効間隙率との関係

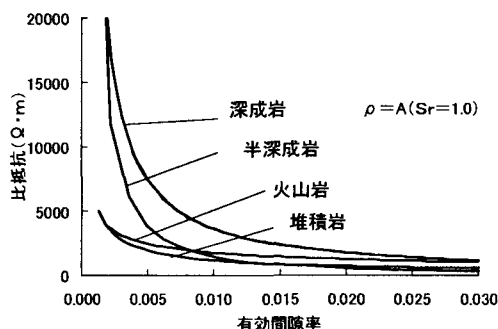


図4 地質学的分類によるA値と有効間隙率との比較

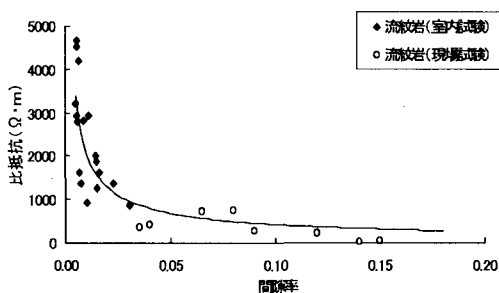


図5 室内試験と現場試験との比較