

Ⅲ-A319

室内試験における岩石供試体の比抵抗特性と原位置岩盤への適用

関西大学工学部 正会員 楠見 晴重, 西田 一彦
 関西大学大学院 学生員 ○畠中 与一
 関西電力総合技術研究所 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

建設現場において、事前の地盤調査は、その工学的性質を把握できることから重要である。近年、岩盤を対象とした調査として物理探査法が従来にも増して多く用いられている。従来から用いられてきた弾性波速度に加え、電気探査法も多く用いられるようになってきた。しかし、弾性波速度に比べ比抵抗値は、岩盤の工学的性質の評価手法としては、不十分な面がある。

本研究では、インタクト及び単一の人工不連続面を有する岩石供試体の比抵抗値と飽和度及び有効間隙率との関係について、主として、実験的検討を行い、比抵抗値を与える一つの関係式を提案した。そして、その原位置岩盤への適用を試みた。

2. 供試体及び実験方法

実験に用いた岩石供試体は、中粒花崗岩、流紋岩で直径 50mm、高さ 100mm の円柱に成形したものである。比抵抗の測定は、岩石実質部分を 96 時間以上真空脱法し、完全飽和の状態にしてから測定を行った。比抵抗の測定には、図-1 に示すような GS 式比抵抗測定装置¹⁾を用いた。電極配置は C_1 , C_2 を電流電極, P_1 , P_2 を電位電極として岩石供試体の左右に銅メッシュシートと 0.1N の硫酸銅溶液を含んだ濾紙を挟んで、比抵抗測定を行った。また、岩石供試体の不連続部分には水を保有させるために水を含んだ濾紙を挟んで測定を行った。挟んだ濾紙の枚数は、2, 5, 10, 20, 30, である。また、不連続面の角度 θ は、コア軸に対して 90° である。

なお、比抵抗値は測定した電位差、電流値に断面積、高さを用いて式(1)によって求めた。

$$\rho = V/I \cdot A/L \quad (1)$$

ただし、 ρ : 比抵抗値、 A : 供試体の断面積

I : 電流、 V : 電圧、 L : 電位電極間の長さ

3. 岩石コアの比抵抗特性

図-2 は、岩石実質部分の有効間隙率が 0.020 の中粒花崗岩の比抵抗値と飽和度の関係を示したものである。この図よりインタクト及び単一の人工不連続面を有する岩石実質部分の飽和度が減少するにつれて、比抵抗値は増加する傾向がみられ、また、不連続面内に挟んでいる濾紙の枚数が増え、比抵抗値は大きくなる傾向がみられた。これら比抵抗値と飽和度の関係は、次式に示す指数関数に近似した。

$$\rho = A \cdot Sr^{-B} \quad (2)$$

ただし、 Sr : 飽和度 A : 係数 B : 指数

図-3 は、飽和度 $Sr=1.0$ 時の比抵抗値である A 値と有効間隙率の関係を示したものである。ここで、不連続面を有する岩石供試体の有効間隙率 ϕ は、次式で求めた。

キーワード : 比抵抗, 岩石供試体, 飽和度, 間隙率, 不連続面

〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35 TEL, FAX 06-6368-0837

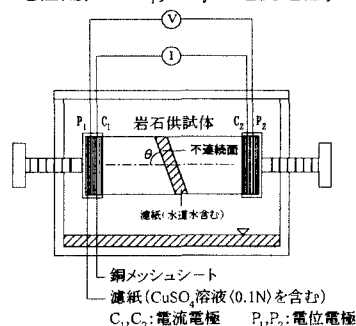


図-1 比抵抗測定図 (GS 式)

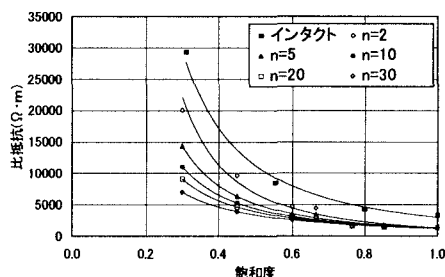


図-2 比抵抗値と飽和度の関係 (中粒花崗岩)

$$\phi = (W_2 - W_1 + W_4) / (W_2 - W_3 + W_4) \quad (2)$$

ただし、 W_1 ：岩石実質部分の乾燥重量

W_2 ：岩石実質部分の湿潤重量

W_3 ：岩石実質部分の水中重量

W_4 ：不連続面内の水の重量

また、インタクト供試体の A 値もプロットした。この図から、有効間隙率が小さくなるにしがって A 値は大きくなる傾向がみられ、特に、有効間隙率の小さいところでは著しく A 値が増加していることがわかる。また、不連続面を有する供試体とインタクト供試体の A 値と、式 (2) で示した有効間隙率との関係は、次式のような 1 つの関数として表すことが認められた。

$$A = \rho_s = m \cdot \phi^{-n} \quad (3)$$

ただし、 ρ_s ： $Sr=1.0$ 時の比抵抗値 m ：係数 n ：指数

4. 原位置岩盤への適用

室内試験における岩石供試体の比抵抗特性を、原位置岩盤への適用を検討するために、岩石採取地点のトンネルにおいて、切羽から湧水が認められ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岩盤良好度を調べた。トンネル掘削現場の比抵抗は、掘削切羽で簡易比抵抗測定器を用いて測定した。また、従来から多用されている電中研式岩級区分に加えて、 Q 値による評価法を改良した地

表-1 湧水の評価点

湧水・にじみ出る程度	2
湧水程度	3
少量連続して流れ落ちる状態	4
特定の割れ目から集中的に湧水がある状態	5

表-2 各評価手法による地山の区分対比

岩級区分	岩盤良好度	間隙率
D	0~20	0.14以上
C _L	20~40	0.07~0.14
C _M	40~60	0.035~0.07
C _H	60~80	0.35以上
B以上	80~100	

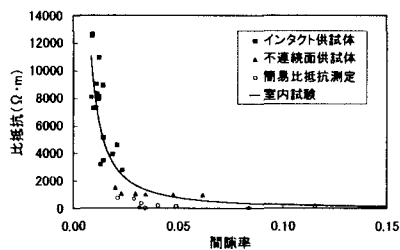


図-4 比抵抗値と間隙率の関係（中粒花崗岩）

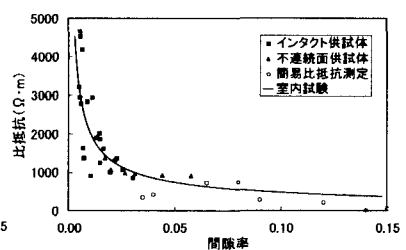


図-5 比抵抗値と間隙率の関係（流紋岩）

山評価手法を用いて岩盤良好度を判定した。湧水評価は表-1 に示す。表-2 は、各評価手法による地山区分を対比した花崗岩の例²⁾で、現場で判定した岩級区分と岩盤良好度から間隙率を推定するために用いた。

図-4、5 は中粒花崗岩、流紋岩のインタクト供試体、及び不連続面供試体の室内試験結果と簡易比抵抗測定結果を併記したものである。これらの図から室内試験の結果に多少のばらつきがあるものの、簡易比抵抗測定結果はインタクト供試体と不連続面供試体の室内試験結果の近似曲線に整合していることがわかる。このことから、室内試験結果を原位置岩盤へ適用することが可能であることを示した。

5. まとめ

比抵抗と飽和度の関係は、指数関数的に増加することがわかった。また、インタクト供試体と単一不連続面を含む供試体の有効間隙率一つの指数関数で表すことがわかり、さらに、これらの室内試験における有効間隙率と比抵抗の関係は、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 他：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) 土質工学会編：土質工学ライブラリー-16，花崗岩による事例．
- 3) 楠見晴重 他：単一不連続面を有する岩石供試体の比抵抗特性，平成 11 年度関西支部年次学術講演会