

岩石供試体の比抵抗測定法に関する基礎的研究

関西大学工学部 正会員 楠見 晴重

関西大学大学院 学生員 ○黒崎 信夫

関西大学工学部 正会員 谷口敬一郎

1. まえがき

近年、新たな開発空間として地下空間が注目され、エネルギー貯蔵施設や放射性廃棄物処分場などの地下立地が検討されている。これらの施設を建設する場合、岩盤内の地下水挙動を長期にわたって正確に把握する必要がある。本研究は、岩盤内の地下水挙動を電気比抵抗探査法によって把握するための基礎資料を得ることを目的として、岩石供試体の比抵抗計測法の確立ならびに岩石の諸物性と比抵抗との関係について検討を行ったものである。

2. 供試体

本実験においては、高さ100mm 直径50mmの円柱形のモルタル、砂岩、および凝灰岩の供試体を使用した。

モルタルは、セメント、水、骨材の配合比をそれぞれ8通り、さらに骨材には微粒、細粒、中粒、粗粒の4種類を使用し、配合比と骨材の組み合わせを変えて53本作成した。有効空隙率は、16.72%から35.17%である。砂岩は、古生層丹波層群から採取したもので、有効空隙率は、0.93%から2.13%である。凝灰岩は、福島県萩野で採取されたもので、有効空隙率は、19.13%から19.31%である。

3. 実験条件の検討

供試体の比抵抗測定は、4極法により交替直流を用いて行った。一般に、供試体の比抵抗を計測する場合、電極の接地抵抗を無視することは困難となり、正確な比抵抗を計測することができなくなる恐れがあるので、電極の接地抵抗を軽減する方策について検討した。接地抵抗を減少させるためには、電極の接地面積を増大させることが有効である。このため、導電性が高く供試体端面と電極の間の密着性を良くする物質を供試体と電極の間に挿入することを試みた。その手段として、銀蒸着、導電性ポリマーの塗布ならびに導電性ゴムシートの装着を適用し、検討を行った。図-1は、それぞれの電極条件の違いによる比抵抗の差をモルタル供試体を用いて比較したものである。図から、端面整形後に銀を蒸着し、さらに導電性ポリマーを塗布することによってかなり比抵抗が減少し、接地抵抗の影響を除去できるものと考えられる。以上の結果より、銀蒸着ならびに導電性ポリマーの塗布は効果が大きいと判断し、今後の実験においては、端面整形後の銀蒸着および導電性ポリマーの塗布の実施後に、比抵抗を計測していくこととする。

4. 岩石の諸物性と比抵抗の関係

図-2は、モルタル供試体における、供試体の温度と比抵抗の関係を示している。これより温度の上昇に伴って比抵抗が減少していることが分かる。この温度-比抵抗関係は、電解質水溶液における温度-比抵抗

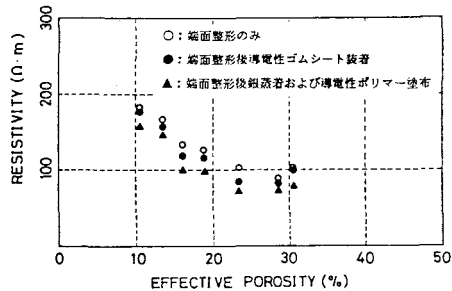


図-1 電極条件による比抵抗の差異 (モルタル供試体)

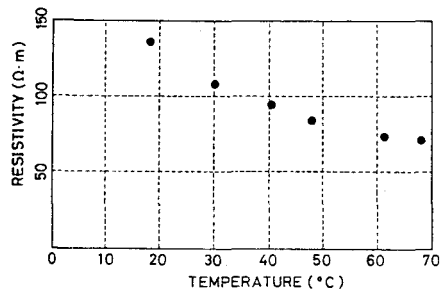


図-2 供試体の温度とその比抵抗の関係 (モルタル供試体)

関係に良く似た性質を呈しており¹⁾、温度の上昇に伴って比抵抗が減少している。このことは、供試体内の電気伝導が、主に、イオンによっているということを示しているものと考えられる。すなわち、供試体の比抵抗は、含有水分の比抵抗に大きく依存しているものといえる。図- 3は、モルタル供試体とそれに含まれる水分のみの比抵抗の関係を示した一例であり、明らかに供試体の比抵抗と含有水の比抵抗の関係は直線的であることがわかる。これらのことを総合して考えると、供試体の比抵抗は、その含有水の比抵抗の影響を大きく受けていると考えることができる。図- 4は、モルタル供試体における飽和度と比抵抗の関係について示した一例である。ここで、飽和供試体は、20日間水中に放置し、さらに真空脱泡したものを使用した。不飽和供試体は飽和供試体を空气中に放置し、適当な間隔で計測を行ったものである。図から明らかとなる通り、飽和度の増加に伴って比抵抗が減少していることが分かる。これより、供試体内の含有水分量によっても、供試体の比抵抗は左右され、それらの関係は指数関数的であることがわかる。なお、図中の曲線は、実験値を指数関数を用いて近似した場合の近似曲線を示しており、次式によって表される。

$$\rho = A \cdot S r^{-B} \dots \dots \dots (1)$$

ρ : 比抵抗 ($\Omega \cdot m$)

$S r$: 飽和度 (%)

A, B : 定数

図- 5は、供試体の比抵抗と有効空隙率の関係について示したものであり、モルタル、砂岩、凝灰岩の全てについてデータをプロットしている。これより供試体の比抵抗は空隙の増加とともに減少していることがわかる。なお、図中の曲線は実験値を指数関数によって近似した場合の近似曲線であり、次式で表すことができる。

$$\rho = C \cdot n^{-D} \dots \dots \dots (2)$$

ρ : 比抵抗 ($\Omega \cdot m$)

n : 有効空隙率 (%)

C, D : 定数

図- 6は、指数Bと有効空隙率の関係を示したものであり、両要素は高い直線関係を呈している。

以上、供試体の比抵抗計測法ならびにその比抵抗特性について述べてきた。今後、実験式の定数について検討を加えることにより、供試体の比抵抗と含有水分量の定量的な関係を求めていく予定である。

< 参考文献 > 1) 田島 栄, 電気化学通論, 共立出版, 1968

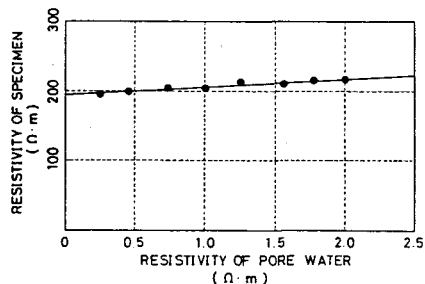


図- 3モルタル供試体とそれに含まれる水分のみの比抵抗の関係

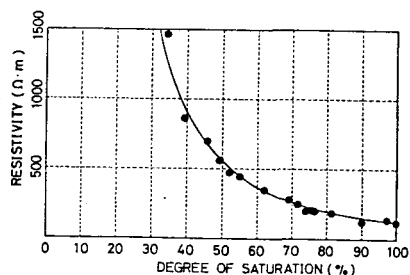


図- 4飽和度と比抵抗の関係 (モルタル供試体)

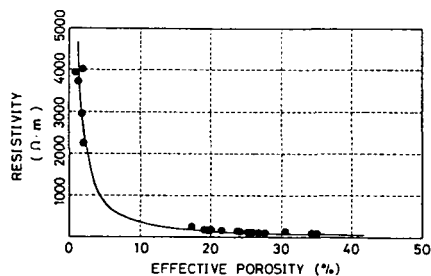


図- 5有効空隙率と比抵抗の関係

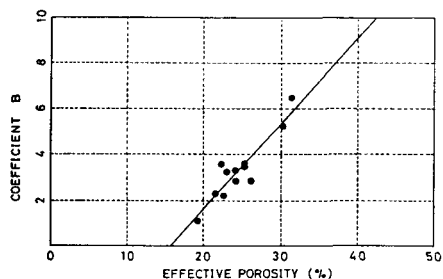


図- 6有効空隙率と指数Bの関係