

III-16

岩石の比抵抗値に関する基礎的調査

建設省土木研究所 ○ 正会員 松原 哲也

正会員 猪熊 明

正会員 石村 利明

1. はじめに

トンネルは、地下深部に建設される線状の構造物で、建設にあたっては掘削予定地盤の事前調査が必要とされている。事前調査の手法としては主に弾性波探査法、ボーリング調査などが行われ、その結果に基づき掘削地山の岩盤分類、支保構造の設計が行われている。また、最近では比抵抗値を用いた電気探査法によるトンネルの事前調査の事例が増えており、地下水位、破砕帯などの推測がある程度できるようになっている。本報告は、この電気探査法の事前調査への適用性を把握するための基礎的調査として、岩石のサンプルコアを用いた比抵抗値と岩石の物理的・力学的特性の関係を把握することを目的に行った実験の結果を報告するものである。

表-1 供試体一覧

2. 実験方法

実験は、表-1に示す14岩種26個の供試体(直径 $\phi=30\text{mm}$ 、高さ $h=60\text{mm}$)を用いて、以下に示す実験を行った。比抵抗値および超音波伝播速度の測定は水分飽和度を4種類(100%, 70%, 50%, 30%)に変化させておこなった。また、凝灰岩、復雲母花崗岩、緑泥片岩については地層水の比抵抗の影響を調べるため3種類(400 Ωm , 100 Ωm , 25 Ωm)の浸透水について、異方性のあると思われる緑泥片岩、頁岩、流紋岩については供試体の目の方向が軸方向に対して平行なものと直交なものの2種類について実験を行った。

2.1 比抵抗値の測定

比抵抗値の測定は、図-1に示すように供試体をサンプルホルダーにはさみこみ、外側の2本の電流電極間で電流を流し、内側の電位電極で供試体の両側の電位差を測定する方法で行った。今回の実験では、比抵抗値および超音波伝播速度の測定は供試体の水分飽和度が4段階について測定を行うが、実験時の水分飽和度は強制乾燥させた後の乾燥重量を計測を行わないと求まらないので、所定の水分飽和度前後の状態では数回の測定を行い、最終的に所定の水分飽和度の比抵抗値および超音波伝播速度を求める方法とした。

2.2 超音波伝播速度の測定

超音波伝播速度の測定は、図-2に示すように超音波パルス法によってP波およびS波の伝播速度の測定を行った。測定方法はP波あるいはS波の発振子と受信子の間に供試体をはさみ、パルス波の到達時間をデジタルオシロスコー

試料 No.	岩石名	年代	浸透水 比抵抗 (Ωm)
1	凝灰岩	新第三紀 中新世	100
2	凝灰岩	新第三紀 中新世	400
3	凝灰岩	新第三紀 中新世	25
4	復雲母花崗岩	中生代 白亜紀	100
5	復雲母花崗岩	中生代 白亜紀	400
6	復雲母花崗岩	中生代 白亜紀	25
7-A	緑泥片岩(目に平行)	中生代 白亜紀	100
7-B	緑泥片岩(目に直交)	中生代 白亜紀	100
8-A	緑泥片岩(目に平行)	中生代 白亜紀	400
8-B	緑泥片岩(目に直交)	中生代 白亜紀	400
9-A	緑泥片岩(目に平行)	中生代 白亜紀	25
9-B	緑泥片岩(目に直交)	中生代 白亜紀	25
10	砂岩	古第三紀末~新第三紀	100
11	チャート	古生代 二疊紀	100
12	石灰岩	古生代 二疊紀	100
13-A	頁岩(目に平行)	古生代 二疊紀	100
13-B	頁岩(目に直交)	古生代 二疊紀	100
14	石英安山岩	新第三紀 中新世	100
15-A	流紋岩(目に平行)	新第三紀 中新世	100
15-B	流紋岩(目に直交)	新第三紀 中新世	100
16	カンラン石玄武岩	新第三紀 中新世	100
17-A	角閃石片麻岩(目に平行)	古生代	100
17-B	角閃石片麻岩(目に直交)	古生代	100
18	標準砂	-	100
19	マサ土	-	100
20	土丹	第四紀	100

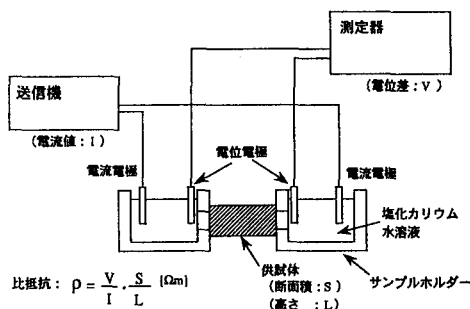


図-1 比抵抗値測定装置

プにより読み取り、超音波伝播速度を測定する方法とした。
また、測定は供試体を上下逆にしてそれぞれ2回行った。

2. 3 その他の測定

岩石の物理的・力学的試験として、見掛け比重試験、吸水率および有効間隙率試験および一軸圧縮試験を行った。

3. 実験結果

3. 1 比抵抗値の測定

比抵抗値と水分飽和度の関係は、標準砂とマサ土の2例を除いて水分飽和度が下がると比抵抗値は指数関数的に増加する傾向がみられた。浸透水の比抵抗値の違いによる供試体の比抵抗値の変化を調べるため凝灰岩、複雲母花崗岩、緑泥片岩の3種類の供試体は3種類の浸透比抵抗水を用いて比抵抗値の測定を行ったがあまり大きな差はみられなかった。

3. 2 超音波伝播速度の測定

超音波伝播速度の測定結果は、水分飽和度が変化しても比抵抗値ほどの大きな変化は示さなかったが、P波の伝播速度に関して緑泥片岩の目に平行な供試体では、最大値で4.3km/s、最小値で3.1km/sと大きな変化がみられた。また、ほぼ共通した傾向として水分飽和度が100%から50%にかけてP波の伝播速度は減少し、それ以降伝播速度が上昇する傾向がみられた。S波に関してはいずれの供試体においてもほとんど伝播速度の変化はみられなかった。

3. 3 比抵抗値と岩石の物理的・力学的特性の相関関係

岩石の比抵抗値と物理的・力学的特性の相関関係を調べた結果、比抵抗値と超音波伝播速度（P波、S波）一軸圧縮強度、有効間隙率の相関関係は比較的良いものとなった（図-3）。また、比抵抗値と一軸圧縮強度の相関（相関係数0.7程度）は、超音波伝播速度と一軸圧縮強度の相関（相関係数0.8～0.9）と比較してやや劣る程度と考えられ、比抵抗値による電気探査法は弾性波探査法と同等なレベルでの岩盤分類を行うことが可能であると考えられる。

4. 今後の課題

今回の実験では、比抵抗値による電気探査法の事前調査への適用性について弾性波探査法と比較的同等な結果が得られることが分かった。しかし今回の実験では、供試体は割れ目の少ない良質なものであったこと、浸透水の比抵抗値の範囲が小さかったことなどの問題があり、今後より多くの条件で実験を行う必要があると考えられます。

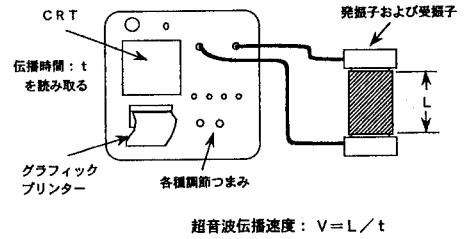
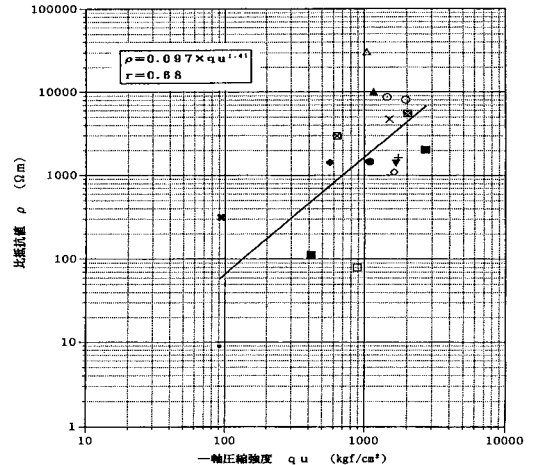
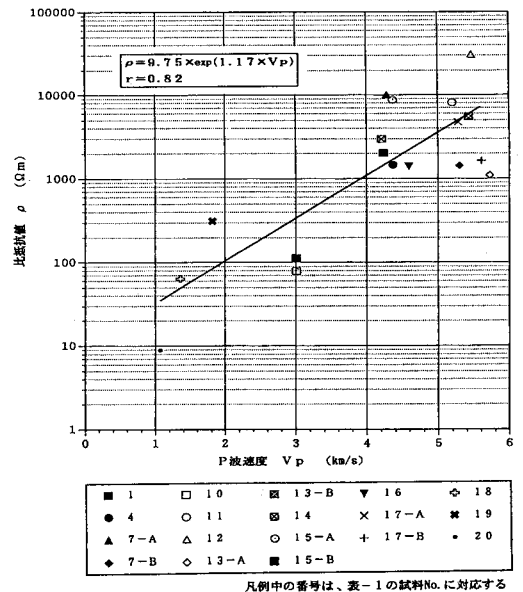


図-2 超音波伝播速度測定装置



(a) 比抵抗値と一軸圧縮強度の関係



(b) 比抵抗値と超音波伝播速度（P波）の関係

図-3 実験結果

（浸透水比抵抗値100 Ωm 、水分飽和度100%）