

弾性波および比抵抗同時測定を用いた岩石の工学的評価法と原位置への適用性

関西大学大学院
近畿地方整備局

学生員○阪本 一生
正会員 奥田 善之

関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
(株) ニュージェック 正会員 中村 真

1.はじめに

現在、地下の利用がますます活発になり、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よく用いられるようになってきた。しかし、これらの物理探査から得られる弾性波速度や比抵抗値などでの探査結果からは、単独の評価にとどまっていることが多く、地盤の物性値の評価に結びついていないのが現状である。そのため本研究では、比抵抗および弾性波速度同時測定装置を用い、物性値を定量的に評価するための実験式を導くことを試みた。また、実岩盤への適用性について検討を行った。

2.実験装置および供試体

図.1は、本研究で開発した弾性波および比抵抗同時測定器を示す。これは、従来の比抵抗測定器に使用していたGS式サンプルホルダー¹⁾に、側面からAEセンサ(AE-900S-WB：NF回路ブロック製)を設置することにより、弾性波速度および比抵抗の同時測定を可能にしたものである。なお、ここでは、主に花崗岩について示す。

3.提案式

図.2は、飽和度をパラメーターとし、弾性波速度と有効間隙率の関係を示したものである。同図より、有効間隙率の増加に伴い、P波速度が指数関数的に減少していく傾向がみられる。したがって、それらの関係は、以下の式で示すことができる。

$$V_p = m\phi^{-n} \quad (1)$$

ここで、 V_p ：P波速度、 ϕ ：有効間隙率、 m ：係数(Sr

によって異なる)、 n ：指数

また、飽和度が減少するに従い、この関数は、減少する傾向を示すことから、式(1)において、係数 m 、指数 n は飽和度に起因するものと考えられ、それぞれに対し、飽和度との関係を検討した。

図.3は、係数 m および指数 n と飽和度の関係を示している。同図より、指数 n は飽和度に起因せず、ほぼ0.98と一定の値をとる。したがって、指数 n は岩石固有の値であることが認められる。また、係数 m との関係は、飽和度が増加するにしたがって、一次関数的に増加する傾向がみられ、以下のように表すことができた。

$$m = \alpha Sr + \beta \quad (2)$$

ここで、 α 、 β ：岩石固有の係数

よって、式(1)、(2)の関係より、次のように示される。

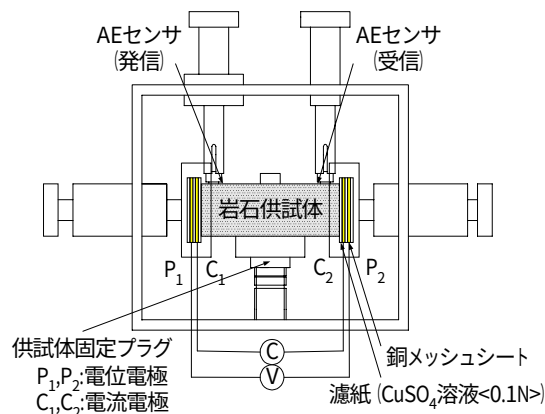


図.1 弾性波および比抵抗同時測定器

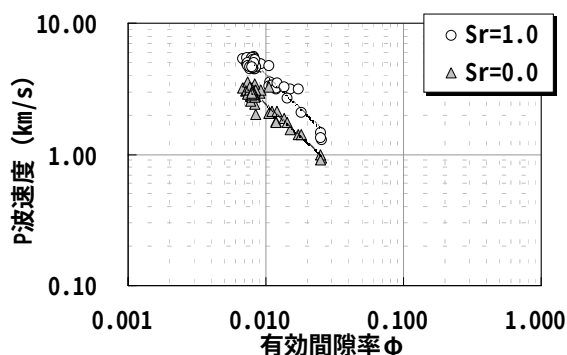


図.2 弾性波と有効間隙率の関係

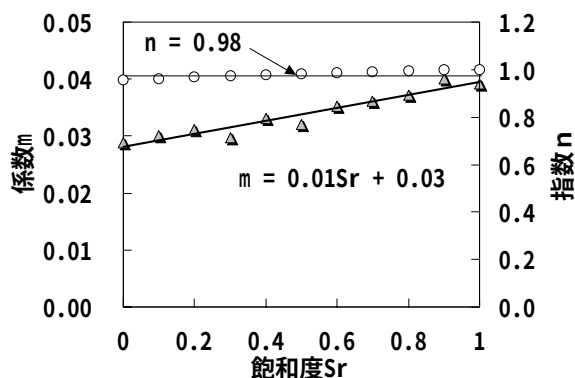


図.3 係数 m および指数 n と飽和度の関係

キーワード：比抵抗 弾性波速度 岩盤評価 室内試験

連絡先：〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35 Tel 06-6368-0837

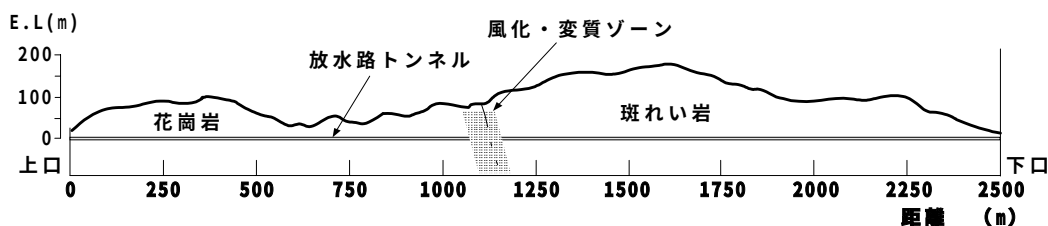


図.4 放水路トンネル地質縦断面図

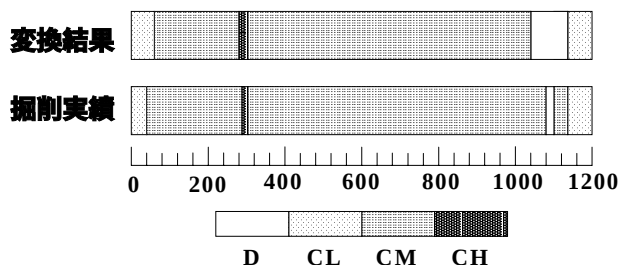


図.5 変換結果と掘削実績の比較

表.1 地山の区分対比⁴⁾

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	0.040~0.07
C _H	60~80	0.040以下
B以上	80~100	

$$V_p = (\alpha S_r + \beta) \phi^{-n} \quad (3)$$

次に、比抵抗値と飽和度に有効間隙率を乗じた体積含水率の関係において、以下の式で示す。

$$\rho = c \cdot (S_r \cdot \phi)^{-d} \quad (4)$$

ここで、 c 、 d ：岩種による固有の係数

この関係は、従来指摘されているものであり²⁾、比抵抗値より体積含水率が一義的に決定されるものである。

したがって、式(3)、(4)より、弾性波速度および比抵抗値は、それぞれ飽和度と有効間隙率の関係で示すことができた。これより、2式において有効間隙率と飽和度をパラメーターに考えることで、2変数の連立方程式となり、各岩石要素ごとに解析的に求めることができる。そのため、原位置から比抵抗値とP波速度とが測定されると、これらを既知として間隙率および飽和度を求めることができるものである。

4. 原位置への適用

本研究で得られた実験式の適用性について検討を行うため、原位置との比較を行った。対象岩盤は、京都府北部に位置されている放水路トンネルの周辺岩盤である。図.4は、放水路トンネル地質縦断面図を示す。同図より、周辺岩盤は主に花崗岩、斑れい岩からなっている。ここで、原位置との比較を行うため対象とした範囲は、本研究で測定を行った花崗岩が分布している上口から1200mまでとする。また、原位置での岩級区分においては、電力中央研究所式岩盤区分³⁾を用いた。

表.1は、本研究での変換に用いた地山の区分対比⁴⁾を示している。変換による岩級区分は、実験式から求めた間隙率を表.1に示す地山の区分に対応されることによって求めた。

図.5は、変換結果と掘削実績の比較を示している。同図から見られるように、岩盤の工学的状況は変換結果と掘削実績とは概ね一致する結果となり、本研究で得られた提案式の有用性が認められた。

5. まとめ

本研究では、弾性波・比抵抗同時測定装置を用い、物性値を定量的に評価するための実験式を導くことを試みた。その結果、物性値を評価する実験式を導くことができ、得られた実験式を実岩盤に適用することにより、その有用性が認められた。

参考文献

- 1) 千葉昭彦・他：花崗岩及び凝灰岩試料の比抵抗測定 ―間隙水の比抵抗が岩石比抵抗に及ぼす影響について―、物理探査, Vol.47, No.3, pp.161-172, 1994.
- 2) 関根一郎・他：岩石の比抵抗値とその力学的性質との関係, 土木学会論文集, No.541/III-35, pp.75-86, 1966.
- 3) 吉中龍之進・他：岩盤分類とその適用, 土木工学社, pp.56-63, 1989.
- 4) 本州四国連絡橋公団：尾道～今治地区海峡部地質調査(その15), 1977.