

Ⅲ-A416 岩石の比抵抗～有効間隙率関係の原位置岩盤への適用性について

ニュージェック 正会員○大友 譲, 打田靖夫, 中村 真
関西電力 正会員 西方卯佐男, 岸本修治

1. まえがき

トンネル等の地下構造物建設のための地質調査では、弾性波探査や電気探査が実施される例が多いが、得られた弾性波速度や比抵抗値を直接設計に結び付けられることは少ない。筆者らは、弾性波速度と比抵抗の測定結果を間隙率と飽和度に変換する手法を提案し、トンネル掘削地点で検証を行ってきた¹⁾。本手法では、岩盤の比抵抗と間隙率、飽和度の関係が地質構造を決定するうえで重要となるが、これに関する既往の研究成果は地下構造物の設計・施工を対象とした地質構造解析に適用する場合には十分とはいえない。

そこで本検討では、別途実施した岩石コアの室内試験結果から求めた実験式と、岩石採取地点の導水路トンネル切羽で実施した簡易比抵抗測定結果を比較し、岩石コアの比抵抗～有効間隙率関係の原位置岩盤への適用性について検討した。

2. 岩石採取地点の地質概要

岩石採取および簡易比抵抗測定を実施した地点の地質は、白亜紀後期に形成された流紋岩で、細粒の熔結凝灰岩を主体としている。導水路トンネル位置付近は、数多くの断層が交差し、岩盤はかなり深い領域まで風化が進み、茶褐色から暗褐色で細片状を呈する箇所が多く、電中研式岩級区分ではC_L級に分類される。

3. 室内試験による実験式の算定

比抵抗値と岩石の間隙率や飽和度を関係づけた式として、次に示す Archie の式²⁾が知られている。

$$\rho = a \cdot \rho_w \cdot \phi^{-m} \cdot S_r^{-n} \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 ρ : 岩盤の比抵抗

ρ_w : 間隙水の比抵抗

ϕ : 有効間隙率

S_r : 飽和度

a, m, n : 地層の違いによる係数

一方、筆者らが別途実施した岩石コアによる室内試験では、モデル地点から採取したボーリングコアを直径 50mm、高さ 100mm の円柱供試体に整形し、不飽和状態下での比抵抗測定を行い、飽和度の変化による比抵抗の変化傾向から、次の実験式を提案した³⁾。

$$\rho = A \cdot S_r^{-B} \dots \dots \dots (2)$$

ここに、 A, B : 有効間隙率の違いによる係数

上式では、 $S_r = 1.0$ のとき、指数 B にかかわらず $\rho = A$ となる。飽和度の変化による比抵抗の変化は概ね相関よく提案式で近似でき、さらに各供試体から得られた実験式の係数 A と有効間隙率との間にも、図-1 に示すような良好な指数関係を得た³⁾。そこで本検討ではまず、室内試験で求めた係数 A の原位置岩盤への適用性について検討を試みることにした。

4. 現場測定した比抵抗値との比較

原位置岩盤への適用性の検討では、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級区分の関係を、式(2)において飽和状態である

キーワード : 比抵抗、飽和度、間隙率、岩級区分

連絡先 : 〒542-0082 大阪市中央区島之内 1-20-19 ニュージェック技術開発部 Tel/Fax 06-245-4901/06-251-2565

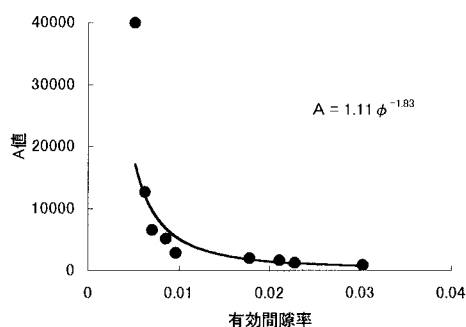


図-1 係数Aと有効間隙率の関係

$S_r = 1.0$ の時の比抵抗～有効間隙率関係とを比較した。

トンネル掘削現場では、掘削切羽で簡易比抵抗測定器を用いて7測点の比抵抗を測定した。表-1に測定結果を示す。同時に、従来から多用されている電中研式岩級分類に加えて、Q値による評価法を改良した地山評価手法を用いて「岩盤良好度」を判定している。この中で湧水の評価点は、滴水・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と評価している。

図-2は、湧水を確認した切羽で比抵抗の最大・最小値を岩盤の良好度に対して示したものである。比抵抗値はかなりばらついているが、これは切羽全面において均等に湧水が生じていないため、不飽和状態の測点も計測しているためだと考えられる。しかし、比抵抗の最低値を示す測点が、各切羽で湧水の影響を一番大きく受けており飽和に近い状態であると仮定して、表-2に仮定した地山の区分にそって室内試験で求めた近似曲線と簡易比抵抗測定結果との比較を行った。

図-3より、破線で囲んだ3点を除き両者の相関は良いことがわかる。この3点は、湧水評価においては2と判定されたが、切羽での湧水量がほぼ0で、最低値を測定した測点でも飽和状態まで至っていないため、若干比抵抗値が高くなったものと考えられる。このことから、岩石コアから求めた比抵抗～有効間隙率関係と原位置岩盤の比抵抗～間隙率関係とは、ほぼ等しいといえる。

5. まとめ

本検討では、室内試験から求めた岩石の比抵抗～有効間隙率関係を用いて、簡易比抵抗測定結果から飽和条件下での原位置岩盤の岩盤評価を試みたところ、良好な結果を得た。

不飽和条件下での適用性については、原位置岩盤における飽和度の評価が困難であるため、今回は検討できなかったが、飽和度に対する指数Bの検証も今後行っていく予定である。

さらに、原位置岩盤で評価する間隙には、破碎帯や亀裂などを含み、岩石コアレベルでの間隙とは、性状が異なるものと思われる。そのため、スケールファクター等の考慮も必要となるかもしれない。また、今回は1岩種のみでの検討結果を報告したが、異なる岩種の地点においても今後検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 西方卯佐男・打田靖夫・大友謙：複数の物理探査結果を用いた地質構造の定量評価法の試み，電力土木，1998。
- 2) Archie, G. E. : The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics, Trans. A. I. M. E., 146, pp. 55~67, 1964.
- 3) 楠見清重・西田一彦・畠中与一・西方卯佐男・中村真：種々な岩石の比抵抗値と及ぼす飽和度の影響，土木学会第53回年次学術講演概要集，III，1998。

表-1 岩盤評価と簡易比抵抗測定結果

TD (m)	岩級 区分	岩盤の 良好度	湧水 評価	ρ_{min} ($\Omega \cdot m$)
44.4	C _L	35	2	577
46.2	C _L	43	2	731
48.9	C _L	37	2	748
232.4	C _L	58	4	429
253.5	C _L	60	4	356
325.0	C _L	25	3	225
347.0	D	18	2	58
372.5	C _L	20	2	20

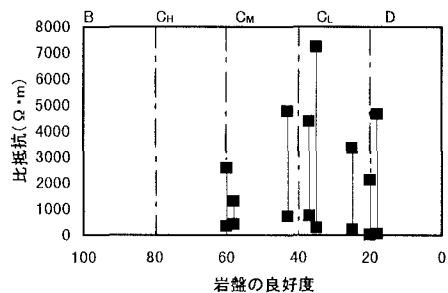


図-2 岩盤良好度と比抵抗の関係

表-2 各評価手法による地山の区分

岩級区分	岩盤の良好度	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	0.035 以下
B 以上	80~100	

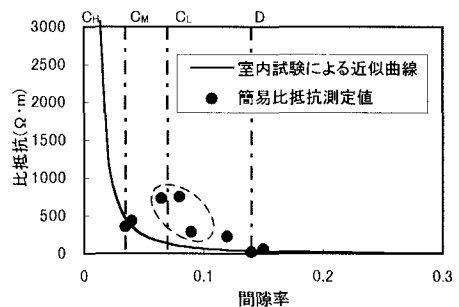


図-3 測定結果との比較