

トンネル地質調査における地山の比抵抗分布と岩石の物理強度特性

(独) 土木研究所寒地土木研究所* 正会員 〇岡崎 健治
〃 正会員 伊東 佳彦

1. はじめに

比抵抗電気探査は弾性波探査とともに地山深部を評価する手法として実施される場合がある。しかし、比抵抗値と土木建設で求められる力学特性との関係が検証されていないため、同探査法の適用性が明らかではない。筆者らは、北海道のトンネル建設現場において高密度電気探査を実施するとともに、先進ボーリングコアの比抵抗値及び力学特性等との関係について検討したので報告する。

2. 調査概要

調査対象は北海道紋別郡白滝村に建設中の国道トンネル（全長 1,299m・最大土被り厚 170m）である。調査内容を表－1 に示す。トンネル施工位置での地質¹⁾ は主に火山礫凝灰岩からなる鮮新世の湧別川熔結凝灰岩とその上位の石英安山岩質の第 1 熔結凝灰岩である。

本研究では、トンネル建設時に行われた先進ボーリング調査（トンネル全線で実施）の結果をもとにトンネル施工位置での岩相を区分し、高密度電気探査の比抵抗分布と対比した。あわせて、切羽での垂直電気探査ならびに先進コアの力学試験、物理試験及び比抵抗測定を行い、地山の比抵抗分布との関連性について検討した。

3. 調査結果

図－1 に推定地質断面図、岩相区分、解析比抵抗断面図及び地山とコアの比抵抗値の関係を示す。また、表－2 に岩相別の物理強度特性を示す。

3.1 地山の地質と物理・力学特性

先進コアの観察結果等により、トンネル施工位置

表－1 調査内容

調査内容	数量	備考
高密度電気探査	1,100m	2極法
垂直電気探査	2地点	4極法(ダイポール・ダイポール配置)・切羽で実施
コア比抵抗計測	46試料	強制湿潤状態
物理試験	46試料	比重・吸水率・有効間隙率
力学試験	46試料	超音波伝播速度・一軸圧縮強度

における岩相を 5 つに区分した。その特徴を以下に示す（トンネル起点側からの出現順）。

- 【Tf2 層】 灰白色の凝灰岩で軽石片を多く含む。
- 【Tf1 層】 淡緑～灰白色の火山礫凝灰岩で礫は少量。
- 【Alt 層】 W1 層の基底部。堆積岩類と凝灰岩の互層。
- 【Vtf2 層】 暗灰色で強熔結。Vtf1 層よりガラス質。
- 【Vtf1 層】 暗灰色で強熔結。

岩相別の物理強度特性は、トンネルの中央付近の Alt 層を境界として、起点側の湧別川熔結凝灰岩層（Tf2 層及び Tf1 層）より終点側の第 1 熔結凝灰岩層（Vtf2 層及び Vtf1 層）で吸水率と有効間隙率は小さく、超音波伝播速度と一軸圧縮強度が大きい。また、Alt 層はその中間の値を示し、岩相別に相対的な差が認められる。

3.2 比抵抗値と地質との関係

地山の比抵抗値と地質状況とを比較すると、次のような関係が認められる。

- 1) 切羽での垂直電気探査の結果、地山の比抵抗値と相対的に一致する傾向が認められた。
- 2) 地山の比抵抗値はコアのそれより高い傾向にあるが、両者は概ね良く対応する。前者が高い傾向にあるのは、コアでは強制湿潤(100%)で計測しており含水により比抵抗値が下がるのに加え、亀裂分布（亀裂が分布することにより電流が阻害され、比抵抗値が増加する）による地山比抵抗値の増加などを反映していると考えられる。また、測点 74300～74500 付近は両者の対応が悪いが、Tf1 層

表－2 岩相別の物理強度特性（平均値）

地質	電気探査	先進ボーリングコア						
		岩相	比抵抗地山 (Ωm)	コア比抵抗 (Ωm)	吸水率 (%)	有効間隙率 (%)	Vp (km/s)	qu (N/mm2)
湧別川 熔結凝灰岩層		Tf2層	33	25	20.3	31.2	2.4	15.5
		Tf1層	360	21	18.7	30.0	2.6	17.8
第 1 熔結凝灰岩層		Alt層	63	34	12.2	23.4	3.2	30.4
		Vtf2層	860	480	3.1	6.7	4.5	91.1
		Vtf1層	500	160	4.9	9.8	4.2	74.9

キーワード： 比抵抗値， トンネル地質調査， 高密度電気探査

連 絡 先：* 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1 番 34 号 TEL(011)841-1775 FAX(011)842-9173

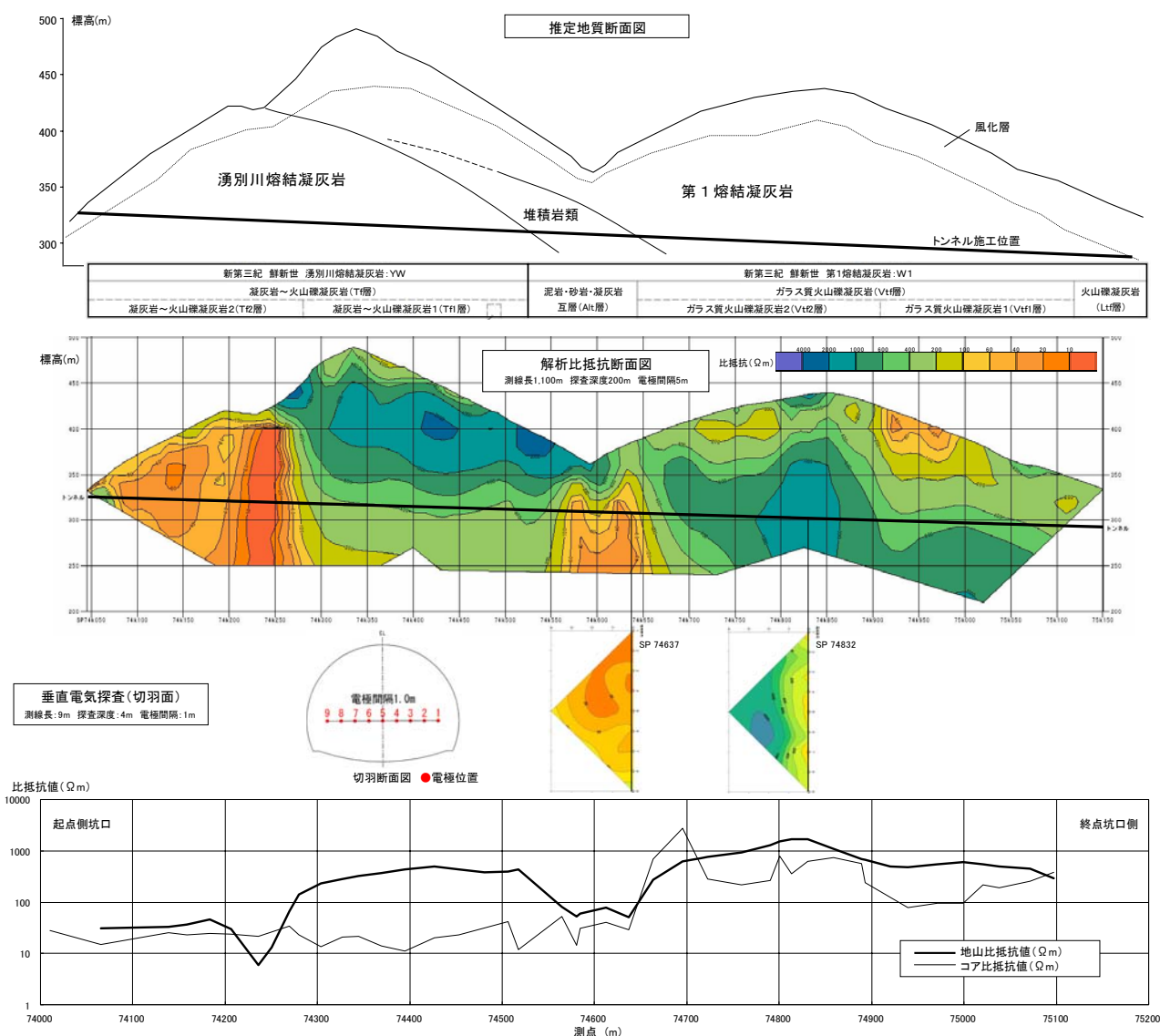


図-1 トンネル地山の推定地質断面図・解析比抵抗断面図・比抵抗値の関係

の物理特性やコアの比抵抗値は、前後の Tf2 層や Al_t 層と大差ないことから、Tf1 層の上部に存在する高比抵抗体 (V_tf1 及び V_tf2 層) の影響を受け、解析精度が低下したことが想定される。

- 3) コア比抵抗値と地質とを比較すると、湧別川熔結凝灰岩層 (Tf1 及び Tf2 層)、及び砂岩・泥岩・凝灰岩互層 (Al_t 層) の比抵抗値は、概ね 10~100 Ωm と低い。これに対し第 1 熔結凝灰岩に属するガラス質火山礫凝灰岩層 (V_tf1 及び V_tf2 層) の比抵抗値は、概ね 100~1000 Ωm と高い。すなわち両者は、少なくとも新鮮部では電気探査により比抵抗値を計測すれば判別が可能と考えられる。

4. まとめ

熔結凝灰岩のトンネル地山を対象に高密度電気探査を実施し、先進コアの物理強度特性及び比抵抗値

と比較した結果、以下の知見を得た。

- 1) 高密度電気探査による地山比抵抗値と切羽での垂直電気探査による比抵抗値及びコアの比抵抗値は概ね良好な対応関係があることを確認した。
 - 2) 湧別川熔結凝灰岩層及び砂岩・泥岩・凝灰岩互層の比抵抗値は相対的に低く、ガラス質火山礫凝灰岩層の比抵抗値は相対的に高いことが判明し、コア比抵抗値と地質が対応していることを確認した。
- 以上のとおり、本地質断面において高密度電気探査による深部地山評価の適用性について検証した。

最後に現地調査に御協力頂いた北海道開発局遠軽道路事務所ならびに前田・奥村・橋本特定建設工事共同企業体の関係各位に記してお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 地質図幅説明書「丸瀬布」: 北海道開発庁, 1967.