

# 常呂帯における弾性波探査と比抵抗二次元探査の適用性

Application of seismic and 2D-resistivity methods on Tokoro belt

(独)北海道開発土木研究所 ○正会員 岡崎健治 (Kenji Okazaki)  
 同 上 伊東佳彦 (Yoshihiko Ito)  
 同 上 橋本祥司 (Shoji Hashimoto)  
 北海道開発局旭川開発建設部 町屋安定 (Yasusada Machiya)

## 1. まえがき

付加体のように複雑な地質構造を示す地域は、通常の地域より地山の地質性状や水理特性を効果的に評価することが難しく、斜面の安定性を総合的に評価するには、より精度の高い地質調査により地質情報を引き出すことが求められる。

本文では、北海道北見地方の付加体地域で実施した弾性波探査と比抵抗二次元探査による岩盤斜面調査の結果と、その適用性について報告する。

## 2. 調査地の概要

調査は、北見市北西部のルクシニコロ川上流域に位置する一般国道333号サロマトンネル終点側近傍の道路斜面で実施した。図-1～3に調査位置図、調査地周辺の地質平面図および推定地質断面図を示す。

調査地における斜面は30～45°程度の勾配からなり、斜面末端部には、地すべり崩壊跡地形が存在し、NE～SW方向の断層が発達している。

調査地周辺の地質は、付加体である常呂帯<sup>1)</sup>に属する仁頃層群<sup>2)</sup>の分布地域である。仁頃層群は、緑色岩類が再堆積して形成された火山砕屑性堆積岩類とハイアロクラスタイトやチャート( Nh～Nc層)の岩相境界を中心にとり、地層の走向と直行させて、地すべり地形とチャートの露頭が分布する尾根を横断させる位置に600m設定して、以下の評価を目的として実施した。

## 3. 調査概要

調査内容は地表踏査、弾性波探査、比抵抗二次元探査ならびに水文地質調査である。なお、弾性波探査と比抵抗二次元探査の測線上で、北海道開発局網走開発建設部がボーリング調査を2本実施している。

調査測線は、地表踏査の結果をもとに図-2に示すように、玄武岩や火山砕屑性堆積岩(Nb層)とハイアロクラスタイトやチャート(Nh～Nc層)の岩相境界を中心にとり、地層の走向と直行させて、地すべり地形とチャートの露頭が分布する尾根を横断させる位置に600m設定して、以下の評価を目的として実施した。

- ・ 調査地周辺に分布するチャート岩体
- ・ 崩壊跡地における地すべり性堆積物の厚さ
- ・ 調査地周辺に多数達する断層破砕帯
- ・ 地山内部の岩相境界と地下水状況

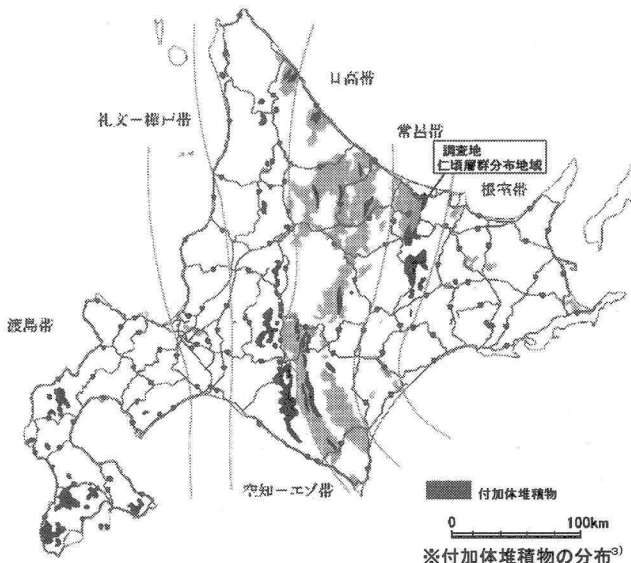
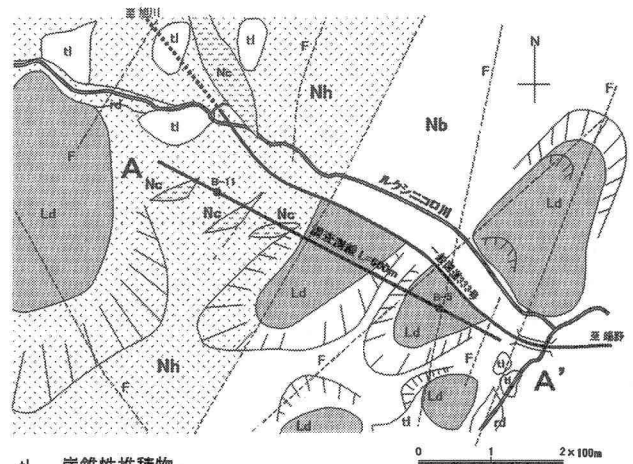


図-1 調査地位置図



ti 崖錐性堆積物  
 rd 現河床堆積物  
 Ld 地すべり性堆積物  
 Nb 玄武岩・火山砕屑性堆積岩  
 Nh ハイアロクラスタイト  
 Nc チャート

F 推定断層  
 地すべり地形・崩壊地形  
 道路  
 トンネル  
 河川・沢

図-2 調査地の地質平面図

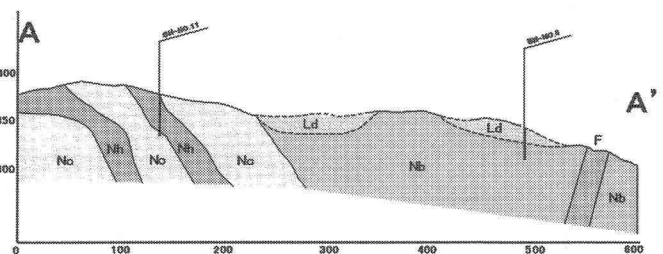


図-3 調査箇所の推定地質断面図

ボーリング調査は、起点側Nh~Nc層と終点側Nb層で各1孔あり、削孔長は弾性波探査で得られる第4速度層よりも5m<sup>4)</sup>深くまで行われている。水文地質調査では、調査箇所を含む広域での湧水分布調査の外、現地渓流水を採水し水質分析を実施した。図-4に採水箇所を示す。

体または断層内の亀裂等を比較的豊富な地下水が流動するような湧出機構を示すと推定できる。

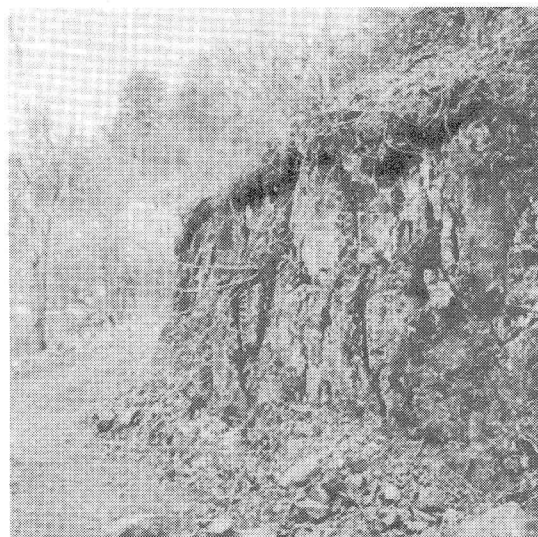


写真-1 調査地付近の露頭にみられるチャート

#### 4. 調査結果

##### 4.1 地表踏査

調査測線の起点から中央部付近にかけて塊状チャートが局所的に分布し、チャート岩体表面やその周囲の岩は風化して脆弱化が著しいが、チャート芯部は堅硬である。調査地近傍で確認できるチャート露頭を写真-1に示す。

調査測線の中央から終点側では、地すべり性堆積物が厚く堆積し、緩傾斜地形を形成している。なお、調査測線上に存在する地すべりは、これまでの観測結果から、その滑動は確認されていない。

##### 4.2 ボーリング調査(網走開発建設部実施)

ボーリング調査は、図-1に示すとおりSP140付近とSP480付近の各地点で実施した。SP140では深度40m付近にチャートが確認され、地表付近に分布する塊状チャートとの連続した分布が推定される。また、SP480では深度18m付近で玄武岩が破碎され粘土化した地層が認められた。各孔内の地下水位と変動幅は、平成14年11月から平成15年4月までの観測値では、SP140でGL-27~31mの4m程度、SP480でGL-8~13mの5m程度で遷移し大きな変動はなく、起点側で低く終点側で高い傾向にある。

##### 4.3 水質分析

現地渓流水の水質分析結果を図-5に水温、ph、ラドンおよび陽イオン(Ca, Mg)の値を図-6に示す。

調査地周辺の渓流水は重炭酸カルシウム型で、循環性地下水に属すると分類される。ラドン値は調査地近傍のNo. 3~5地点において高い値を示し、調査地付近の渓流水は地下水の比率が比較的大きいと予想される。以上のことから調査地付近では、塊状チャートやその周囲の岩

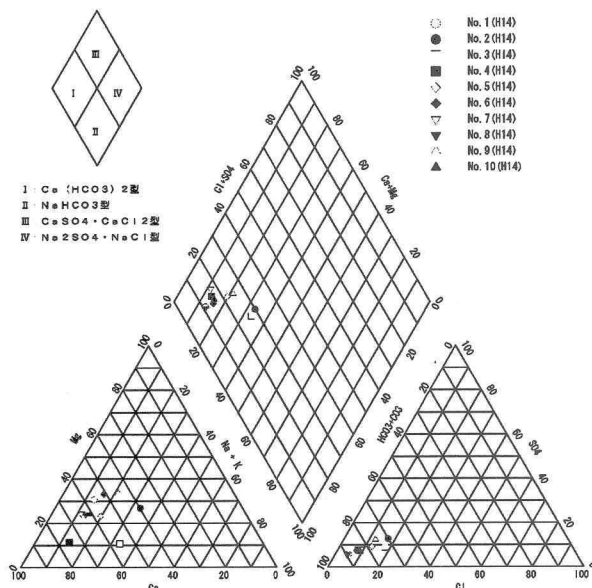


図-5 水質分析結果

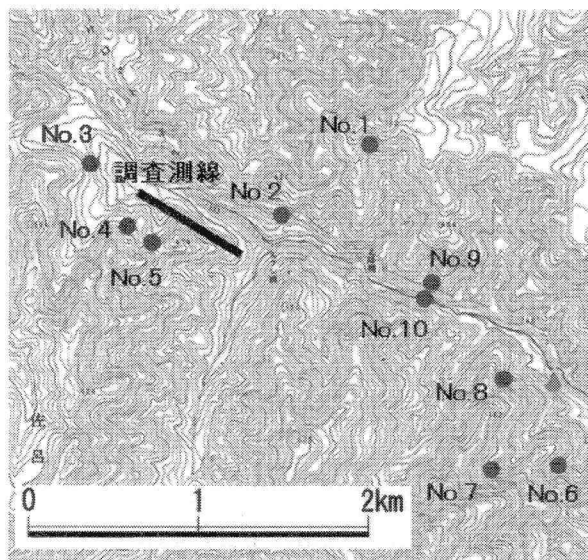


図-4 調査地周辺における採水箇所

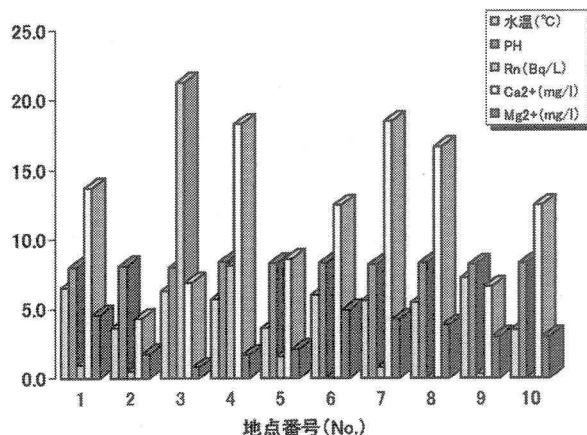


図-6 調査地周辺の水質

#### 4.4 弾性波探査

弾性波探査の結果を図-7に示す。SP250付近を境界にして、表層部と深部に層厚と速度に差が確認できる。

表層部にあたる第1～3速度層の層厚は、起点側で10～25m程度と厚く、終点側で7～15m程度と相対的に薄い傾向が認められ、起点側Nh～Nc層と終点側Nb層における風化厚さの違いを示すと考えられる。

基盤部での速度は、起点側で4.5km/s、終点側で3.5～4.5km/sを示すことから、この位置付近において岩相境界が存在すると考えられる。これらのことから弾性波探査は、複雑な地質構造地域における風化層の厚さや基盤部の岩層評価に有効といえる。また、第1～4層の速度層は、ボーリング調査結果と照合した場合、以下の性状を反映していると考えられる。

##### 第1層 (速度0.3～0.45 km/s)

表土、崩積土、崖錐などの未固結層である。測線中央部から始点側では5m程度とやや厚く、終点側は1～3mと薄く堆積する。

##### 第2層 (速度0.8～1.3 km/s)

崖錐や強風化岩層に対比される。風化が進行し、砂礫状の部分も含まれる。測点200m付近を境として、始点側では15m程度と厚く、終点側では厚さ約5mとなる。

##### 第3層 (速度1.8～2.0 km/s)

風化岩層であり、亀裂は発達しているが地層は硬質な

岩盤と考えられる。第2層と同様に始点側では15m前後と厚いものに対して、終点側では厚さ5m程度と薄くなる。

##### 第4層 (速度3.7～4.6 km/s)

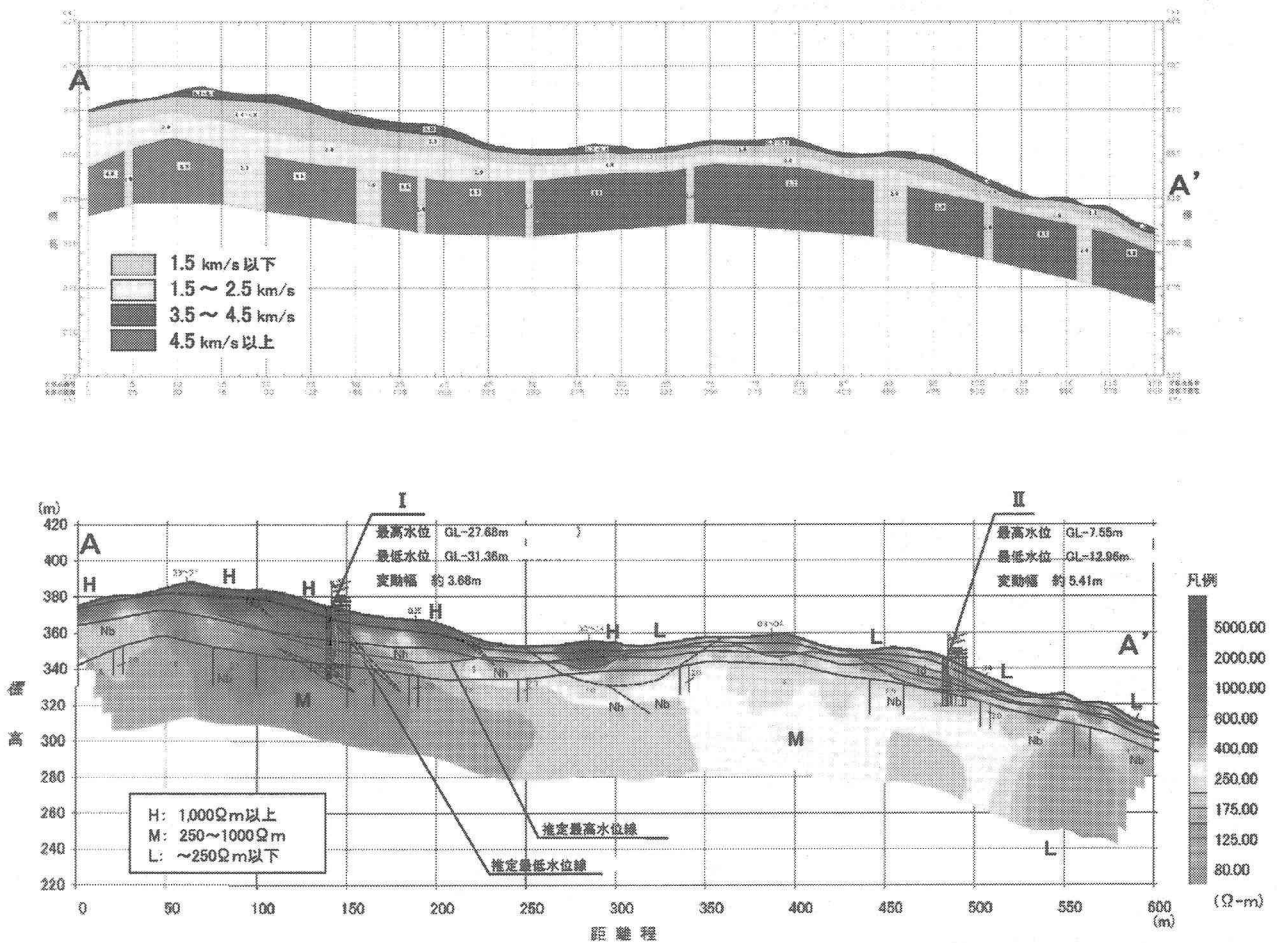
今回得られた基盤層である。測点250mを境として始点側では4.6 km/s、終点側では3.7～4.1 km/sとなり、地質の違いが速度差として現れていると考えられ、起点側はチャート、終点側は玄武岩や火山砕屑性堆積岩であると推定される。

低速度帯については、今回の探査で9箇所検出されている。このうち75～100m、150～165m、440～460、555～565mの4箇所幅がやや大きくなっている。これらは、比較的堅硬なチャートが火山砕屑性堆積岩体内に局所的に存在する岩体（ハイアロクラスタイトや枕状溶岩）であるか、断層破碎帯であると推定される。

#### 4.5 比抵抗二次元探査

比抵抗二次元探査(高密度電気探査)による解析断面図を図-8に示す。弾性波探査と同様にSP250付近を境界にして、比抵抗値の分布傾向の違いを確認できる。

表層部での比抵抗値は、起点側の高比抵抗部が多亀裂性の塊状チャート、終点側の低比抵抗部は含水比が高い堆積層や粘土分の多い地層であると考えられる。SP240～350mとSP440～540mでは地すべりの崩積土が堆積しているような分布を示しており、地表踏査やボーリング



調査の結果と整合している。そのため、比抵抗二次元探査は、特に地すべりブロックを捉える手法として有効と考えられる。また、SP550付近では深部まで低比抵抗が分布する。この低比抵抗帯は、比較的大きな断層を捉えているものと推定される。

基盤部での比抵抗値は、起点側で400~800  $\Omega\text{m}$ 程度、終点側で200~400  $\Omega\text{m}$ 程度を示し、この差は岩質の違いを反映していると考えられる。

以上のことから、比抵抗二次元探査では、弾性波探査のように地表風化部の検出には不向きであるが、地山内部の地質分布を視覚的に評価することができ、地すべりの評価にも有効であると考えられる。

#### 4.6 弾性波探査と比抵抗二次元探査の比較

両探査の結果から、断層や破碎帯について比較した場合、比抵抗二次元探査では、SP550付近の低比抵抗を断層として捉えているが、弾性波探査の第4速度層における他の低速度帯は、比抵抗二次元探査で明瞭に検出されていない。

地表付近について比較した場合、弾性波探査では硬さの違いを把握できるため、ある程度堆積物の区分が可能と考えられるが、比抵抗二次元探査の結果を併用しなければ細かい区分は難しいと考えられる。

終点側では、地すべり性堆積物を弾性波探査で区分できないが、比抵抗二次元探査では、その分布形状を捉えている。また、起点側でも同様にチャートの転石や礫が多く堆積する100~150m付近において、弾性波探査で区分できていない。そのため、これらの判断には比抵抗二次元探査の結果を必要とする。つまり、両手法を併用することで、解釈に必要な情報が多くなり、その精度向上が可能になると考えられる。

#### 5. まとめ

北見市北西部の一般国道333号の付加体仁頃層群からなる道路斜面において、弾性波探査ならびに比抵抗二次元探査を実施し、両手法の岩盤斜面調査への適用性について検討し、以下の知見を得た。

- (1) 両探査手法とも地山深部の岩相の違いを弾性波速度、比抵抗値の相対的な差として、それぞれ捉えており大極的な岩相分布の把握に有効と考えられる。ただし、弾性波探査は、比抵抗二次元探査で判別した終点寄り深部の断層破碎帯が捕捉できなかった。
- (2) 弾性波探査は、表層風化部の把握に有効である。
- (3) 比抵抗二次元探査は、地すべりブロックの把握に有効と考えられる。
- (4) 常呂帯のような複雑な地質において、風化の厚さや地すべり等、斜面地質情報を詳細に把握するには、弾性波探査、比抵抗二次元探査を併用する必要がある。

なお、本調査は、「常呂帯」のような複雑な地質における岩盤斜面の研究および技術開発を目的とした、岩盤斜面对策に関する技術検討委員会の研究プロジェクトのうち、岩盤斜面調査手法に関する研究の一部で実施したものである。

調査に御協力頂いた、北海道開発局網走開発建設部ならびに北海道開発局網走開発建設部北見道路事務所の関係各位に厚くお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 日本の地質1・北海道地方：共立出版，1990
- 2) 常呂帯研究グループ，常呂帯仁頃層群の岩石構造と佐呂間層群基底の不整合：地球科学，vol138，no. 6，pp408~419，1984
- 3) 地質基準：日本地質学会地質基準委員会，共立出版，2001
- 4) 北海道における岩盤斜面对策工マニュアル(案)：北海道開発局建設部道路建設課，平成15年3月