

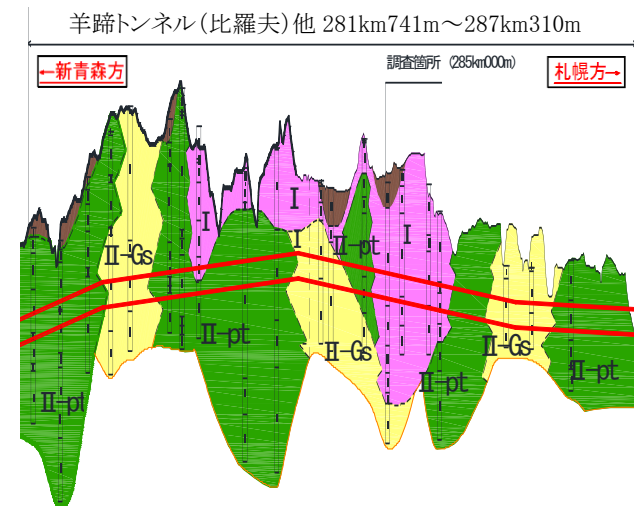
音響トモグラフィ探査を用いた巨礫調査の一事例

独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員○中島祥子
奥村・日本国土・札幌・山田 JV 麻生博文 有井健介 岩永 直

1. 羊蹄トンネル（比羅夫）の工事概要と地質概要

本工事は、北海道新幹線新函館北斗・札幌間のうち、ニセコ町と倶知安町にまたがる延長 5,569m の新幹線複線断面トンネルを施工するもので、そのうち、トンネル区間延長 5,479m を、シールドを用いた場所打ち支保システム（SENS）で掘削する。

トンネル付近の地質は、図-1 のように、羊蹄山の火山活動により堆積していた土砂が崩壊した岩屑なだれ堆積物が卓越しており、安山岩岩塊を多く含む岩塊優勢ブロックと岩塊、火山灰質砂、シルト等が混在する混在ブロックから構成され、地質の連続性が低いことが特徴である。



分類	地質区分	細区分	概要
表層堆積物	表土、崖線、土石流堆積物	D	表層付近に分布する、黒ボクやシルト～安山岩礫よりなる堆積物
岩屑なだれ堆積物	岩塊優勢ブロック主体ユニット (Unit I)	(I)	硬質安山岩岩塊を含む岩屑なだれブロックが卓越、連続的に分布するユニット。シルト～安山岩礫を不規則に含有する。
		(II-pt)	灰白色の軽石火山灰を含むことを特徴とする混在ユニット。
		(II-Gs)	暗灰色の均質な砂を含むことを特徴とする混在ユニット。
	混在ユニット (Unit II)		

図-1 地質縦断面図

2. ボーリングによる地質調査の課題と対策

一般的に実施されるボーリング調査では礫の径や分布を以下のように推定している。

- ・ボーリングコア（φ50mm）では、礫の切れ長から

通常3倍し、最大礫径を推定している。

- ・2孔の調査結果から、ボーリング孔間の地質分布を推定している。

今回の対象地盤は、連続性が低い地盤であるため、礫径の調査精度を高めるとともに、面的に調査できる方法が望まれる。ここでは、シールド掘進への礫分布の影響を確認するため、オールケーシング工法と音響トモグラフィ探査の2種類の礫調査を実施し、音響トモグラフィ探査による礫調査の有用性を検証した。

3. 礫調査手法

(1) オールケーシング工法

オールケーシング工法は、基礎工事で使用される工法である。本調査では、深さを確認しながら直径 2.0m のケーシングを地盤に貫入させ、その内側を中掘りし、原位置の土砂を採取して、礫を直接調査した。オールケーシング工法は、現物の礫を採取できるため、得られた情報の精度が高いが、調査範囲のみの情報しか得られないこと、平坦なまとまった用地が必要であることが課題である。

(2) 音響トモグラフィ探査

音響トモグラフィ探査は、2本のボーリング孔を削孔し、一方のボーリング孔に発信器を1台設置し、周波数と振幅を制御した縦波（P波）を発振する。もう一方に受信器を深さ方向に2mピッチで設置し、P波の音圧、到達時間を測定する。発信器を深さ方向に上下させ、P波の伝達ルートを変えることにより、地質構造を面的に調査することができる。ボーリングマシンを搬入できれば施工可能である点は利点であるが、解析結果の妥当性を直接的に確認できない点が課題である。

(3) 調査位置

調査は、礫の出現が予測された 285km000m の位置で、特に音響トモグラフィ探査の結果の妥当性を確認することを目的に実施した。このため、図-2 のように、B-2、

キーワード 岩屑なだれ堆積物，音響トモグラフィ探査

連絡先 〒060-0004 北海道札幌市中央区北四条西 2-1-18 株式会社 奥村組 札幌支店

B-4 でオールケーシング工法による調査を、B-1、B-3、B-5 に 24m の間隔でボーリング孔を削孔し、音響トモグラフィ探査を実施し、2つの調査結果を比較することとした。

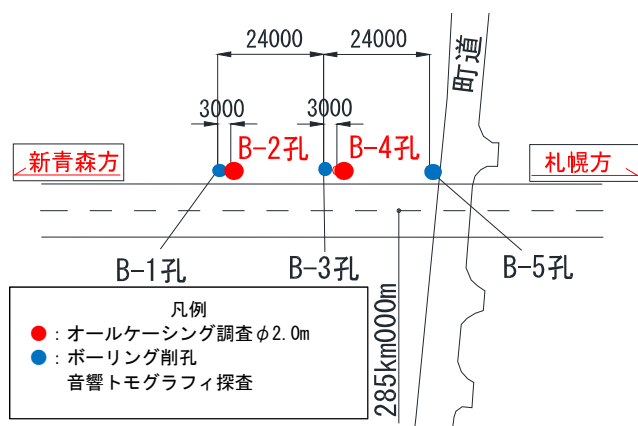


図-2 位置平面図

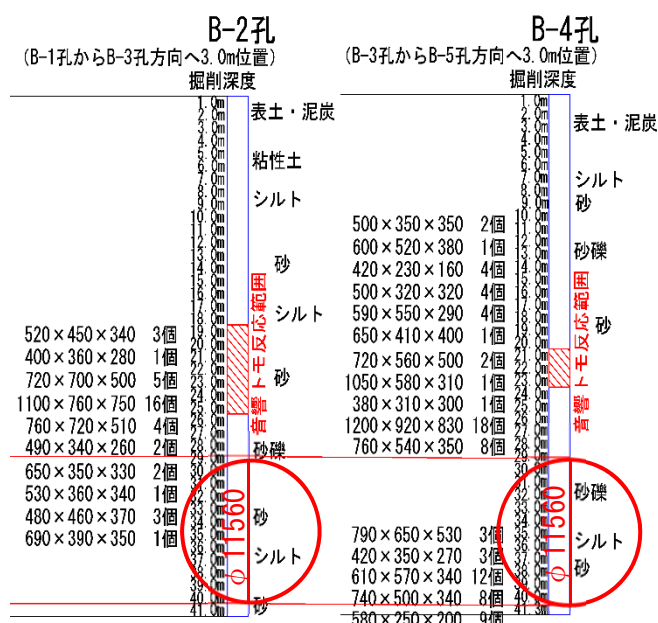


図-3 B-2 断面図



図-4 B-4 断面図

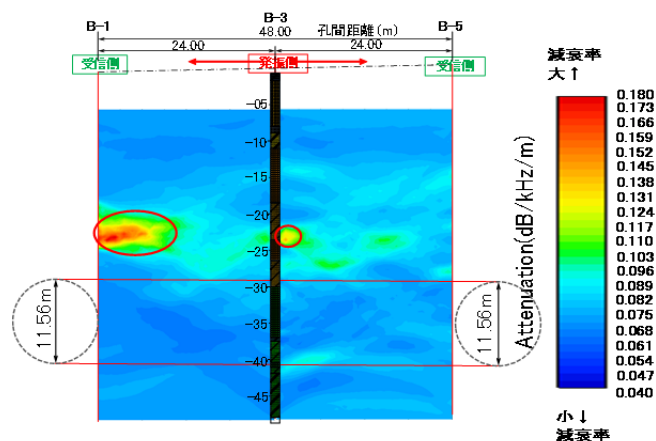


図-5 P波到達時の音圧減衰率

4. 調査結果

(1) オールケーシング工法

B-2、B-4の調査結果を図-3、図-4に示す。オールケーシング工法では、1mごとに掘削した土砂を区分し、その中に含まれる長辺が300mm以上の礫の数と礫径を示している。B-2では、土被り19~34mの範囲に礫が存在し、特に土被り25mの位置に礫が集中して存在する。B-4では土被り12~41mの範囲に礫が大きく2つに分かれて分布し、特に土被り26mと39mの位置に集中している。

(2) 音響トモグラフィ探査

図-5に、P波の到達時の音圧の減衰率を示す。探査に使用したP波の周波数は2kHzである。これによると、B-2とB-4の土被り20~25m付近に減衰率が高い箇所があり、この位置に礫の存在が想定された。ただし、音響トモグラフィ探査は、周囲と比べて比重の大きな物質が多く存在する範囲が示されるものであるため、礫の大きさを確認することはできない。

(3) 調査結果の比較

図-3、図-4には、音響トモグラフィ探査で礫が多く存在すると判定された範囲を示している。この判定範囲に注目すると、B-2では礫が集中している深さと合致している箇所もあるが、判定範囲以外にも礫が存在している。また、B-4では判定された範囲とは異なる位置に礫が集中している箇所が存在している。ただし、長辺が1mを超える巨礫は判定範囲の周辺にあると言える。このように、礫の存在する範囲を完全に判定することはできなかったが、音響トモグラフィ探査で礫の存在が想定された箇所には、実際に礫が存在していることは確認できた。

5. 音響トモグラフィ探査による礫調査の課題

周波数2kHz、探査測線長約25mとした今回の探査条件では、礫の分布によるシールド掘進への影響を確認するという目的に対し、十分な成果を得られたとは言えないが、礫が集中して存在する範囲について、音響トモグラフィ探査で判定できる可能性が示された。

音響トモグラフィ探査の周波数や測線長を変えることにより、さらに精度の高い結果が得られる可能性がある。今後、経済性を含めた検討が必要であると考えられる。