

ノンコア解析による地滑り土塊のトンネル切羽前方探査

鉄道・運輸機構	北海道新幹線建設局	正会員	山崎貴之
鉄道・運輸機構	青森新幹線建設局		浦川博臣
大林・宮坂・松本	新茂辺地トンネル西JV	正会員	後藤隆之
大林・宮坂・松本	新茂辺地トンネル西JV	正会員	黒川尚義
大林組	技術研究所	正会員	○桑原 徹

1. 調査研究の目的

新茂辺地トンネル（L=3,355m）は北海道新幹線木古内駅～新函館駅（仮称）の新線区間のほぼ中間に位置するが、その西側区間（130km115m～130km765m）の650mは大規模地すべり土塊内に位置し、陥没帯の存在等の影響により切羽の安定性不足や多量・突発湧水の発生等の恐れがあった。そのため、各種の補助工法・地下水観測・水抜きボーリング・前方探査が実施された。本報告では、ドリルジャンボによるノンコア削孔の前方探査（短尺ノンコア解析）ならびにロータリー・パーカッション型のノンコアボーリングマシンを利用した前方探査（中尺ノンコア解析）に基づいて実施した地滑り土塊の調査、地山等級や支保パターンの予測方法と結果について報告する。

2. 地形地質および前方探査の概要

(1)地形地質の概要：該当区間は新第3紀黒松内層の細粒砂岩・凝灰質泥岩からなる。地形図・航空写真からは崩落崖や陥没帯（滑落崖～地滑り土塊の間に位置する崩壊剝域）などの地滑り地形が明瞭に認められる。陥没帯付近の地質断面図を図-1に、地滑り面直上のD級脆弱部を写真-1に示す。

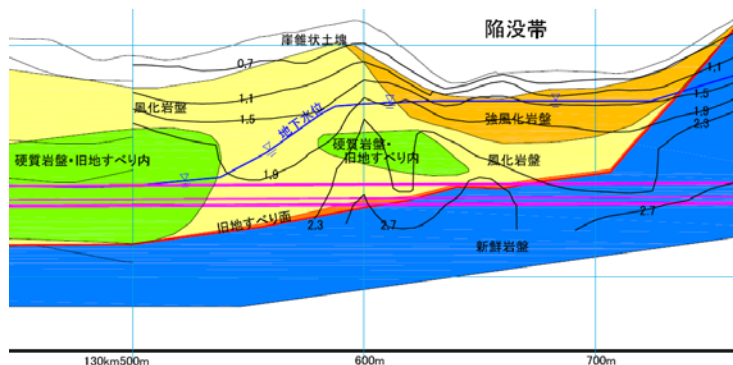


図-1 地質断面図

(2)短尺ノンコア解析の概要：サンドビック社製

（旧タムロック社製）のドリルジャンボを使用し、探査深度は30～50m/回、合計15回の前方探査を実施した。削孔記録の解析方法は、フィード圧の変動影響を排除した削孔速度の変換解析システム¹⁾（トンネルナビ®）に基づいた。

(3)中尺ノンコア解析の概要：鉦研工業社製 RPD-130C を使用し、探査深度120m/回、合計6孔、水抜きを兼ねながら前方探査を実施した。削孔は130km555m、585mから陥没帯の方向に、切羽に対して外向き10度、上向き10度、5度とした。解析は、削孔データの距離減衰を補正した上で、短尺ノンコア解析に準拠した。

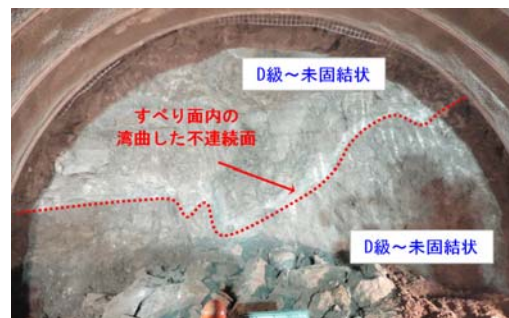


写真-1 地滑り面直上部の脆弱部

3. 短尺ノンコア解析結果

(1)解析結果の特徴：平滑化された解析値（正規化削孔速度比）は 0.400 ± 0.025 に収まり、軟岩の前方探査結果としては妥当と判断できた。同じ解析値であってもばらつきの出方に特徴が認められた。

(2)解析結果の検証：検証を切羽観察と水平コアボーリング6孔（総延長658m）で実施した。解析値のばらつきが

キーワード ノンコア削孔解析, 切羽前方探査, 地滑り土塊, 地山等級, 支保パターン

連絡先	〒041-1251 北海道北斗市本郷 344-2	鉄道・運輸機構	北斗鉄道建設所	T E L 0138-77-1722
	〒049-0281 北海道北斗市茂辺地 873-1		北海道新幹線新茂辺地トンネル西JV	T E L 0138-75-5833
	〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640	大林組	技術研究所 地盤技術研究部	T E L 042-495-1015

大きく不均質性を示唆する区間は、コア試料の著しい低 RQD 区間（亀裂集中帯や地滑り面直上の脆弱部）に対応し、解析値のばらつきが小さく地山の均質性を示唆する区間は、コア試料の RQD>90 の高 RQD 区間（均質な岩質）に対応し（図-2）、両者の相関が確認できた。

(3)地山等級・支保パターンの推定と検証：判定基準を作成する際に新たにばらつきの大小を考慮し、解析結果（正規化削孔速度比）の分散値で評価した。推定の対象は、IL, IS, IN-1, IN-2 の 4 ランクとした。正規化削孔速度比～

IL, IN-1, IN-2 の関係をまず求めたうえで、解析結果のばらつきの大小関係により IS は IN-1 のランク変更という考え方で判定基準を作成した（表-1）。これによって、地山の硬軟と地滑り面周辺の不均質性を区分した。検証結果における特徴は、掘削実績 IN の中に IL, IS がしばしば予測されることにある。切羽観察や検証用コア試料から、これらの IL, IS は地滑り土塊に伴う低角度・緩傾斜の岩質境界、滑り脆弱部、亀裂帯沿いの削孔データであり、予測誤差の原因となっている。

4. 中尺ノンコア解析結果

(1)距離減衰補正：掘削深度の増大に伴い、削孔速度の漸減～回転圧の漸増が認められた。これを基に距離減衰補正の係数を求めた。また補正係数の選択により、補正された削孔速度や解析結果にどの程度の違いが出るかを確認した結果、影響度は小さいと判断できた。

(2)解析結果と地山評価：地山評価に際

しては、短尺ノンコア解析～地山評価の関係から、解析結果を 4 つにパターン分類化（地滑り面：S、一様・均質な地山：U、亀裂集中帯：F、地滑り土塊の境界：B）し、中尺ノンコア解析の判定基準の参考とした。6 孔の削孔データから明瞭な解析結果が得られ（図-3）、従来の地質断面図では明確でなかった切羽の左右における地滑り面直上脆弱層の厚さの違いについても検討可能となった。

(3)地山評価の検証：ボーリングコア試料（水平孔 1 本 L=120m、鉛直孔 9 本）、切羽観察、地滑り地形を基に地山評価の検証を行った結果、地滑り面直上の D 級層は切羽左側で厚さ 4～12m、右側で 2～3m となり、ノンコア解析による切羽左右での地山の違いは妥当と判断できた。

5. まとめ

短尺ノンコア解析では解析結果のばらつき評価に「分散」を導入して判定基準を作成した。中尺ノンコア解析では距離減衰補正を含めた解析手法の妥当性を確認できた。短尺・中尺ノンコア解析の相互補完により地山評価の相乗効果が得られた。これらをベースにして中尺ノンコアボーリングによる地山評価を今後とも検討していきたい。

参考文献 1) 桑原 徹, 畑 浩二, 稲川雄宣, 平川泰之：変換解析システムによるノンコア削孔トンネル切羽前方予測技術, 土木学会トンネル工学委員会, トンネル工学論文集第 18 巻, pp.1～10, 2008.11

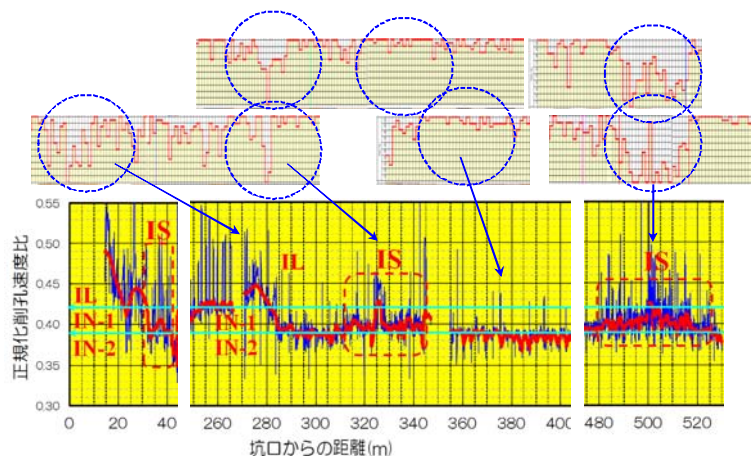


図-2 短尺ノンコア解析とボーリングコアの RQD

表-1 地山等級、支保パターンの推定

正規化削孔速度比	相対的に均質な区間 (※1)	地滑り面などによる不均質性、力学的異方性を示す区間 (※2)
0.42～	IL	
0.39～0.42	IN-1	IS
～0.39	IN-2	

(※1) 正規化削孔速度比の分散が15E-5以内に収まり、ばらつきの少ない区間
(※2) 正規化削孔速度比の分散が15E-5以上になり、ばらつきが大きい区間

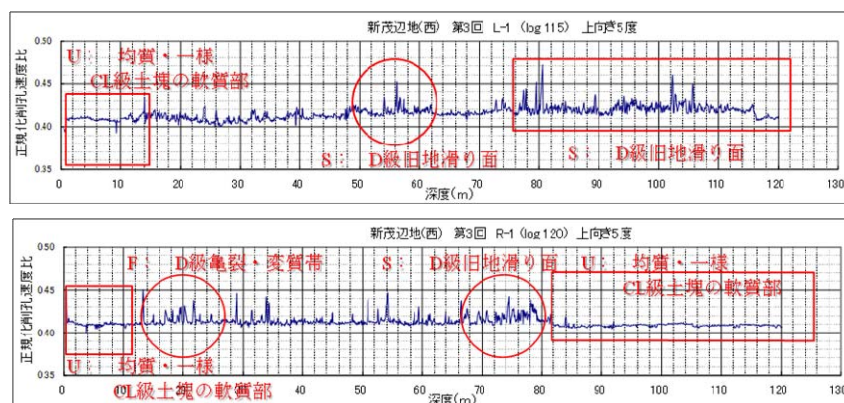


図-3 中尺ノンコア解析とパターン分類