凝灰岩地山トンネルにおけるノンコア削孔切羽前方探査技術と支保選定

東日本高速道路(株)　正会員　　宮沢 一雄　金田 和男
(株)　大林組　　正会員　○渡辺 淳　平本 竜也　木梨 秀雄

1．はじめに

東北中央自動車道は，福島県相馬市を起点とし，米沢市，山形市を経由して秋田県横手市で秋田自動車道に連結する高規格幹線道路である．当工事は，高畠町深沼から南陽市赤湯において，白竜湖軟弱地盤帯を南北に縦断し平次林山をトンネルで通過する高速道路本線の建設工事である．工事総延長 3,540m(2 車線道路)のうち，土工は 1,212m，橋梁部は 552m，トンネルは 1,776m である．施工は主に爆破掘削で，坑口部や TD600m 付近での低土被り部は機械掘削で行っている．本報文では，トンネル部での前方探査結果と支保および補助工法選定について述べる．

2．地形地質概要

本トンネルの地山は，火山礫凝灰岩・凝灰岩を主体とした新第三紀堆積層であり，坑口部と低土被り部では崖錐堆積物となっている．低土被り部の直上は，ブドウ畑となっており，地表面沈下の抑制が不可欠であった．また，凝灰岩であることから，全線においてインバートを施工している．このため，低土被り部での崖錐位置の特定，切羽前方の岩質特定のため，全線で油圧ジャンボによるノンコア削孔検層を行っている．

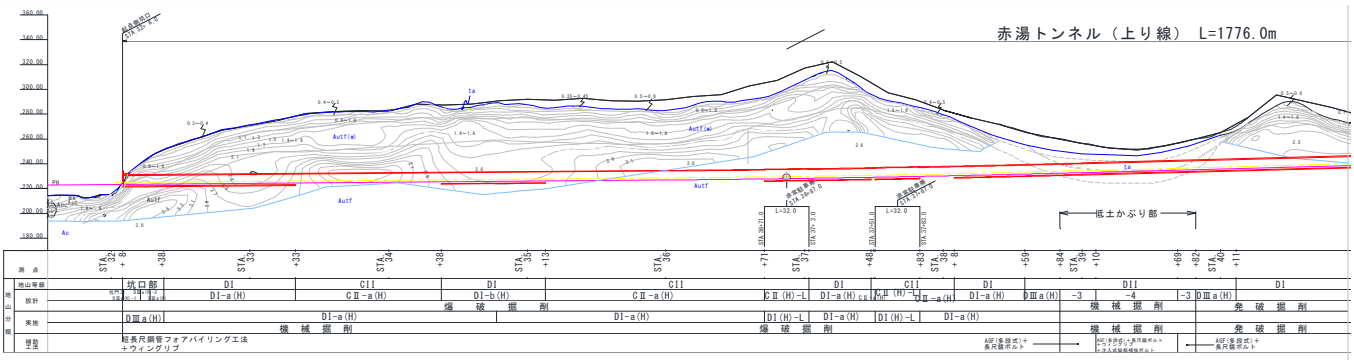

図 1　地質縦断図

3．ノンコア削孔による前方探査

ノンコア削孔切羽前方探査技術「トンネルナビ」[1)]は，ジャンボに内蔵された油圧計測システムを利用し，削孔時の機械データを収集する．収集したデータから削孔速度とフィード圧を組み合わせた正規化削孔速度比 V をパラメータとし切羽観察結果と組み合わせて支保パターン選定の参考とする．TD0～800m までの前方探査結果を**図 2** に

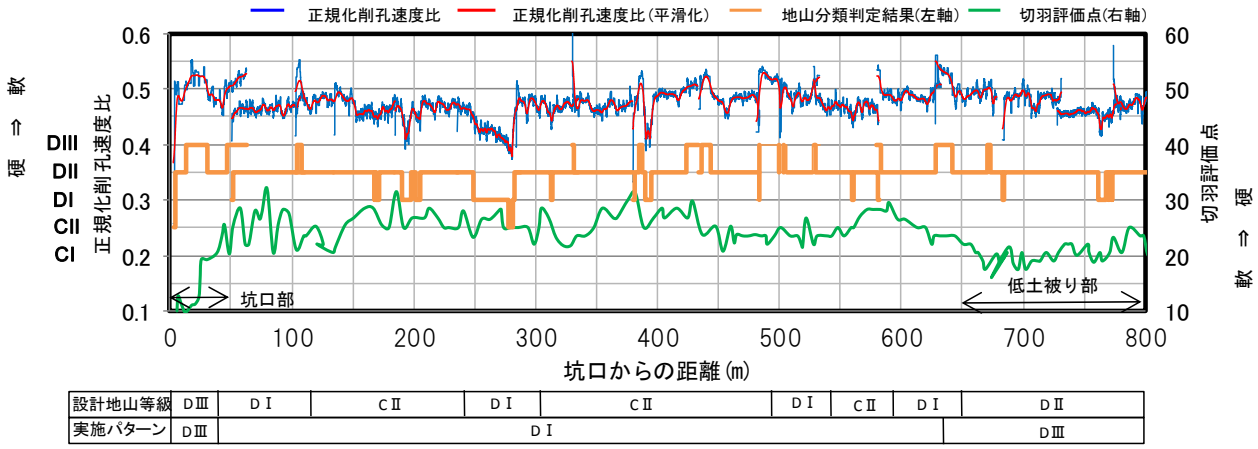

図 2　正規化削孔速度比と切羽評価点

凝灰岩，前方探査，長尺鋼管先受工，鏡ボルト

連絡先　　〒999-2222　山形県南陽市長岡字柳田 2062　(株)大林組赤湯工事事務所　TEL 0238-49-7285

示す．この図から，主にDⅡ級の地山と予測されていたことがわかる．

4．支保パターンおよび補助工法の採用

前方探査で得られたVおよび切羽評価点と，予測された地山等級の関係を**図 3** に示す．前方探査では主にDⅡ級と予測されたが，切羽評価点は，同じDⅡ広い範囲に分布していることがわかる．岩判定の結果採用された支保パターンはほとんどがＤＩであったが,DⅡとラップする領域が含まれていたものと考えられる．

なお，A計測の結果，内空変位および天端沈下は管理レベルⅠ以内であり，健全な支保パターンが採用されたと考えられる．

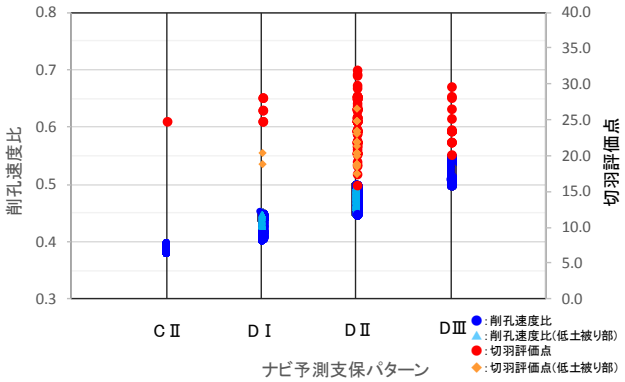

図 3　予測支保パターン

つぎに，正規化削孔速度比 V と切羽評価点の関係を示すと**図 4** のようになる．正規化削孔速度比は 0.4～0.55 の範囲に分布しており，予測される地山等級はＤⅠ～DⅢであった．また，両者はばらつくものの緩やかな右下がりの関係にある．低土かぶり部では緑色で示すように切羽評価点が小さい傾向にあり，評価点が小さくなるにつれて V が漸増している．全体で評価してみると，低土かぶり部の V の範囲は坑口部のように最も脆弱な領域（$0.5<V$）より良い地山側にあり，結果として設計で必要とされていた補助工法よりも軽減された．**表 1** に採用した補助工法の仕様を示す．また，**図 5** に設計および実施の補助工法のパターンを図示する．このように，前方探査から得た V から一義的に補助工法の要否は判定しにくいが，蓄積したデータの分布から総合的に判断することは可能であり残り区間での施工にフィードバックすることが可能である．

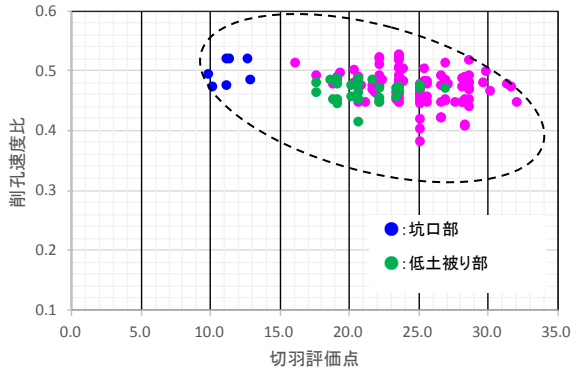

図 4　正規化削孔速度比と切羽評価点

表 1　補助工法

当初設計					実施					備考
補助工法		本数	ピッチ	スパン	補助工法		本数	ピッチ	スパン	
多段AGF	φ114.3 L=13900	13.5	@5.0m	19	多段AGF	φ114.3 L=13900	13.5	@5.0m	23	低土被り区間の延長変更
長尺鏡ボルト	φ76.3 L=12770	22	@6.0m	15	長尺鏡ボルト	φ76.3 L=12770	18	@10.0m	9	ピッチ及びスパン変更
注入式脚部補強ボルト	φ31.6 L=4000	2	@0.5m	118	注入式脚部補強ボルト	φ31.6 L=4000	2	@0.5m	0	前方探査及び切羽観察より
ウイングリブ	DⅢ HH154×151		@1.0m	59	ウイングリブ	DⅢ HH154×151		@1.0m	0	

5．おわりに

本トンネルは凝灰岩を主としているため，内空変位の大きくなるような粘土層，帯水層や崖錐層を早期に発見することで，安全かつ経済的な支保および補助工法の選定をすることができた．残区間の施工では，蓄積したデータをフィードバックして，前方探査結果が適合する支保パターンのみならず補助工法の要否の予測にも役立てたいと考えている．また，今後とも多くの岩種に対してもノンコア削孔による前方探査を適用し，これらの知見を整理して報告したい．

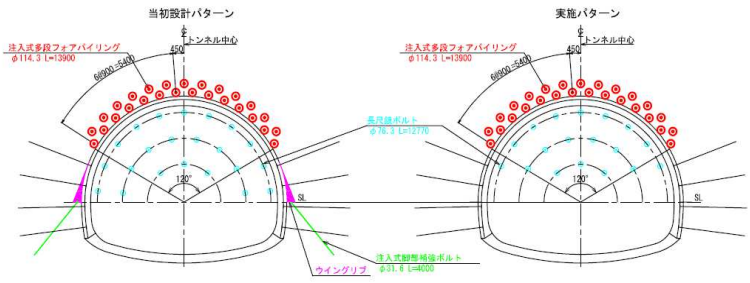

図 5　設計および実施パターン

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，トンネル工学論文集第 18 巻，pp. 1-10，2008. 11.