

### 九州新幹線(西九州), 鈴田トンネルにおけるノンコア削孔切羽前方探査

(株)大林組 鈴田トンネル工事事務所 正会員 ○田中康司 非会員 高田民夫  
 (株)大林組 技術研究所 正会員 桑原 徹 , 畑 浩二  
 鉄道・運輸機構 大村鉄道建設所 非会員 野頭 浩明, 藤川 博樹

#### 1. はじめに

鈴田トンネルは、九州新幹線西九州ルート（武雄温泉・諫早間）のうち、大村市と諫早市を跨ぐ延長 1,740m の山岳トンネルである。多良岳の南西麓付近の鈴田峠を最頂とした小丘陵地に位置しており、第三紀漸新世の諫早・矢上層群の砂岩あるいは砂岩頁岩互層、第四紀更新世の西海凝灰角礫岩から成る。また、土被りは最大で約 50m であり、延長の約 3 割は 2D 以下である。なかでも、横坑・本坑交差部付近や一級河川本明川水系である西谷川横断直下では土被り 1D 以下である。したがって、トンネル掘削時には地山性状の急激な変化や軟弱な地質の存在を事前に予想し、工事を安全に進めていくことが求められた。

#### 2. ノンコア削孔切羽前方探査「トンネルナビ」について

切羽前方の地質変化を予測するため、油圧ジャンボのドリフターを利用したノンコア削孔切羽前方探査「トンネルナビ」を採用した。通常は削孔エネルギーによって地山の硬軟が評価されてきたが、本技術ではフィード圧変動の影響を取り除いた削孔速度を利用する。具体的には、現場および大型岩塊による基礎実験<sup>1),2)</sup>を通して得られた削孔速度～フィード圧の相関を用いて削孔速度をフィード圧に依存しない形に換算し、正規化した新しいパラメータ「正規化削孔速度比」を用いるものである。

#### 3. 適用結果と考察

##### (1) 砂岩頁岩互層区間での適用例

砂岩頁岩互層区間のうち、L=140m の当初設計と予測ならびに実績を図-1 に示す。

桑原らの研究<sup>2)</sup>により、道路トンネルでの正規化削孔速度比～地山等級の関係が提案されている。これをベースにして、該当現場での掘削実績との関係を掘削の初期段階で確認した上で以下の判定基準を作成し、以降の掘削時の予測を行った。

- 正規化削孔速度比 > 0.4 IN-1: 上下半 SS H-125@1.0m, Sc 15.0cm, RB 3m×14 本/断面
- 正規化削孔速度比 ≤ 0.4 IN-2: 上半 SS H-125@1.2m, Sc 12.5cm, RB 3m×10 本/断面

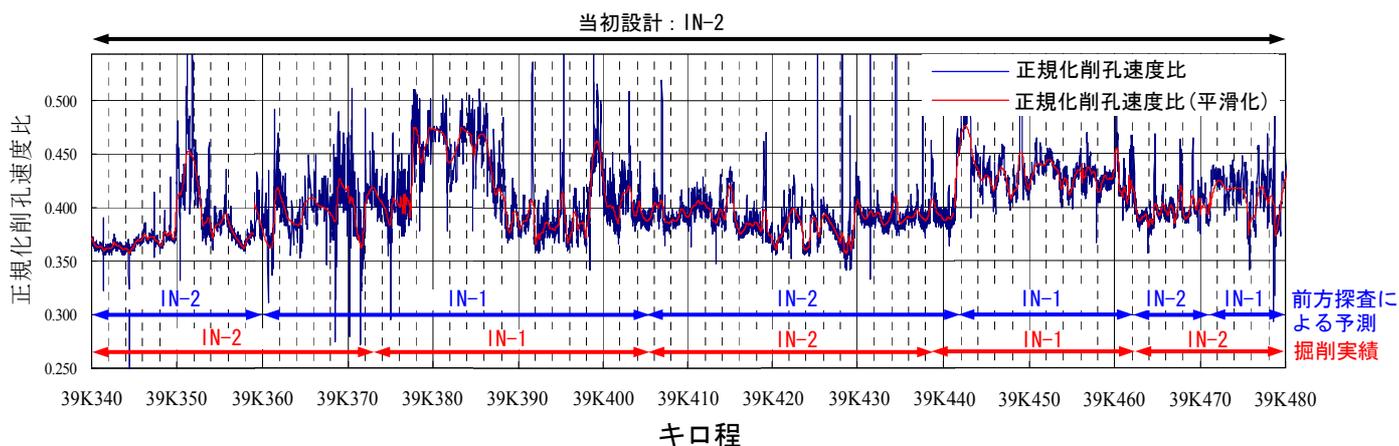


図-1 砂岩頁岩互層区間における地山評価

キーワード 山岳トンネル、トンネル地山、切羽前方探査、ノンコア削孔、正規化削孔速度比

〒856-0842 長崎県大村市中里町 259 番地 鈴田トンネル工事 大林・西武・三基特定建設工事共同企業体 TEL 0957-49-6801

〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 地盤技術研究部 TEL 042-495-1015

〒856-0827 長崎県大村市水主町 1 丁目 747-43 鉄道・運輸機構九州新幹線建設局大村鉄道建設所 TEL 0957-50-1505

探査結果では 39km360m～405m, 39km442m～462m, 39km471m～480m の 3 区間において正規化削孔速度比は継続的に 0.4 より大きくなることから IN-1 に、一方それ以外の区間においては 0.4 以下となり IN-2 であると予測した。

掘削において 39km360m 付近から風化変色した固結度の低い砂岩頁岩互層が出現し、39km370m 付近からは切羽全面を覆うようになったことから、IN-1 に変更した。以後 39km403m 付近までは同様の地山状況が続いたが、徐々に風化がなくなり新鮮な砂岩頁岩互層となったことから IN-2 に戻した。その後順調に掘削を進めていたが、39km439m 付近にて突然地質が悪くなり、天端からの大量出水および崩落が見られるようになった。そこで IN-1 に変更するとともに天端崩落防止のため充填式フォアポーリングを施工し掘削した。39km462m からは部分的に脆弱な頁岩層が出現したが切羽への影響が少なかったため IN-2 にて掘削を進めた。当該区間では、正規化削孔速度比の変動と切羽状況の変化が良く整合しており、予測の適中率は 85% となった。

## (2) 西海凝灰角礫岩層区間での適用例

西海凝灰角礫岩層のうち、L=140m の当初設計と予測ならびに実績を図-2 に示す。西海凝灰角礫岩のうち基質部分は砂状を呈しており固結度はきわめて低い。また、角礫は直径 50cm から大きいもので直径 2m 程度もあり、基質との固結度が著しく異なる特徴を有している。

予測区間のほとんどにおいて正規化削孔速度比は 0.4 を上回っている。このことから、全体的に脆弱であることが伺える。砂岩頁岩互層の予測結果(図-1)と比較すると、正規化削孔速度比は大きく変動しており、固結度の異なる基質と角礫に影響を受けた結果と考えられる。また、探査孔からの湧水(毎分約 200 リットル)が連続的に発生した。以上の結果から、当該区間は IN-1 と予測した。

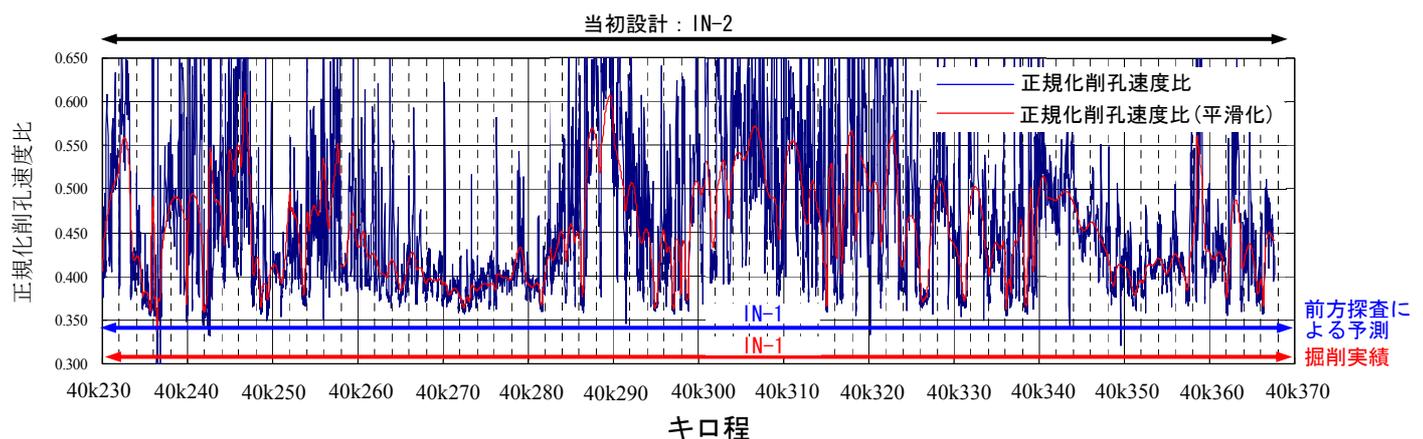


図-2 西海凝灰角礫岩層区間における地山評価

掘削において当該区間は毎分 150ℓ～350ℓ程度の全面湧水があり、それに伴う基質部分の流出が見られた。また、基質部分の一軸圧縮強さは 4MPa と低く、角礫の抜け落ち等もあることから鏡吹付け t=5cm を毎切羽行う IN-1 が該当と判断され、予測と実績が一致した。

## 4. おわりに

本工事ではノンコア削孔切羽前方探査「トンネルナビ」による予測を元に適切な支保パターンの選定を行った。地山性状の硬軟の変化が激しいトンネルであったがトンネルナビの予測は良好であり、地山の急激な変化に対応した支保パターンの変更や補助工法の活用がタイムリーに実施できた。一方、1 断面 1 削孔で行ったため脆弱層の走向傾斜によっては距離の誤差が見られたことから、断面内の探査位置選定に配慮が必要であった。今後は 1 断面 2 削孔行うなど対策を施し、面的に予測することがさらなる精度の向上につながると考えられる。

## 参考文献

- 1) 稲川, 畑, 桑原, 中岡: 土木学会トンネル工学委員会, トンネル工学報告集第 16 巻, pp. 107-112, 2006.
- 2) 桑原, 畑, 稲川, 平川: 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.