

前方探査に基づく地山評価システムの構築と適用に関する一考察

(株)鴻池組 土木技術部 正会員 ○山田 浩幸

中日本高速道路(株) 岐阜工事事務所

原田 雅也

鴻池・ロッテ共同企業体

田中 英男

鴻池・ロッテ共同企業体

三木 秀二

1. はじめに

山岳トンネルは、地中の線状構造物という特殊性から、事前地質調査によって得られる情報には限界があるため、通常の土木構造物とは異なり、設計では標準支保パターンを用い、施工時に得られる切羽観察や計測結果に基づき地山の変化に応じた最適支保パターンに修正していくことが一般的である。近年、長尺鋼管フォアパイルングをはじめとする補助工法のめざましい進歩により、厳しい環境条件（未固結地山、湧水地山、近接施工等）の下においても安全に施工することが可能となってきた。

本論文では、トンネルジャンボにおける機械データを用いる前方地山予測をコア技術としたトンネル地山評価システムの概要と、実現場で試行的に適用した結果について報告する。

2. システムの概要

今回、構築したトンネル地山評価システム（K-tes : Konoike tunnel estimation system）は前方探査の実施においてトンネルの標準機械であるドリルジャンボの穿孔時の機械データを収集・分析することにより、切羽前方の地質を穿孔エネルギーとして定量的に評価する。

一方、施工の進捗とともに得られる支保パターン毎の切羽評価点や計測データを機械データと同様のファイル形式（CSV形式）で保存、更新を行い、リアルタイムに施工情報をデータ化する。システム内に蓄積された施工データと前方探査により得られた穿孔エネルギーを比較し、地山の変化に基づく適切な支保パターンの選定や必要な対策工（補助工法）の検討を行う。本システム導入により、これまでは、個別に実施して整理していた前方探査データ、切羽観察（評価点）、計測データを

システムの一元管理し、いわゆる巻物（展開図）的に整理することで情報化施工の実現を図るものである。

キーワード 山岳トンネル、前方探査、トンネル地山評価システム、補助工法、支保パターン

連絡先 〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町 3-6-1 (株)鴻池組大阪本店土木技術部 TEL 06-6244-3684



写真-1 切羽における前方探査実施状況

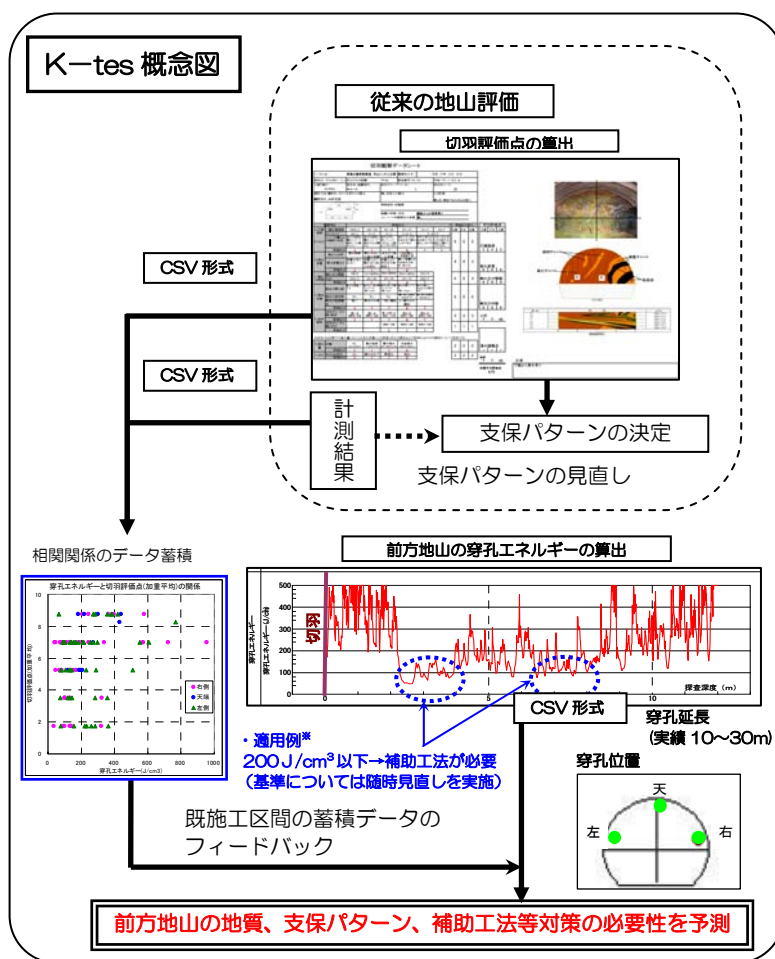


図-1 トンネル地山評価システム概念図

3. 適用トンネルの概要

今回、東海北陸自動車道Ⅱ期線の平山トンネル工事の終点側坑口部において、トンネル地山評価システムを試行し、補助工法の必要性および支保パターンの妥当性を評価する際の参考データとした。トンネルの概要を表－1に示す。

本トンネルは、ジュラ紀中期の小駄良川層の徳永砂岩部に属し、地質的に美濃帯メランジによって形成された地質構造であり、いわゆる付加体地質の特徴である地質が不連続で変わりやすい特徴を有していた。

Ⅰ期線施工時においても、湧水が非常に多く長距離の水抜きボーリング（300～500m）を実施しており、湧水に伴う局所的な地山崩壊も発生していた。

Ⅱ期線工事においても同様の地質状況が想定されるため、設計において長尺フォアハulingが計画されていた。

4. トンネル評価システムによる分析

坑口部より実施した前方探査の結果を図－2に示すように、切羽評価点（加重平均）と穿孔エネルギー（ E_d ）の指標で整理した。

切羽評価点が高くなると、穿孔エネルギーのばらつきが大きくなる傾向を示しているが、切羽観察や計測結果の結果等の施工実績もふまえ、穿孔エネルギー（ E_d ）が200（ J/m^3 ）以下となった場合には、補助工法が必要であるという目安を設定し、前方探査の結果を切羽評価点、計測結果と同様に補助工法の必要性の判断材料とした。

また、図－3に前方探査結果の一例を示すが、切羽位置から12m前方を穿孔した結果、現切羽は比較的良好な状態であったが、2mから8m区間に於いて穿孔エネルギーが200（ J/m^3 ）以下となることが判明し、設計（地質縦断図）においても、この先から断層破碎帯の出現が予想されていたこともあり、現切羽から長尺鋼管フォアハulingを施工することとなった。

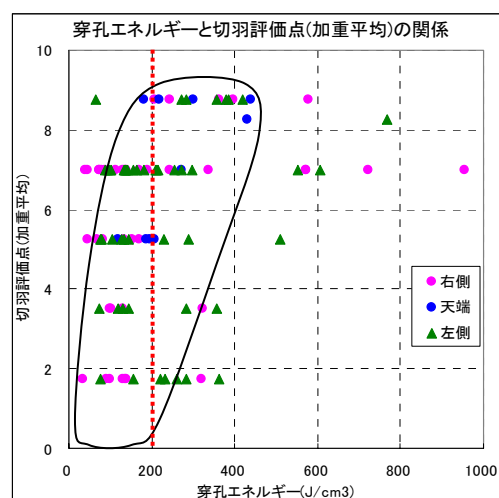
5. まとめ

今回、前方探査予測及び施工データのシステム化によりトンネル地山評価システムを構築するとともに、実現場において補助工法の必要性の判断資料として試行的に適用した。

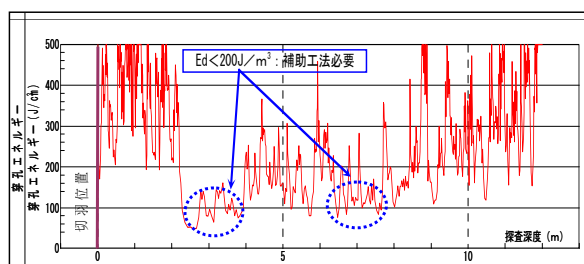
付加体地質という変化の著しい地山において前方の地山状況を適切に評価できることは、作業の安全性確保と同時に、経済性の面から、必要な対策の検討を掘削に先立ち実施することで特に長尺の先受け工を採用する際の施工区間や施工範囲の決定にも有効であると考えられる。今回は切羽面3箇所（天端、左・右）の機械データを採取し、地質の走向を含めた前方地山の推定を効率的に予測することで切羽を止めることなく対策工の検討や資材の調達を行うことができ、確実な工程管理の実現も可能となった。現在、トンネルの施工は $L=500\text{m}$ の掘削を完了している。今後も実現場での適用事例を増やし、補助工法の判断指標の確立に努める所存である。

表－1 トンネル工事概要

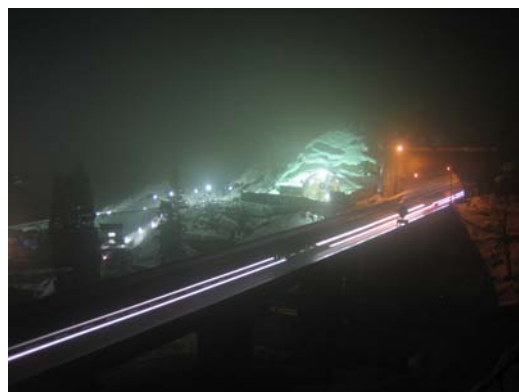
工事名称		東海北陸自動車道 平山トンネル工事
工事場所		岐阜県郡上市大和町洞口～名皿部
工 期		平成 17 年 3 月～平成 20 年 1 月
発注者		中日本高速道路(株)
施工者		鴻池・ロッテ共同企業体
工 事 内 容	延長 断面	L=1,549m（道路土工 L=153m 含む） トンネル延長 L=1,396m 掘削断面積 A=66.6 m ² （一般部）
	施工法	NATM
	掘削方式	発破工法
	掘削工法	DⅢ ^ハ ターン（上半先進 ^ハ ンチカット工法） CⅠ、CⅡ、DⅠ ^ハ ターン（補助 ^ハ ンチ付き 全断面工法）
	補助工法	終点側 長尺鋼管 ^{フォアハ} インク ^グ 起点側 長尺鋼管 ^{フォアハ} インク ^グ



図－2 切羽評価点と穿孔エネルギーの関係



図－3 前方探査結果と補助工法の選定



写真－2 適用現場全景