

トンネル先進ボーリングの有効性に関する考察

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 ○正会員 伊東 佳彦
 (国研) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 岡崎 健治
 (国研) 土木研究所寒地土木研究所 山崎 秀策
 (国研) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 倉橋 稔幸

1. はじめに

トンネルでの先進ボーリングは、突発的な多量湧水の予見・予防、切羽前方地質の事前評価による支保パターン変更回数の減少、自然由来重金属の事前分析による合理的な土配計画の策定などの多くの利点があるが、先進ボーリング費用や機械損料などのコスト増や施工工程の遅延等の課題がある。全線での先進ボーリング調査は一般的にはなっていないが、北海道の国道トンネル施工時に実施されているほか、自然由来重金属の調査等のためいくつかのトンネル施工現場で実施されている。

筆者らは、先進ボーリングの有効性について検討を進めてきた¹⁾²⁾³⁾。本論では、2008 年以降に竣工した北海道の国道トンネルについて先進ボーリング調査の有無と関わりがあると考えられる湧水、変状、および重金属等の関係について文献⁴⁾⁵⁾等をもとに整理し、先進ボーリング施工の有効性について検討したのでその結果を報告する。

2. 考察

2008 年以降に竣工し、トンネル延長 300m 以上の北海道の国道トンネルで資料の得られた 58 トンネルである。延長 300m 未満のトンネルは、坑口からの調査ボーリングで地質評価が可能と考え、検討から除いた。58 トンネル中 25 トンネルと 4 割を超えるトンネルで先進ボーリングに関わると考えられる湧水、変状、自然由来重金属などの地質課題が認められた(表-1)。以下、これらの項目別に特徴について述べ、先進ボーリングの効果として現れにくい支保パターンの変更について触れる。

2-1. 湧水

多量の湧水が認められたのは 5 トンネルで、地質別には火山砕屑岩類 1、安山岩溶岩 1、玄武岩と堆積岩類の境界部 1、堆積岩類 1、扇状地砂礫層 1 である。5 例目の扇状地砂礫層での多量の湧水は先進ボーリング無しでも予想は可能と考えられる。残りの 4 事例は先進ボーリングの実施により多量湧水の兆候を事前に把握し、より安全に対処することができたと考えられる。

2-2. 変状(膨張性、縫い返し)

変状(膨張性、縫い返し)が認められたのは 6 トンネルであった。地質別には火山砕屑岩類 1、蛇紋岩 2、付加体緑色岩・チャート類 1、堆積岩類 2 である。先進ボーリングで地質を把握したにもかかわらず変状を防げていないという点で課題を残すが、先進ボーリングを実施しなかった場合、事態はより深刻であった可能性がある。蛇紋岩は特殊地山であり先進ボーリングを実施するまでもなく施工に要注意であるが、分布を事前に把握して急な出現を避けるという観点からも先進ボーリングは必須であると考えられる。

2-3. 自然由来重金属

自然由来重金属の調査・対策を実施したのは 21 トンネルであった。堆積岩類での事例が多く、熱水変質火山砕屑岩類でも事例が認められる。これらのトンネルでは先進ボーリングコアで自然由来重金属の含有量・溶出量等を事前に把握することで余裕を持って安全に対処できたと考えられ、先進ボーリング実施が効果的であったと考えられる。

キーワード 先進ボーリング, トンネル, 湧水, 変状, 自然由来重金属

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34, (国研) 土木研究所寒地土木研究所 [Tel:011-590-4124](tel:011-590-4124),

Fax: 011-824-1226

表－1 2008 年以降に竣工した北海道の国道トンネル（地質課題のあったトンネルを抜粋）

No.	延長 (m)	竣工年	主な地質	湧水多量	変状	自然由来重金属
1	1,742	2016	新第三紀火山砕屑岩類	○		
2	538	2011	安山岩質集塊岩	○	○	
3	2,995	2013	新第三紀安山岩溶岩	○	○	○
4	2,928	2017	新第三紀泥岩, 溶結凝灰岩, 未固結砂礫	○		○
5	2,518	2018	新第三紀泥岩・砂岩・玄武岩類	○		○
6	1,241	2010	蛇紋岩		○	
7	4,110	2008	付加体（緑色岩類, チャート等）		○	
8	2,699	2016	蛇紋岩, 白亜紀～古第三紀泥岩類		○	○
9	4,460	2014	白亜紀堆積岩類		○	○
10	629	2012	白亜紀～古第三紀泥岩類			○
11	418	2013	白亜紀～古第三紀泥岩類			○
12	3,297	2010	付加体（粘板岩）			○
13	1,385	2010	付加体（粘板岩）			○
14	2,310	2009	白亜紀～古第三紀堆積岩類			○
15	3,016	2010	古第三紀堆積岩類			○
16	1,964	2010	古第三紀堆積岩類			○
17	2,265	2010	古第三紀堆積岩類			○
18	2,383	2009	古第三紀堆積岩類			○
19	1,173	2008	古第三紀堆積岩類			○
20	344	2012	白亜紀堆積岩類			○
21	520	2013	古第三紀堆積岩類			○
22	499	2013	古第三紀堆積岩類			○
23	714	2014	古第三紀堆積岩類			○
24	697	2010	古第三紀堆積岩類			○
25	722	2012	新第三紀泥岩			○

2-4. 支保パターンの変更

すべてのトンネルで、施工時に設計時の支保パターンが見直される。見直し回数が増えると段取り替えが煩瑣でありコストや時間にも影響する。亀村ほか(2013)は地山評価の一致率は先進ボーリングにより事前に地質を評価した場合が85%であるのに対し、他の事前調査による場合は66%に留まることを指摘した。これらの先進ボーリングの実施による支保パターン変更回数の減やスムーズな段取り替えの効果は定量的な評価が難しいが、大きな効果を発揮しており無視できない。湧水、変状、自然由来重金属等が確認されていない残りの33トンネルについても、先進ボーリングの実施は重要な役割を果たしていると考えられる。

謝辞

本調査の実施にあたり、資料提供ならびに現地調査に御協力いただいた国土交通省北海道開発局の関係各位に、ここに記して感謝いたします。

参考文献

1. Kenji Okazaki, Yoshihiko Ito (2014) : Case Study of analysis for deterioration factors of rock measuring, Proceedings of the world tunnel congress 2014.
2. 伊東佳彦, 岡崎健治, 大日向昭彦, 村山秀幸, 丹羽廣海 (2014) : 先進ボーリングコア情報によるトンネルの時間遅れ変状機構に関する考察, (社) 日本応用地質学会平成26年度研究発表会.
3. 亀村勝美, 岡崎健治, 伊東佳彦, 佐々木博一 (2013) : 山岳トンネルにおける先進ボーリングの効果に関する検討, 土木学会平成25年度全国大会第68回学術年次講演会講演概要集, pp237-238.
4. 北海道土木技術会トンネル研究委員会 (2005) : 北海道の道路トンネル (第3集)
5. 北海道土木技術会トンネル研究委員会 (2011) : 北海道の道路トンネル (第4集)