

P47. 山岳トンネルの調査段階における地質調査数量の現状と課題について

Study on the geological survey quantity and issue in the investigation stage of a mountain tunnel

○日本応用地質学会土木地質研究部会課題事例分析ワーキング
Case study WG, Research Group on Engineering Geology, JSEG

1. はじめに

当研究部会では昨年度、山岳土木工事におけるトラブル事例収集に基づく土木地質分野の課題について検討を行った。その結果、調査数量の不足が課題の発現に比較的大きなウェイトを占めている結果が得られた。そこで、本年度は、線形構造物のうち、土被りが大きく詳細な調査が不可能なことで地質リスクが発生しやすい山岳トンネルの地質調査数量の現状について、各機関の基準類を収集し、更に調査段階におけるトンネル延長に対する地表地質踏査、弾性波探査、調査ボーリングの数量の分析・考察を実施した。

2. 山岳トンネル工事における調査数量の基準

山岳トンネル工事の調査数量に関する基準例のうち、地表地質踏査、弾性波探査、調査ボーリングの内容に関する、日本道路協会、NEXCO、JR TT の基準を表-1に示す。いずれの発注機関も、概ね基本的な考え方を示したうえで、状況に応じて調査数量を増やすなどの対応を記載している場合が多い。例えば、地表地質踏査面積は、日本道路協会にて踏査範囲を明示している。弾性波探査はNEXCOがトンネル軸方向の主測線に関する測線長について具体的に記載している。調査ボーリングは日本道路協会、NEXCOにて詳述しており、坑口部における鉛直、水平ボーリングの考え方、中間部におけるボーリングの考え方について記している。

3. トンネル延長と調査数量について

今回、山岳トンネルのデータ収集にあたり、道路トンネルについては、地表地質踏査、弾性波探査、および調査ボーリング数量が把握できた37事例（NATM）を収集し、更に地質区分別に整理した。鉄道トンネルについては新幹線を対象とし、公表されている工事誌

から174トンネル（NATM、在来工法）の調査ボーリング数量を整理した。なお、トンネルの平均長は道路トンネルで1,097m、鉄道トンネルで1,703mであった。

3.1 地表地質踏査

道路トンネル延長に対する地表地質踏査面積との関係を図-1に示す。トンネル延長の増加に対応して地表踏査面積が増加する傾向が認められるが、踏査面積と地質区分には明確な関係が認められない。これは地質区分に関係なく踏査範囲を設定している場合が多いものと推察される。また、図中に示す日本道路協会の精密調査範囲（トンネル中心から200m～500m）との対応では、殆どが500m以内となり、最低限である200m未満のケースも散見された。但し、設計図書としての整理の段階で、表示範囲を割愛している可能性があることに留意する。

3.2 弾性波探査

道路トンネル延長に対する弾性波探査距離との関係を図-2に示す。トンネル延長の増加に対応して、弾性波探査距離が増加する傾向が認められるが、弾性波の延長と地質区分には明確な関係が認められない。これも地表地質踏査同様、地質区分に関係なく弾性波測線を設定している場合が多いものと推察される。また、いくつかのトンネルで弾性波探査が実施されていないケースが認められる。これらは、弾性波探査に不向きな地質、用地問題など、何らかの理由で弾性波探査ができず、電気探査や調査ボーリングにて補ったものと考えられる。

3.3 調査ボーリング（道路トンネル）

道路トンネル延長に対するボーリング本数、総ボーリング長を図-3、図-4にそれぞれ示す。道路トンネル

表-1 山岳トンネルにおける調査数量の基準例（記載は一部簡略化している）

	(社)日本道路協会 ¹⁾	NEXCO ²⁾	JR TT ³⁾
地表地質踏査	・概略調査 中心線を中心に片側500m～2000m ・精密調査 予定路線を中心に片側200m～500m。両坑口からそれぞれ100m程度外側まで。	路線を中心に必要な範囲	付属図面に示す範囲
弾性波探査	・調査測線は原則として1～2本の主測線と若干の副測線を設ける。	・第一次詳細調査 主測線長=(30～50m)×2+(トンネル延長)、副測線は最低限両坑口付近に主測線と交わる方向にて100m～200m設ける。	探査深度(h)から定まる最大受信距離(L=7h～10hが目安)が必要
調査ボーリング	・鉛直ボーリングを各坑口に1～2本実施。トンネル計画高より5～10m深くする。トンネル計画に重要な問題がある場合には水平・斜めボーリングを検討。水平ボーリングは坑口より1本30m～50m程度。	・第一次詳細調査 鉛直ボーリングを坑口部で1～2本、トンネル中央部で必要に応じて2～3本。掘削長はトンネル計画高より3～5m深くする。 ・第二次詳細調査 坑口部にて水平ボーリング(L=100～200m)を1孔/坑口実施。坑口部、中央部にて詳細設計に必要、地質的に問題がある場合、適時鉛直ボーリングを実施。トンネル計画高より3～5m深く掘削。	(ボーリング数量に関し特に記載無し)

では延長に伴う本数、総ボーリング長の増加傾向は認められない。これはボーリングが一般に両坑口部での実施の他に、地形地質的な個別の問題（小土被り、地すべり、断層など）を有する場合に、適宜実施されることで、トンネル延長の増加に対応して、必ずしもボーリング本数、総ボーリング長の数量増とはならないものとする。なお、地質区分とボーリング本数、総ボーリング長との関係は今回の結果からは判然としない結果となった。

3.4 調査ボーリング（鉄道トンネル）

鉄道トンネル延長に対するボーリング本数、総ボーリング長を図-5、図-6にそれぞれ示す。鉄道トンネルでは延長に伴う本数、総ボーリング長の増加傾向が認められる。なお、一部でトンネル延長に対して極端に調査数量が多いトンネルが散見された。このようなトンネルも個別の地形地質的な問題を有することで数量が増加している可能性がある。

4. まとめ

- ・調査数量の基準は、いずれの発注機関も基本的な考え方を示したうえで、状況に応じて調査数量を増やすなどの対応を記載している。
- ・地表地質踏査範囲はトンネル延長の増加に対応して面積が大きくなる傾向が認められるが、一部で日本道路協会が示す精密調査範囲未満のケースが散見される。
- ・弾性波探査距離はトンネル延長の増加に対応して、増加する傾向が認められる。
- ・地表地質踏査、弾性波探査ともに地質区分に関係なく、トンネル延長に応じて数量が設定される場合が多いものと考えられる。
- ・鉄道トンネルではトンネル延長の増加に対応して調査ボーリング本数、総ボーリング長が増加する傾向が認められるが、道路トンネルでは延長に伴う本数、総ボーリング長の増加傾向は認められない。
- ・調査ボーリングは個別の地形地質の問題に対し、適宜実施される場合が多いため、トンネル延長の増加に対応して、必ずしも本数、総ボーリング長の数量増とはならない場合がある。

5. 今後の予定

地質リスクが発現し、トラブルとなった山岳トンネルの調査数量・内容、施工中の調査などの評価分析を通じて、山岳トンネルにおける事前調査時の地質調査について留意点を整理する予定である。

【文献】

- 1) 道路トンネル技術基準（構造編）・同解説 平成15年11月 社団法人日本道路協会
- 2) 土質地質調査要領 平成24年7月 東・中・西日本高速道路株式会社
- 3) 地質調査標準示方書 平成15年2月（平成18年5月一部改正） 独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構

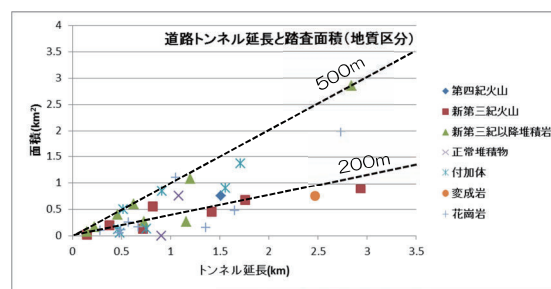


図-1 道路トンネル延長と踏査面積

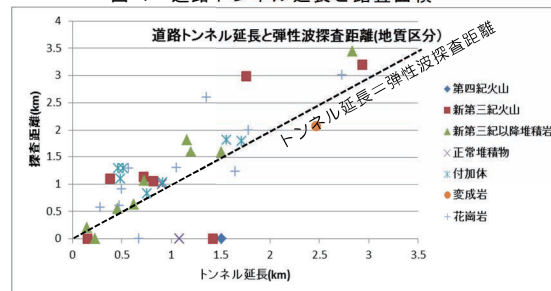


図-2 道路トンネル延長と弾性波探査距離

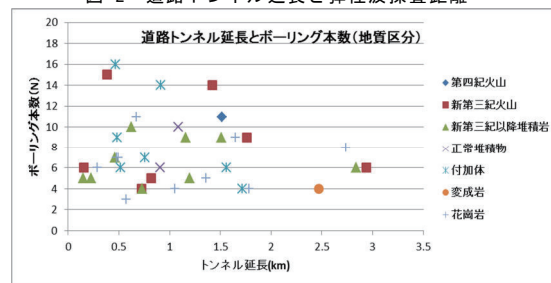


図-3 道路トンネル延長とボーリング本数

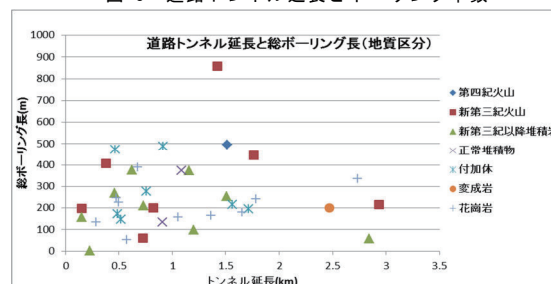


図-4 道路トンネル延長と総ボーリング延長

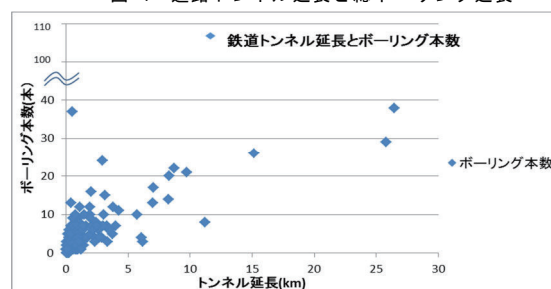


図-5 鉄道トンネル延長とボーリング本数

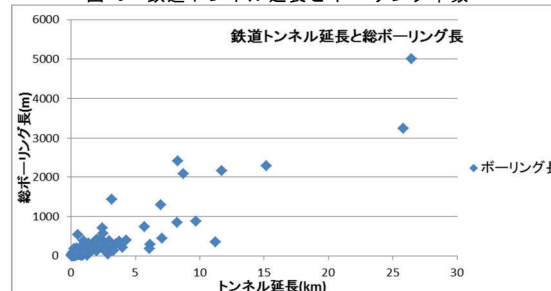


図-6 鉄道トンネル延長と総ボーリング延長