

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

(公財) 深田地質研究所 フェロー ○亀村 勝美

(独) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 岡崎 健治・正会員 伊東 佳彦

国土交通省北海道開発局

佐々木 博一

1. はじめに

筆者らは、これまで山岳工法により建設されたトンネルの維持管理を合理的に行うために何が必要なのかに関して研究を進めてきた^{1),2)}。様々な検討の中から、トンネルの施工中や供用後に生じる変状に対して適切な対策工を講じることも重要であるが、施工前の地山評価の精度を上げることにより支保パターンの変更や補強工を極力減らすことにより、地山を必要以上にゆるめないという NATM 本来の目的に沿った形で施工を終えることの方がむしろ供用後の変状等を抑制するために有効であると推察された。

そこで先進ボーリングが施工されたトンネルの施工実績を分析した³⁾。その結果、不確実性が多く含まれている事前調査結果に加えて、ある程度の費用と時間は覚悟する必要があるが切羽からの先進ボーリングから得られる地質データを加味し、地山を再評価することにより施工時の掘削パターンの変更をかなり低減することが出来ることが明らかとなった。本文では、最終的な地山分類結果と計測されたトンネル内空変位の関係から先進ボーリングを実施した場合とそうでない場合を比較し、先進ボーリングの有効性を検討する。

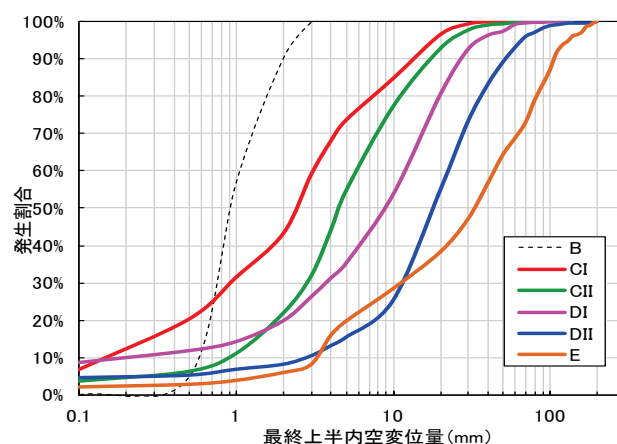


図-1 地山分類毎の内空変位 (北海道 57 トンネル)

2. 地山分類毎のトンネル内空変位

北海道内で建設される山岳トンネルでは施工時に切羽から先進ボーリングを実施し、地質確認と孔内速度検層、コアの力学試験などのデータを得て、地山分類の再評価を行うことに着目し、その効果について検討した⁴⁾。

図-1 は、文献 4) に示した北海道内の 16 トンネルのものに、平成 24 年度に北海道土木技術会トンネル研究委員会 NATM 分科会が収集したデータを追加し、計 57 トンネルの地山分類毎の最終内空変位の累積頻度分布を示したものである。

発生割合 30%以上では地山分類毎の変位の差は明瞭に見てとれる。また図-2 は、全国のトンネルにおける同様の分布⁵⁾を示したものである。これらを比較すると、両者の傾向は類似しているものの全国のものでは全体に変位量が大きく、CI と CII の差がほとんどないことなどが特徴として挙げられる。地山分類は、北海道 (開発局)、全国 (旧道路公団) と異なっているが、多少の差はあっても分類結果はそう大きく違っているとは思われない。

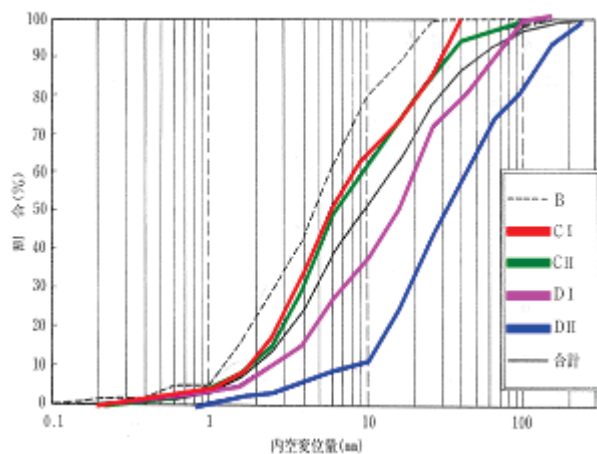


図-2 地山分類毎の内空変位 (全国⁵⁾)

キーワード 山岳工法トンネル、地山分類、内空変位、先進ボーリング、維持管理

連絡先 〒113-0021 東京都文京区本駒込 2-13-12 (公財) 深田地質研究所 TEL 03-3944-8010

3. 地山分類と内空変位の関係

図-1 と 2 の違いを具体的にみるために変位発生割合が 50%と 90%の時の変位量を地山分類毎に抽出すると表-1 のようになる。

これをグラフで示すと図-3, 4 のようになり, 全国と北海道の差は歴然としている。図中, 「全国」として示したのは全国の結果の地山分類を 1 ランク悪い方へ移動させた場合である。

地山評価基準に大きな差はないとすると, この違いが生じる原因の一つとして考えられるのは, 事前調査結果に基づく地山評価の実施工結果との一致率が非常に悪いことである。表-2 は, 北海道における 63 トンネルでの事前調査結果による評価と実際の結果, 先進ボーリング調査による評価と実際の結果の関係を示したものである³⁾。

このように事前調査結果と施工結果が一致しているのは約 66%で, 27%は想定より 1 段あるいは 2 段悪い結果となっている。しかもその内容を詳しく見ると, C クラスから D クラスへと変更したのは全体の実に 10%であり, 施工に際して地山変位が想定より大きくなり, インバートなしのパターンからインバート付きのパターンへと大きな工法変更を余儀なくされたことが伺える。これに対して先進ボーリングを用いた場合は, 7%が 1, 2 段階悪くなるものの C→D クラスの変更は 1.7%しかなく, 施工途中での大きな工法変更がほとんどなかったことが判る。

4. 考察と今後の課題

先進ボーリングを行うことで詳細な地山情報が得られ, 精度の高い地山分類を行うことが出来る。結果として施工中の工法変更が少なくなり, 地山変位の増大を招くことなく施工を終えることが出来ると考えられる。また先進ボーリングに要する費用は, 工法変更が少ないことで費用対効果が期待出来る³⁾。

今後は, 事前調査に基づく地山分類の問題点について検討を加えたい。

参考文献

- 1) 亀村勝美, 稲垣大介, 井尻裕二: 供用後のトンネル変状リスクへの対策工の選定法について, トンネル工学報告集, 20, pp183-188, 2010.11.
- 2) 岡崎健治, 伊東佳彦: トンネルの供用開始後に生じる変状と経時変化に関する考察, トンネル工学報告集, 21, pp183-188, 2011.11.
- 3) 亀村勝美, 岡崎健治, 伊東佳彦: 変状トンネルへの対策工の選定法に関する研究-対策工としての先進ボーリングの効果について-, 第 13 回岩の力学国内シンポジウム講演論文集, pp307-312, 2013.1.
- 4) 岡崎健治, 伊東佳彦, 佐々木博一: 北海道における国道トンネル施工時の地質調査と効果に関する検討, 第 29 回日本道路会議, 2011. 11.
- 5) 道路トンネル観察・計測指針, 日本道路協会, 2009.2

表-1 地山分類と内空変位 (mm)

	発生割合50%		発生割合90%	
	全国	北海道	全国	北海道
B	4.7	0.9	20.6	2
C1	5.8	2.4	28.8	12
C2	6.4	4.3	32.2	16
D1	16.6	9	62.9	25
D2	31	17	134.6	52
E		31		105

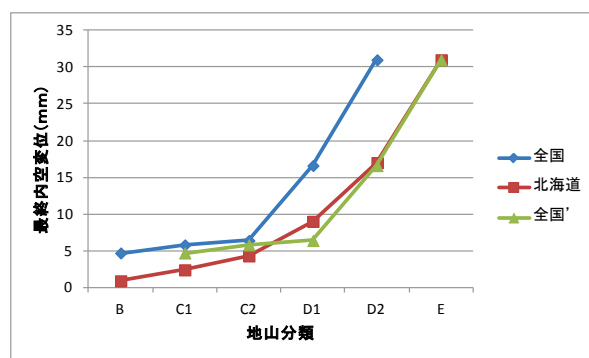


図-3 地山分類毎の内空変位 (変位発生割合 50%)

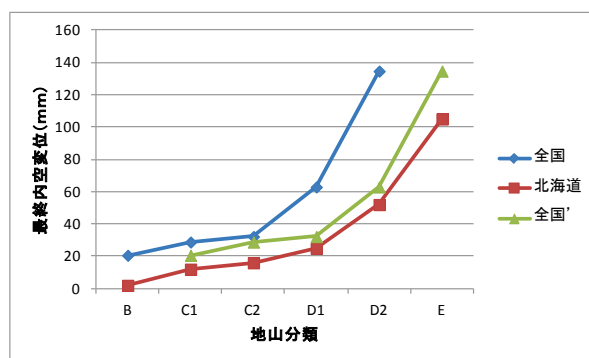


図-4 地山分類毎の内空変位 (変位発生割合 90%)

表-2 地山評価の一致率

	事前調査による評価			先進Br.による評価		
	件数	割合(%)		件数	割合(%)	
3段良くなる	1	0.15	6.93	0	0.00	7.50
2段良くなる	3	0.46		12	1.85	
1段良くなる	41	6.32		37	5.70	
事前=施工	428	65.95	65.95	554	85.36	85.40
1段悪くなる	137	21.11	27.12	43	6.63	7.10
2段悪くなる	39	6.01		3	0.46	