北海道の国道トンネルにおける地質情報と施工計測データの分析

(独)土木研究所寒地土木研究所*　正会員　○岡﨑 健治
〃　正会員　伊東 佳彦
国土交通省北海道開発局　掛田 浩司

１．はじめに

北海道の国道トンネル事業では，調査設計から施工段階における各種情報がトンネル管理システム[1)]に蓄積され，施工時の地山分類の修正，管理基準の設定および類似条件下のトンネル地山評価等に利用されている。

本調査では，これらの情報をもとに設計と施工時の地山分類の違いを整理するとともに，RQD に注目し，計測寸法の違いについて整理した。また，代表的なトンネルの建設事例における地質情報と施工計測データの統計分析を行い，変位計測の初期値を活用した最終内空変位量の予測手法に関する検討を行ったので，その結果について報告する。

２．調査概要

北海道開発局のトンネル地山分類[2)]では，地山の弾性波速度以外に RQD も岩種に依存する指標として扱われている。ただし開発局はよりコアの亀裂状況を考慮するため計測寸法は 5cm（以下，RQD(5)）としており，道路トンネル技術基準[3)]の 10cm（以下，RQD(10)）とは異なる。

今回，収集データ（北海道で建設された 16 の国道トンネル総延長 30,950m，計測断面 20,473 の施工データ）をもとに，地質と地山評価の関係を整理した。収集データの地質内訳は次のとおりである。

１）剥離性に富まない古生層～深成岩・火山岩：62%
２）剥離性に富む古生層～深成岩：13%
３）第三紀堆積岩類：25%

また，先進ボーリングで得られる RQD(5)と RQD(10)，土被り厚，地層区分および施工計測データのうち初期内空変位速度に着目し，最終内空変位量との相関性を整理するとともに，最終内空変位量の予測に関する分析を数量化Ⅰ類により行った。ここで初期内空変位速度は，計測開始から１日後（24±3時間）の内空変位量（mm/日）とした。また，分析では RQD(5)と RQD(10)の一定区間の連続性やデータの密度を考慮し，変位計測地点から後方 5m（概ね 0.5Ｄ：Ｄはトンネル半径）の範囲の平均値とした。

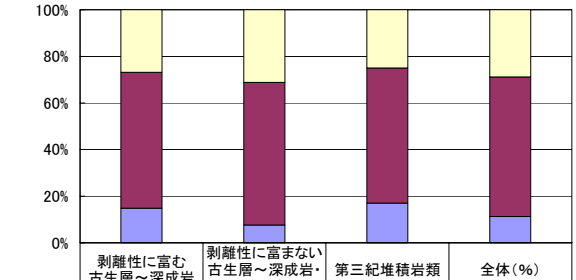
３．調査結果

３．１　地山分類の違いについて

図－１に設計時と施工時の地山分類の変更割合を示す。全体の 40.2%に変更（支保耐力の増加側へ 28.9%，軽減側へ 11.3%）が認められる。また，剥離性に富まない古生層～深成岩，火山岩では第三紀堆積岩類や剥離性に富む古生層～深成岩に較べて支保増の変更が多い傾向が認められるなど，岩種に応じた傾向が確認でき，地山分類において地質を区分・整理することの有効性が再確認された。

３．２　RQD の違いについて

図－２に RQD(5)と RQD(10)の関係を示す。両者の相関係数は 0.94（R^2=0.8971）で相関性が認められ，この相関近似式により RQD(10)から RQD(5)を簡易に判定することが可能と考えられる。現在は RQD(10)による判定後，RQD(5)による確認作業を行っているが，今後，より多くのデータを収集し，両者の関係を整理することで，RQD(5)の計測作業を省略化するための検討が可能になると考えられる。



	剥離性に富む古生層～深成岩	剥離性に富まない古生層～深成岩・火山岩	第三紀堆積岩類	全体(%)
地質	62	13	25	100
□支保増	26.9	31.2	25.0	28.9
■変更なし	58.3	61.1	57.9	59.8
■支保減	14.8	7.7	17.1	11.3

図－１　地山分類の変更割合

キーワード：　地質調査，システム，トンネル，地山分類，データ分析
連　絡　先：*　〒062-8602　札幌市豊平区平岸１条３丁目１番 34 号　TEL(011)841-1775　FAX(011)842-9173

３．３　最終内空変位量の予測手法

付加体地域で建設されたトンネルの地質情報と施工計測データをもとに数量化Ｉ類により分析を行った。説明変数のうち地質情報は「地層区分」と「RQD(5)」であり，いずれも先進ボーリング調査から得られる情報である。また，説明変数としての施工計測データは，地圧との関連性がある「土被り」と計測値の「初期内空変位速度」とした。

表－１に最終内空変位量と説明変数との相関係数を示す。最終内空変位量との相関係数は，初期内空変位速度，土被りおよびRQD(5)の順で相関性が伺える。これらの説明変数と地層区分をあわせて分析した場合，その重相関係数は0.94となり，相関性が増すことが確認できる。

図－３に初期内空変位速度と数量化Ｉ類による最終内空変位量の予測値の関係をRQD別に示す。両者には高い相関性が認められ，相関近似式を活用することで最終内空変位量をより精度良く予測できると考えられる。なお，今回の分析ではRQDの違いよる大きな差は認められなかった。

４．まとめと今後の課題

北海道の国道トンネル事業で蓄積された情報の収集と分析ならびに最終内空変位量を予測する手法について検討した結果をまとめると次のとおりである。

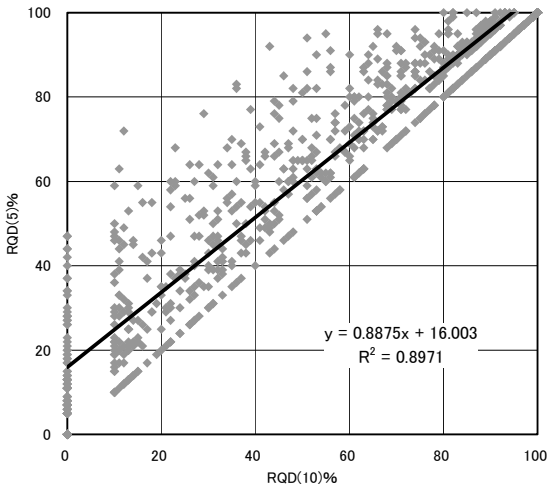
１）今後のデータ蓄積と分析によって，現状の地山分類におけるRQD(5)の計測作業を（RQD(10)との相関近似式をもとに）省略化するための検討が可能になると考えられる。

２）今回の分析で用いた説明変数の組合せによる相関近似式へ変位計測の初期値をあてはめることで，より精度の高い最終内空変位量の予測が期待できると考えられる。

５．おわりに

トンネル建設においては，計画から事前調査段階における地質情報の量や質の善し悪しが，その後の施工に与える影響が大きい。このため，各種データを十分に蓄積・吟味して良質な地質情報を得ることが必要不可欠と考えられる。

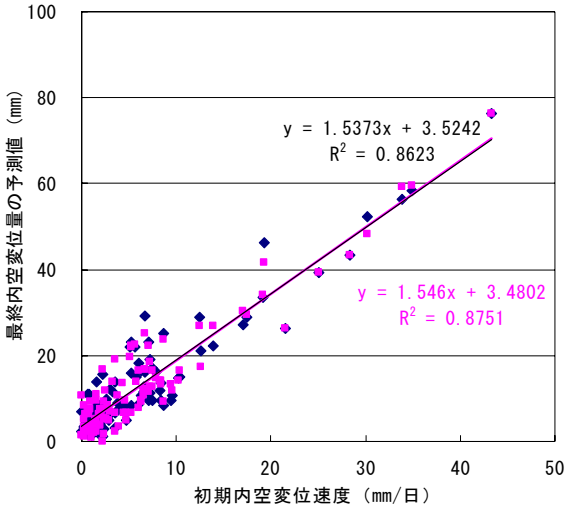
今後は，他の地質地域での適用ならびにトンネル施工での検証を通じて本手法の適用性を検討するとともに，地山評価のより精度向上が期待できる指標の抽出とその効果に関する検討を進めていきたい。



図－２　計測寸法別のＲＱＤの関係

表－１　最終内空変位量と説明変数の相関

項目		最終内空変位量
相関係数	初期内空変位速度	0.88
	ＲＱＤ（５）	0.14
	土被り	0.50
重相関係数	上記＋地層区分	0.94



図－３　初期変位量と予測値

参考文献

１）津田隆幸・高倉　司・遠藤真一・長谷川　功：トンネルデータベースと現場管理システム～開発局におけるトンネルデータ蓄積の現状と利用法について～，‘94トンネル技術の特別講演と技術研究発表会論文集，pp40-47，平成７年２月．

２）国土交通省北海道開発局：道路設計要領･第４集トンネル，平成19年４月．

３）日本道路協会：道路トンネル技術基準（構造編）・同解説，平成15年11月．