

切羽観察結果と変状との関係に関する考察

日本道路公団 試験研究所 正会員 伊藤哲男
 日本道路公団 試験研究所 正会員 赤木 渉
 応用地質(株) 技術本部 正会員 太田裕之
 応用地質(株) 技術本部 正会員 中西昭友
 応用地質(株) 技術本部 正会員 國村省吾

1. はじめに

NATM の特徴の一つに、トンネル施工中に実施している切羽観察や計測工を整理分析し、その結果をフィードバックして合理的な支保工を選定し工事を進行できることがある。そのためには施工中に得られる情報を活用して、地山に適した支保工の選択や施工管理に役立てることが重要になる。

本報文は、支保工(ロックボルトおよび吹付けコンクリート)に変状があった場合の施工データに着目し、切羽観察結果と計測工 A による上半水平内空変位計測データを整理分析することにより、切羽観察結果と変状との関係から得られた知見を報告する。

2. 施工データの整理

JH 日本道路公団(以下 JH と記す)では、平成 8 年 1 月に新標準支保パターンと新切羽観察手法を試行導入し、平成 11 年 4 月に新切羽観察手法の結果に基づく切羽評価点の取り扱いを提示した。これまでに JH では、新しい切羽観察手法と新標準支保パターンの導入により得られた施工データを整理分析して定量的に評価し、算出された切羽評価点に基づく支保選定の目安について検討¹⁾を行ってきた。

平成 8 年 1 月の試行導入から平成 13 年 12 月までの間に収集した新切羽観察手法と新標準支保パターンによる施工データは、25, 790 断面である。そのうち上半水平内空変位計測データがある断面は、5, 768 断面である。さらに変位計測結果と切羽観察結果を対象として整理分析する施工データは、土被りが 40 m 以上かつ支保パターンが B-a から D -b までの 6 パターンにより施工されたものに限って、2, 924 断面となった。

3. 計測データの変位の傾向

図 - 1 に支保パターンごと、図 - 2 に岩石グループごと

に、計測データのうち上半水平内空変位(最終値: δ)を横軸に示すように区分して、その比率を示した²⁾。図 - 1 より、全体では変位が 30mm 以下であるものが 81% である。また、上半水平内空変位が 30mm 以下になるものは、B-a、C -a パターンではほぼ 100%、C -a で 91%、C -b で 79% である。同様に岩石グループごとでは図 - 2 より、硬質岩[塊状]で 84%、中硬質岩・軟質岩[塊状]で 86%、中硬質岩[層状]で 91% である。以上より上半水平内空変位 30mm 以下が全体の 80% 以上を占めており、ほぼ適切な支保パターンが選定され施工されていると考えられる。一方、30mm 以上の変位が計測されたのは全体で 20% 程度有り、その場合には変形が問題となり増し支保などでの対応では必要な内空断面を確保するのが困難となることが考えられる。

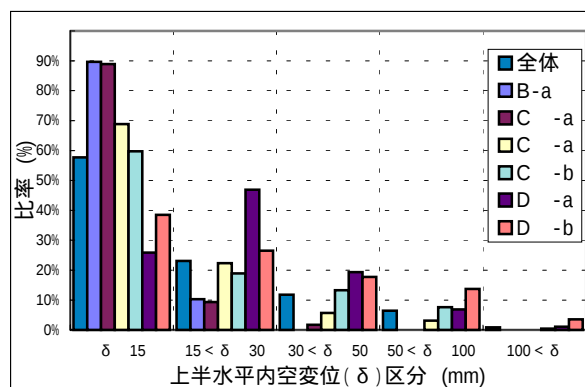


図 - 1 支保パターンと上半水平内空変位比率²⁾

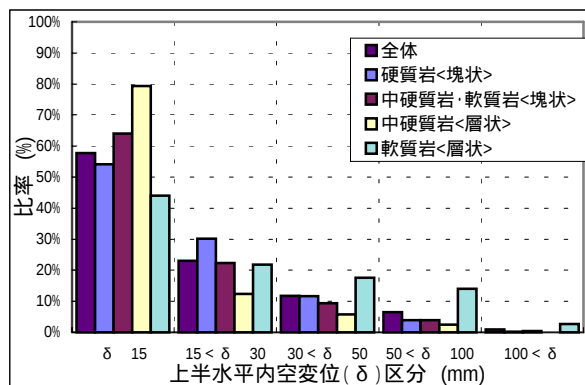


図 - 2 岩石グループと上半水平内空変位比

キーワード：トンネル 切羽観察 地山評価 上半水平内空変位 変状

連絡先：〒330-8632 埼玉県さいたま市土呂町 2-61-5 TEL:048-665-1811 FAX:048-667-9340

そこで適切な支保が選定できるように変状のデータに着目して切羽観察結果との関係を検討する。

4. 支保工の変状と切羽観察データ

支保工(ロックボルト, 吹付けコンクリート)に変状があった場合のデータ(120断面)について、岩石グループごとに支保パターンと切羽評価点の関係を、変位量 30mm を境にして図 - 3 に示す。図には、切羽評価点の配点決定時に使用したデータによる支保パターンごとに全国平均と1標準偏差の範囲を実線で、また JH が示している支保パターン選定目安の範囲をハッチングで示した。ロックボルトの変状は層状岩盤の重い支保パターン(C -b~D -b)で変位量が 30mm 以上の場合が多く、一方吹付けコンクリートの変状は塊状岩盤の比較的軽い支保パターン(B-a~C -a)で変位量が小さい 30mm 以下の場合でも多く発生している。塊状岩盤ではブロックの抜け落ちによるものと層状岩盤では押し出しによるものと変状形態に違いがあることがわかる。切羽評価点との関係について、ロックボルトの変状は支保パターンごとの平均点以下が多数を占める。一方吹付けコンクリートの変状では、多くは平均点以下であるが、変位量が小さく軽い支保パターンには平均点より大きい場合もある。次に支保工に変状があった場合について、岩石グループごとに切羽観察データの評価項目と支保パターンとの関係の一例(軟質岩[層状]と硬質岩[塊状]の圧縮強度)を図 - 4 に示す。図には、切羽評価点の配点決定に使用したデータによるその平均値と1標準偏差の範囲を実線で示した。圧縮強度との関係は、軟質岩[層状]の場合の比較的軽い支保パターン(C -b~D -b)で平均値よりも良い評価でも変状が生じているが、硬質岩[塊状]では平均値よりも悪い評価での変状が生じている。

以上から、切羽評価点や各観察項目の評価が平均点(値)より良い評価であっても変状(大変形の場合もある)が生じていること、また現在の収集データは配点案決定時のデータ数と比較して増加(約4倍)していることから、支保選定目安の見直しを検討する必要があると考えられる。

5. おわりに

NATM データベースに蓄積されたデータからは定量的に評価できるだけの十分な変状時のデータが蓄積されていないが、定性的な傾向を把握することはできた。今後は、切羽観察項目単独ではなくトンネル挙動に影響を与える他の要因も含めて、それらの関係を分析し、合理的な設計施工に役立てたい。

参考文献

- 1) 赤木渉, 三谷浩二, 城間博通: 新切羽評価点法の適用に関する研究, 土木学会第54回年次学術講演会, 第 部門, -B54, pp108-109, 1999.
- 2) 伊藤哲男, 赤木渉, 國村省吾, 進士正人: 2車線トンネルにおける変位計測と切羽観察手法との関連, 第11回岩の力学国内シンポジウム, セッションH -01, 2002.

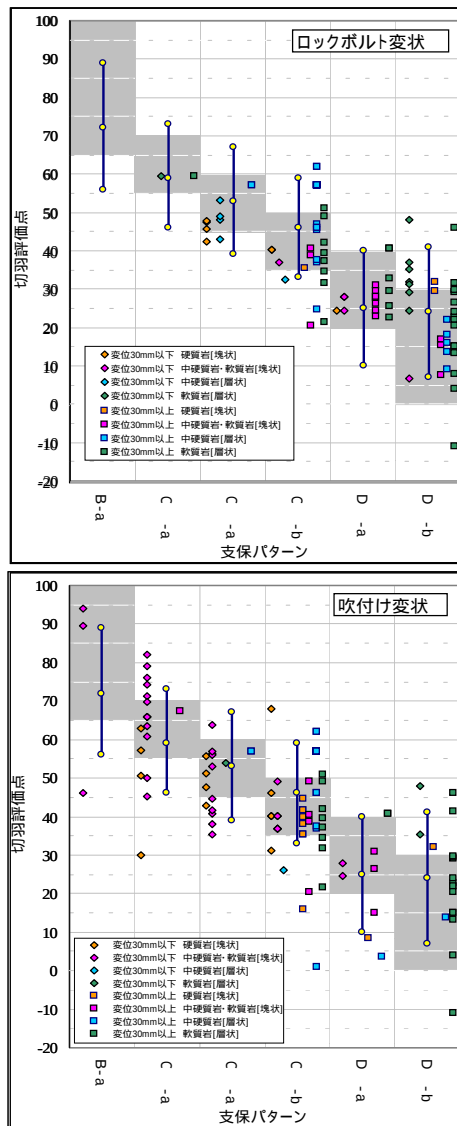


図 - 3 支保工の変状と切羽評価点

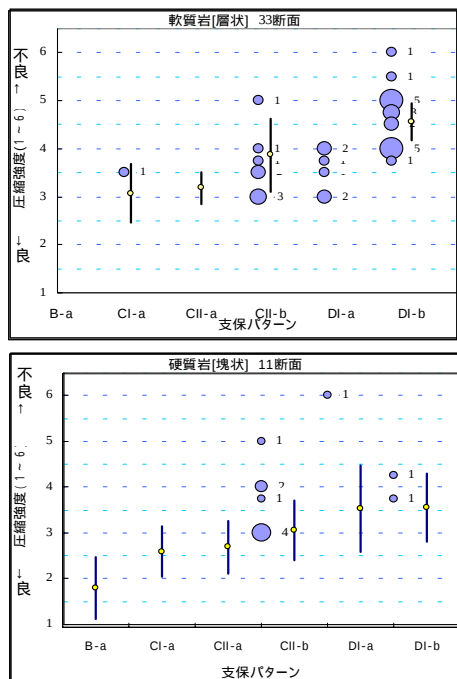


図-4 支保工の変状と観察項目の関係の一例