

坑内変位計測に基づく支保軸力の推定と支保パターンの妥当性検証

国土交通省 東北地方整備局 大矢剛

鹿島建設(株) 正会員 ○井上勇太 西川幸一 川野広道 北村義宜

1. はじめに

宮古盛岡横断道路は、岩手県宮古市と盛岡市を結ぶ全長約 100 km の地域高規格道路である。現在の国道 106 号線は急峻な山地部帯を通過するためカーブや縦断勾配がきつく、冬季には路面凍結による事故が多発することに加え、復興支援道路に位置づけられていることから、早期開通による交通環境の改善が期待されている。新区界トンネル（仮称）は、当該道路のなかでも最大の難所である区界峠を貫く全長 4,998m の長大トンネルである。位置図を図-1 に示す。

本トンネルの地質縦断図を図-2 に示す。本トンネル周辺の地質は、古生代デボン紀～石炭紀の付加体である「根田茂帯」に属する。当トンネルでは同図に示す粘板岩破碎帯が出現した区間(No.235+3.2～No.248+15.6)にて切羽の崩落が発生するなど掘削に難航した。ここでは、同区間に適用した坑内変位計測に基づく支保パターンの妥当性検証結果について報告する。



図-1 宮古盛岡横断道路 路線図

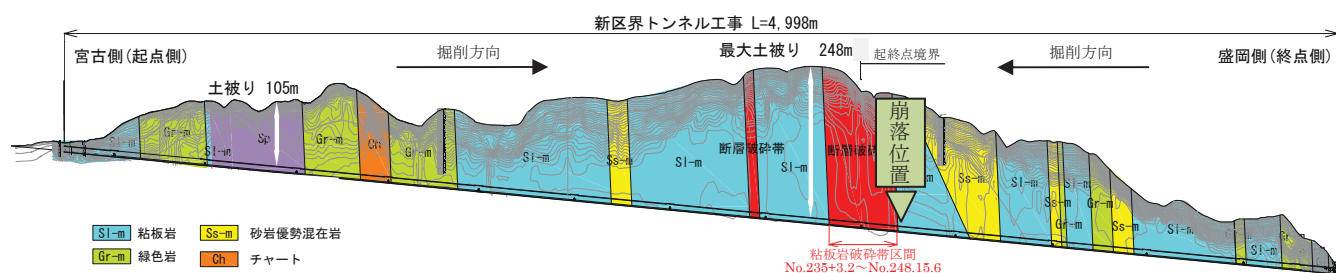


図-2 地質縦断図

2. 粘板岩破碎帯における支保変状と対策

終点側の本坑において、粘板岩優勢混在岩の比較的硬質な地山をCⅡパターンで掘削していたが、脆弱な粘板岩破碎帯が出現したことで切羽の崩落が発生した。このため、長尺鋼管先受け工(12.5m)と鏡ボルト(12.5m)を6mシフトで施工する図-3に示す支保パターンを適用するとともに、図-4に示すように、上半切羽から5～7mの範囲で断面を閉合する早期閉合を適用して掘削を再開した。

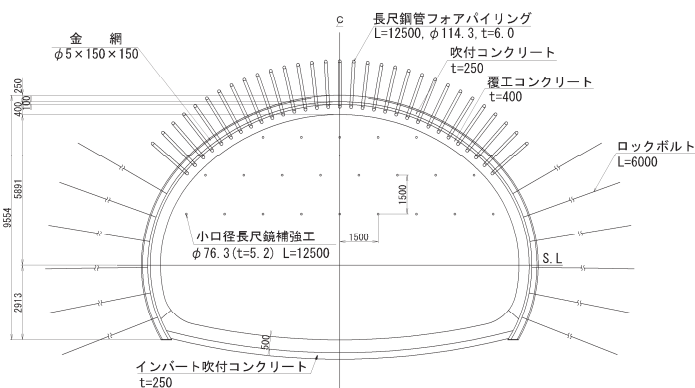


図-3 切羽崩落後に適用した支保パターンDⅡ-1

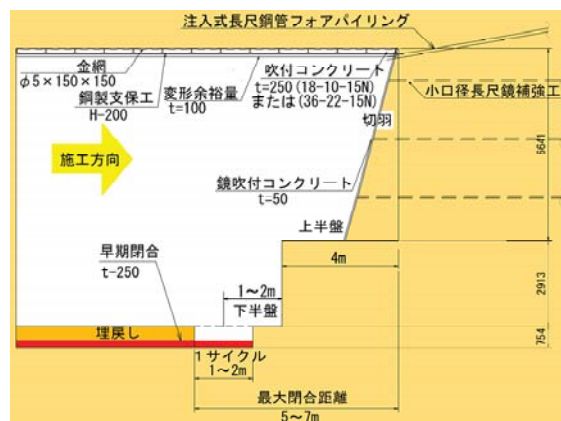


図-4 全断面早期閉合の断面図

キーワード 付加体、粘板岩、破碎帯、計測工 B、

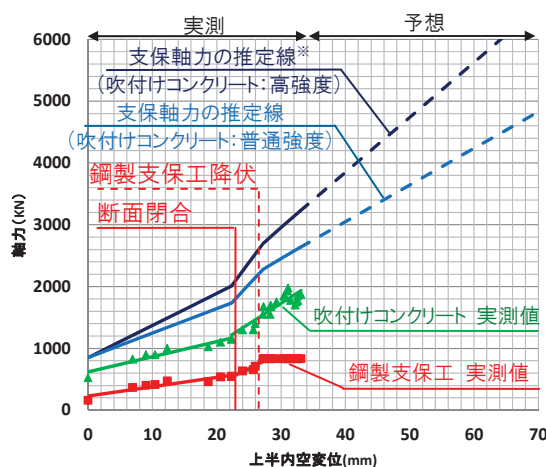
連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株) 土木設計本部 TEL 03-6229-6614

3. 内空変位に基づく支保軸力の予測

鋼製支保工や吹付けコンクリートの応力測定は、一般に坑内変位計測と比べて実施断面が限定されるため、応力測定結果を以降の施工管理に有効に活用することが求められる。当トンネルでは、応力測定断面にて計測した支保部材応力と坑内変位の関係に着目し、坑内変位の計測結果から支保に発生する軸力を簡易的に推定する方法を考案するとともに、以後の掘削における支保パターンの妥当性検証に活用した。

切羽崩落位置の前方 18m に設置した応力計測断面に発生した軸力のうち、最大値が得られた天端及びインバート中央部の支保軸力と内空変位の関係を図-5 と図-6 に示す。図-5 から、アーチ部における内空変位と支保軸力は概ね比例関係にあるが、断面閉合と鋼製支保工の降伏時にその関係は変化することがわかる。また、図-6 よりインバート部中央に発生する軸力の増加率は、アーチ部に比べて非常に大きいことも分かる。

断面閉合の前後における内空変位と鋼製支保工および吹付けコンクリート軸力の関係を直線にて近似し、両者を足し合わせることで、内空変位に対する支保軸力の推定線を作成することができる。この推定線を用いることで、以降の坑内変位計測断面において、支保に発生する軸力を内空変位から推定することが可能となる。



※支保部材の応力測定は普通強度($f'_{ck}=18\text{N/mm}^2$)吹付けコンクリートを用いた支保パターンにて実施した。
高強度($f'_{ck}=36\text{N/mm}^2$)吹付けコンクリートの変形係数は普通強度の 1.5 倍程度であることを考慮し、内空変位に対する支保軸力の関係を推定した。

図-5 アーチ部における変位と軸力の関係

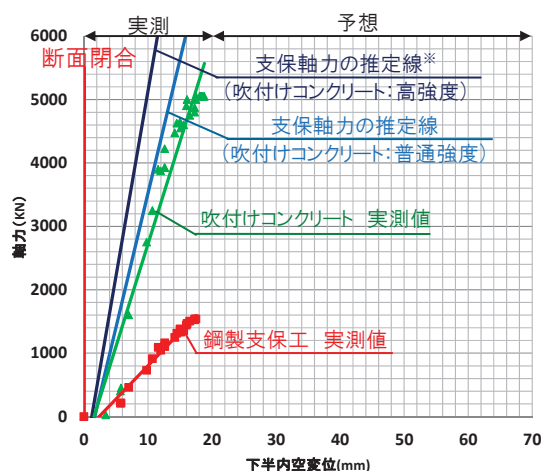


図-6 インバート部における変位と軸力の関係

4. 支保軸力の推定と支保パターンの妥当性検証

図-5 および図-6 で示した支保軸力の推定線を用いて坑内変位の計測断面における支保軸力を求め、この値と支保耐力を比較することで、高強度吹付けコンクリートの要否など、支保構造の妥当性について判断しながら掘削を行った。内空変位から推定した支保軸力の変化と支保耐力の比較を図-7 に示す。各断面にて予測された支保軸力はアーチ部、インバート部ともに高強度吹付けコンクリートを用いた場合の支保耐力を十分に下回っているが、インバート部では普通強度の吹付けコンクリートの支保耐力に近い軸力が発生していると推定された。このため、普通強度の吹付けコンクリートを用いることは困難であると判断し、高強度の吹付けコンクリートを用いた施工を継続した。

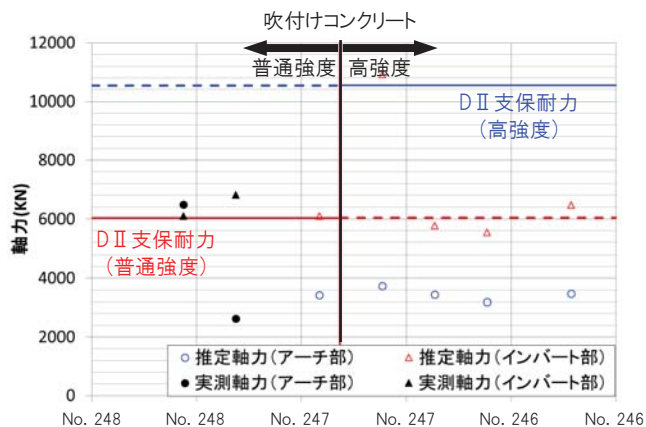


図-7 支保軸力の推定結果と支保耐力の比較

5. おわりに

新区界トンネル（仮称）では支保部材の応力計測断面における坑内変位の分析結果に基づき、坑内変位の計測結果から支保部材の発生軸力を推定する方法を考案した。これにより、適用した支保パターンの妥当性検証が可能となり、随時支保パターンを見直ししながら脆弱な地山内を掘削できた。本報告が同種工事の参考になれば幸いである。