令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会

鋼製インバート支保工を用いた内空変位抑制と沈下対策の効果について

安藤ハザマ　正会員　○池村　幹生，岩田　義弘，木戸　英次郎
国土交通省　四国地方整備局　関　英智

１．はじめに

「平成 26-29 年度新橋トンネル工事」は延長 1,877ｍのトンネル工事である．掘削開始後，TD730m~895m 付近において破砕が著しくせん断面が発達した地層に遭遇した．天端沈下・脚部沈下が大きく，天端部や鏡面も自立しないため，多くの対策工を実施した．

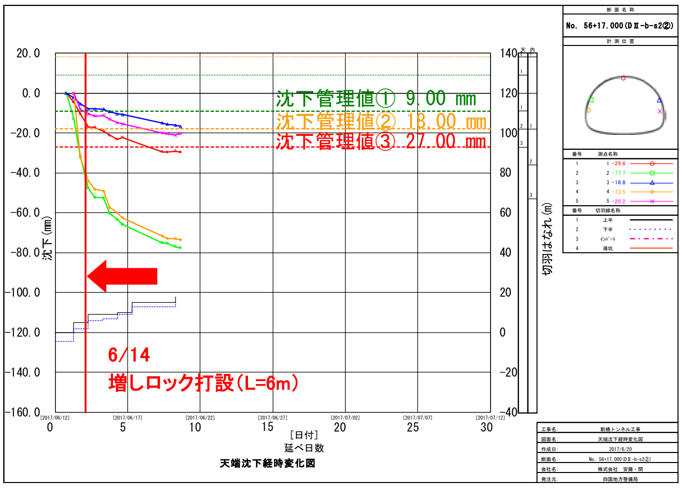
本報告は，TD830m 以降における内空変位抑制と沈下対策として行った鋼製インバート支保工を用いた一次インバートによる早期閉合の実施過程とその効果について報告する．

写真−1　切羽状況（TD830m）

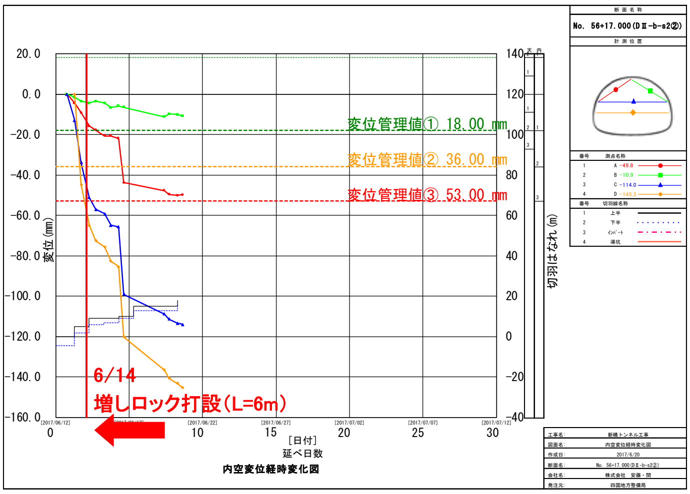
２．TD830m 付近における地山変状の状況について

同トンネルは比較的硬質な灰白色チャート，破砕が著しくせん断が発達した粘板岩，軟質化した灰緑色塩基性岩盤が混在している．TD830 付近の地質については，切羽全面に破砕された黒色の粘板岩が分布しており，切羽からの集中湧水を伴っていた．また，天端では抜け落ちが見られ，鏡面も自立性に欠けている．

これらの変状に対して，TD830 以前についてはＤⅠで掘削しており，天端安定対策として注入式フォアポーリング，鏡安定対策として短尺鏡ボルト，脚部の安定対策としてサイドパイルを選定し，対策を行ったが，内空変位，沈下抑制効果については効果を確認できなかった．したがって，TD830 以降の地山変状対策として，長尺鋼管先受け工(AGF 工)，鏡吹付け(t=50mm)等を併用しながら，支保パターンのランクアップ(DⅠ→DⅡ)を行った．図−1，2 に TD840 における掘削初期段階における計測結果を示す．計測結果から，天端・脚部沈下では左肩・左下半の初期変位速度が 32mm/日，内空変位計測が SL 測線及び下半測線の初期変位速度で約 40mm/日であり，掘削初期段階での変位量が大きかったため，左側に増しロックボルト(L=6.0m)を追加した．計測結果から，切羽から 1D 離れた位置において変位量が 100mm を超えており，収束傾向が見られなかったため，追加の対策工が必要と判断した．



図−1　天端・脚部沈下計測（TD840）



図−2　内空変位計測（TD840）

キーワード　地山変状，トンネル掘削，天端・脚部沈下，早期閉合，一次インバート
連絡先　〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20　安藤ハザマ 建設本部 ＴＥＬ03-6234-3673

© Japan Society of Civil Engineers

３．地山変状対策工の検討

図−1,２に示した計測結果から，左肩から左下半にかけて大きく変位しており，支保工の剛性が不足していることが考えられる．また，追加で増しロックボルト(L=6.0m)を打設したが，計測結果から内空変位，沈下抑制効果を確認できなかった．

したがって，掘削初期段階で急激な変位が発生していることから，掘削後，早期に一次インバートによりトンネル内空断面を閉合することで，変位抑制を図ることとした．早期閉合を実施するにあたって，吹付けコンクリートのみによる一次インバートではコンクリート強度が発現するまでに，コンクリートにひび割れが発生し，十分な変位抑制効果が得られないと判断した．

そこで，吹付けコンクリートの強度が発現するまで変位抑制効果を期待できる吹付けコンクリート+鋼製インバート支保工による早期閉合を行った．図−3 に切羽対策工を示す．

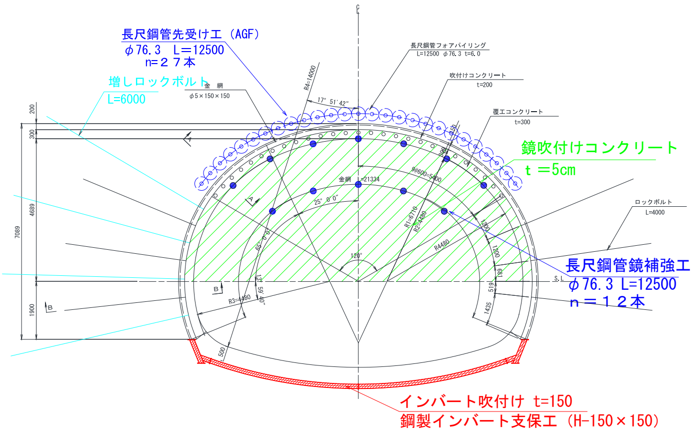
なお、吹付けコンクリート及び鋼製インバート支保工の仕様については、掘削支保パターン DⅡ-b のアーチ部の仕様と同等とし，吹付けコンクリート t=150mm，鋼製支保工 H-150 とした．一次インバートの施工としては，下半の施工が完了した後，1 サイクル 2m で実施した．

４．技術的成果

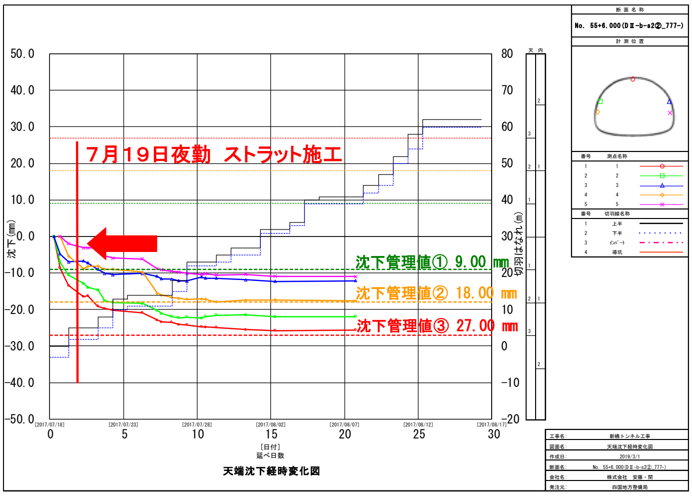
図−4 に TD871 における天端・脚部沈下計測，図−5 に内空変位計測結果を示す．内空変位，天端・脚部沈下について，10～20mm/日の初期変位速度が観測されたが，一次インバートを切羽から 1D 以内に施工することにより，内空変位・天端脚部沈下計測ともに，30mm 程度の変位量で収束した．以上より，一次インバートによる早期閉合を実施することで，内空変位，沈下抑制の効果が現れているものと判断される．

５．まとめ

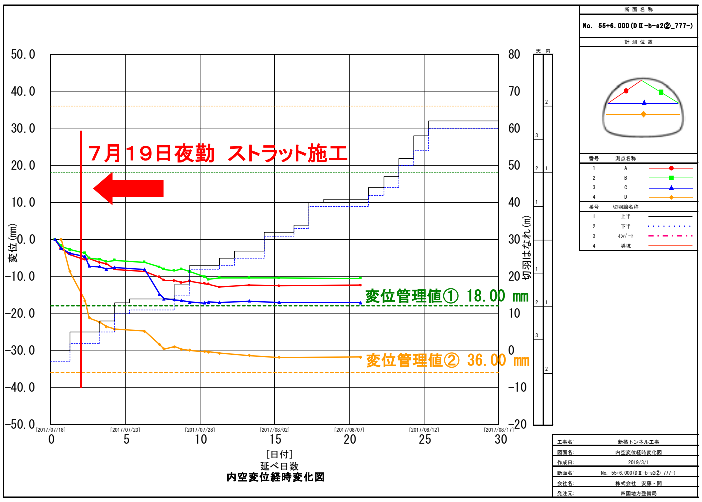
増しロックボルトや，サイドパイルなどの補助工法でも変位抑制効果が期待できない地山に対して，鋼製インバート支保工を用いた一次インバートによりトンネル内空断面を閉合することで，内空変位，天端・脚部沈下に対して変位を抑制した．今後，鋼製インバート支保工による内空変位，沈下抑制対策について，より定量的に評価していく所存である．



図−3 切羽対策工（DⅡ-b-s2）



図−4 天端・脚部沈下計測（TD871）



図−5 内空変位計測（TD871）

© Japan Society of Civil Engineers