

吾妻線付替横壁トンネルの施工について

JR 東日本 上信越工事事務所 正会員 嵯峨 嘉邦
 JR 東日本 上信越工事事務所 伊部 秀之

1. はじめに

国土交通省が利根川総合開発計画の一環として、下流域の洪水被害軽減および水資源の開発を目的として、吾妻川中流域の長野原町にハッ場ダム（重力式コンクリートダム）の建設を進めている。ダム事業による水没区域内に位置するJR吾妻線を一部移転させる必要があるため、関東地方整備局からの委託により、JR東日本が岩島・長野原草津口間（約10.4km）の付替線を建設することになった。この付替線は、トンネル3本、大小5橋梁、1高架橋および1駅の新設からなるプロジェクトである。

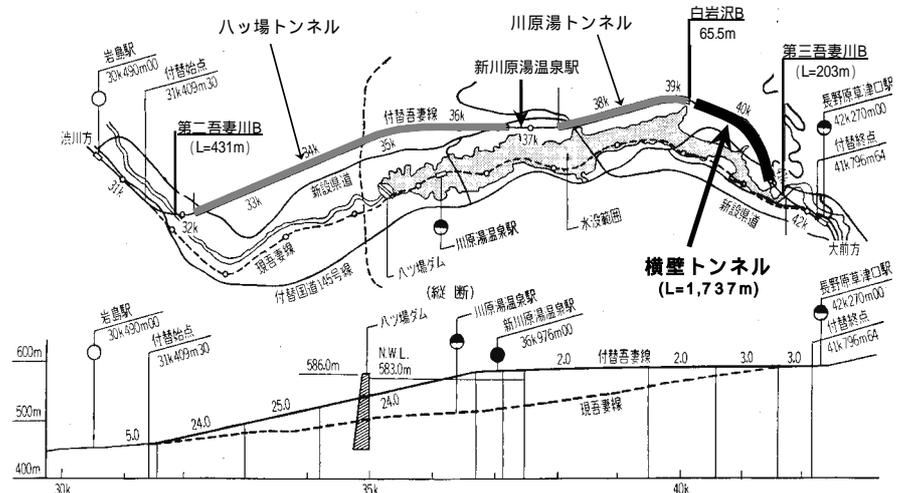


図1 吾妻線付替プロジェクト

本稿では、新設3トンネルのうち、最も終点方に位置する横壁トンネル新設工事の施工について報告する。

2. 横壁トンネル概要

2.1 工事概要

横壁トンネルは、群馬県長野原町横壁地区の白岩沢から小倉地内までの総延長1,737mの鉄道単線トンネルである。掘削断面積は、30.7~34.8m²、掘削方式は機械掘削にて施工を進めた。ずり出し及び坑内運搬については、トンネル断面が比較的小さいことと、坑内の排ガス等を考慮し、レール方式を採用した。また、切羽作業の安全性とサイクルタイムの向上を図るために、トンネルワークステーション（以下、TWS）にて施工を行った。横壁トンネルの概要を表1に示す。

表1 横壁トンネル工事概要

トンネル延長	NATM区間:1,510m、開削区間227m	
縦断勾配	起点方から終点方に向かい12‰の下り勾配	
最小曲線半径	R=600m	
掘削断面積	30.7~34.8m ² :単線1号型	
掘削工法	全断面掘削 補助ベンチ付全断面掘削	
掘削方式	機械掘削	
掘削機械	自由断面掘削機	
坑内運搬方式	レール方式(等三線方式、RG914mm)	
ずり処理	積み込み	ミニバックホウ(0.14m ³)
	運搬	機関車(バッテリー式12t) シャトルレイン(14m ³ 積み2連)

2.2 地質・地形概要

施工区間周辺は、新第三紀以来、火山活動が激しい地域であった。現在も活動を続けている浅間山や草津白根山がある。地形は急峻で地すべりが発生しやすく、急勾配河川により侵食地形となっている。

地質は、新第三紀中新世の林層が広く分布し、これを第四紀の段丘堆積物、崖錐堆積物、土石流堆積物が覆っている。また、安山岩質凝灰岩、火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩を主体として分布している。特徴としては、施工区間起点方の地域に、熱変質を受けている部分が多くみられ、全体にモンモリロナイトをかなり含んでおり、多いところでは約40%の含有率となっている。また、破碎部のもろい岩質とやや強度のある岩質を含み、所々でラミナ、層理が明瞭となっており、円礫が目立つ水成堆積物が見られる。さらに、全体的に固結度が低く、簡単に剥離しやすい状態である。一軸圧縮強度は、2~9N/mm²程度で、新設3トンネルの中では、最も軟弱な地層である。

キーワード トンネル、横壁、TWS、JR 吾妻線、ハッ場ダム

連絡先 〒377-1304 群馬県吾妻郡長野原町大字長野原 1339-1 上信越工事事務所 長野原工事区

3. トンネル掘削について

3.1 掘削機械の選定およびTWSの導入

本トンネルでは、トンネル延長、及び地山強度を考慮し、掘削方式は自由断面掘削機を用いた機械掘削とした。しかし、比較的小さな断面を、従来のずり出し方法で進めた場合に、以下のような施工上の課題があった。

- (1) 作業が集中する切羽付近での、掘削・吹付け・ロックボルトに関連する機械の入替え作業がある。
- (2) 入替えする機械の退避場所への移動、ならびに退避場所の設置が必要となる。
- (3) 機械の小型化により、掘削サイクルが延びる。
- (4) 機械の入替えにより、機械同士または機械と作業員との接触事故の危険性が高くなる。

以上の課題解決のために、自由断面掘削機を通過させることのできるガントリー上に、吹付けコンクリートに必要なマニピュレータ、ロックボルトの削孔を行うドリフタ、さらに作業足場などを搭載した一体型の機械設備であるTWSを採用した。

3.2 施工結果

トンネル掘削は、平均月進60m(最大月進120m)を記録した。また、TWSの導入により、掘削サイクルを約20%短縮することができた。

3.3 計測結果

トンネル掘削の開始から完了までの、各計測箇所における内空変位の最大値を図2に示す(計測位置:トンネル断面S.L.部)。

地質調査の結果、全体的に比較的軟弱な地層が想定されたが、図2に示すように、39k800m~870m付近以外では、概ね地山が安定した状態で、掘削を進めることができた。

3.4 39k800m~870m付近の施工について

当該部付近は、地質調査の結果、破碎・変質が著しく膨張性地圧を生じる可能性があるということであった。当初設計におけるトンネル支保パターンは、SP-2、NPとなっていた。掘削を進めると、予想以上に変位が進んだため、GFRP製の注入式長尺フォアパイリング工(L=13m*12本、ラップ長4m、シリカレジン注入)と、同様の鏡ボルト工(L=13m*12本、ラップ長4m、モルタル注入)を施工した。しかし、その後も変位が収束せず、内空変位が約110mm(縮小)に達した。そこで変位の進行を抑える対策として、4mのロックボルトを断面下半部に左右2本ずつ(計4本)増し打ちし、さらに断面の下半部にインバートストラットとしてH鋼(H-150)を設置し、吹付けコンクリートにて断面を仮併合する対策を行った(写真2)。対策後の内空変位の進行は、最大で約150mm(縮小)で収束した。当該区間では、月30mの進行であった。

4. おわりに

横壁トンネルは、JR吾妻線付替工事における3トンネルのうち、最後に着工した区間である。NATM区間については、平成16年9月の掘削開始から約25ヶ月で完了し、現在はインバートコンクリートおよび覆工コンクリートの打設を進めている。今後は、開削トンネル区間の施工について検討をしているところである。

参考文献

- ・岡野法之、辻徹、中島純也、河南幸治：「単線断面でトンネルワークステーションに挑戦」『トンネルと地下』pp.7-16 Vol.36 no.10 2005



写真1 TWS 前景

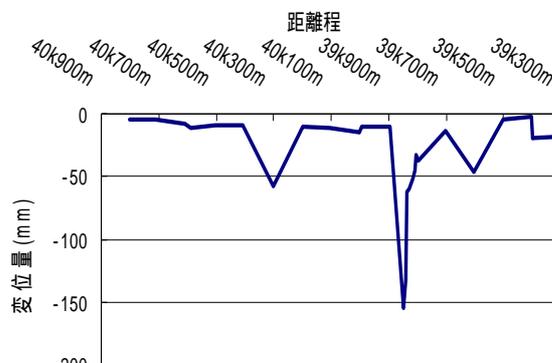


図2 A 計測結果(S.L.部)



写真2 インバートストラット設置状況