

川原湯トンネルの安山岩崩落物堆積区間における地山安定対策工

J R 東日本 田口 芳範 正会員 齋藤 貴
鉄建建設 正会員 貝原 登 宇田 誠
鉄建建設 フェロー 〇 笹尾 春夫

1. はじめに

J R 吾妻線川原湯トンネルは、国土交通省ハツ場ダム建設により現吾妻線が水没するための付け替え工事に伴い新設される単線トンネル（単線1号形、約29m²）である。このトンネルは約10.4kmの付け替え区間のほぼ中央の川原湯地区に位置し、延長は1870m（開削区間165mを含む）である（図 - 1）。トンネル延長のうち起点側の約1400mは一軸圧縮強度が60～100N/mm²の良好な安山岩区間であるが、終点側の約260m間は安山岩崩落堆積物と凝灰角礫岩・火山礫凝灰岩からなる地質脆弱部となっている。本報告ではこのうち安山岩崩落堆積物層区間74m間において施工した地山安定対策工法について述べる。

2. 地質概要

川原湯トンネルの位置する付近は、新第三紀以来、火山活動の激しかった地域である。トンネル部分の地質は大半が良質で堅硬な新第三紀鮮新世後期の灰色～暗緑灰色を呈する気孔隙の多い両輝石安山岩である。この不動岩と呼ばれる安山岩の地山弾性波速度は新鮮部で4.2～4.4km/sで、一軸圧縮強度（平均値）は新鮮部で96N/mm²、風化部では61N/mm²であり、また、亀裂係数は0.84で、岩盤良好度はきわめて良いと考えられる。

地質は終点方へ向かうにつれてやや不良となり、終点側坑口部の約260m間は林層と呼ばれる暗緑灰～黒灰色の両輝石安山岩質礫岩を主体とした火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩が基盤となる。

このうち、今回の地山安定対策工の対象となった区間では、不動岩安山岩帯が貫入した際に剥がれ落ちたと推定される安山岩崩落堆積物が林層凝灰角礫岩の上部に堆積し、その層境界はトンネル天端付近に出現するものと想定された（図 - 2）。また、基盤である林層凝灰角礫岩は不動岩安山岩の貫入に伴い破碎・変質を被っており、部分的に脆弱化しているものと推定された。

3. 地山安定対策工法

トンネルは終点側から起点側に向かって掘削を開始した。切羽が坑口より180mに達した時点で掘削を一旦停止し、その前方で基盤となる凝灰角礫

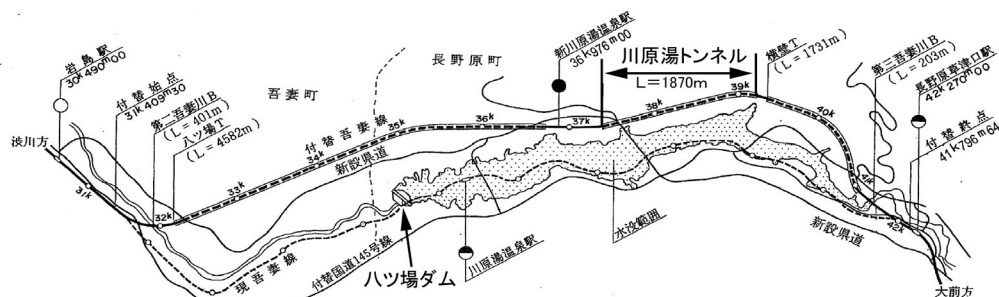


図 - 1 付け替え区間平面図

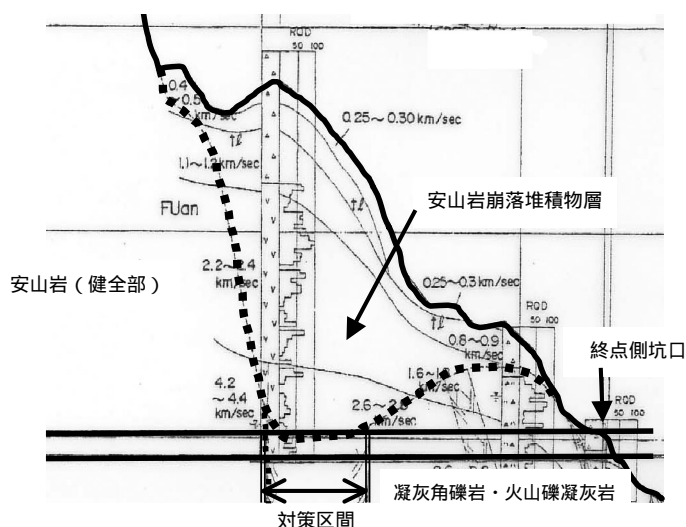


図 - 2 終点側坑口部地質概略図

キーワード 地山注入，注入式フォアパイリング，注入式鏡ボルト，安山岩，トンネル

連絡先 〒101-8366 東京都千代田区三崎町2-5-3 鉄建建設エンジニアリング本部 TEL 03-3221-2298

岩の岩盤性状および安山岩崩落堆積物との層境を確認するために坑内からの地質調査ボーリングを実施し、地山安定対策工の施工を検討した。

(1) 工法の選定

当初、安山岩崩落堆積物層が出現する区間での補助工法の選定においては、それ以前の区間で系統的に用いてきた先受工（フォアパイリング $L=12.0\text{m}$ 、鏡止めボルト $L=12.0\text{m}$ ）により切羽前方地山を補強し、また掘削後にフォアボーリング（自穿孔ボルト $L=3\text{m}$ ）により切羽天端部の空隙の充填を行う計画であった。しかしながら、トンネル天端付近に出現する安山岩崩落堆積物の噛み合わせによっては、その一つを崩しただけでトンネルの崩壊につながる危険性が考えられた。そのため、トンネル掘削前に安山岩崩落堆積物間の空隙を薬液注入工によって充填することにより地山を一体化し、その後、先受工を施工しながら掘削を行うこととした。

(2) 薬液注入工

注入方式は繰り返し注入が可能で、限定的・確実な注入を行うことができる等の利点がある二重管ダブルパッカー方式を採用した。注入材は、安山岩崩落堆積物層内の空隙を充填することが最大の目的であるため、一次注入材としてセメントベントナイトを、さらに二次注入材としてシリカライザーを選定した。注入範囲はトンネル掘削による緩み領域の大きさや過去の施工事例等を考慮し、上半外周部より 3m とした（図 - 3）。計画注入率は一次注入 15% 、二次注入 25% としたが、実績はそれぞれ平均 3.6% 、 21.0% であった。

(3) 先受工

先受工としてGFRP製の注入式長尺フォアパイリング工（ $L=13\text{m} \times 10\text{本}$ 、ラップ長 4m 、シリカレジジン注入）と、同様の鏡ボルト工（ $L=12\text{m} \times 10\text{本}$ 、ラップ長 3m 、モルタル注入）を施工した（図 - 3）。

(4) 掘削工法および支保

トンネル断面の早期閉合を行うため、この区間では補助ベンチ方式を採用した。切羽の3基後方まで下半を近付け、また、下半掘削と同時にインバート支保工（H150）と吹付けコンクリートにより断面を早期に閉合した

（図 - 4）。

4. おわりに

一連の地山安定対策工を併用して掘削した結果、掘削時の内空変位は 10mm 以下であり、安定かつ安全な施工を行うことができた（図 - 5）。これは薬液注入工と先受工による地山改良効果と、補助ベンチ工法での断面の早期閉合による地山安定効果との相乗効果によるものであると考えられる。なお、現在は安山岩区間を発破掘削により施工中であり、平成15年3月末現在の掘削進捗は計画延長 1705m のうち 654.1m である。

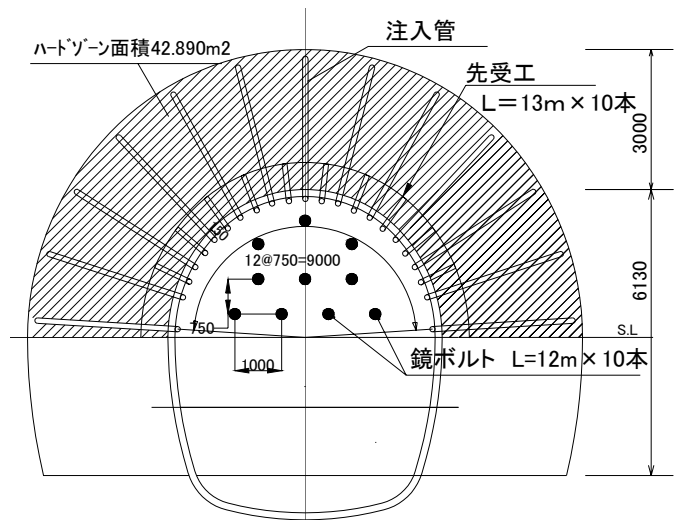


図 - 3 地山安定対策工の配置

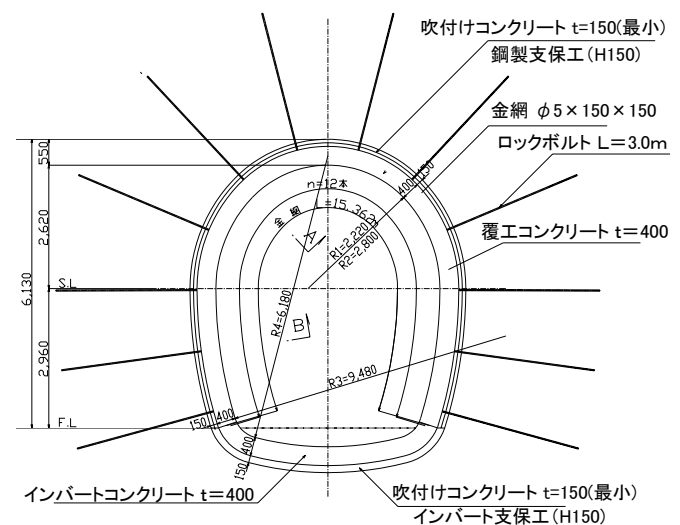


図 - 4 支保パターン



図 - 5 切羽状況