

川原湯トンネルにおける制御発破とその発破振動測定

東日本旅客鉄道 田口 芳範, 正会員 齋藤 貴
鉄建建設 正会員 ○笹尾 春夫, 正会員 宇田 誠

1. はじめに

利根川水系吾妻川に計画されている国土交通省八ツ場ダムの湛水により水没するJR吾妻線の付け替え工事のうち、川原湯トンネルは延長1870mの山岳トンネルである。トンネルは坑口から約1500mの箇所では高低差約20mで沢と交差し、その沢は交差部より約20m下流で高低差約50mの滝（不動の滝）となって流下している（図-1）。トンネルがこの滝付近を通過するにあたり、発破振動により滝面およびその周辺の岩石ブロックが崩落することにより、滝の景観に影響をあたえる恐れがあった。そのため、振動速度の管理値を設定し、発破振動をその規制値以下に押さえるために通常区間の平均1発破進行長2.9mの長孔発破を掘進長を1/2に押さえた制御発破に切り替えた。また、振動速度値が管理値以下に収まっていることを確認するために3成分振動計による観測を行った。本報告では管理基準値設定の概略と振動速度値の測定結果について述べる。

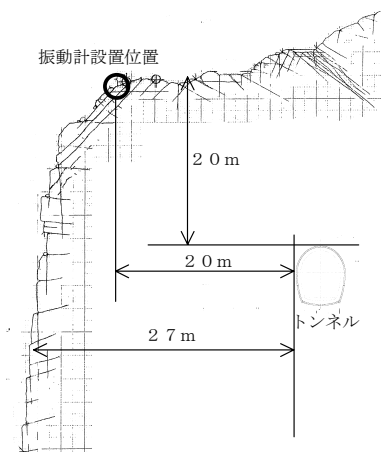


図-1 交差部横断面図

2. トンネルの概要

川原湯トンネルは掘削断面積約29m²の単線トンネルである。トンネル延長のうち約1400mは一軸圧縮強度が60～100N/mm²の良好な安山岩区間である。なお、この安山岩区間のうち工事終点側坑口付近には別種の安山岩貫入岩脈の存在が推定されるが、弾性波速度から判断して貫入部に沿った顕著な破碎部は無いものと考えられる。

3. 発破計画

(1) 発破振動の管理基準値の設定

トンネルと不動の滝の最短距離は約20mであるため、発破振動による滝周辺の岩盤への影響は避けられないと判断し、制御発破を計画するとともに発破振動の計測を行った。滝への影響を検討するにあたり振動速度の管理基準値を設定した。岩盤への影響度を評価する目安として過去にいくつかの研究事例がある。例えば、Bauer, Calderにより示された振動速度値の大きさと岩盤に対する損傷影響の目安との関係¹⁾、また、Oriardにより示された振動速度と岩盤斜面に対する振動の影響との関係²⁾がある。また、爆破振動が既設構造物へ与える影響に関して、振動速度がおおむね5.0～10.0cm/sを越えると何らかの被害が生じることが示されている^{3),4)}。今回はこれらの研究事例等を考慮して振動速度の管理値として5.0cm/sを採用するとともに、振動速度値の予測式のための各係数K, m, nを決定した。

(2) 制御発破の設定

振動速度の規制値より逆算して沢との交差部よりトンネル路線上で27.0mの位置で制御発破に移行することとし、さらにこの手前20m間を試験発破区間として振動速度値の計測を行って管理基準値を超えないことを確認することとした。発破パターンは最大DS雷管18段まで使用し、一段当たりの最大斉発薬量は芯抜き、払いとも3.2kgである。

キーワード 発破, 振動測定, 近接工事, 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(株)エンジニアリング本部 TEL 03-3221-2298

3. 振動測定結果

発破振動の計測は3成分振動計を滝の頭部に設置して行った。設置位置はトンネルとの最短位置では鉛直距離、水平距離とも約20mである（図-1）。

試験発破は沢との交差部を基準としてトンネル路線で-48.7m～-31.8m間で8回の発破データを、また-31.8mより制御発破に移行してからは+62.9mまでの区間で計45回の発破振動データを記録した。なお、データは試験発破区間と制御発破区間に分類し、また、制御発破区間はさらに2区間に区分している。これは、沢との交差部より-8.0mの位置より前述した安山岩貫入岩脈と推定される区間に移行したため、この位置までを区間1、これ以降を区間2としてデータを整理したものである。

図-2に芯抜き発破における最大振動速度値（3成分の合成値）と切羽から振動計までの直線距離の関係を示す。この図より、長孔発破である試験発破区間から制御発破区間に移行することにより最大振動速度値は明瞭に小さくなっていることがわかる。また区間1と区間2を比較すると区間2の交差部到達後の方が同一距離に対する振動速度値が大きくなっている。この差は、通常の安山岩区間と貫入岩脈区間とで岩盤の物性値が異なることによるものであると推定される。図-3は同様に払い発破時におけるもので、傾向は芯抜き発破とほぼ同じである。

図-4は沢との交差部を基準にしたトンネル路線上の距離と最大振動速度値との関係を示したものである。最大振動速度値のピークは交差部以降に現れる傾向にあり、速度値が制御発破開始時のレベルに戻るのは交差部より約60m過ぎた時点である。また、交差部以前では芯抜き発破時の方が最大速度値が大きくなり、交差部以降では逆に払い発破時の方が大きくなる傾向を示している。

4. まとめ

制御発破を行った結果、不動の滝との最接近時においても最大振動速度値が設定した管理基準値を超えることはなかった。今回の振動測定においては最大速度値と切羽からの距離の関係は発破位置により異なり、岩盤物性や地質構造の違いがその原因となっているものと推定される。そのため、事前の振動値の予測におけるK値などの係数の設定は切羽位置による岩盤の特性の変化を充分考慮する必要があると考えられる。なお係数K, m, nの設定についても詳細に検討する必要があると考えられ、今後の課題としたい。

参考文献 1) ジェオフロンテ研究会：現場技術者のための制御発破工法の実践，1996

2) 下村弥太郎：露天掘りにおける斜面安定（その3），石灰石，No.178，pp.28-38，1979

3) 日本トンネル技術協会：トンネル爆破技術指針，1982

4) 鉄道総合技術研究所：既設トンネル近接施工対策マニュアル，1995

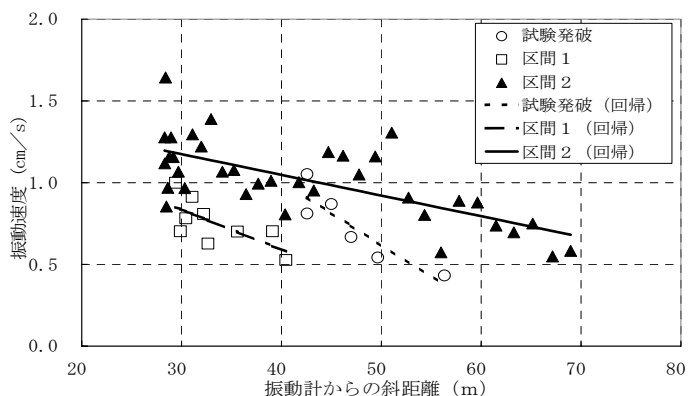


図-2 振動速度と距離の関係（芯抜き発破）

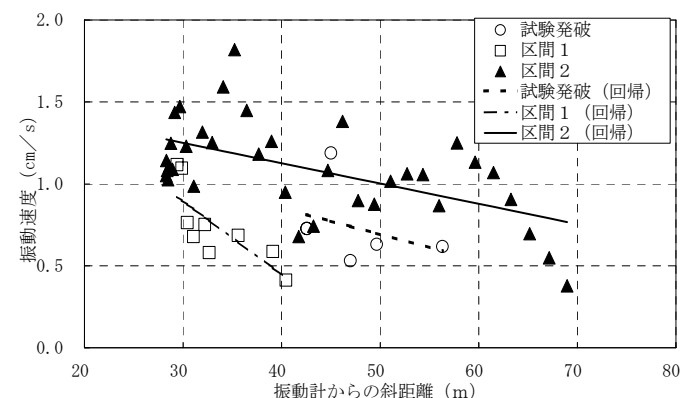


図-3 振動速度と距離の関係（払い発破）

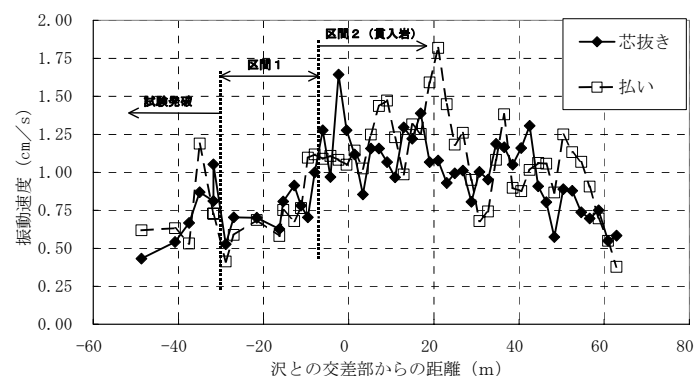


図-4 振動速度とトンネル路線位置の関係