

既設道路に近接する不安定岩塊を有するトンネルの制御発破

ハザマ土木事業本部 フェロー ○鈴木 雅行 正会員 古川 幸則
 ハザマ北陸支店 笠茂 健 川本 喜憲
 石川県奥能登土木総合事務所 向 厚臣

1. はじめに

一般国道 249 号八世乃洞門新トンネル工事は、2007 年 3 月 25 日に発生した能登半島地震により、大規模岩盤崩壊が発生し被災した曾々木隧道および八世乃洞門の災害復旧工事として、危険岩塊群を迂回するために計画された延長 $L=722\text{m}$ の道路トンネルである。新設トンネル完成までは既設トンネルを 1 車線の交互通行で施工しなければならないこと、既設道路部には大規模岩盤崩落発生箇所付近に近接しているものの交通遮断せず供用しながらの施工となること、さらに新設トンネルの施工に際し不安定岩塊および崩落岩塊の下部を爆破方式にて施工しなければならないことなどから、不安定岩塊を計測・観察しながらの施工となった。対策工としては不安定岩塊に振動速度計を設置し発破振動による影響を確認するとともに、対象岩塊の振動速度を基準値以内で施工できるよう、制御発破を実施することで無事影響区間を通過することができた。本報文では、不安定岩塊の計測結果と新設トンネル施工時の制御発破の対策について述べるものである。

2. 工事概要

新設する八世乃洞門新トンネルの主要地質は、非常に硬質な流紋岩 ($qu=60\sim 95\text{MPa}$) と凝灰角礫岩 ($qu=58\sim 72\text{MPa}$) が分布し、特に大規模岩盤崩壊を発生させた地質は非常に亀裂の多い流紋岩層が分布する区間である。トンネル施工にあたっては、既設の八世乃洞門が近接することと、2 つのトンネル間の明かり区間で、新設トンネル上部に位置する崩落岩塊および不安定岩塊の安定性が問題となった。

各岩盤の新設トンネルとの近接距離は、崩落岩塊①は 103m、不安定岩塊②は 139m、不安定岩塊③は 130m である。施工に際し、爆破作業の前後で 15 分程度は既設道路通行を交通止めとし、不安定岩盤の振動速度および崩壊発生の有無の計器観測および目視観察を実施し安全を確認後、交通開放する施工手順を実施した。



図－1 崩落岩塊、不安定岩塊と新設トンネル施工位置平面図

3. 不安定岩塊の計測及び管理基準値の設定

不安定岩塊、および崩落岩塊部への爆破振動を確認するために振動速度計を設置した。特に、トンネルの切羽は施工の進捗に伴って移動していくため、最大振幅を伴う振動成分は多くの場合、計測点に斜めに入射する。よって、計測においては X Y Z 3 方向の振動速度計を設置し、その最大値を管理対象とした。なお、測定に際

キーワード トンネル, 近接施工, 不安定岩塊, 制御発破

連絡先 〒105-8479 東京都港区虎ノ門 2-2-5 ハザマ土木事業本部技術統括部 TEL 03-3588-5770

しては、ある基準値以上の振動が発生した場合に数秒前から一定時間の計測を行い振動波動を自動保存するトリガー計測法にて計測を実施した。また、計測位置は図-1 に示す崩落岩塊①，不安定岩塊②，③の3箇所に振動速度計を設置して計測した。不安定岩盤の管理基準値については Oriard の岩盤斜面の影響度に対する振動変位速度の関係と、さらに近接して供用する交通への影響を考慮して 0.4kine の管理基準値を設定した。

4. 制御発破パターンの実施

新設トンネルの施工については、影響区間について事前の試験発破を実施し、振動速度推定値のK値を算定後、制御発破パターンにより15段の爆破を行うことで管理基準値の0.4kineを満足することができると判断し施工を行った。標準爆破パターンと制御爆破パターンを図-2 に示す。なお、標準爆破パターンは段数10段で、芯抜き孔最大3kg/段、払い孔最大3.9kg/段、制御発破は段数15段で、芯抜き孔最大1.0kg/段、払い孔最大3.0kg/孔の薬量とした。

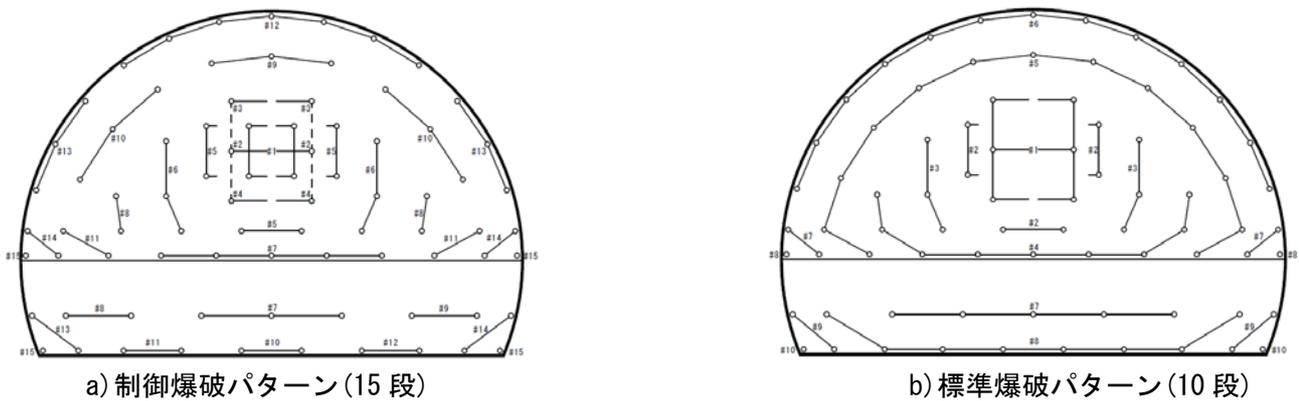


図-2 掘削に用いた爆破パターン

5. 発破振動計測結果

崩落岩塊区間および不安定岩塊区間の施工については前述した計測と安全対策を採用して施工を行った。図-3 は最大振動速度を示した崩落岩塊①区間の振動速度と離隔距離の関係を示す。その結果、崩落岩塊①区間は最近接区間で最大振動速度0.3kine、不安定岩塊②区間は最大0.15kine、不安定岩塊③区間は最大0.08kineと非常に小さな振動速度で施工を進めることができた。

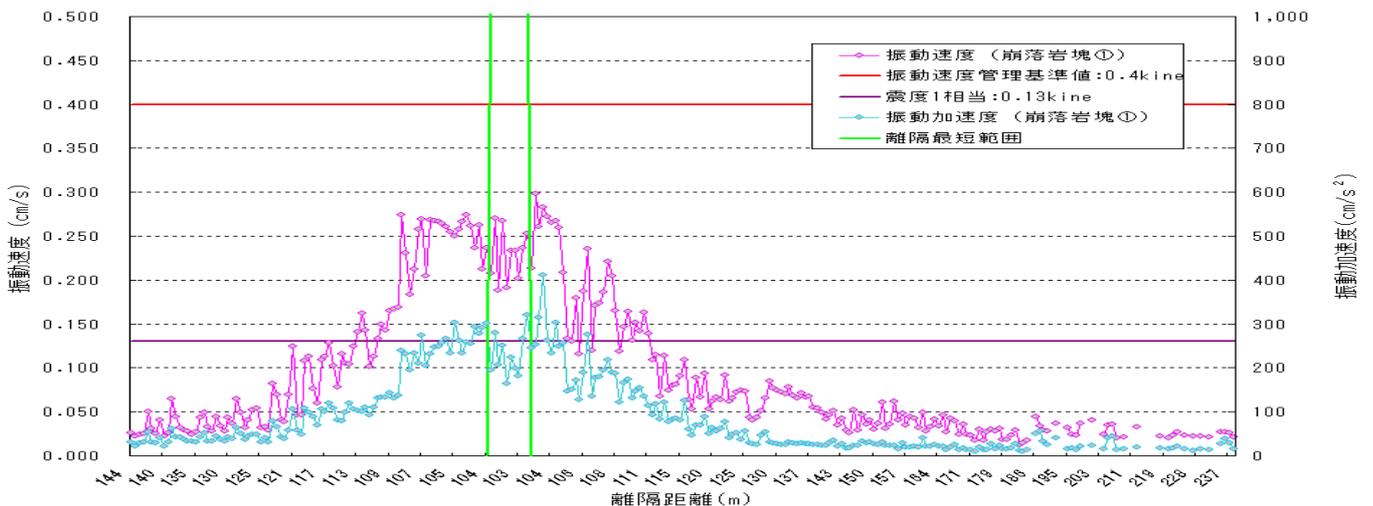


図-3 崩落岩塊①区間の振動速度とトンネルとの離隔距離

6. まとめ

既設道路に近接して、非常に不安定な崩落岩塊および不安定岩塊を有するトンネルを、最小限の交通規制と標準爆破および制御爆破を使い分けながら爆破方式を用いてトンネルを施工することができた。本トンネルは災害復旧工事であり、早期開通が求められる中、安全かつ早期に施工できたことは、今後同様な施工を計画するにあたり参考となる施工法を提案できたものとする。