

近接する既設トンネルへの発破振動が及ぼす影響低減に対する取り組み

西日本高速道路(株) 石井 隆明 谷口 優祐
(株) 大林組 正会員 ○平本 竜也 木野村 有亮

1. はじめに

西日本高速道路(株)は「高速道路における安全・安心基本計画」における防災・減災、国土強靱化の一環として高速自動車道路の4車線化を進めている。松山自動車道では、付加車線事業として伊予ICから内子五十崎IC間の約6.3km区間の工事を行っている。このうち当社は延長約4.1kmの区間において、2.5kmの山岳トンネルと1.6kmの切盛土工から成る明神山トンネル工事を担当している。

2. トンネル区間の地質と爆破掘削における課題

地質縦断面図を図-1に示す。山岳トンネル区間の地質は、終点側約2.2kmが安山岩で構成され、爆破掘削となっている。地山等級はB等級の非常に硬質な地山や、弾性波探査による低速度帯、一期線施工における異常出水区間であるD等級など、変化に富んでいる。また、建設から約20年が経過した供用中の一期線は、最小離隔22mで近接している。発注者点検記録によると一期線覆工コンクリートには、予防保全段階となっている区間がある。

以上より、爆破掘削による供用中の一期線トンネル覆工の剥離や新たなひび割れの発生を防止するため、爆破の影響を最小限に抑制可能な、地山に適した爆破掘削計画を立てることが課題であった。

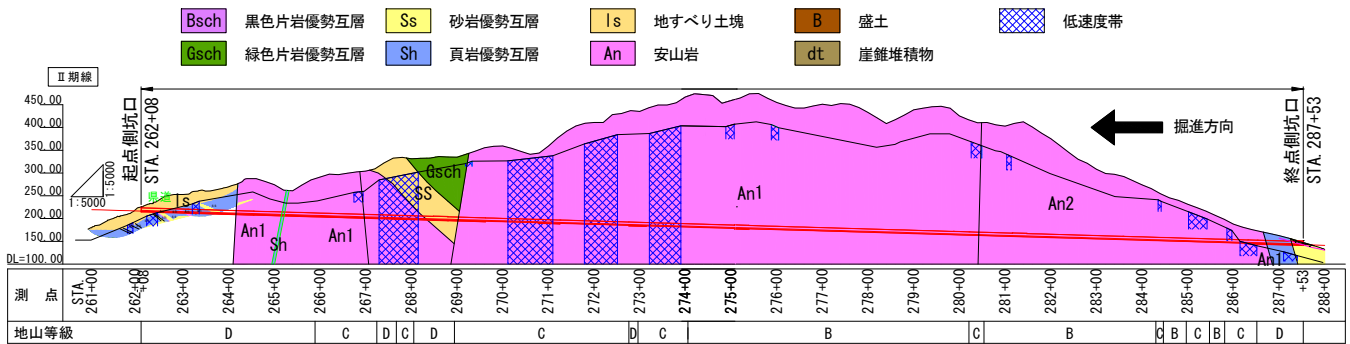


図-1 地質縦断面図

3. 発破振動の低減

①試験発破によるK値の把握

式(1)¹⁾より、発破振動は発破条件や岩盤特性により変化する係数「K値」に比例して増加する。そこで試験発破によりK値を求め、図-2に示す管理点での振動へ換算して評価した。管理点は一期線トンネル覆工と爆源点との最近接点である。

当現場では日本化薬(株)による推定式¹⁾を用いて評価した。

$$V=K \times W^m \times D^n \cdots \cdots \text{式(1)}$$

- V：振動速度(cm/s)
- K：発破条件や岩盤特性によって変化する係数
- W：斉発薬量(kg)
- D：爆源からの距離(m)
- m, n：指数。日本化薬(株)の推定式より m=0.75, n=-2

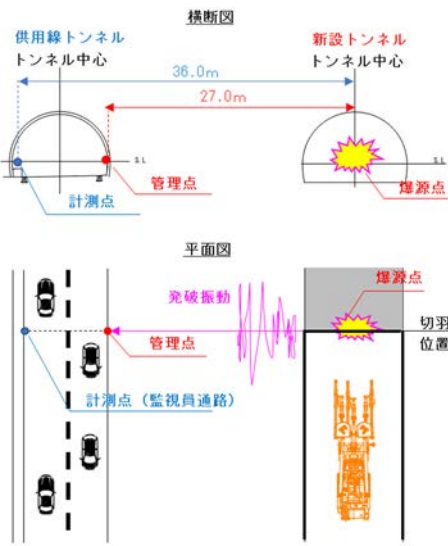


図-2 発破振動計測概要

キーワード：NATM, トンネル, II期線, K値, 発破振動, 段発発破

連絡先 〒799-3124 愛媛県伊予市三秋字上ノ山乙 15-1(株)大林組明神山トンネル工事事務所 TEL 089-995-8405

②段発発破器の使用

式(1)より、発破振動を抑制するためには、斉発薬量の低減策を講じる必要があった。一般的な方法として電気雷管で発破に時間差を設ける方法がある。他に、電気雷管が持つ秒時差と供に回路をブロック分けして、そのブロックを発破器側で更に時間差を設ける段発発破もある。本現場では段発発破器(写真 - 1)を用いて、図 - 3 のように切羽をブロック分けして斉発薬量の低減策を実施した。



写真 - 1 段発発破器

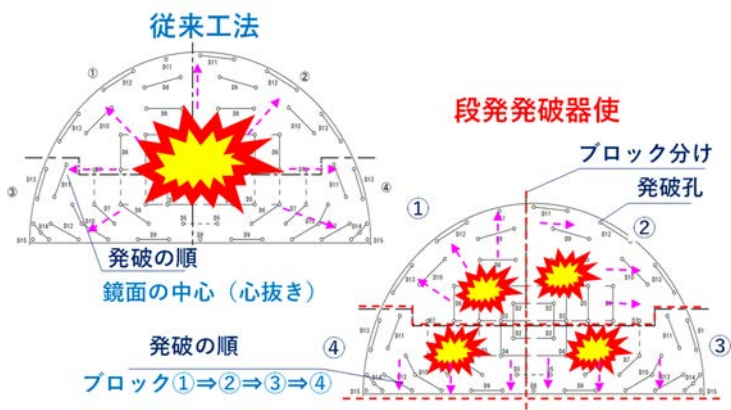


図 - 3 段発発破器による切羽分割例

4. 結果

試験発破により K 値を算出し、振動速度の許容値¹⁾より設定した1次管理基準値 $V=2.0(\text{cm/s})$ となる、最大斉発薬量 W_{max} を式(2)から算出した。

$$W_{\text{max}} = (V / (K \times D^{-2}))^{-0.75} \dots \text{式(2)}$$

K: 試験結果より得られる K 値

理論上、斉発薬量が W_{max} を下回っていれば発破振動を $2.0(\text{cm/s})$ 未満に抑制できる。

式(2)より算出される W_{max} と、段発発破器を使用し発破した斉発薬量および、DS 雷管のみの場合の斉発薬量(計算値)との関係を図-4 に示す。

TD100m および TD1,500m 付近においては W_{max} に対して現場で使用した斉発薬量が少ないため対策不要であったが、その他では段発発破器を使用して斉発薬量を低減したことにより、斉発薬量が W_{max} を超えることなく発破することができた。

また、TD650m の位置で供用線覆工に常設している計測器の結果の一例を図-5 に示す。グラフより、発破振動は管理基準値の $2.0(\text{cm/s})$ を超えることなく施工できていることがわかる。

5. おわりに

試験発破による K 値の把握、最大斉発薬量の設定と段発発破器による分割発破により、一期線への影響無く施工を実施できており、爆破掘削終了まで継続して管理したい。

【参考文献】

1) 設計要領第3集トンネル保全編(6)トンネル近接施工，西日本高速道路株式会社，平成28年8月。

表-1 管理基準値

	単位	管理レベル		
		I	II	III
振動速度	cm/s	2	3	4

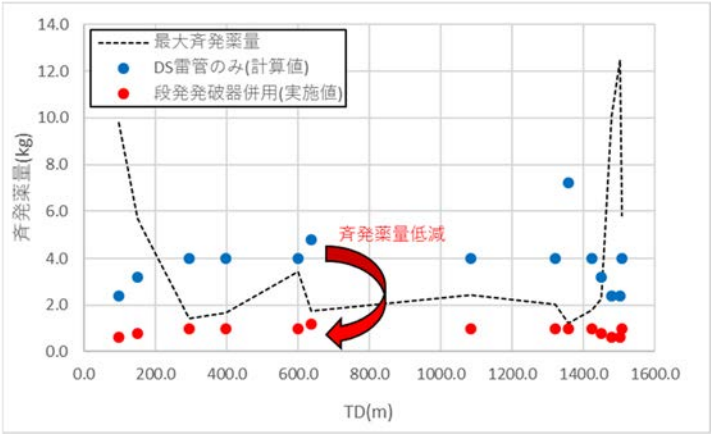


図-4 発破振動計測結果

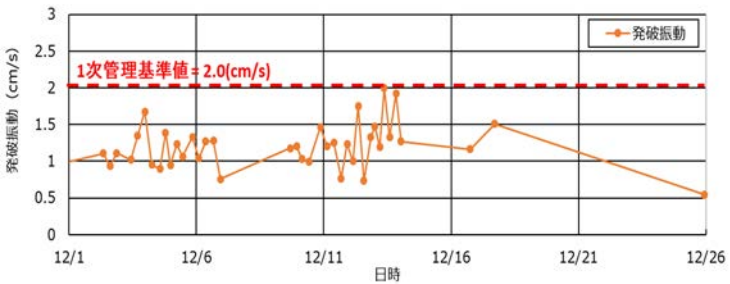


図-5 発破振動計測結果