

地域と共にトンネルを掘り進む

—中部横断丸滝トンネル工事—

岡村 貴彦（西松建設株式会社 丸滝トンネル出張所 所長）

中部横断自動車道は、静岡県静岡市を起点に、山梨県甲斐市を經由して長野県小諸市に至る延長約132kmの高速自動車国道です。中部横断自動車道が整備されることにより、現在整備が進められている新東名自動車道をはじめ、中央自動車道、上信越自動車道が接続され、日本海及び太平洋の臨海地域と長野・山梨県との連携・交流を促進するとともに、沿線の方々が安心して暮らせるネットワークの構築、物流体系の確立や広域的観光ゾーンの開発支援等に寄与するものと期待されています。

本工事は、山梨県南巨摩郡身延町丸滝地区において、延長925mのトンネルと両坑口の橋台2基の工事を行うものです。



国土地理院発行の2万5千分の1地形図(身延)をもとに作成
図-1 路線平面図

1 工事概要

本報告の丸滝トンネルは、静岡県～山梨県ルートちょうど中間部に位置します(図-1)。近くには日蓮宗総本山である身延山久遠寺があり、参拝客のほか観光客も多く訪れる一方、自然豊かな山間の町であるため、一步町道に足を伸ばすと住宅も少なくなり、川の流れを耳にする静かな地域です。

そんな住環境の中でトンネルは山梨側から静岡側に向かって片押し掘削で施工を行っています。掘削方式は、坑口部の土被りの浅い箇所が機械掘削、それ以外は爆薬による発破掘削で、支保方式

はNATM工法です。工事は2013(平成25)年8月に準備工より着手し、工事用道路・仮設構台・トンネル仮設備工の設置を経て、2015(平成27)年3月より坑口付け、トンネル掘削を行っています。2015(平成27)年11月末時点での掘削延長は480mを超えたところです。

図-2にトンネル平面図、トンネル標準断面図、橋台構造図を、表-1に工事工程表、表-2に工事概要を示します。また、図-3に地質縦断面図、写真-1に3ブームドリルジャンボによる削孔状況を示します。

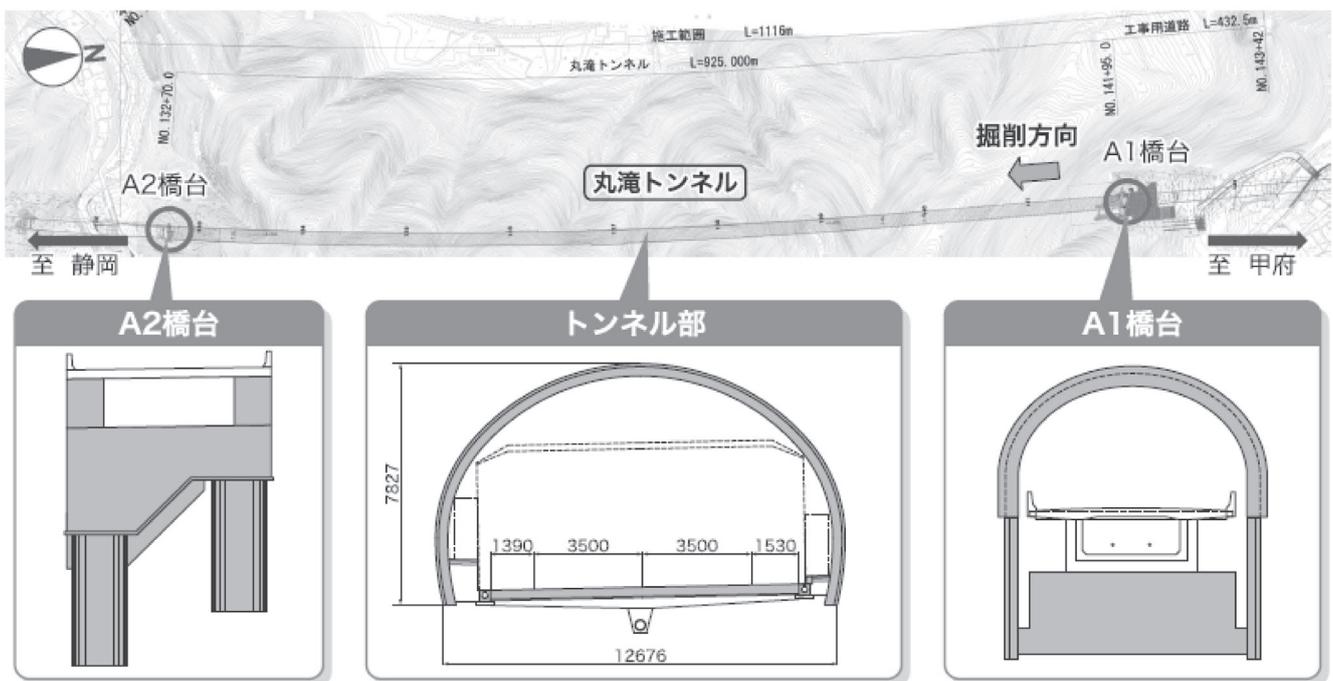


図-2 トンネル平面図、トンネル標準断面図、橋台構造図

表-1 工事工程表

| 工種 | 年 | 平成26年 | | | 平成27年 | | | | | | | | | | | | 平成28年 | | | | | | | | | | | | 平成29年 | | |
|----------------|---|-------|----|----|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|---|---|
| | 月 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| 仮栈橋・盛土・仮設備設置工 | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| トンネル工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 橋台工、坑門工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 仮栈橋・トンネル仮設備撤去工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 片付工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

表-2 工事概要

| | |
|------|---|
| 工事件名 | 中部横断丸滝トンネル工事 |
| 発注者 | 国土交通省 関東地方整備局 甲府河川国道事務所 |
| 工事場所 | 山梨県南巨摩郡身延町丸滝地先 |
| 工期 | 平成25年8月10日～平成29年3月17日 |
| 施工者 | 西松建設株式会社 |
| 工事内容 | ①トンネル工：延長 925m ②橋台工：2基 ③仮設工：1式（インクライン、作業構台） |
| 施工方法 | ①支保方式 NATM ②掘削工法 上半先進ベンチカット工法 ③掘削方式 発破掘削方式（地質：礫石） ④運搬方式 ダンプトラック、ベルトコンベヤ併用方式 ⑤吹付方式 湿式型吹付け機 ⑥勾配 下り1.2% ⑦土被り 最大127m、最小30m（坑口部除く） |



写真-1 削孔状況

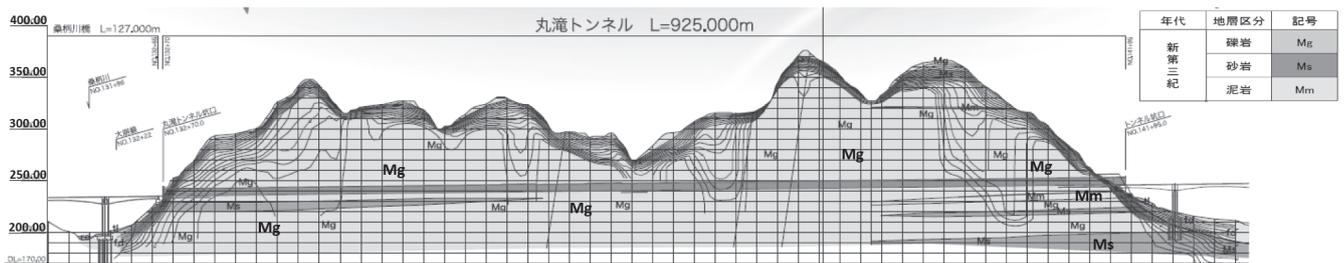


図-3 地質縦断面図

2 トンネルの施工(NATM工法)

丸滝トンネルの発破工法の施工手順は以下のよう
な流れで行います。

① 削孔・装薬・発破

トンネル壁面にドリルジャンボであけた孔に
爆薬を装填し、爆破して山を崩します。



② ズリ出し

崩された岩を10tダンプトラックで坑口まで
運び、クラッシャーで小割した後、ベルトコン
ベアで坑外のズリ仮置場まで搬出します。



③ (一次)吹付コンクリート

吹付コンクリートにより、掘削された山が崩
れ落ちるのを防ぎます。



④ 鋼製支保工建込み

鋼製支保工を建て込み、掘削された山の補強
を行います。



⑤ (二次)吹付コンクリート

建て込んだ鋼製支保工の間を吹付コンクリー
トで一体化させます。



⑥ ロックボルト打設

さらにロックボルトを打設することにより、
トンネル全体を補強します。(※①に戻る)
(なお岩質により、④、⑤を行わない場合が
ある。)

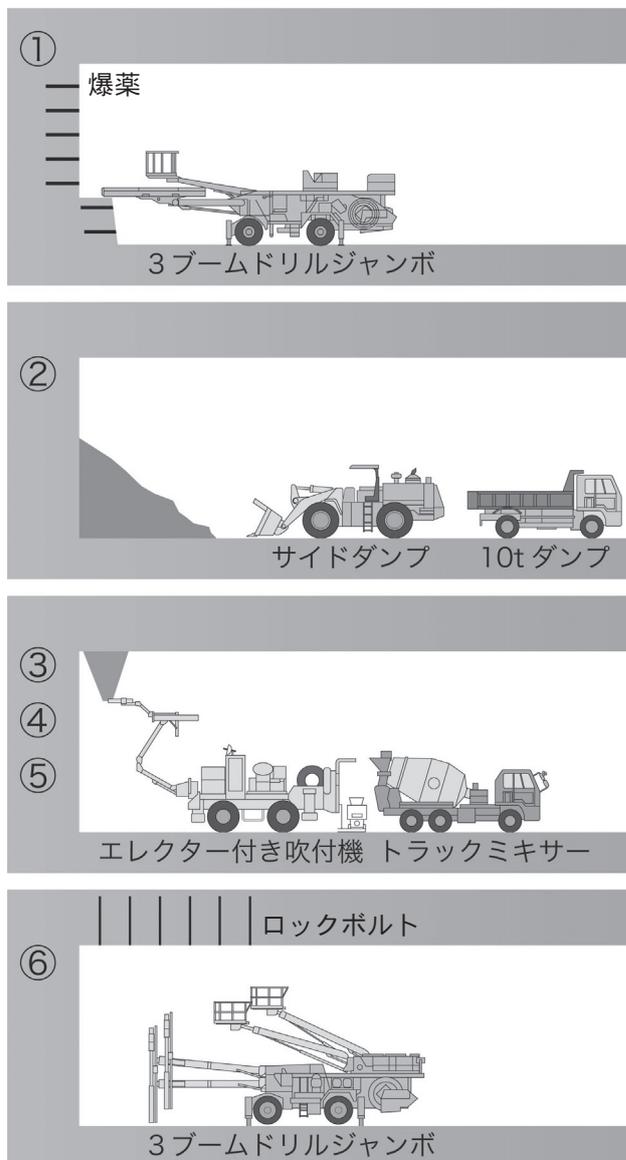


図-4 施工手順

当現場においては、発破作業を1日4回(昼夜
施工)実施し、約4.8m/日の進捗で掘り進めてい
ます。

3 施工上の課題と対策

施工上の課題としてはいくつか挙げられます
が、今回は作業騒音について特筆いたします。

作業騒音

トンネル坑口から直線距離で185mの場所に近

隣民家が点在するため、トンネル掘削による作業音には十分な注意を払いながら施工を進める必要がありました。

作業騒音として考えられたのは、以下の5点です。

- 1) 発破による騒音
- 2) 夜間ズリ出し時のダンプによる走行音、覆工板のバタツキ音
- 3) 夜間吹付プラントの練混ぜ時作業音や生コン車の走行音、覆工板のバタツキ音
- 4) その他仮設構台での作業音
- 5) 町道を通行する工事用車両の作業音

上記の対策として発破作業時の施策と仮設備の工夫を行ったので報告します。

(1) 発破時の工夫について

① 爆薬量の低減

発破音は雷管の数や爆薬量に大きく起因します。よって1回の発破の薬量をまずは10kg以下としました。また、1つの断面を3回に分割し発破を行うことにより、爆薬量を低減し、発破音をなるべく小さくする工夫を行いました。

② 近隣住民とのコミュニケーションの充実

通常、日常生活において発破音を聞く機会

はほとんど無いため、近隣住民の方たちは発破作業が近くで行われるとなると、その発破音の大きさや振動、また急に夜間に発破が行われるとどんな感じだろうかとの不安が増長します。

そこで、近隣住民の方の発破に対する不安を出来る限り払拭するため、各家庭に発破開始の連絡や発破後の感想を聞くなど細かい声掛けを行い、不満や不安を早期に取り上げるようにしました。また、集まった住民の声を集約・検討し、次回からの発破時間や薬量の調整に生かしました。

③ 坑口部防音扉設置後の工夫

坑口に防音扉を設置した後、トンネルの通常サイクルである昼夜作業としたのですが、夜間の目標管理値としていた、騒音70dBを下回りませんでした。近隣からの聞き取り結果からも、もう一枚防音扉を設置するまで深夜の発破作業は行えないと判断し、夜間の発破は22時までとする現場ルールを策定、徹底しました。

(2) 仮設備の工夫について

次に、仮設備の作業音対策について報告します(図-5)。

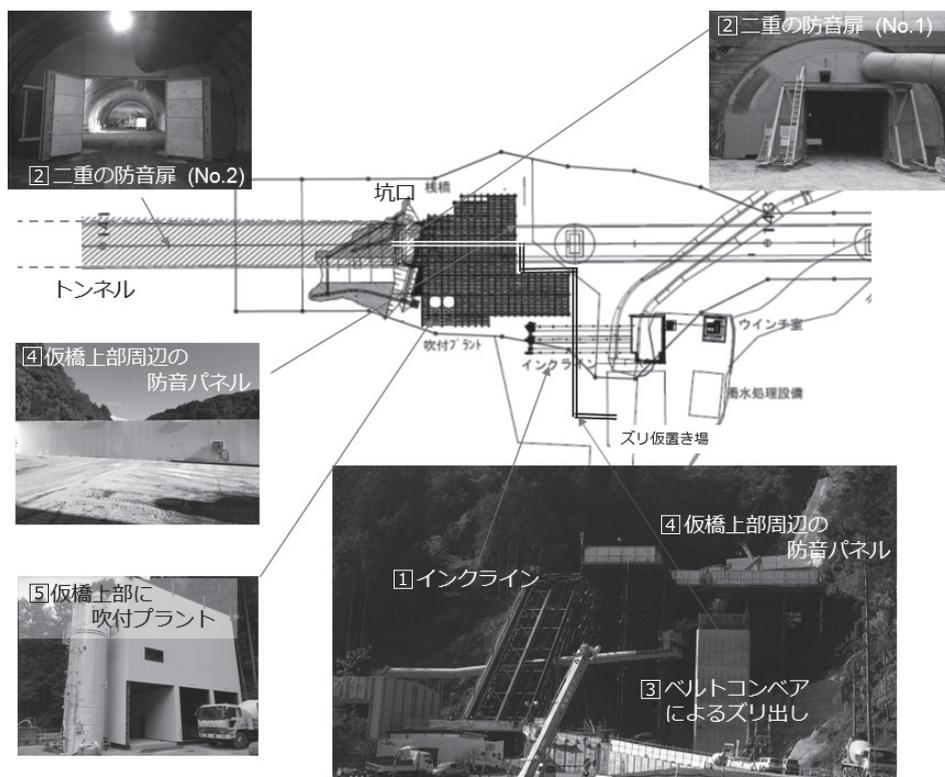


図-5 仮設備の工夫一覧

① インクラインの設置

工事用道路と仮設構台の高低差が30mあり、当初設計では仮栈橋を設置することになっていました。しかしながら、夜間作業音の低減や工程短縮、借地範囲の低減や伐採木削減を考慮し、インクラインを採用しました。

ダム建設工事でしばしば用いられるインクラインは、斜面に軌道を作り、ウインチでワイヤーを引っ張って台車を動かし、資材を昇降する設

備です。現場では、トンネルで使用する砂・砂利・セメント・鋼製支保工・覆工コンクリート用生コン車から人の昇降にいたるまで使用しています。

作業音の低減に関しては、仮栈橋がなくなることで、夜間仮栈橋走行中の覆工板のバタツキ音を無くすことができました(写真-2、3、表-3、図-6)。

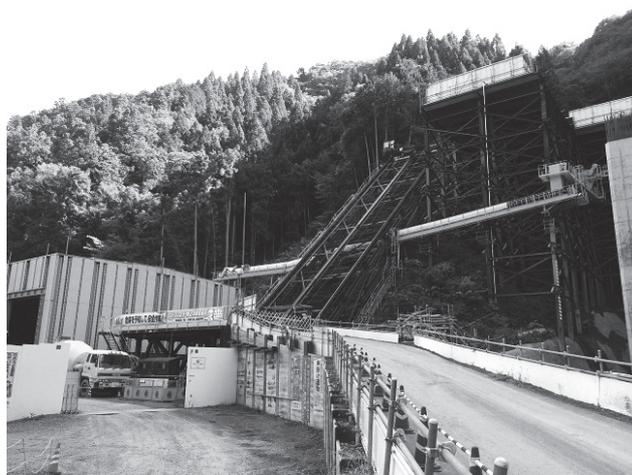


写真-2 インクライン格納状況



写真-3 インクライン上昇状況

表-3 インクライン仕様

インクライン仕様

- 巻上機：350kW
ワイヤロープ $\phi 50\text{mm} \times 300\text{m}$
- 台車設備
 - ・最大積載荷重：50t
 - ・ステージ長： $L13.85\text{m} \times W9.2\text{m}$
- その他
 - ・勾配 43°
 - ・台車移動距離 39.7m
 - ・台車速度 20m/min

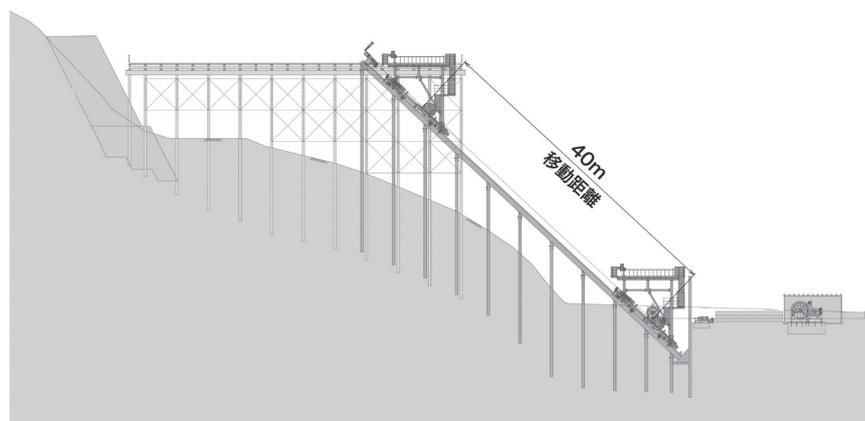


図-6 インクライン断面図

② 二重の防音扉の設置

トンネルは主に発破により掘削を進めることから、当初設計において坑口に防音扉を設置することになっていました。防音扉を設置し、爆薬量を制御しながら発破を行いました。計測の結果は坑口から50mを超えても夜間の目標管理値を下回ることがなく、また、爆薬量から推定した予測式でも防音扉1枚では目標管理値をクリアしない結果がでました。

そこで、深夜の発破作業を行うためにはもう1枚防音扉の設置が必要である事を協議し、設置となりました。結果、15dBほどの騒音が低減され、深夜の発破作業が可能となりました。

③ ベルトコンベアによるズリ出し

坑口からズリ仮置き場までは、ダンプトラックに替えてベルトコンベアを設置しました。ベルトコンベアでズリを運搬することで、夜間ダンプトラックによる走行音の低減を図ることができました。

④ 仮橋上部周辺の防音パネル

仮設構台(坑口前仮設ヤード)では、頻繁に車両の転回等が予想されることから周辺に防音パネルを設置しました。

⑤ 仮橋上部に吹付プラントを設置

吹付けプラントは、下部の仮設ヤードに設置する計画であったが、作業音の低減を考慮し、仮設構台に設置しました。これにより、夜間時の練り混ぜ音や生コン車の走行音も低減できました。

⑥ 町道を走行する通行車両の制限速度の設定

昼間はズリ二次運搬用10tダンプトラックや覆工用生コン車等の大型車両が町道を頻繁に行き来します。そのため、町道走行する工事用車両の制限速度を20km/hとし、騒音の低減に努めています。

以上のような施策や対策を実施することにより、これまでのところ近隣からの苦情も無く、トンネル掘削を行っています。

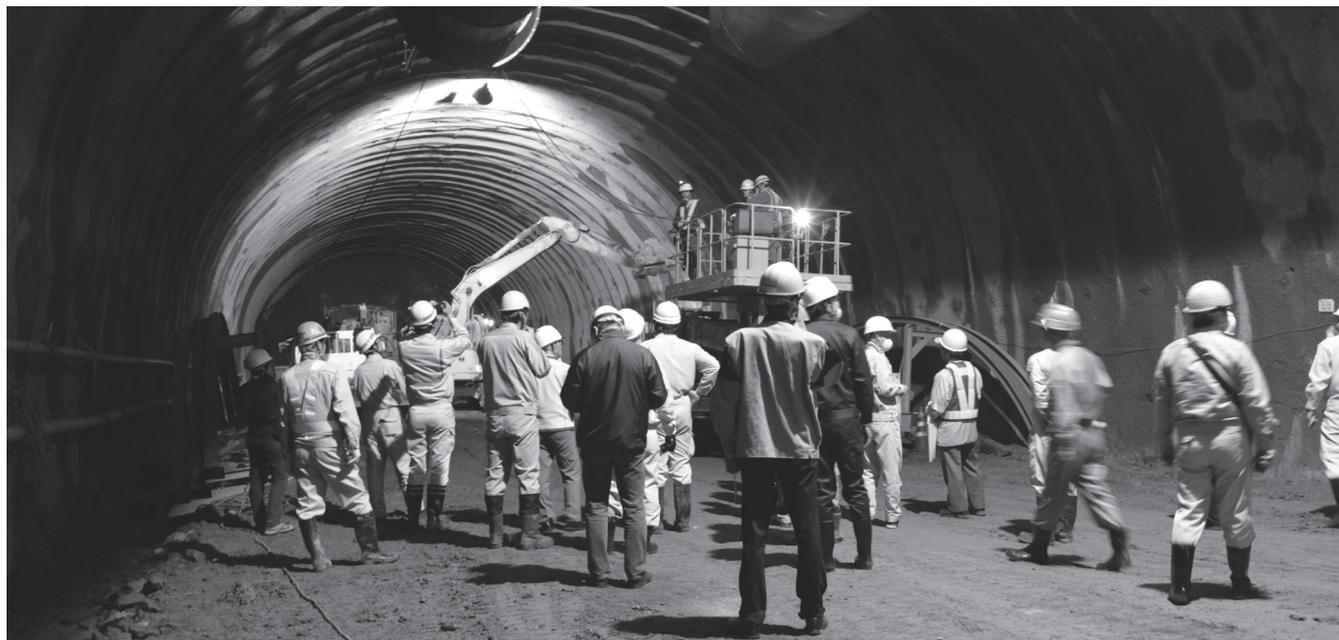
4 おわりに

公共工事の施工は、その現場周辺で生活されている方々の協力無しでは進みません。住民の方と対話を繰り返し行いながら、工事への理解を深めていただくように努めております。

当工事は、2016(平成28)年4月末に貫通を予定

しています。その際も、いきなりの作業音に驚かれることのないように、貫通側の住民の方に事前にインフォメーションし、安心して工事に協力してもらえるよう努める所存であります。

現場見学会レポート



◆静岡・山梨・長野県のネットワークを強化させるトンネル工事

2015年11月20日(金)、当会は、山梨県身延町で進められている中部横断丸滝トンネル工事の現場見学会を開催しました。中部横断丸滝トンネル工事は、中部横断自動車道整備の一部であり、身延町丸滝地区に延長925mのトンネルを構築しています。この丸滝トンネルを含む中部横断自動車道が整備されることにより、新東名高速道路、中央自動車道及び上信越自動車道がつながり、山梨・長野県のネットワークが強化されます。

見学会では、まず現場事務所で岡村所長による工事概要の説明が行われました。その後、バスに乗って工事現場へと移動します。現場へ向かう途中、車一台通るのがやっとの道幅しかない道路があるため、ガードマンを配置して交互通行で工事車両の整理を行っているとのことでした。現場に到着すると、丸滝トンネル工事の特徴である、インクラインが下りてきます。当初は仮栈橋を設置する予定でしたが、この現場ではインクラインを用いることで工期短縮や周辺環境への配慮につながると考え、採用が決定されました。インクラインは見学者全員を乗せ、トンネル入り口に向かって上昇します。

いよいよトンネル内の見学へ。掘削されたトンネルはスライドセントルを使って覆工が進められていました。このトンネルは発破掘削を行ってお

り、発破は昼2回、夜2回の計4回行われています。1回の発破で1.2m掘削できるため、1日4.8m進むとのこと。発破作業については住民の方々に発破時間を事前連絡し、発破作業の感想を聞くなど、周辺環境に十分配慮しながら工事を進めています。トンネルの出口へ戻ると、夏休みに親子現場見学会が行われた際の参加者のメッセージが飾られており、工事内容の理解促進に努めていることがわかります。

現場事務所へ戻ると質疑応答が行われ、肌落ち対策や覆工コンクリートの充填方法など多くの質問がありました。また、山岳トンネルの工事現場に携わったことが無い方からは、「工事で感動することは？」といった質問もありました。山岳トンネルを見学する機会はなかなか無いので、とても貴重な現場見学会となりました。

