

小断面トンネル工事における WEB 会議システムを利用した遠隔臨場

株式会社大林組 正会員 ○福島 隼人, 正会員 狭間 稔司
正会員 青山 祥梧, 正会員 渡辺 淳

1. はじめに

豊川用水二期東部幹線併設水路浅間・風越工区工事は、トンネル全長4km、掘削断面積9.7m²をレール工法で施工する新設水路トンネル工事である。本トンネルの地山は、大部分が泥質片岩で片理に沿って割れやすい性質であり、設計パターンに加えて補助工法を採用することが多かった。このため、岩判定等の坑内での立会が多く実施された。一方で、狭小断面での坑内移動手段は徒歩となるため、長い移動時間や、安全面で移動時に機械編成とのすれ違いが多く発生することが課題であった。本稿では課題解決のために用いた遠隔臨場の事例（岩判定）について報告する。

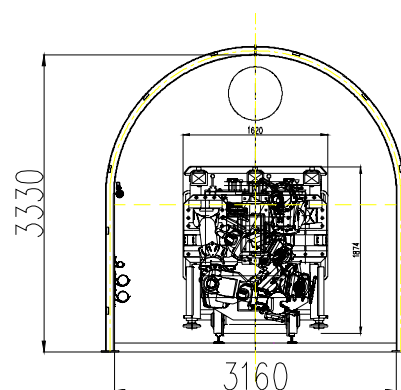


図 - 1 標準断面図

2. 地質性状による岩判定の実施回数の増加

トンネル掘削中は、設計支保パターンの変化点や地山状況の悪化・改善を確認するために岩判定を実施しなければならない。設計支保パターンの変化点のみで50回程度の岩判定を実施する必要があった。

設計以外で補助工法を施工する場合は、発注者ルールにより毎回岩判定を実施する必要があり、岩判定の回数が増大した。上下流の両立坑から掘削しているため、最盛期では1日1回岩判定を実施する必要があった。

前方地山の変化を予測することは困難であり、いざ、地山の変化で岩判定を実施する場合、切羽作業を中断させる必要がある。特に地山状況が悪いところでは肌落ち等の可能性が高くなることから、岩判定を迅速かつ適切に行う必要があった。図 - 2 に設計支保パターンと実施支保パターンを比較した地質縦断図を示す。

現場立会の岩判定では、坑内の移動時間や待機時間を含めると約1.75時間必要になる。発注者は発注者事務所から現場仮設ヤードまでの移動時間も含めると合計で2.0時間必要となる。同時に、入坑する際は安全確保のため、受注者が同行する必要があり、発注者・受注者共に移動に多大な時間を費やすことになる。

3. 遠隔臨場（岩判定）の導入

発注者、受注者、両者の拘束時間を短縮し、突発的な岩判定にも臨機応変に対応するため、遠隔臨場を導入した。遠隔臨場に使用する通信設備・機材・システムは下記のとおりである。

①坑内通信設備：LAN ケーブルと Wi-Fi 中継ルーターによる光通信（2～10Mbps）、②撮影機材：スマートフォン（iPhone8, SE）、③WEB 会議システム：「Microsoft Teams」を採用した。

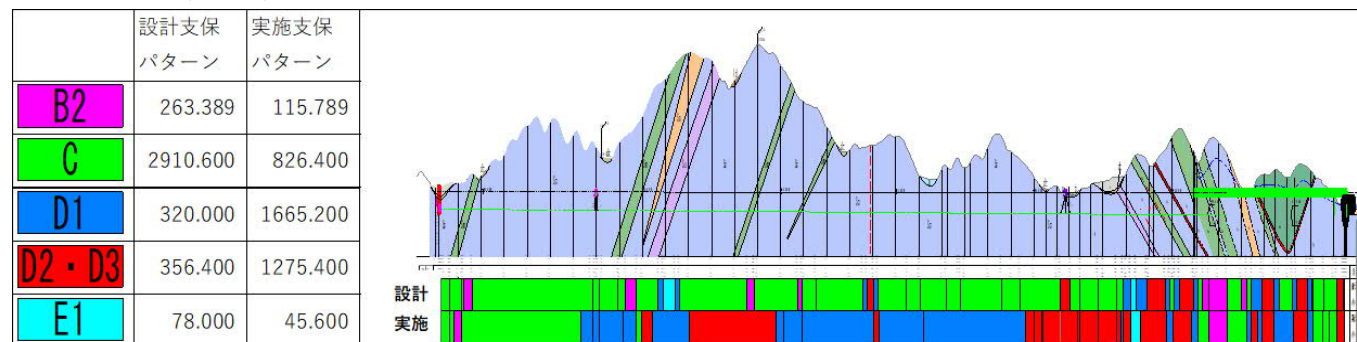


図 - 2 設計支保パターンと実施支保パターンの比較

キーワード 山岳トンネル, レール工法, 遠隔臨場, 岩判定, 小断面 NATM

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターティ B 棟 株式会社大林組 TEL03-5769-1111

遠隔臨場の岩判定を行う際は、図 - 3 に示すように機器を配置した。スマートフォンは切羽全景を映すために切羽からの離隔を 6~7m の位置で三脚を固定し、定点カメラとした。通信用の Wi-Fi 中継ルーターは切羽から 30m 程度の位置に設置することで通信が可能となった。スピーカーマイクや切羽照明、Wi-Fi 中継ルーターを適切な位置に設置し、遠隔地でも明るく鮮明に見聞きすることができた。

4. 遠隔地側での岩判定時の切羽評価の方法

本工事の岩判定は表 - 1 に示す 7 項目で評価した。そのうち、①切羽の状況、②岩盤の状況、③風化・変質、⑤割れ目の形態、⑥割れ目の状況については WEB 会議の映像と音で判断できた。一方、④割れ目の間隔はモニター越しでは間隔の大きさがつかみにくく、⑦湧水状況は遠隔地側では湧水のにじみと光の反射や鏡肌との見分けが困難であった。

上記 2 点について、遠隔地側で定量的に評価するため以下の取り組みを行った。

④割れ目の間隔の解決策

- ・スマートフォン撮影用の伸縮棒と 1 区画 5cm の金網を使用。
- ・割れ目の間隔を金網の区画から判断できるように接写（写真 - 1）。
- ・写真を Teams 上の撮影画面やチャットに映し、遠隔地側から判断。

⑦湧水状況の解決策

- ・水書用紙と伸縮性のあるフローリングワイパーを使用.
- ・水書用紙が変色するか否かで切羽からの湧水状況を遠隔地側から判断 (写真 - 2).

ともに安価で入手し易く、切羽の観察箇所に押し当てるだけで容易に確認・評価できるようになった。また、長尺のものを使用することで、切羽からの離隔を確保するようにした。

5. 終わりに

遠隔臨場の岩判定を実施することで、移動、待機時間を削減し効率的に業務を行えた。また、遠隔臨場では複数名が現場の情報を同時に共有可能であり、ベテラン職員と若手職員が一緒に行くことで人材育成の場としても有用である。当現場の取り組みが同様な施工条件での参考になればと思う。

表 - 1 岩判定での評価項目

評価項目	評価内容	WEB会議システムによる判断
① 切羽の状況（鏡面）	自立、一部肌落ち、要対策等	可
② 岩盤の状況	ハンマーが跳ね返る、崩れる、刺さる、土砂状等	可
③ 風化・変質	新鮮、風化、粘土状等	可
④ 割れ目の間隔	100cm、50-20cm、5cm以下等	定規などの対比物がないと 数値の判断が困難
⑤ 割れ目の形態	ランダム、層状・片状、土砂状、粘土状等	可
⑥ 割れ目の状況	密着、開口、粘土を挟む等	可
⑦ 湧水状況	なし、にじみ、噴出等	にじみと鏡肌と区別がつきにくい 照明の反射で不明瞭

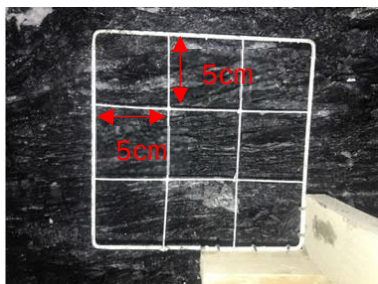


写真-1 使用した金網



写真-2 使用した水書紙

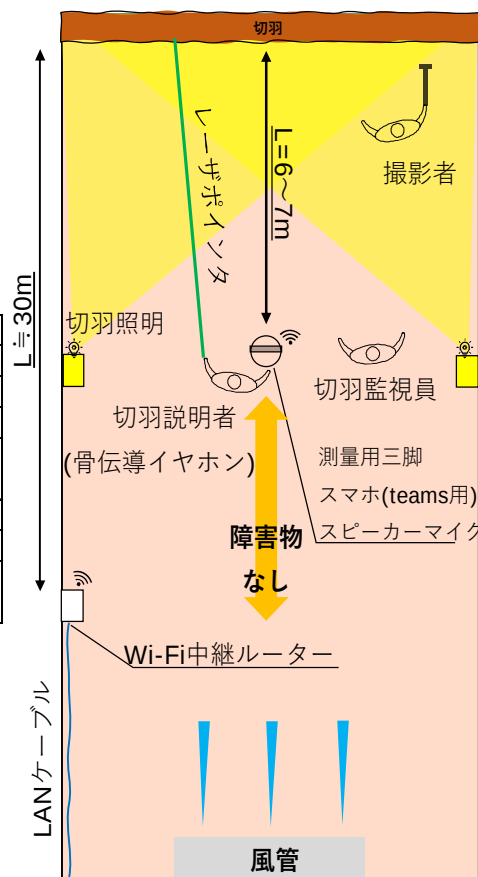


図 - 3 遠隔臨場の岩判定配置図