

遠隔立会の拡大によるトンネル工事の効率化への取り組み

西日本高速道路(株) 正会員 ○藤田健士 宮内智昭
鹿島建設(株) 正会員 影山 心 石井利治 藤原浩一 坂平薪志 西条拓海

1. 目的

トンネル工事では、材料確認や品質確認、出来形確認など、確認項目が多岐にわたり、その立会に時間を要している。また、施工進捗を事前に正確に把握するのは困難であることから、立会までの待ち時間が生じ、それが施工の遅れにつながることもある。そこで、新名神高速道路大津大石トンネル工事では、この立会に要する時間および立会に伴う施工の待ち時間を削減することを目的に遠隔立会を全面的に展開し、立会項目ごとの適用可否や効果を検証したので、その実績について報告する。

2. 遠隔立会の実施方法

遠隔立会に使用するツールは、立会時における受発注者間のやりとりの容易さを考慮し、Microsoft Teams を採用した(表-1)。また、映像のブレを抑制するために手振れ防止装置(ジンバル)を利用するとともに、多数で意思疎通できるようグループ通話アプリを組み合わせた。トンネル坑内の通信環境は、アクセスポイントを100m毎に1箇所配置し、最前線の切羽に対しては、切羽から約80m後方にある電源台車に指向性のあるwifiを設置した(図-1)。

立会方法は、①立会の実施時刻をメールで連絡、②通話音声の確認、③立会項目・位置の確認、④遠隔立会の実施状況を画像(スクリーンショット)で保存、の流れで実施することとした(写真-1)。

遠隔立会の対象は、全ての立会項目とし、現状の解像度等で映像により確認できるのか精査した。なお、遠隔立会に使用しているiPhoneおよびTeamsは、通信状態によっても異なるが、最大1080pのビデオ解像度で、フレームレートは30fps(フレーム/秒)である。

3. 遠隔立会の適用実績

遠隔立会を適用した項目とその評価を表-2にまとめる。材料確認や出来形確認、遠方のプラントで実施するコンクリート強度試験では、映像で数量・数値(試験値)の把握が可能であり、問題なく遠隔立会を適用できた。特に、コンクリート強度試験では、Teamsのゲストアクセス機能¹⁾を用い、会社が異なるユーザー同士でチームを結成することで、受発注者がともに事務所にいる状態で、容易にプラントとビデオ通話をつなぐことができるようになり、ストレスなく遠隔立会を実施することができた。出来形確認においては、躯体厚さの確認に矢印マーカー等を用いること

表-1 遠隔立会ツールの比較

	SafiePocket	Microsoft Teams
概要		
通信(4G)	○	○
通信(WiFi)	× アクセスポイント切り替え時に切断され、電源を入れ直す必要あり。	○ アクセスポイント切り替え時に一瞬途切れるときはあるが、自動的に復活する。
画像	△ 歩くと画面が揺れる。自分がどこを撮っているかわからない。	○ ジンバルを使用することで揺れは、ほとんどない。iPhoneで画像を見ながら操作できる。
通話	△ SafiePocket操作者と立会者PCでの1対1の通話、グループ通話はできない。	◎ 現場側iPhoneに対し、参加者は無制限。インカムを使うことでグループ通話も快適になる。
評価	△	○

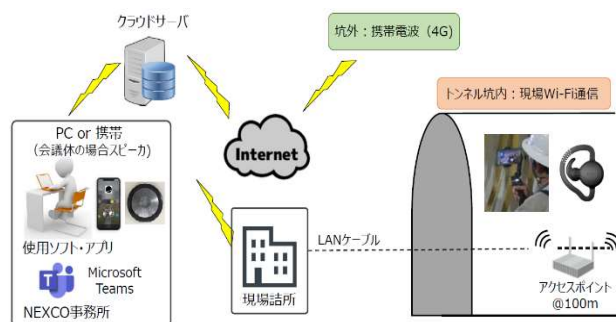


図-1 遠隔立会のシステム構成

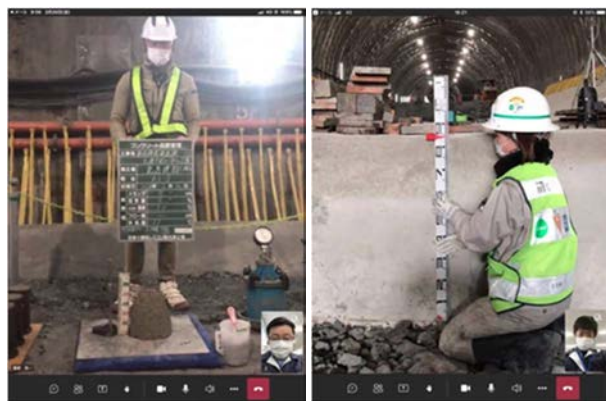


写真-1 遠隔立会の実施状況
(左：受入れ検査、右：出来形検査)

キーワード 遠隔立会, Microsoft Teams, 品質確認, 出来形確認, 材料確認, 岩判定

連絡先 〒520-0032 滋賀県大津市観音寺18番1号 西日本高速道路(株)関西支社 TEL077-526-8895

で視認性が向上し、現地で確認するのと変わらないスピードで立会を実施することができた。また、基準高の確認では、坑内で視認性の高い緑色の水平レーザーを用い、測定点と高さ基準点の双方に測量用スタッフを設置することで、オートレベルを用いた水準測量を行うことなく、映像のみで高さの確認が可能であった。

一方、防水工の下地処理・打鉄状況の確認は、処理後の表面の凹凸や打鉄箇所周囲の破れや隙間の確認であり、映像での視認が困難であった。また、吹付け厚などの検査孔内の測定も、光源の関係からカメラによる視認が困難であり、遠隔立会を取り入れるには更なる検討が必要であると判断した。

4. 遠隔立会の導入効果

遠隔立会を導入した効果は受発注者で異なり、発注者にとっては移動時間の削減が挙げられる。当現場では事務所-現場間で往復 1 時間半の距離があり、この移動時間を削減できることで業務の効率化が図れる。また、受注者にとっては待ち時間の削減が挙げられる。当現場では、3 年間で延べ 400 回以上の遠隔立会を行っており、施工待ち時間を 5 分/回と考えると、発注者は 36,000 時間に及ぶ移動時間の削減、受注者は 2,000 時間に及ぶ待ち時間の削減を享受できている。

5. 切羽（岩）判定への適用検討

切羽（岩）判定は、岩強度をハンマー等にて確認することや亀裂の間隔や状態など、目視でないと判断が難しい内容を確認する必要があるため、遠隔立会は困難と考えていた。しかし、本工事では、地層の急変や、小崩落の発生など、早急に補助工法などの対策工を決定する必要があるため、緊急で岩判定を行う場合が出てきたため、遠隔立会を試行した（写真-2）。岩判定の遠隔立会では、補足資料として、切羽写真や掘削状況の映像に加えて、削孔検層データや先受け工の注入記録などの切羽前方の岩盤データなどを用意し、過去に現地で行ったときの定量的なデータと比較できるようにすることで、遠隔による岩判定を成立させることができた。しかし、切羽評価に必要な割目の間隔や割目の状態などは、脆弱な地質であるほど映像だけでの確認は困難であった。このため、遠隔立会を岩判定に適用するには、より解像度の高い映像とするなど、更なる工夫が必要と考える。

6. おわりに

現地で現物を確認するという意味で、現地立会は非常に重要な検査方法である。しかし、トンネル工事のように、繰り返し同様の項目を確認する必要がある場合には、遠隔立会を適用することによる時短効果は極めて大きい。このため、遠隔立会を適用するにあたっては、その方法を受発注者間で検討し、試行を行いながらその対象を決めていくことが重要であるとする。本報告が類似現場において遠隔立会の適用を考える上での参考となれば幸いである。

参考文献

1) Teams ホームページ： <https://learn.microsoft.com/ja-jp/microsoftteams/guest-access?source=recommendations>

表-2 遠隔立会の適用項目とその評価

種別	項目	遠隔立会の適用
吹付けコンクリート工	品質 各種基準試験	○
	出来形 吹付け厚さ	△
ロックボルト工	品質 各種基準試験	○
	出来形 長さ測定	○
防水工	品質 下地処理、打鉄状況の確認	×
	品質 負圧・加圧試験、手動溶着接合部	○
インパート工	出来形 運搬・打込み時間・打込み状況	○
	品質 スランプ、空気量、温度、塩化物	○
	品質 圧縮強度	○
	出来形 床付け高さ、型枠検査	○
	出来形 厚さ、幅、基準高	○
覆工	出来形 運搬・打込み時間・打込み状況	○
	品質 スランプ、フロー、空気量、温度、塩化物、繊維混入率	○
	品質 圧縮強度、曲げ靱性試験	○
	出来形 型枠検査	○
	出来形 厚さ、トンネル内空断面	○
裏面排水工	出来形 敷設延長	○
路盤排水工	出来形 掘削断面、基準高、敷設延長、フィルター材厚さ	○
汚濁水処理工	出来形 処理量	○
材料検収		○
岩判定		△

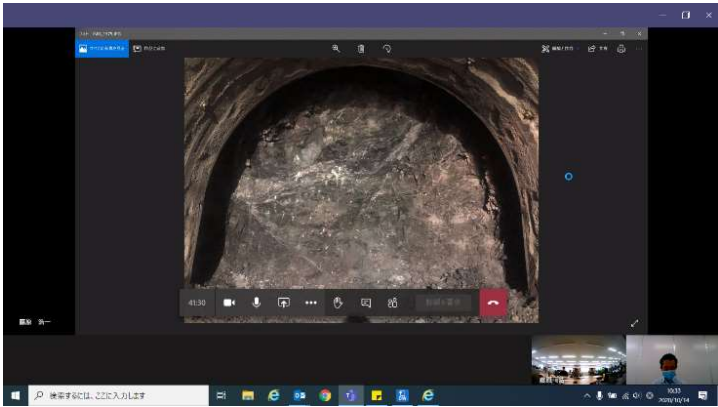


写真-2 遠隔立会による切羽（岩）判定の実施状況