

DX技術を用いた現場確認の効率化について

西潟 将利¹・金井 誠¹・長岡 永喜¹・安藤 健¹・根岸 蒼馬¹

¹群馬県 県土整備部 藤岡土木事務所 (〒375-0014 群馬県藤岡市下栗須124-5)

県境部の山間地域に位置する土木事務所が抱える問題として、管轄範囲が広く現場確認に時間を要していることが挙げられる。また、近年の建設現場では移動時間の短縮を目的とした遠隔臨場の取組が推進されているが、山間部においては電波が届かない地帯（以下、電波不感地帯）が多く、取組が十分に実施できていない状況である。これらの問題を可能な限り職員で改善することを目標とし、調査時における情報収集の効率化を目的として「360°カメラ」による動画撮影を行った。また、電波不感地帯への移動時間の削減を目的とし、DX技術等を用いた取組を試行したため、本稿ではその概要及び検証結果について記述する。

キーワード 山間地域、電波不感地帯、360°カメラ、WEB会議システム、Starlink

1. はじめに

群馬県藤岡土木事務所では県南西部に位置する多野郡（神流町と上野村）を管轄しており、東西に45km、南北に15kmと横長な管内となっている。管内全体は山間地域となっており、特に県境部は急峻な山々が連なっていることから、複数の現場確認がある場合は効率的に周回することが困難な状況である。また、近年の建設現場で推進されているWEB会議システム等を用いた遠隔臨場については、山間部のため電波不感地帯が多く、取組を実施できる範囲が限定的であったため、現場確認に当たり多くの移動時間を要していた。このような状況に対し、「現地調査に要する所要時間の短縮」及び「現場までの移動時間の削減」を目標として、職員にも実施可能なデジタル技術を用いた改善案を検討し、試行した。

続いて、多野郡における遠隔臨場の取組状況に着目した。2022年11月時点で多野郡において契約中の工事を対象とし、実際に遠隔臨場が実施できている割合を調査した。調査にあたっては、段階確認を実施できる程度の通信品質が確認されたかを基準として、実施状況の可否を判定したところ、表-1のとおり44%の工事で遠隔臨場が十分に実施できていないことが判明した。

また、多野郡の県管理道路における通話可能な範囲についても併せて調査した。調査方法は、道路パトロールを担当する職員へNTT回線の通話が圏外になる範囲を確認した。表-1と図-2は確認結果を整理したものであり約38%の道路で通話が困難であることが判明した。上記の大部分が山間部かつ県や市町村境に位置していたため、事務所から遠方で移動時間を要する地域に、電波不感地帯が集中している状況が確認された。

2. 多野郡の電波状況及び遠隔臨場の取組状況

図-1は群馬県全体と多野郡のそれぞれにおけるNTTdocomoの電波状況を示したものである。電波状況が良好な範囲（図中の赤と橙）は、前橋市をはじめ関東平野の広い範囲で確認されたが、山間部の県北、県西部では良好な範囲は限定された。多野郡においても、同様の状況であり、電波不感地帯が多いことが確認された。

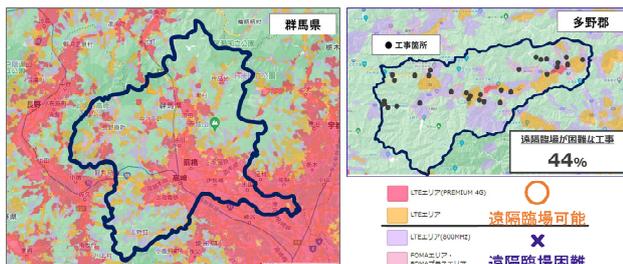


図-1 群馬県及び多野郡における電波状況(NTTdocomo)

表-1 多野郡における電波不感地帯の割合 (%)

項目	全数	不可	%
遠隔臨場が困難な割合 ※2022年.11月時点	50	22	44
県管理道路における 通話可能範囲(km)	98.1	37.7	38.4

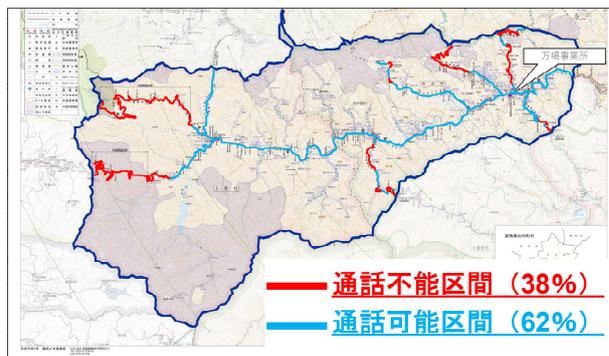


図-2 県管理道路における通話可能範囲の分布図

前述の管内条件を踏まえ、次章では現地における調査手間の効率化を目的として、360°カメラを用いた動画撮影に係る取組を記述する。

3. 360°カメラを活用した現地調査

(1) 360°カメラの概要

360°カメラは、カメラ本体を中心として球体上に全方位を撮影できる機能を有している。撮影後の動画は「Googleストリートビュー」のように、立体的かつ全方位を確認できるため、通常のカメラと比較して多くの情報を短時間で入手することができる。カメラの外形を写真-1、機器の仕様及び付属品等について表-2、3に示す。



正面 背面
写真-1 Insta360 ONE R

表-2 360°カメラの仕様 (Insta360社製)

項目	仕様
動画解像度	3008x1504@100fps ~ 5760x2880@30fps
静止画解像度	6080 x 3040 (2:1)
重量	130.5g
サイズ	72mm×48mm×43mm
バッテリー	連続撮影時間 70分間(5.7K 30fps 時)
稼働環境	-20℃～40℃
接続方法	Wi-Fi, Bluetooth

表-3 撮影時の付属品・ソフト等

項目	仕様
ネットワーク接続用ツール	iPad Air(第3世代)
アプリケーション	insta360
共有ツール	YouTube
その他	撮影補助用の自撮り棒

今回は全て動画の撮影により現地調査を行った。撮影後の動画はiPad上で確認したり、他者と共有する際はYouTubeの限定公開機能を利用した。

次節では、実際に行った2つの活用事例を記述する。

(2)活用事例・効果

a) 異常気象時の災害調査・査定への活用

2022年9月に発生した豪雨により管轄する国道において道路路肩の一部が崩壊したため、この災害調査及び査定業務を行う中で360°カメラを活用した。(写真-2)

災害発生箇所は事務所から片道1時間を要する位置にあったため、1度の調査において入手する情報量を可能な限り向上させ、効率的かつ迅速な災害調査を実施する必要があった。また、査定額の関係から机上査定が予定されており、現地状況を示す資料の役割が極めて重要であったため、従来の被災状況写真を補完する形で360°カメラを用いた動画を撮影した。

活用した効果としては、現地での撮影手間やその後の資料作成に係る手間が削減されたため、約30分の作業時間の削減に繋がった。

また、全方位の撮影により、現地状況の立体的な把握が可能のため、復旧工法や仮設工の検討、支障物の状況把握を行う中でも、優位性が確認できた。



写真-2 災害調査（道路災）における活用

b) 樹木等の支障物により空撮困難な範囲への活用

砂防事業における詳細設計時には、事業範囲の現地状況を効率的に把握するために、ドローンによる空撮写真を活用することがあるが、山間に近接した範囲では樹木の影響により、撮影対象が映らない問題が生じていた。また、砂防堰堤と併せて進入路を計画することが多く、調査が広範囲にわたる場合があるため、従来の写真撮影では撮影手間及びその後の資料整理（写真方向図の作成等）に時間を要している状況であった。

このため、360°カメラを活用し砂防堰堤への進入路に係る現地調査を実施した。写真-3は上記の進入路検討時に撮影した事業範囲の空撮写真である。撮影対象であった写真の赤点線部分は、樹木により撮影が困難であったが、地上から360°カメラを用いて動画を撮影したことで、上空から把握できない地上の状況を効率的に把握できた。写真-4は撮影動画の切り抜き写真であるが、撮影動画から確認したい画角を任意で抽出でき、全方位の現地状況を把握するのに適していた。

続く4章と5章では、事務所から現場までに要する移動の総時間を削減するための取組を記述する。



写真-3 計画砂防堰堤への進入路に係る検討資料（空撮写真）



写真4 360°カメラ動画の切り抜き写真(写真-3の赤点線部)

4. 電波不感地帯における動画を用いた現場確認

(1) 取組概要

電波不感地帯ではWEB会議システムを活用したリアルタイムでの遠隔臨場は困難なため、事前に受注者へ施工状況を動画撮影するように依頼し、撮影した動画を時間差で共有することを試行した。なお、撮影動画の共有は、受発注者ともに通信可能な地帯へ移動した後、メール等の送受信やMicrosoft Teamsを用いたWEB会議システムの画面共有機能を用いて実施した。取組フローのイメージについては、図-3に記載する。

■ 本取組の流れ



図-3 本取組のフロー図

なお、実施にあたっては、受注者の施工工程に遅れや手戻りが生じないように、動画の確認期限を事前に設定した。また、発注者が確認したいポイントを受注者と事前にすり合わせすることで、撮影漏れを削減できるよう工

夫した。なお、本取組は従来の写真による確認と差別化を図るため、動的に確認することが望ましい工種を選定した。

(2)活用事例・効果

写真-5は、道路防災事業の鉄筋挿入工において、グラウト材が削孔内へ適切に充填されているかを確認した事例となる。作業開始から終了までを動的に確認することで、グラウト材があふれて、適切に充填されていることが確認できた。



写真-5 鉄筋挿入工のグラウト材充填確認への活用例

本取組による発注者側の時間短縮効果としては、現場確認1回あたり、平均60分の往復時間が削減された。また、時間短縮の効果以外にも事務所で複数の職員による動画の確認が可能となるため、若手職員が他職員から施工状況の確認ポイントを吸収できる機会が増加した。

受注者からは、動画の共有で日程調整の手間や発注者が到着するまでの手持ち時間が削減されたという意見もあったが、反対に動画撮影の手間が追加となったので、その分の作業時間が増加したとの回答も確認された。また、受発注者ともに活用事例がないため、撮影すべきポイントのすりあわせが曖昧になるという問題もあった。

上記のようなリアルタイムでの遠隔臨場ができないことによる課題が確認されたため、当事務所では2022年より日本でも導入された衛星通信サービスStarlink（スターリンク）についても、実証実験を行った。詳細は次章より記載する。

5. 衛星通信サービスStarlinkの試行

(1) Starlink の概要

Starlink とは専用の衛星通信アンテナを地上に設置し、地球の外周を低空で移動している人工衛星を通して通信を行うものである。地上の基地局からの電波が取得困難な地域でも、衛星通信を行える環境であればインターネットサービスへアクセスできるのが特徴である。

Starlink のアンテナ設置状況を写真-6 に示す。使用にあたっては、専用アプリをダウンロードしたスマートフォンを用意した。現地での設置作業は Starlink より郵送されたアンテナ及びルーターをモバイル電源（100V）へ接続し、用意したスマートフォンでアプリを

起動すると衛星通信が開始された。機器の仕様については、表-4 に記載する。



写真-6 Starlinkアンテナと設置状況

表-4 衛星通信時の使用機器・ソフト等

項目	仕様
衛星通信アンテナ	Starlink
ルーター	Starlink
接続ケーブル	Starlink
モバイル電源	100V
ネットワーク接続用ツール	スマートフォン
アプリケーション	Starlink

(1) Starlinkの検証実験・結果

実験は2023年10月に計11箇所の工事現場で実施した。今回はオンライン会議が実施可能な目安である通信速度25Mbps以上を確認できた箇所を通信可能として設定した。実験結果とすると11箇所中5箇所が遠隔臨場に必要な通信速度が確認され、その中には地上の電波通信及び通話が困難な範囲でも通信可能な箇所が確認された。検証結果を管内図に整理したものを図-4に示す。

また、Starlinkで通信不良であった6箇所について、原因を考察したところ、障害物の存在が通信品質へ影響を及ぼしていると考えられる。具体的には、山間部において谷が深く法面が長大となっており、現地の上空範囲が限定されているような箇所では、衛星通信を受信できる範囲も縮小され、通信不良へ繋がると推察される。写真-7は同路線の別箇所において実験した際の現場状況を比較したものである。写真左の現場では、道路法面が近接しており上空範囲が狭まっていたため、衛星通信へ接続できなかったが、写真右の現場では路線の峠付近に位置することもあり、上空が開けていたため、25Mbps以上の通信速度を確認することができた。



図-4 Starlink通信試験の結果



写真-7 Starlink設置時の現場状況の比較

このことから、衛星通信を受信できる現場条件が整えば、遠隔臨場に必要な通信品質を十分に確保できることが確認された。また、電波不感地帯は事務所から遠方の地域に多いため、Starlinkの活用によって、往復2時間を要する移動時間が削減された箇所も確認できた。

6. 終わりに

「現地調査に要する所要時間の短縮」及び「現場までの移動時間の削減」を目標とし、3つの取組を試行した結果、各取組において職員の作業時間を削減することに於いて一定の成果が確認できた。

360°カメラは新規事業立ち上げ時など、現地調査が広範囲にわたり1回の調査で大量の情報を効率的に入手したい場合に適したカメラであると感じた。

電波不感地帯における現場確認の改善案としてはStarlinkが活用できる現地条件の場合は、衛星通信を用いたリアルタイムでの遠隔臨場を推進していく必要があると感じた。一方で、衛星通信が繋がらない範囲については、受注者により撮影された動画を時間差で確認する手段が有効であると感じた。

近年はStarlinkなどDX技術が急速に進化している状況である。前述した当事務所におけるDXの取組においても2022年から開始したところであり、現在も試行錯誤の段階であるため、引き続きデジタル技術に係る情報に意識を向け、業務の効率化を目指していきたい。

参考文献

- 1) NTT docomo サービスエリアマップ (2022年10月時点)
- 2) Insta360
- 3) Starlink(スターリンク)|法人・ビジネス向け|KDDI株式会社