ICT機器を用いた遠隔臨場について

小野　良太[1]・関谷　光昭

関東地方整備局　関東道路メンテナンスセンター　技術第一課　（〒330-0843 埼玉県さいたま市大宮区吉敷町1-89-1 タカラビル2階）

現在，橋梁やトンネル等の道路構造物（以下，道路構造物という．）に緊急を要する不具合が発生した場合，写真や電話等で状態把握を行っており，リアルタイムでの状態把握はあまり行われていない． ICT機器を用いて状態把握を行うことで，メンテナンスの経験が少ない若手職員でも遠隔地にいる専門家や上司にリアルタイムかつ的確に情報伝達が可能となる．

今回，汎用性があるICT機器を用いて誰でも情報伝達ができる仕組みとして，事前準備や操作が可能なマニュアルを作成した．このマニュアルを実装して抽出された課題を改善することで，改善版のマニュアルを作成した．

キーワード　ICT，遠隔臨場，リアルタイム，*マニュアル，若手，経験不足，技術継承*

1. はじめに

現在，道路構造物に緊急を要する不具合が発生した場合，関東道路メンテナンスセンターの職員が現地に赴き，状態把握を行い，対応方法などの技術的助言を行っている．若手職員も同行しているが，技術的助言を行うにあたって技術力や経験不足により，力を発揮できていない場面がある．だが，若手技術者でもICT機器を用いることで現地の情報伝達を行うことができ，少ない人数でも遠隔地にいる専門家や上司の指示を仰ぐことが出来るのではないかと考えた．

ICT機器を用いて職員がスムーズに現地確認を実施することが可能となるようにマニュアルを作成し，実装を重ね改善を行った．

2. 遠隔臨場

既存のICT機器を活用して遠隔地にある橋梁他道路構造物の状態把握をするための仕組み（以下，「遠隔臨場」という．）を整理することで、事務所職員が現場に立ち会わずに詳細な状況を把握することが可能となる．遠隔臨場をスムーズに行うことで写真や電話よりも詳細な道路構造物の状況を把握することが出来るので，迅速にリアルタイムかつ的確な技術的助言を行うことが可能となる．

3. 直営遠隔臨場マニュアルの作成

(1) ヒアリング

はじめに，国道事務所にヒアリングを行い道路構造物の不具合が発生した事例を集めることで，遠隔臨場による効率化ポイントと課題を抽出した．

a) 効率化ポイント

・業務スピードの上昇
・コスト削減
・技術的助言の取り違いリスクの軽減

b) 課題

・通信の途切れ
・音声の不具合

(2) 遠隔臨場の試行場所

現場での安全，手軽さ，汎用性を用いて，現場条件の異なる2箇所で遠隔臨場の試行を行い，最も優れている通信と機器の組合せの整理を行った．

a) 国道17号　三国トンネル（旧三国トンネル）

三国トンネル（旧三国トンネル）は通信や照度が確保しづらい状況が想定されたため選定をした．（写真-1）

b) 国道17号　相生橋

相生橋は以前発生した不具合時の対応について遠隔臨場の課題を整理した結果から，通信の途切れ，音声の不具合など課題に対する試行を実施するため選定をした．

また，橋下での遠隔臨場を行うため，通信環境が悪いことも想定された．（写真-2）

写真-1　旧三国トンネル

写真-2　相生橋

(3) 機器の組合せ

遠隔臨場に必要な機器は点検者撮影カメラ（CX-WL100W，Safie Pocket2 Plus），通信方法（キャリア回線，

写真-3　衛星通信（Starlink）

表-1　試行実施ケースと機器の組合せ

ケース番号	損傷確認用（点検者撮影用）	タブレット端末	web会議システム	通信方法	確認事項
1	AQUOS sense4 SH-41A	—	Teams	キャリア回線（トンネル内部：ミリ波とLANケーブルを使用）	相生橋の不具合発生時に実施した組み合わせで、映像の鮮明さや音声について確認する。
2	Safie Poket2 Plus	—	—		ブラウザ上で映像を確認できる機器で、音声の共有も問題なく可能かを確認する。
3	Safie Poket2 Plus 映像の共有	Lenovo Tab K11（音声の共有）	Teams		音声のみタブレット端末で共有可能かを確認する
4	CX-WL100W	Lenovo Tab K11	Teams		無線接続可能なカメラで点検者の負担とならないような遠隔臨場が可能かを確認
5	Safie Poket2 Plus 映像の共有	Lenovo Tab K11（音声の共有）	Teams	Starlink（トンネル内部：ミリ波とLANケーブルを使用）	衛星通信（Starlink）の通信は可能かを確認
6	AQUOS sense4 SH-41A	—	Teams		衛星通信（Starlink）の通信は可能かを確認
7	CX-WL100W	Lenovo Tab K11	Teams		衛星通信（Starlink）の通信は可能かを確認

衛星通信（Starlink）（写真-3）），カメラの装着位置（ヘルメット，胸の前）その他備品（骨伝導イヤホン，投光器等）とし，通信条件に応じた最適な組合わせを評価した．（表-1）

(4) 試行結果

遠隔臨場を行うにあたって重要となってくる通信速度，セッティングの容易さ，機材の可搬性を評価した結果，ヘルメット取付カメラ（以下，取付カメラ），タブレット端末，骨伝導イヤホン，キャリア回線の組み合わせが最適であることが分かった．キャリア回線では時間帯によって遅延が見られるなどの課題は見られたもののキャリアをかえることで対策が可能だと考えられる．

キャリア回線での通信が難しい場合は衛星通信（Starlink）にて通信が可能であり，十分に遠隔臨場に活用が可能なことを確認した．

現場条件ごとに必要となる機器を整理したことをマニュアルに反映した．（表-2）

表-2　直営遠隔臨場マニュアル（簡易版）

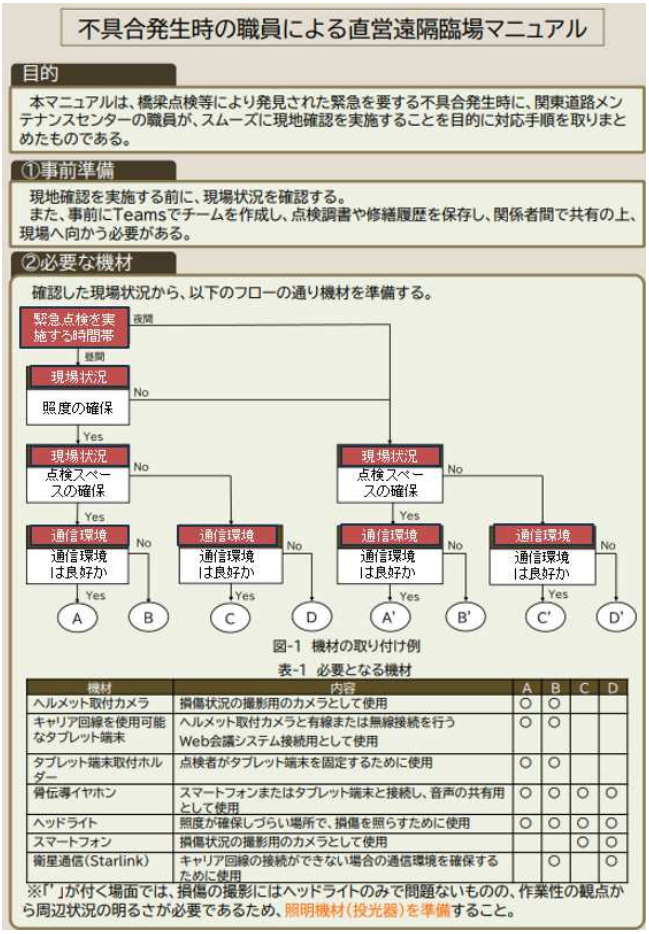

図-1　機材の取り付け例

表-1　必要となる機材

機材	内容	A	B	C	D
ヘルメット取付カメラ	損傷状況の撮影用のカメラとして使用	○	○		
キャリア回線を使用可能なタブレット端末	ヘルメット取付カメラと有線または無線接続を行うWeb会議システム接続用として使用	○	○		
タブレット端末取付ホルダー	点検者がタブレット端末を固定するために使用	○	○		
骨伝導イヤホン	スマートフォンまたはタブレット端末と接続し、音声の共有用として使用	○	○	○	○
ヘッドライト	照度が確保しづらい場所で、損傷を照らすために使用	○	○	○	○
スマートフォン	損傷状況の撮影用のカメラとして使用			○	○
衛星通信（Starlink）	キャリア回線の接続ができない場合の通信環境を確保するために使用		○		○

※「」が付く場面では、損傷の撮影にはヘッドライトのみで問題ないものの、作業性の観点から周辺状況の明るさが必要であるため、照明機材（投光器）を準備すること。

4. 直営遠隔臨場マニュアルの実装

(1) 条件

技術的助言をする場面と想定して旧神流川橋（埼玉県）で実装を行い，遠隔地（関東MC）での映像や音声に乱れがないかなどの確認を行った．

直営遠隔臨場マニュアルの実装にあたり，直営遠隔臨場マニュアル（簡易版）を用いて機器の準備（写真-2）や装備を行うことや，事前に機器の装備を行ったことがない者が実装するなど，急遽駆け付けた職員でも迅速な遠隔臨場が行えるかを検証した．

(2) 実装（1度目）

機器はマニュアル作成時に評価した最適な組み合わせである取付カメラ，タブレット端末，骨伝導イヤホン，キャリア回線（写真-4）を使用した．機器を取り付け後，Teams上でやり取りをし現地から事務所の職員へ損傷状況の映像を共有した．

(2) 結果

直営遠隔臨場マニュアル（簡易版）の機器の取り付け手順にそって装備を行った結果，初めて操作する機器の使用方法に苦戦を強いられてしまい，機器の取り付けが

写真-4　機器の準備

思うように出来ず現場でのスムーズな遠隔臨場が行うことが出来なかった．特にタブレット端末と取付カメラの接続にCtoCケーブルが必要なことや接続方法が少しわかりにくいなどの記載の不足があることが分かった．また，事前練習なしで直営遠隔臨場マニュアル（簡易版）を使用した遠隔臨場は困難であることがわかった．1度目は取付カメラの接続が出来なかったため，タブレット端末での撮影となり両手が使えなかったことから、実務での汎用性に欠ける結果となった.しかし、接続方法の記載や練習を行っていれば1～2人での遠隔臨場が行えることが分かった.

(3) 課題

実装を行い，多数の課題を見つけることが出来た.
課題は次の通りである.

・機器の使い方を事前に知っておく必要がある
・タブレット端末を取付カメラと接続の前にタブレット端末取付ホルダーに取り付けたため，タブレット端末が安定しない
・取付カメラを用いる場合，専用アプリをタブレット端末にダウンロードする必要がある
・取付カメラとタブレット端末の接続にはCtoCケーブルが必要である
・ブルーシート等を使用し、機器の損傷防止や損失防止を行う必要がある

5. 課題の改善

遠隔臨場の実装からマニュアルに多数の改善点があることが分かった.
改善点は次の通りである.

・事前準備欄に一度練習が必要であることを記載
・必要な機器欄にCtoCケーブル，ブルーシート，タブレット端末（専用アプリダウンロード済み）を記載
・遠隔臨場のポイントを的確に状態把握が出来るように記載を変更

直営遠隔臨場マニュアル（簡易版）さえあれば迅速に遠隔臨場が行えるようなマニュアルの作成を行うため，今回の課題をもとに改善点を追記した「改善版・直営遠隔臨場マニュアル（簡易版）」（表-3）を作成し，再度

表-3　改善版・直営遠隔臨場マニュアル（簡易版）

改善版・直営遠隔臨場マニュアル

目的

本マニュアルは、橋梁点検等により発見された緊急を要する不具合発生時に、関東道路メンテナンスセンターの職員が、スムーズに現地確認を実施することを目的に対応手順を取りまとめたものである。

①事前準備

・タブレット端末にヘルメット取付カメラの専用アプリがダウンロード済みか確認.
・タブレット端末とヘルメット取付カメラの接続にはCtoCケーブルが必要.
・現地確認を実施する前に、現場状況を確認する・
・事前にTeamsでチームを作成する.
・点検調書や修繕履歴を保存し、関係者間で共有の上、現場へ向かう.

②必要な機材　図-1 機器選定フロー

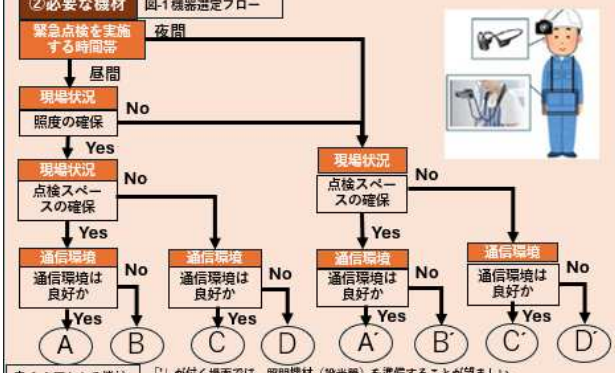

表-1 必要となる機材　「*」が付く場面では、照明機材（投光器）を準備することが望ましい.
※Starlinkの接続方法は本紙を確認

機材	内容	A	B	C	D
ヘルメット取付カメラ	損傷状況の撮影用のカメラとして使用	○	○		
キャリア回線を使用可能なタブレット端末	ヘルメット取付カメラと有線または無線接続を行うWeb会議システム接続用として使用（専用アプリダウンロード済み）	○	○		
タブレット端末取付ホルダー	点検者がタブレット端末を固定するために使用	○	○		
骨伝導イヤホン	スマートフォンまたはタブレット端末と接続し、音声の共有用として使用	○	○	○	○
ヘッドライト	照度が確保しづらい場所で、損傷を照らすために使用	○	○	○	○
CtoCケーブル	タブレット端末とヘルメット取付カメラを接続するために使用	○	○	○	○
スマートフォン	損傷状況の撮影用のカメラとして使用			○	○
衛星通信（※Starlink）	キャリア回線の接続ができない場合の通信環境を確保するために使用		○	○	○
ブルーシート	機材の置忘れや破損を防ぐために使用	○	○	○	○

写真-5　機器の取り付け状況

マニュアルの実装を行った.

6. 改善型マニュアルの実装

(1) 実装（2度目）

「改善版・直営遠隔臨場マニュアル（簡易版）」の実装には事前準備として，機器の取り付けは練習が必要との記載に従い事務所内で取り付け練習を行い（写真-5）

タブレット端末にアプリをダウンロードをしていることの確認やTeamsでチームを作成するなどの事前準備を行った.

前回と同様，不具合事象が発生し応急対応などの技術的助言を行う場面と想定し，段ボールを損傷箇所と見立てて撮影を行った．取付カメラで撮影（写真-6）をした損傷状況の画面をTeamsで共有することで遠隔地との通信を行い，映像や音声に乱れがないかの確認や見たい場所や拡大してほしい場所などの要望にも応えることが出来るのか検証を行った.

写真-6　模擬遠隔臨場状況

(2) 結果

直営遠隔臨場マニュアルにのっとり，１度練習を行ったことで機器の接続や取り付けに苦戦を強いられることはなくスムーズに遠隔臨場を行うことが出来た．前回のマニュアルとは違い，取り付け手順の変更や必要となる機材やアプリを追加したことで，遠隔臨場が出来なくなるという最悪な状況になることを防いだ．また，上司等からの損傷を拡大してほしいなどの指示があった場合でも対応可能であった.

前回の反省点を生かすことが出来たため，マニュアルの質が上がりより良いマニュアルを作成することが出来た.

(3) 課題

今回，通信環境がよくない場所での実装を行うことが出来なかったため，通信エラーが発生した時の対応も考えていかなければならないことが分かった．道路構造物の不具合はトンネルや山奥でも発生するため，いかなる条件でも遠隔臨場を行えるよう検証が必要であることが分かった.

また，タブレット端末取付ホルダーにタブレットを装着して，対象物を見ていると首に負担がかかるため長時間の撮影には注意が必要なことが分かった.

7.　今後の展望

(1) マニュアルの普及

今後はマニュアルの実装を重ね，更なる改善を行い各国道事務所にマニュアルの普及を行っていきたい．事務所職員が誰でも遠隔臨場を行えるようにすることで，国土技術政策総合研究所（国総研）や関東道路メンテナンスセンターからの迅速で的確な技術的助言が行えるような環境づくりを行い，各国道事務所の道路管理の助けになればと考える.

(2) 災害時での応用

災害発生時に各地で道路構造物が被災している場合，被災現場を見ずに迅速な救助活動や補修計画を立てることは困難であるが，遠隔臨場を行うことで被災現場には最低人数が行くだけで現地の状況を把握することが可能となる．遠隔臨場を行うために直営遠隔臨場マニュアルを普及することで，現場での機器の取り付けや接続にかける時間を短縮することができ，人命救助や早急な復興につなげられるのではないかと考える.

(3) 若手育成

遠隔臨場は若手技術者への勉強の機会に役立てることが可能である．道路構造物の損傷映像から講師が発生原因や補修方法の解説を行うなどの研修材料とすることが出来るため，現地に行くことが出来ない場合でも現地と同等の勉強を行うことが出来る．技術者不足が進む中，効率的な勉強の機会を提供することが可能である.

若手職員が活躍できるようなマニュアルの使い方を今後も考えていきたい.

8.　おわりに

これからの時代，道路構造物の老朽化や技術者不足が進んでいることから,最低限の人数で現地に赴き道路管理者として技術的判断を行う必要がある．直営遠隔臨場マニュアルは現場の状況に合わせた機器の選定や遠隔臨場のポイントがまとめられているため，スムーズな遠隔臨場の実施が可能となり，効率的に迅速かつ的確な技術的助言を行うことが出来る.

緊急を要する不具合が発生した場合，メンテナンスの経験が少ない若手職員でも現地の損傷状態を多くの職員に共有することが出来るよう，直営遠隔臨場マニュアルの普及を行いたいと考える.

今後，直営遠隔臨場マニュアルの実装を重ね，改善したものを作成し，効率的なメンテナンスの一翼を担えるよう工夫をしていきたい.