

車載カメラを用いた道路状況等の確認に関する 試行導入について

川嶋 智和¹・宮内 新太郎²

¹近畿地方整備局 道路部 道路工事課 (〒540-8586大阪府大阪市中央区大手前1-5-44)

²枚方市役所 土木部 道路河川整備課 (〒573-8666大阪府枚方市大垣内町2-1-20)

従来の道路巡回は車上からの目視で行われており、損傷や異常などを報告する際は、損傷・異常箇所の画像や位置情報(距離標)を得ることに労力と時間を有している。本稿では、大阪国道事務所管内における道路巡回の効率化・高度化を図るため、巡回用車両にカメラを搭載し、路面等の道路状況等を映像(動画)で確認できる道路巡回システムを試行することで道路巡回を支援し、本格導入にあたっての課題等を検討した。

キーワード 道路巡回, 車載カメラ, 維持管理, 安全, 効率化, 高度化

1. はじめに

従来の道路巡回は車上からの目視で行われており、損傷や異常などを報告する際は、損傷・異常箇所の画像や位置情報(距離標)を得ることに労力と時間を有している。限られた人員の中で、道路サービスレベルの維持・向上を図るべく¹⁾、近畿地方整備局大阪国道事務所では、道路巡回の高度化・効率化を目的に、2020年11月中旬から2021年3月上旬まで事務所管内の4出張所(高槻, 西大阪, 南大阪, 北大阪)計8台の道路巡回車両に車載カメラ等を設置し、道路巡回システムを試行導入した。また、図-1に示す検討フローに基づき、現状の道路巡回の課題抽出、課題に対する道路巡回システムを活用した対応策、試行実施、効果検証を行った。

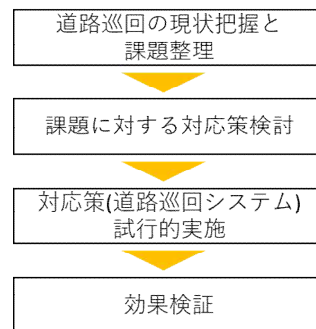


図-1 検討フロー

(点線: 通信、実線: ケーブル等による接続、破線: 手動によるセット(接続)を示す)
青: 動画共有機能 緑: 緊急時通報機能 赤: リアルタイム動画配信機能



図-2 道路巡回システムの概要

2. 道路巡回システムの概要

図-2に道路巡回システムの概要を示す。このシステムの特徴は、車載カメラで取得した全走行映像に位置情報と時刻を付与、クラウドを介して現場・所内間で道路巡回の状況を共有することができる。視野角110°のカメラを道路巡回車両へ搭載し、道路状況を確認できる映像として、図-3に示すリアルタイム配信用の低精細(解像度640×360, 7FPS)、記録用の高精細(解像度1920×1080(フルハイビジョン), 15FPS)の両方の映像(動画)を記録するものである。また、大きく3つの機能を有しており、映像(動画)はあらゆる場面で活用することができる。図4~6に3つの機能を示した。



図-3 リアルタイム配信用の低精細映像(左), 記録用の高精細映像(右)

(1) 動画共有機能

図4 に記録用の高精細映像を示す。高精細映像は日々の巡回で取得した映像(動画)を外部記録媒体のSSDへ保存,巡回終了後にクラウドへアップロードし,位置情報や計測時刻等を関連付けした映像(動画)を検索・抽出し,インターネット経由で閲覧できる。過去に遡って映像(動画)を確認することができ,時系列の異なる映像による劣化傾向比較や予兆確認に活用することができる。



図-4 高精細映像の閲覧

(2) リアルタイム動画配信機能

図-5にリアルタイム動画を示す。リアルタイム動画は車載カメラを設置した巡回車両が出発する時から映像(動画)を取得し,位置情報と合わせて確認することができる。また,低解像度ではあるが,ほぼリアルタイムで映像(動画)をクラウドへ送信し関係者はパソコン等で確認できる。取得した映像(動画)は最大4車両分の映像を同時に見ることができ,事故や防災対応時の意思決定の補完に活用できる。



図-5 リアルタイム動画の閲覧

(3) 緊急時通報機能

図-6に緊急時通報機能とその映像を示す。道路の異常を発見した場合,車両に設置した緊急ボタン(スイッチボックス)を押すことで,位置情報と併せて10秒程度の高精細な映像(動画)を取得できる。映像(動画)はボタンを押すとクラウドへアップロードされ,速やかに通報・閲覧が可能である。また,表-1に示す通りスイッチボックスは3つのボタンがあり,緑:A,黄:B,赤:緊急で区分されている。本試行ではクラウドにアップロードされる点を踏まえ,「A」と「緊急」のみを使用した。



図-6 緊急時通報機能と映像閲覧

表-1 スイッチボックスのボタン種類

種類	色	機能
A	緑	・施設物損傷の発見時に使用 ・ボタンを押すとクラウドにアップロード
B	黄	・映像を見返しやすいように目印を付ける ・クラウドにアップロードされない
緊急	赤	・施設物損傷以外(事故等)に使用 ・ボタンを押すとクラウドにアップロード

3. 道路巡回の現状把握と課題整理

道路巡回システムの試行前にアンケートおよびヒアリングを実施し、現在行われている道路巡回の現状や課題について把握することとした。試行前アンケートは4出張所の職員及び委託業者の計16名から回答があり、アンケート結果と抽出される課題は表-2に整理した。課題は効率化及び安全性、多角的な状況把握、異常時の伝達手段の大きく3つに区分され、各々について課題に繋がる要因を整理した。

1つ目の効率化及び安全性では、広いエリアに渡って面的に生じる事象の場合は、全体の状況把握が難しく、個人の経験値に委ねられていると考えられる。また、通常巡回とは異なる異常時巡回においては危険を伴う作業が生じる可能性がある。(豪雨時の車外での撮影など)よって、巡回時の項目統一及び現場情報把握の効率性の向上、巡回員の安全性の向上が必要である。

2つ目の多角的な状況把握(高度化)では、巡回時は走行レーンを通行しており、他の車線の確認が不明な場合があると考えられる。また、巡回終了後に損傷写真の撮り直しは回答者全員が「なし」としているが、異常や損傷の見逃しに不安を抱いている。また、巡回後に確認する場合、静止画像のみでは空間的に視野を広げた確認、状況の変化に連続性をもった情報確認、異なる時間軸からみた確認等状況がわかりにくい可能性がある。よって、あらゆる視点からの事象状況の把握が必要である。

3つ目の異常時の伝達手段では、スマホ、メール(画像あり)等の情報伝達は、情報の質・量ともに、発信者及び受信者次第となる。また、伝達時に事象の緊急性についても不安を感じている。よって、事象情報に関する報告時のルール化が必要である。

4. 課題に対する対応策検討

試行前アンケート及びヒアリング結果から抽出された課題に対し、道路巡回システムを活用した対応策についても表-2に整理した。

1つ目の効率化及び安全性では、撮影される動画データにより異常・損傷の撮り逃し、取り直し等を防止できる。さらに巡回時の項目の統一を図ることもできる。また、下車せずに必要な情報を取得でき、巡回員の安全を確保できる。

2つ目の多角的な状況把握(高度化)では、走行空間の様々な情報を蓄積でき、ボタン押下前後10秒の映像が伝送され、事象発見時の連続的な状況把握が可能になる。

3つ目の異常時の伝達手段では、異常時(緊急時)に現場と出張所で位置情報も含めたリアルタイム映像を共有でき、巡回員・出張所間での意思決定にも補完できる。

表-2 アンケート結果から抽出された課題と道路巡回システムを活用した対応策

アンケート結果		【課題】	【解決策】道路巡回システムの有効な対応策
項目	内容		
1. 効率化 及び 安全性	①巡視すべき対象が多く、個人により確認している内容が異なる(出張所・路線による違いがある) ②異常時の点検で危険を感じたことがある。	①巡回時の項目統一及び現場情報把握の効率性を向上させる必要がある。 ②巡回員の安全性を向上させる必要がある。	【動画共有機能】 巡回車両より走行中に撮影する動画データ、位置情報、センサー情報等を自動取得する機能により、巡回後に事象に関する異常・損傷の撮り逃し、取り直し等を防止できる。またこれらのデータより巡回時の項目の統一を図ることができる。 【緊急時通報機能(ボタン)】 ボタンの押下により異常や損傷を下車せずに必要な情報を取得でき、巡回員の安全を確保できる。緊急的な事象(走行に異常をきたす落下物や損傷)以外は乗車したまま巡回ができ、作業に集中できる。
2. 多角的な 状況把握 (高度化)	①異常や損傷の見逃しがないか(走行レーン以外は特に見落としがち) ②損傷箇所を正確に記録できているか、自分の判断が間違っていないか不安を感じる点がある。	①②あらゆる視点からの事象状況の把握が必要である。 ・事象情報に関する空間性の向上(例:冠水時に発生原因が下水道なのか他なのか等、異常時の広範囲な観察・分析等) ・事象情報に関する時間的連続性の向上(事象発生時間の前後状況) ・事象情報に関する時点の変化性の向上(事象発生箇所の経年変化、経月変化、経日変化の状況)	【動画共有機能】 フルハイビジョンカメラによる映像で走行状況を記録し、当該区間における走行空間の様々な情報を蓄積できる。 【緊急時通報機能(緊急ボタン)】 緊急ボタンにより、事務所にボタン押下前後10秒の映像が伝送され、事象発見時の前後の連続的な状況把握ができる。 【映像比較機能】 過去映像を並べて表示させ、時点の異なる事象箇所付近の変状を視認できる。ポットホール等、管理瑕疵に係る損傷の説明責任を問われた際にその根拠として管理状況を整理することができる。
3. 異常時の 伝達手段	①スマホなどで情報を共有している。	①事象情報に関する報告時のルール化が必要である。	【リアルタイム動画配信機能】 異常時(緊急時)に現場と出張所でリアルタイム映像を共有でき、巡回員・出張所間で共有化できる。 【緊急時通報機能】 3種類のボタン(緊急ボタン、Aボタン、Bボタン)により、事象の重要度に分けて、出張所への迅速な映像共有(位置情報含め)ができる

5. 対応策(道路巡回システム) 試行的実施

対応策検討を踏まえ、道路巡回システムの試行を実施した。試行する中で、国道での適用性、道路巡回の高度化、地震等の異常時の利活用についても検討した。

(1) 道路巡回システムの適用性

1) 高速道路と直轄国道の道路巡回項目の比較

道路巡回システムは首都高速道路で運用実績がある。直轄国道の道路巡回に適用できるか確認するため高速道路と直轄国道の道路巡回項目を比較し相違点を抽出した。道路巡回項目の比較は、各種マニュアルをもとに確認した。巡回項目の相違点は道路巡回システムの映像で確認(運用でカバー)できることを確認した。図-7は一事例として道路情報板の表示内容確認を示す。

路巡回支援システムのメモ機能を生かすことで巡回日誌に活用することが考えられる。

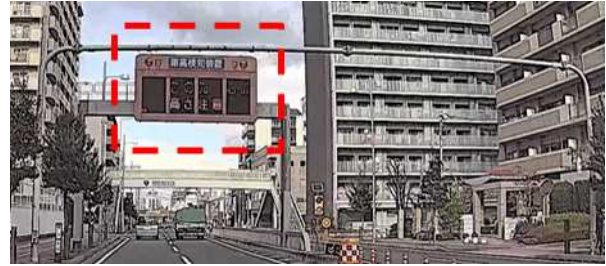


図-7 道路情報板の表示内容確認

2) 路線毎の特徴を踏まえた運用方法

路線ごとの特徴を整理し、大阪国道事務所管内における道路巡回システムの運用ルール案を検討した。リアルタイム動画映像の共有、蓄積した高精細な動画映像の活用、緊急時通報機能の活用等を具体的な事例を整理してまとめた。図-8は交通量も多く停車しにくい箇所での緊急時通報機能を活用した事例を示した。



図-8 路面の異常に対するAボタンの活用

3) LTE通信環境調査

通信環境をNTTドコモが提供しているLTEサービスエリアマップにて確認した。さらに、通信環境が良くないエリアに対し、図-9に示すようにリアルタイム映像が位置情報を含め見ることができるかを整理した。通信環境が良くない山岳エリアでリアルタイム映像が見られる時と見られない時があることを確認した。

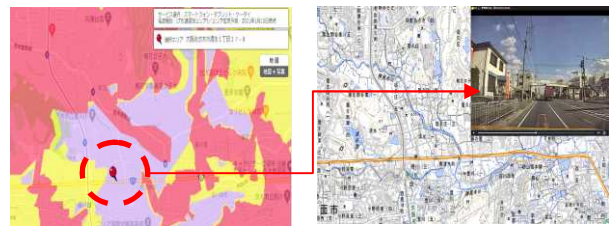


図-9 LTE通信環境調査(左図はNTTドコモHPより引用)

(2) 道路巡回の高度化

1) 「予防保全型」維持・修繕の推進への活用

舗装点検結果から健全性Ⅲの箇所を抽出し、図-10に示す道路巡回システムで取得した映像(動画)から進行状況の把握が可能かを検討した。既に補修済みの箇所もあったが、経過観察の箇所では点検日以降ではあるが進展があったことを確認することができた。なお、点検日から今回の試行期間までは時間が経過していたため、より明確な変状時期を確認する上でもデータベース的な機能として活用することが確認できた。



上段2021/2/17、下段2/1の画像

図-10 時系列の異なる画像比較

2) 道路巡回支援システムとの連携方法

道路巡回システムの映像(動画)は道路巡回支援システム(タブレット型)を巡回で活用している場合、データ連携することも考えられる。連携方法として、図-11に示す道路巡回支援システム側から必要なデータをリクエストする連携が考えられ、道路巡回システムで取得した映像(動画)から静止画像を切り出し、道

道路巡回の高度化
(道路巡回支援システムとの連携_携帯端末と道路巡回システム)

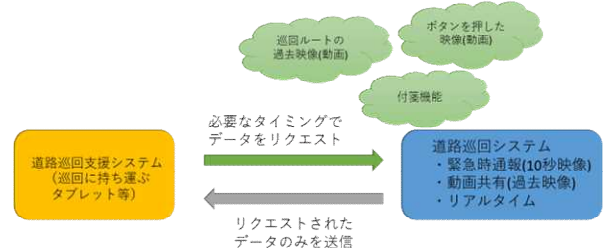


図-11 連携方法(案)

(3) 地震時の道路巡回システムの利活用

地震による大規模災害時は、巡回車両、徒歩等で巡回し、把握した情報は電話等で各出張所、事務局、局に共有される形となるが、情報を共有する中で現場の状況をリアルタイムに映像提供することや被害状況を時系列に損傷状況、その位置情報等を含め共有することも必要である。図-12に示す国道2号は河川を跨ぐ橋梁区間が多数存在し、地震時は橋梁の段差に注視する必要がある。図-13に示すリアルタイム動画配信機能を活用することで現地から継続した現場状況を映像(動画)で共有することができる。また、地震時は既に構造物等の損傷が出ており二次災害も懸念される。そのため緊急時通報機能も併用することで下車せず被害状況を把握できるツールとしても有効である。



図-12 河川を跨ぐ橋梁区間(国道2号)



図-13 リアルタイム動画配信機能の活用

6. 効果検証

道路巡回システムの試行を通じた利用実態を把握するため効果検証のアンケートを実施した。アンケート回答は4出張所の職員及び委託業者の計17名から回答があった。

(1) 効果検証結果

通常の巡回を行いながら本試行を実施した中で、機器の操作面及び各種機能(取得した映像の活用)において、以下の点で有効性が確認された。

動画共有機能では、日々の巡回映像が蓄積されることで過去映像が確認できる活用効果について確認された。また、異常発生箇所の応急処置後の経過観察対応におけるシステム活用の有効性について活用効果意識が確認された。

リアルタイム動画配信機能では、異常時での必要性は認識されているが、特に効果が確認できる試行結果は確認できなかった。

緊急時通報機能では、下車せずにボタンを押すことで損傷等の映像取得ができることは巡回員の安全面で有効であることが確認された。また、専道など下車しにくい場所では、路面の異常等があった際はボタンを押すことで情報を残すことの活用有効性が確認された。さらに、判断に迷う事象に対し、巡回車両からボタンを押し出張所職員が映像確認をすることで事象対応を進めたことが確認された。

(2) 試行で確認された課題

今後の課題としては、以下の点が確認された。

動画共有機能では、路面の損傷状況や歩道の細部を確認しにくいといった意見があり取得した映像が利用目的にあった鮮明度ではないことも確認された。

そのため、カメラの映像をより鮮明にする必要性が課題として確認された。映像を鮮明にする方法としては、カメラの高性能化(レンズ等)や広角カメラ等の導入、逆光が移りこまないための設置方法の工夫等が有効と考えられることから、今後はその費用対効果や新たに生じる課題等を踏まえて検討を行う必要がある。

リアルタイム動画配信機能では、悪天候時や夜間において対向車のヘッドライトによる逆光等で見にくい等の意見が挙がった。また、巡回車からでは事象の細部を確認できない場合があることから、カメラに携帯性を持たせるか、スマートフォン等の携帯性のあるカメラにおいて同様のシステムを実装し、検討する必要があると考えられる。

緊急時通報機能では、現在行われている巡回方法に加えて本システムの試行であったことから、ボタンの押し忘れが多く確認された。また巡回時に「緊急」や「A」ボタンが押下された際に、どのような事象で押下されたのか、映像内のどの箇所が問題箇所なのか等がわかりにくいとの課題意識が確認された。そのため、下車しにくい箇所や経過観察対象についてはボタンを押下するルール(事象別にどのボタンを押すかも含め)及びルーティーンを決めることで押し忘れも防ぐことが可能である。また、音声付与機能を追加するシステム改良をすることでボタンを押した事象を確実に把握し、事象を整理することが可能となる。さらに、道路巡回支援システム(タブレット)が活用可能であれば、道路巡回システムとの連携が考えられる。道路巡回システムの

表-3 本試行に係るまとめ

No.	項目	現状 (試行前アンケート)	課題	解決策(試行前検討)	試行結果	今後の課題と対応案
1	効率化及び 安全性	巡視すべき対象が多く、 確認内容に個人差	巡回時の確認すべき項目統一 及び現場情報把握の効率性	動画共有機能により、動画データ (位置情報等)を取得し異常・ 損傷の撮り逃し、取り直し 等を防止	巡回映像の蓄積により、過去映像 を活用した効果(損傷日時等)に ついて確認	カメラ映像の画質や画角⇒ カメラの高 性能化及び広角カメラ等の導入
		異常時の点検で危険を感じた	巡回員の安全性	緊急時通報機能により、異常や 損傷を下車せずに必要な情報を 取得し、巡回員の安全を確保	自専道や大型車が多い国道では、 下車せず情報を取得でき巡回員の 安全面及び活用の有効性を確認	取得した映像の道路巡回支援システム (タブレット)との連携 ⇒ タブレットとの連動についてシステ ム改良
2	多角的な 状況把握 (高度化)	異常や損傷の見逃しへの 不安	あらゆる視点からの事象状況 の把握 ・異常時の広範囲な観察 ・事象発生の前後状況等	緊急時通報機能により、前後10 秒の映像データの取得が可能 (連続的な状況把握)	自専道など下車しにくい所では、 ボタンを押すことで情報を残すこ との活用有効性を確認	取得した映像の道路巡回支援システム (タブレット)との連携 ⇒ タブレットとの連動についてシステ ム改良
		損傷個所の正確な記録及 び自分の判断への不安		動画共有機能により、映像を記 録することで広範囲の道路状況 や異常事象を確認	本試行カメラでの道路状況把握を 確認	さらなるカメラの高スペック化はデー タ量が膨大 ⇒ 費用対効果を踏まえたカメラの選定
3	異常時の 伝達手段	スマホなどで情報を共有	報告手段が不統一 (報告時のルール化が必要)	リアルタイム動画配信機能によ り、異常時に現地と出張所で映 像による情報を共有	現地と出張所とのリアルタイムで の状況把握は、効果が確認できる 試行結果は確認できていない(異 常時での必要性は認識されてい る)	カメラ映像の画質や画角⇒ カメラの高 性能化及び広角カメラ等の導入 カメラが外せない ⇒ モバイル端末の活用(携帯性)
				緊急時通報機能により、事象の 重要度に分けた出張所への迅速 な映像共有	判断に迷う事象に対し、ボタンを 押し出張所職員が映像確認をす ることで事象対応を実施 「緊急」「A」のボタンの違いによ る有効性は確認できていない	使用場面及び事象の明確化 ⇒ 出張所及び維持業者等を含めたルー ル化 取得した映像の道路巡回支援システム (タブレット)との連携 ⇒ タブレットとの連動についてシステ ム改良

ボタン機能で取得した映像から静止画像切出しを行い、道路巡回支援システムの機能である問題箇所をマーキングする等の画像編集を付与することも考えられ、巡回日誌への活用も期待できる。

7. おわりに

本稿では、道路巡回システムの試行を行い、表-3で道路巡回の現状把握、課題抽出、解決策、試行結果、今後の課題と対応案をまとめた。取得した映像による活用有効性を確認できたものもあるが、効率化に向けてはさらなる改良が必要である。

本稿は著者の従前の所属(大阪国道事務所)における所掌内容を取りまとめたものである。

謝辞: 本試行では、各出張所及び道路巡回を行う委託業者の方々に多大なご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

1)国土交通省 国道(国管理)の維持管理のあり方について
https://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_001322.html