

(7) ARマーカとQRコードを用いた 道路点検支援システムの提案

窪田 諭¹・中村 吉孝²

¹正会員 関西大学准教授 環境都市工学部都市システム工学科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35)

E-mail: skubota@kansai-u.ac.jp

²非会員 関西大学 環境都市工学部都市システム工学科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35)

E-mail: yoshi1112taka@hotmail.co.jp

道路構造物を適切に維持管理するためには、日常および定期的点検データの収集と蓄積が必要である。しかし、地方の道路では、日常点検に必要な台帳が紙媒体のまま保管されて電子化されておらず、点検記録簿も紙媒体のまま倉庫に散在しているため、維持管理のための日常の点検や補修のデータの蓄積に課題がある。

そこで、本研究では、これらの課題を解決し点検業務を効率化するために、ARマーカを用いて重要な点検箇所を示す機能とQRコードを用いて過去の点検データを現場で閲覧する機能を有する道路点検支援システムを開発し、現場で評価した。その結果、携帯端末のカメラをかざす簡単な操作性と過去のデータを時系列で管理する有用性が示唆された。一方、日々蓄積されるデータの管理と活用の課題が示された。

Key Words : road maintenance, inspection, AR marker, QR code, information system

1. はじめに

道路構造物の維持管理現場において点検、診断、修繕などの措置や長寿命化計画などの充実を含む業務サイクルを着実に実施するためには、施設の老朽化の程度や補修・修繕履歴などの情報を正確に把握し、補修・修繕方法や時期、施設の転用・統廃合・除去などの方針の判断に活用することが重要である。これらの蓄積し、管理された情報を最大限活用することが、科学的かつ合理的な維持管理のための第一歩である。したがって、道路構造物を適切に維持管理するためには、日常および定期的点検データの収集と蓄積が必要である。しかし、地方の道路では、日常点検に必要な台帳が紙媒体のまま保管されて電子化されておらず、点検記録簿も紙媒体のまま倉庫に散在しているため、維持管理のための日常の点検や補修のデータの蓄積に課題¹⁾がある。

この解決を図った関連研究として文献³⁾があるが、蓄積したデータの活用が課題である。そのため、点検や補修のデータを蓄積するだけでなく、現場で即座に過去の点検結果を閲覧して点検を効率的に実施する必要がある。

そこで、本研究では、点検者が現場で即座に点検データを閲覧することにより点検の効率を向上すること、また、経験の浅い技術者が道路構造物の点検を実施する際

に重要点検箇所を明確に示すことにより点検すべき箇所の見落としをなくすことを目的とする。そのために、携帯端末を用いてAR (Augmented Reality) マーカによって重要な点検箇所を示す機能とQRコードによって過去の点検データを現場で閲覧する機能を有する道路点検支援システムを開発し、実務現場で評価する。研究フィールドは、長野県北佐久郡軽井沢町の白糸ハイランドウェイである。白糸ハイランドウェイは、旧軽井沢と国道146号を結ぶ道路運送法に基づく道路であり、延長が約10km、標高1000~1400mに位置する民間企業が管理する有料道路である (図-1)。



図-1 研究フィールド

2. システム設計

(1) 研究フィールドにおける道路維持管理の課題

白糸ハイランドウェイ⁴⁾では、料金徴収業務において、料金徴収データをリアルタイムにクラウド上に蓄積して業務を効率化している。日常の巡回、点検業務にもICTを導入し、これまで手間の掛かっていた補修データの蓄積をiPadで行い、巡回記録や点検データをクラウド上に送信することにより作業効率を向上しようとしている。ICTを用いて、少人数で予防安全型の維持管理を行い、長寿命化計画を達成することを目標としている。ただし、点検データの蓄積および管理能力を向上させ、少人数でも高度な専門知識や経験を補うシステムの導入により長寿命化を促進させることが課題である。冬期には積雪があるため、走行車両の安全を確保しつつ、現場での点検作業を確実に実施する必要がある。

(2) 設計方針

道路構造物の重要点検箇所を明確に判断するためには、高度な専門技術と経験が必要⁵⁾とされ、経験の浅い点検技術者が点検を実施する場合には、点検すべき箇所を見落とす可能性がある。道路点検支援システムでは、道路構造物の重要点検箇所を示す機能にARマーカを用いる。一方、日常の点検パトロールや維持管理では、過去の点検データを効率的に参照する必要がある。そこで、過去の点検データを現場で閲覧する機能にはQRコードを用いる。GPSではなくQRコードを用いる理由としては、研究フィールドのような樹木が生い茂った場所では位置情報を正確に取得できない可能性があるためである。また、画像による情報検索のようなマーカーレス方式を採用しない理由として、道路空間には類似の風景が連続しており、当該位置を特定することが難しいと考えたためである。ARマーカとQRコードを読み込むツールとして、タブレット端末やスマートフォンなどのAndroid OSのスマートデバイスを用いる。

以上の設計方針のもと、研究フィールドにある長日向橋では、ARマーカを用いて主桁、横桁と排水管の重要点検箇所を示す。また、距離標が100m間隔で設置されているので、距離標にQRコードを貼付し、舗装、道路法面、標識や看板などの点検データを閲覧できるようにする。

(3) システム構成

道路点検支援システムの構成を図-2に示す。本システムは、道路構造物の重要点検箇所を示す機能のARマーカ部と点検データを現場で閲覧する機能のQRコード部によって構成される。点検技術者は、スマートフォンまたはタブレット端末によって、本システムを利用する。

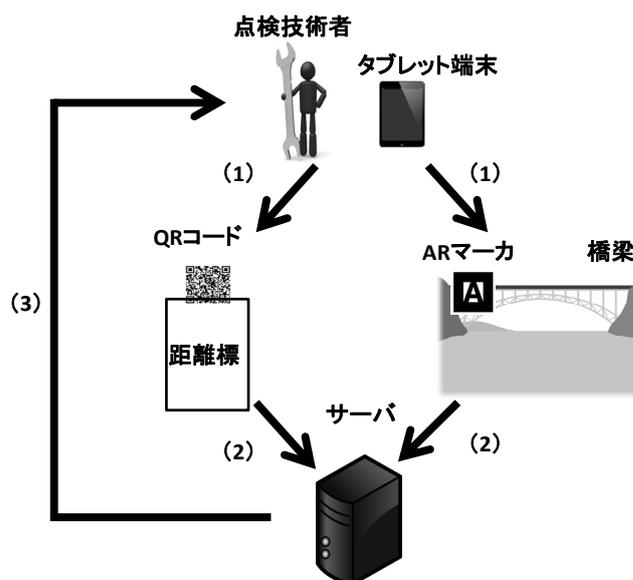


図-2 システム構成

システムの利用手順は、次のとおりである。（1）点検技術者が点検の際、タブレット端末あるいはスマートフォンを用いてARマーカまたはQRコードを読み取る、（2）ARマーカまたはQRコードが読み込まれたことをサーバに送信する、（3）重要点検箇所あるいは総点検データがタブレット端末に送信され、点検技術者がこれを参照する。

3. システム開発

(1) 開発環境

ARマーカ部の開発には、Java言語を使用し、統合開発環境eclipse上でARを読み込むソフトであるNyARToolkitを使用し、Android端末用のアプリにした。これにより、アプリによりデータ更新を行いやすく、各ディレクトリからのソースコードも閲覧しやすくなる。ARマーカに表示させる3次元モデルは、CG開発ソフトBlenderを使用して作成した。

QRコードから呼び出す総点検データの情報閲覧ページはPHP言語によって開発し、Apacheによりネットワークに公開した。図-3にQRコードから呼び出す点検データを示す。また、PHP言語でクエリデータ送信を可能にしたQRコード作成ページを開発した。

(2) ARマーカ部

本研究では、道路構造物の重要点検箇所をARを用いて示すために、マーカ方式を用いる。マーカレス方式では、陰や使用環境によって3次元モデルが表示されない可能性があるためである。これらに比べて、マーカ方式

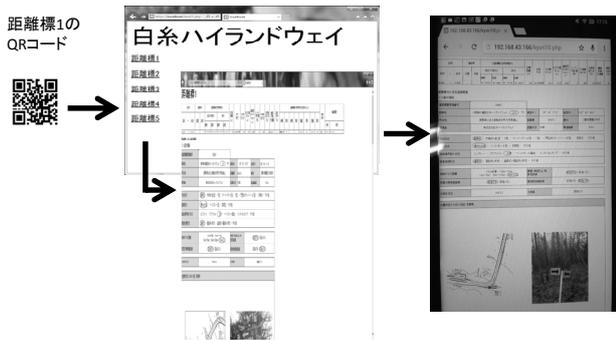


図-3 QRコードからの点検データの呼び出し

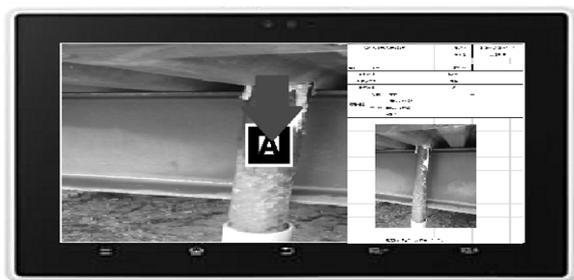


図-4 ARマーカの利用

では、使用環境に係わらず重要点検箇所を示す3次元モデルを表示できる。本システムでは、重要点検箇所を矢印型の3次元モデルによって表現する。主桁・横桁・排水管の過去の損傷部分にARマーカを貼り付け、タブレット端末で閲覧すると、図-4に示すように過去の点検結果と重要点検箇所を示す矢印型の3次元モデルが表示される。

(3) QRコード部

QRコードは、図-5に示すように距離標に貼付する。タブレット端末がQRコードを読み取ると、サーバにアクセスし、距離標の間隔である100m毎の範囲の舗装、道路法面、標識や看板などの総点検データ⁹を呼び出す。白糸ハイランドウェイの道路延長は約10kmであるため、距離標は100個ある。総点検データは、白糸ハイランドウェイから借用した平成25年度の総点検提出データであり、同年度に実施された橋梁、舗装、道路標識および道路法面の損傷記録をまとめたMicrosoft Excel形式のファイルである。

本機能では、距離標を5つ毎に整理し、QRコードを管理する。例えば、QRコードAから距離標0k1～0k5の点検データを呼び出し、点検データを100m区間で閲覧する。5つの距離標単位で情報を管理することにより、QRコードの維持管理を容易にすることを考えた。

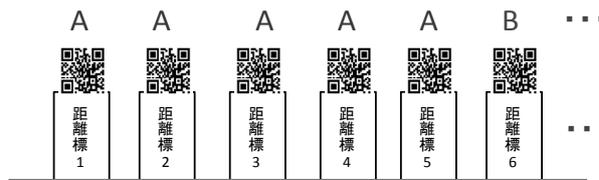


図-5 QRコードの利用

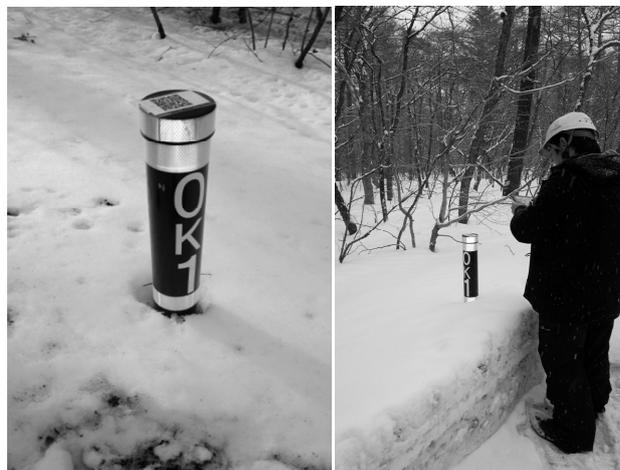


図-6 評価実験の様子

4. 評価実験

(1) 実験概要

道路点検支援システムの操作性と有用性を評価するために、2015年1月29日に白糸ハイランドウェイにおいて実験準備とシステムの動作確認を行い、1月30日に道路管理者3名と道路維持管理の専門家1名が参加して評価実験を行った。実験では、白糸ハイランドウェイの起点から2km地点までにある距離標20個にQRコードを貼り付け、ノートPCをサーバとしてタブレット端末（Android ASUS Memo Pad HD7）を使用した。QRコードは、図-6左のように距離標の上端部または横に貼り付けた。図-6右に道路管理者がQRコードを読み取って、情報を参照する実験時の様子を示す。現地には積雪があり、橋梁の点検現場に行くことができなかったため、ARマーカ部は、タブレット端末に用意したキャプチャ画像を見て評価していただいた。

(2) 実験結果

実験終了後に、事務所にて実験参加者4名に、システムについて半構造化インタビューを行った。操作性に関して、詳細な操作手順を説明しなくても、QRコードを読み取り、実験箇所の点検データを閲覧することができた。一方で、雪や雨などの環境下ではタブレット端末の

画面が見にくいので、使用することが難しいとの指摘があった。

有用性に関しては、現状の業務では点検台帳を現場で見ることができないため、距離標を基に、その周辺の舗装や標識などの点検データを参照できることは役立つとの意見があり、設計方針の妥当性が示唆された。現場で点検データを閲覧できれば、点検台帳を持ち歩く必要がなくなり効率化に繋がる。今後増え続けていく日常点検のデータの蓄積と管理を行うと、さらに現場で利用されるシステムになるという意見があった。また、ARマーカとQRコードを区別して利用するのではなく、同時に利用したシステムに改善することにより、点検時の重要箇所をより明確にできるという意見をいただいた。

(3) 考察

a) 操作性

道路点検支援システムの操作性について、詳細な操作手順を説明しなくても容易に操作できたため、タブレット端末を使って現地でARマーカとQRコードを基に点検データを閲覧する設計方針は妥当であったといえる。一方で、ARを利用する際には、マーカ方式だけでなくGPS方式を用いて標識や看板などの情報を閲覧できると利用しやすいと考えられる。

b) 有用性

有用性について、ARマーカによって重要点検箇所を示し、QRコードによって蓄積された点検データを時系列で管理することの有用性が示唆された。ただし、本システムはARマーカとQRコードをそれぞれの目的で用いたが、評価実験より、これらを同時に利用するシステムに改善することが要望された。距離標の100m間隔でQRコードを読み取り、重要点検箇所にARマーカを利用して、過去と現在の状態を3次元モデルによって比較するシステムを開発することが考えられる。

点検データの収集のためには、過去の日常点検、現場写真などのデータの追加と管理を行い、現場で点検データを閲覧する機能に加え、点検結果を登録できる機能を追加する必要がある。さらに、ARを用いて、図面にタブレット端末をかざすと道路構造物やカーブの多い箇所などが立体的に表示されれば、事務所での会議にも使用できる。また、QRコードは点検だけではなく、工事車両に貼付することにより、車両の日常の維持管理効率を向上することができる。

c) システムの運用

本システムでは、ラミネート加工したARマーカとQR

コードを使用し、橋梁あるいは距離標に貼付する方針とした。これらは、使用中に剥がれることや印字が薄くなることが想定される。そのため、事務所には複数のARマーカとQRコードを保管し、巡回パトロール時に剥がれや印字の薄れを見つけた場合、随時貼り直す運用を想定している。この運用方式は、本研究フィールドでは実施可能であることを確認した。ただし、管理する道路延長が膨大であり、距離標が多数の場合には、ARマーカとQRコードの貼り替え作業は道路管理者には受容されない可能性がある。その場合には、マーカレス方式によって開発することが必要であろう。

5. おわりに

本研究では、道路構造物の点検データを蓄積し、現場で必要なときにそれらのデータを閲覧し、点検の効率化を図るために、ARマーカとQRコードを用いた点検支援システムを開発した。システム評価実験を行い、端末のカメラをかざす簡単な操作性と、ARマーカを用いて重要点検箇所を示し、QRコードを用いて過去のデータを時系列で参照することの有用性が示唆された。本研究では一回分の総点検データを用いたが、今後は増え続ける日常点検や現場写真などのデータを蓄積し、管理するための運用による検証を行う。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、株式会社白糸ハイランドウェイの鈴木泉氏、藤原正浩氏、渡邊大介氏、株式会社アイ・エス・エスの丸山明氏にご協力およびご助言をいただいた。ここに記して、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省：最後の警告，2014。
- 2) 国土交通省社会資本メンテナンス戦略小委員会：社会資本のメンテナンスの情報に関わる3つのセッションとその推進方策，2014。
- 3) 深田秀実，米田信之，阿部昭博：RFIDとGISによる道路施設管理支援システムの実証実験と評価，情報処理学会論文誌，Vol. 49，No. 6，pp. 1844-1858，2008。
- 4) 渡邊大介：白糸ハイランドウェイにおける道路維持管理について，アスファルト合材，日本アスファルト合材協会，Vol. 112，pp. 46-51，2014。
- 5) 国土交通省：道路橋定期点検要領，2014。
- 6) 国土交通省：総点検実施要領(案)，2013。