

(27) 橋梁カードによる AR を用いた 点検情報へのアクセスの効率化

江本 久雄¹・小野 智生²・中村 秀明³・河村 圭⁴

¹正会員 福島工業高等専門学校 准教授 都市システム工学科 (〒970-8034 福島県いわき市平上荒川字長尾 30)
E-mail: emoto@fukushima-nct.ac.jp

²学生会員 福島工業高等専門学校 建設環境工学科 (〒970-8034 福島県いわき市平上荒川字長尾 30)
E-mail: 15610@fukushima.kosen-ac.jp

³正会員 山口大学大学院創成科学研究科工学系学域 教授 (〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1)
E-mail:nakahide@yamaguchi-u.ac.jp

⁴正会員 山口大学大学院創成科学研究科工学系学域 准教授 (〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1)
E-mail:kay@yamaguchi-u.ac.jp

社会基盤構造物のひとつである橋梁は、道路ネットワーク網を構成し防災の観点からも常日頃からメンテナンスを実施し維持していく必要がある。橋梁の点検方法である近接目視点検においては、技術者（専門家）不足などの問題があり、点検時に必要なデータに効率的にアクセスできることが重要である。また、近年、ICT 技術の進歩により、AR(Argumented Reality)といった技術が開発されている。

本研究では、近接目視点検時の点検作業の効率化を目的として、名刺サイズの橋梁の図柄を中心とした橋梁カードを作成し、スマホのカメラにかざすことで AR によって点検時に必要な点検情報である橋梁の基本諸元データ、点検履歴・変状、補修・補強履歴をスマホからアクセスする点検支援システムを開発した。

Key Words: visual inspection, bridge card, argmented reality, database access

1. はじめに

わが国では、高度経済成長期に建設した社会基盤構造物の橋梁は、更新を同時期に迎え、その維持管理や長寿命化対策といった施策が進められている¹⁾²⁾。また、橋梁は、道路ネットワーク網を構成していることから防災の観点からも重要である。また、国土交通省は平成 26 年 3 月 31 日に道路法施行令第 35 条の 2 第 2 項の既定に基づき道路の維持・修繕に関する具体的な基準を定めるために省令を改正し、5 年に 1 回近接目視点検を実施するように義務づけた。近接目視点検では、点検ハンマーやクラックゲージを使いひび割れや浮きといった変状を記録する。2019 年現在、近接目視点検 2 回目と回数を重ねている管理者もあり、データの利活用が望まれている。現場の点検時においても、過去の点検データを活用し効率的に点検を実施することが重要である。点検を実施する専門家に必要な知識としては、橋梁の構造・材料・環境などがある。これらの知識を有する専門家は、団塊世代の大量の定年退職者の問題や少子高齢化で不足傾向で

ある。このような状況を解決するため、国土交通省は i-Construction と銘打って ICT の利活用を推し進め、効率化の試みに取り組んでいる³⁾。また、一部の地方自治体では、橋守の試みや橋守の活用が期待されている。

ここで、ICT 分野に着目すると AI (Artificial Intelligence) 技術の発展により画像認識・空間認識によって AR(Argumented Reality)⁴⁾といった新分野の技術が開発されている。この技術は、現在ゲームの分野で発展しているが土木分野での活用を試みる。

近接目視点検時に必要な情報としては、一般的に、基本諸元データ、点検履歴、変状図、補修・補強履歴がある。基本諸元データでは、橋名、位置情報、竣工年度、橋梁形式などを参考にする。点検履歴データからは、いつ点検を実施したか、変状図からは変状の有無や程度を確認し、変状の進展がないかどうかの確認に活用する。補修・補強履歴は、その内容や実施場所を確認する。これらのデータは、20 から 30 年前までは、紙データである場合が多いが、ここ 10 年ぐらいいは電子データによる保管となりつつあり、今後ますます電子データが増え

ることが予想される。

これらのデータに簡易にアクセスすることができるようになると、専門家の負担の軽減や効率化になるとともに橋守などの一般の点検者においてもアクセスすることができるようになることが期待できる。現状、このような電子データは、橋梁現場に目視点検に行くとき、必要な箇所のみ紙データとして出力する。そのため、事前に踏査する作業が必要であり、非効率である。

ところで、スマホなどの小型端末の普及が進んでいるにもかかわらず、活用としては維持管理系において東京メトロ⁵⁾や窪田⁶⁾の事例がある。活用事例が少ないことに関しては、フィールドでの防塵・防水といったハードウェアに関する問題や、電子データの利活用の標準化といったソフトウェア環境が進展していないからと考えられる。前半の課題は今後のハードウェアの発展により低価格化・防塵・防水といった端末が開発されていくと考えられる。しかし、後半の電子データの利活用の標準化は研究開発されていない。この解決策としては、学会での委員会での標準化とともにAR技術⁷⁾の活用が考えられる。

本研究では、近接目視点検時に必要となるデータにアクセスするために、橋梁カードによるAR技術を活用してスマホに表示させ、効率的で親和性の高い(ユーザビリティの良い)システムの研究開発を行い、専門家のみでなく一般の人でもアクセスできるような簡便なシステムの構築を目指す。

2. 橋梁カードによる点検情報へのアクセスの効率化

(1) ARの活用方法の考え方

近接目視点検に必要な情報としては、橋梁の基本諸元、点検履歴などがある。スマホにて、図-1に示すように容易にアクセスできるようにする。

また、これらのデータに対して、どのようにアクセス(参照)するかは、想定する使用条件によって異なるため、効率や利便性の観点からユーザごとに、場所や利用目的によって異なるので図-2に示すように整理した。ここで、管理者においては管理事務所、PCから俯瞰的にデータを参照し、橋梁群全体での補修計画の立案す

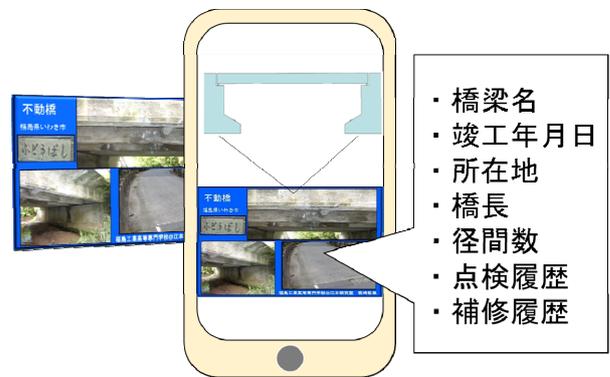


図-1 本システムの概要

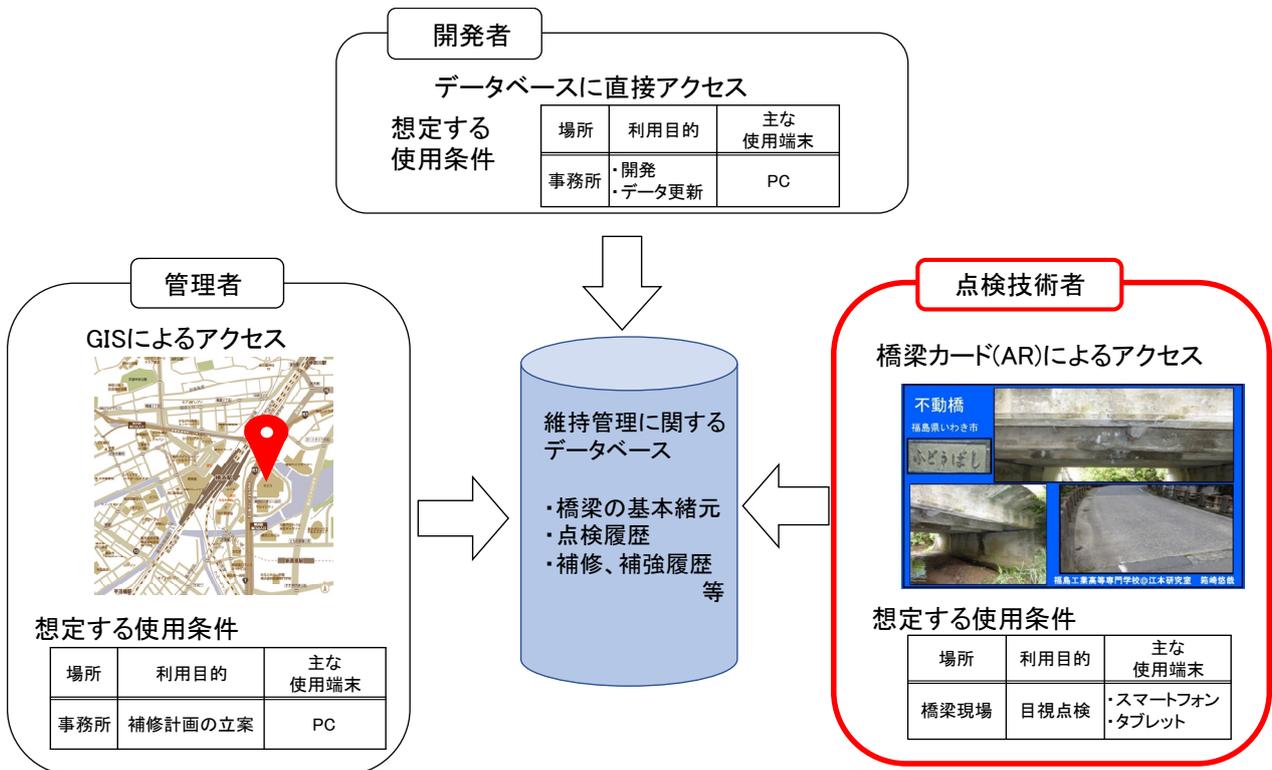


図-2 ARを用いた橋梁点検支援システムのデータベースの構成

ることが想定される。そのため、システムとしてはGIS(地理情報システム)が適切と考える。次に、開発者は、事務所やデータセンターにてPCによってデータベースの更新・修正作業が想定されるので、サーバエンジンのクライアントから直接参照する。点検技術者は、基本諸元データである橋梁現場で、橋梁名、橋梁所在地、橋梁形式を参照し、さらに、点検履歴・変状を確認しながら、変状が増加・進展しているかどうかなどの確認を行いながら点検作業を行うことを想定すると、スマホによって点検情報に容易に参照できることが重要となる。

そこで、橋梁カード (AR) を用いたアクセスを提案する。データにアクセスする他の方法としては、URL 入力や、QR コードによるアクセスも考えられるが、橋梁カードを利用することで、橋梁カードからデータにアクセスするのはもとより、情報が橋梁カードに直接印刷されているので橋名や形式や外観の写真といったものがすぐに確認できるという大きな利点がある。

(2) 本システムの目的と開発環境

近接目視点検に利用する情報は、図-2 に示すように使用者によって想定する使用条件が異なる。本研究では、利用対象として、近接目視点検を実際に行う点検技術者を想定している。また、本システムの目的としては、橋梁の維持管理における近接目視点検の効率化を目標とする。その具体的な方法としては、データへのアクセス方法である。

本システムの使用方法としては、スマホのカメラ機能でかざすことにより、AR マーカとして橋梁カードを表示するとデータが表示されるものである。AR マーカの作成と登録が必要である。また、表示させる橋梁モデルや点検時の表示させるデータの作成が必要である。

開発環境は、Unity⁹⁾、Vuforia^{10, 11)}、Android Studio¹²⁾を用いた。また、検証に利用した端末は Nexus 5 (Google 社製)、Android バージョンは 6.0.1 である。

3. 本システムの活用方法

(1) 本システムの活用手順とデータへのアクセス方法

本システムの活用手順を図-3 に示す。点検者は、近接目視点検を開始後、橋梁カードをスマートフォンの橋梁カードにかざす。カメラ画像を取得後、認識、モデルや表示する情報をカメラ画像に合成し、橋梁情報を取得する。その後、近接目視点検を実施する。著者ら^{13), 14)}は、本システムの構築および橋梁カードの作成、画像 (橋梁カード) の認識について検討を実施した。また、図-4 にスマホや橋梁カードの運用事例を示す。近接目視点検はフィールドでの作業であるのでスマホを防塵ケースに

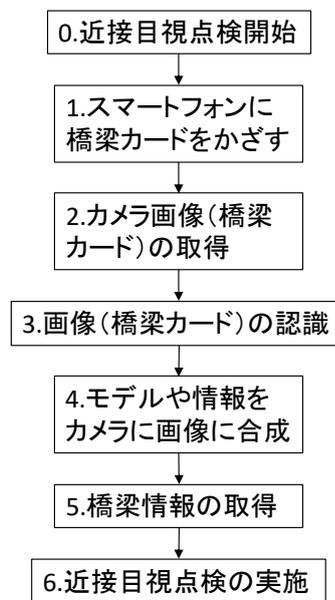


図-3 本システムの活用手順



図-4 運用事例

いれ、橋梁カードはラミネート加工を施し名刺ケースに入れて保持する。

(2) 表示内容と結果

橋梁カードをかざして、表示するモデルとしては、例えば、図-5 に示す簡易モデルを Unity 上に作成する。ここで、より詳細に表示させたい場合は、モデルを作り込む。このモデルを表示させたい Vuforia で橋梁カードに登録すると図-6 に示すように表示できる。さらに、モデルと文字情報もリンクさせることで、図-7 に示すように表示できる。このようなモデルから過去のデータにアクセスして点検に有効なデータを参照する。その結

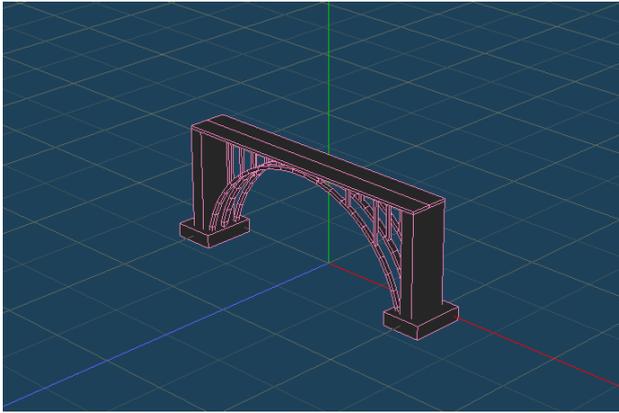


図-5 簡易モデルの作成例

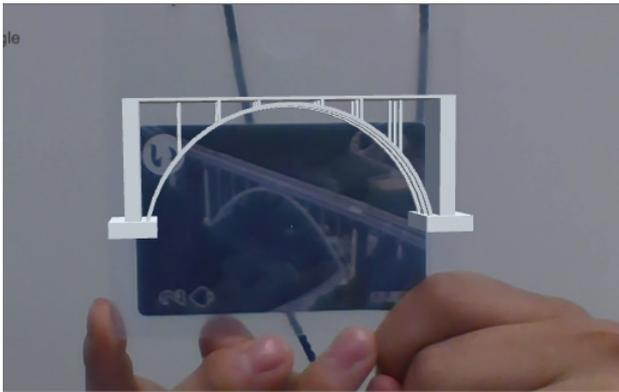


図-6 モデルの表示例



図-7 モデルと文字情報の表示

果より点検時に着目すべき変状（場所）を探すことができ、効率的に点検を実施できると考える。

4. まとめ

本研究により得られた知見を以下にまとめる。

- (1) 橋梁の近接目視点検時に橋梁データに効率的にアクセスするために、橋梁カードによる AR を用いた点

検支援システムの開発し、橋梁目視点検時に活用する方法を提案した。

- (2) 橋梁カードからアクセスするモデルとしては、Unity 上で作成し、橋梁カードに登録することで、表示できる。過去の変状データなどを表示することで、点検に有効と考えられる。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、一般社団法人日本橋梁建設協会『HYBRIDGE CARD』を提供いただきました。ここに、謝意を表します。

参考文献

- 1) 宮川豊章, 保田敬一, 岩城一郎, 横田弘, 服部篤志: 土木技術者のためのアセットマネジメント-コンクリート構造物を中心として-, 土木学会論文集 F, Vol.64, No.1, pp.24-43, 2008.
- 2) 阿部雅人, 阿部允, 藤野陽三: 我国の維持管理の展開とその特徴-橋梁を中心として-, 土木学会論文集 F, Vol.63, No.2, pp.190-199, 2007.
- 3) 建山和由: i-Construction と CIM, JACIC 情報, Vol.114, pp.5-8, 2016.
- 4) 館暲, 佐藤誠, 廣瀬通孝: バーチャルリアリティ学, 日本バーチャルリアリティ学会, 株式会社コロナ社, 2011.
- 5) 東京メトロ: AR (拡張現実) 技術を活用した土木構造物の維持管理教育用アプリの使用を開始しました, 2017 年 ニュースリリース, <<http://www.kyomeojp/news/2017/189011.html>>, (入手 2018.5).
- 6) 窪田 諭, 中村吉孝: AR マーカと QR コードを用いた道路点検支援システムの開発と評価, 土木学会論文集 F3, Vol.71, No.2, pp.42-49, 2015.
- 7) 小林啓倫: AR-拡張現実, 株式会社毎日コミュニケーションズ, 2010.
- 8) I/O 編集部: 「VR」「AR」技術ガイドブック, 株式会社工学社, 2016.
- 9) 吉谷幹人: Unity5 3D2D ゲーム開発実践入門 作りながら覚えるスマートフォンゲーム開発, ソシム, 2015.
- 10) Unity でも使える無料 AR ライブラリ Vuforia の基礎知識とライセンス登録、インストール、簡単な使い方, <<http://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/1508/24/news025.html>>, (入手 2019.6).
- 11) Unity でも使える無料 AR ライブラリ Vuforia の基礎知識とライセンス登録、インストール、簡単な使い方, atmark ii, <<http://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/1508/24/news025.html>>, (入手 2018.5).
- 12) Android Studio の概要, Android Developers, <<https://developer.android.com/studio/intro/?hl=ja>>, (入手 2018.5).
- 13) 江本久雄, 小室宏貴: 橋梁カードによる AR を用いた点検支援システムの開発, 土木情報学シンポジウム講演論文集, Vol.43, pp.165-168, 2018.
- 14) Emoto,H., Komuro,H., Midorikawa,T.: Bridge Inspection Support System Based on Augmented Reality Using by "BRIDGE - CARD", The 5th international symposium on "Green and Smart Technologies for a Sustainable Society", 2019.