

(59) RFID と QR コードを用いた 小規模橋梁の情報提示システム

窪田 諭¹・石井 慶之介²・丸山 明³

¹正会員 関西大学教授 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)

³正会員 株式会社アイ・エス・エス (〒106-0047 東京都港区南麻布 5-2-32)

E-mail: a_maruyama@issinc.co.jp

我が国に約 53 万橋ある橋長 2～15m 未満の小規模橋梁の点検においては、その位置と名称の特定に課題がある。そこで、本研究では、現地で橋名を示すものがない小規模橋梁を対象に、点検効率の向上と点検ミスや点検漏れをなくす点検結果の信頼性向上とを目的に、タブレット端末に橋梁名とその概要を表示するシステムを開発した。システムでは、橋梁名の特定に RFID と QR コードを採用し、橋梁名、橋梁コード、橋長、総幅員、緯度と経度を表示する機能を有する。新潟空港周辺の小規模橋梁で本システムの実証実験を行い、RFID の読み取り距離は約 23～27cm であり、RFID タグの貼り付け場所は橋梁の側面が適していることがわかった。

Key Words: small bridge, inspection, RFID, QR code, information system.

1. はじめに

我が国の橋梁は、高度経済成長期の 1950 年代後半から 1970 年代前半に多く建設されており、2020 年 2 月現在では、全国で約 73 万橋ある。そのうち、橋長が 2m～15m 未満（土被り 1m 未満の溝橋を含む）の小規模橋梁は約 53 万橋を占めており、建設後 50 年を経過した橋梁の割合は 10 年後には約半数に達すると言われている。橋梁は、国土交通省の法令¹⁾により 5 年に 1 度、近接目視を基本とする定期点検を実施することが決められている。市町村の管理橋梁数が約 50 万橋と 7 割以上あり、膨大な点検データを効率的に蓄積・管理していかなければならない。点検の実施にあたっては、前回点検の資料確認から始まり、橋梁の位置確認、現地での点検の実施、点検後の写真帳の作成など、多くの作業が必要である²⁾。

橋梁点検の専門家へのヒアリングを行ったところ、例えば新潟市では、小規模橋梁のタブレット点検が 2018 年度より本格導入されたが、点検対象橋梁の特定に多く時間を要していることがわかった。また、タブレット端末には GPS 機能が備えてあるが、その動作は極めて遅く、住所などの情報から特定を行っているが、類似橋梁が隣接することが多いため、橋梁を明確に特定できない課題がある。

そこで、本研究では、現地で橋梁名を確認することが

難しい小規模橋梁を対象に、タブレット端末に橋梁の名称とその概要を表示させるシステムにより、点検の効率を向上することを目的とする。また、点検ミスや点検漏れをなくし、点検結果の信頼性を向上する。橋梁名を現場で間違いなく把握するために、RFID と QR コードを用いたシステムを開発し、現場で実証する。

社会基盤施設の点検や管理に RFID を用いる研究³⁾⁴⁾が進められている。ただし、本研究のように点検対象の小規模橋梁を特定する目的で利用した事例はない。本研究は、実橋を対象にシステムを適用し、提案手法の運用を見据えて検証する点に意義がある。

2. システム設計方針

(1) 設計方針

本研究では、現場でタブレット端末上に橋梁の名称とその概要を表示し、また、現場での気づきを蓄積するシステムを開発する。現場で橋梁を特定するために、RFID を用いる。RFID は、ID 情報を埋め込んだタグとリーダと呼ばれる読み書き用の機械で、電磁界や電波などを用いた近距離（周波数帯によって数 cm～数 m）の無線通信を行い、情報を受け渡すタグである。橋梁の位置を把握するための技術を表-1 に示す。RFID は、既存

表-1 橋梁の位置を把握するための技術の比較

	メリット	デメリット
RFID	- 通信距離が長い - 電池が不要 - 容量が大きい - 汚れ耐性が強い	- コストが高い - 環境耐性が弱い (電波干渉/衝撃/水) - 暗号化不可
QRコード	- 電池が不要 - コストが安い - 暗号化容易	- 通信距離が短い - 汚れ耐性が弱い - 書き込みは一度 - 容量が小さい
iBeacon	- 通信距離が長い - 屋内で通信可能	- 屋外では耐久性が低い - コストが高い - 電池の交換が必要
GNSS	位置情報によりシステムを運用できる	- 屋内では使用不可 - 木などの障害物の下では使用不可



図-1 RFIDリーダ (左) とタグ (右)

のデータキャリアであるバーコードや QR コードではできないデータの追加・書き換えが可能であるほか、個品レベルでの ID 管理を実現できる。また、通信距離が約 1m あり、無線を利用しているため読み取りが柔軟で、同時に複数 ID を一括して読み取ることも可能である。さらに、耐久性があり電源を必要としないことから、RFID を小規模橋梁に貼り付け、定期点検の際に現場で橋梁名などを閲覧するシステムを設計、開発する。

本研究では、RFID は金属の電波干渉を受けて読み取れない可能性を考慮し、QR コードも使用する。QR コードは暗所や汚れに弱いといったデメリットがあり、小規模橋梁に貼り付けると環境上汚れる可能性があるため、RFID を優先的に読み取る仕組みとする。

本研究で使用する RFID リーダと RFID タグを図-1に示す。RFID リーダには、イヤホンジャックを介して Android の端末上で動作する PHYCHIPS 社製の ARETE POP を使用する。これには、専用の SDK が付属しており、開発効率が高いと考えた。RFID タグには、RFID リーダの周波数と同じ SMARTRAC 社製の DogBone を使用する。この RFID タグは低価格であり、搭載電池がなく、メンテナンスが不要である。



図-2 予備実験で使用した供試体

(2) システムの利用シーン

点検者は、Android タブレット端末を用いて本システムを利用する。対象とする小規模橋梁に RFID タグと QR コードを貼り付ける際に、小規模橋梁の表面では人や車が通るために剥がれる可能性がある。裏面では RFID タグと QR コードを読み取ることが困難である。そのため、小規模橋梁の側面一箇所に RFID タグと QR コードを貼り付ける。点検者は、小規模橋梁の四隅でタブレット端末をかざすことにより、いずれかの場所で橋梁名を特定する。

3. RFID の予備実験

(1) 実験概要

RFID は汚れや多少の遮蔽物があっても通信でき、耐久性があるという特徴を有する。本章では、RFID タグを小規模橋梁に貼り付けた際に想定される様々な環境下で RFID タグを読み取ることができるかどうかを調査する。実験項目は次のとおりである。

- ・予備実験 1：RFID タグを水に濡らす。
- ・予備実験 2：RFID タグを水中に入れる。
- ・予備実験 3：RFID タグを砂に埋める。
- ・予備実験 4：RFID タグに泥（砂と水）をかける。

実験では、コンクリート供試体に接着剤と両面テープで RFID タグを固定した（図-2）。

(2) 実験結果

予備実験 1～4の様子を図-3に示す。予備実験 1では、水に濡らしても読み取ることができ、RFID の読み取り距離は約 27cm であった。予備実験 2では、RFID タグを半分ほど水中に入れても、約 23cm の距離で読み取ることができたが、水中に完全に浸すと読み取ることができなかった。予備実験 3では、砂の中に供試体を全て埋めても約 27cm の距離で読み取ることができた。予備実験 4では、15cm ほど泥の中に埋めても約 23cm の距離で読み取ることができたが、泥水に完全に沈めると読み取る



1) RFID タグを水に濡らす



2) RFID タグを水中に入れる



3) RFID タグを砂に埋める



4) RFID タグに泥をかける

図-3 RFID の予備実験の様子

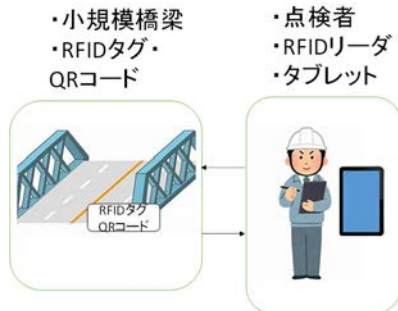


図-4 システム構成

ことができなかった。

以上の結果より、RFID タグが現場で雨に濡れたとしても読み取ることは可能であり、小規模橋梁に貼り付けた際に考えられる砂や泥などの汚れが RFID タグに付着しても読み取ることが可能であることがわかった。

4. システム開発

(1) システム機能

提案システムの構成を図-4に示す。システムが提示する情報は橋梁名とその概要のみであるため、データをタブレット端末内に保管することとした。システムの利用手順は、次のとおりである。1) タブレットを用いてタグを読み取る、2) 読み取ったタグの番号に応じて、橋梁名を表示する、3) タグの番号のファイルに登録されている点検記録を閲覧する、4) 現況を登録し、情報を更新する。

本システムは、次の機能を有する。

- 1) RFID を読み取る機能
- 2) QR コードを読み取る機能
- 3) RFID の番号ごとに小規模橋梁の橋梁名、橋梁コード、橋長、総幅員、緯度、経度を表示する機能
- 4) QR コードの番号ごとに小規模橋梁の橋梁名、橋梁コード、橋長、総幅員、緯度、経度を表示する機能
- 5) 小規模橋梁の橋梁名、橋梁コード、橋長、総幅員、緯度、経度を端末内に蓄積する機能



図-5 システム画面

(2) 開発環境

システムの開発環境として、RFID リーダに付属する SDK を基に、Android アプリケーションのソースコードの編集に eclipse、開発キットに Android SDK を用いる。Android SDK から Android SDK Tools、Android ADK Platform-tools、Android SDK Build-tools、Android Support Library、Google USB Driver をインストールして開発環境を構築した。図-5 に RFID または QR コードを読み取った後に表示される画面を示す。

5. 小規模橋梁における実証実験

(1) 実験概要

小規模橋梁に RFID と QR コードを貼り付ける運用を試行し、本システムの操作性と有用性を評価するために、2019 年 11 月 29 日に新潟空港周辺にある小規模橋梁を対象に実証実験を行った。実験には、筆者の一名である橋梁点検の専門家が参加した。実験対象は、無名橋 (114)、海田橋、無名橋 (134)、大石排水路 1 号橋、無名橋 (2075) の 5 橋である。実験準備として、RFID タグと QR コードに 00000001~00000005 の番号を書き込み、橋梁を特定した。



図-6 橋梁に貼付した RFID と QR コード

(2) 実験結果と考察

現場では、図-6に示すように各小規模橋梁の側面一箇所に RFID タグと QR コードを接着剤で貼り付けた。RFID タグの貼り付け場所は、仮説のとおり側面が適していた。ボックスカルバートの床版下面に貼り付けて試行した場合には、橋の上から RFID を読み取ることができなかった。また、雨や雪で濡れている部分やコンクリートなどの凹凸によって、両面テープでは貼り付けることができなかったため、接着剤で貼り付けた。

実験時に RFID と QR コードをタブレット端末で読み取る様子を図-7に示す。5 橋における RFID の読み取り距離は約 23～27cm であり、予備実験と同様であった。また、図-6 下のように鋼材部に RFID タグを貼り付けると、タグを読み取ることができなかった。これは RFID のアンテナから放射された電波が鋼材部で反射されたためであると考えられる。

橋梁点検の専門家がシステムを使用した結果、操作性に関しては、単純な操作が多く、扱いやすく手間がかからないとの評価であった。有用性に関しては、小規模橋梁の情報をタブレット端末上で確認することが可能であり、点検の効率が上がるとの評価であった。ただし、定期点検の際には、RFID タグが貼り付けてある場所を把握するために時間を要する可能性があるとの指摘があった。システム設計方針では、橋梁の四隅のうち一箇所にタグを貼付することとしたが、この課題に対して四隅全てに貼付することにより、点検者の労力を軽減することが考えられる。

RFID と QR コードの運用について、小規模橋梁の定期点検が5年に1回あるので、RFID タグと QR コードを貼り付けてから最低5年間は剥がれないようにし、読み取れる環境を維持する必要がある。現在も時間の経過による劣化や剥がれを確認するための曝露試験中である。



図-7 RFID と QR コードを読み取る様子

5. おわりに

本研究では、現地で橋名を示すものがない小規模橋梁を対象に、RFID と QR コードを用いて、タブレット端末に橋梁名を特定するシステムを開発した。実証実験では、接着剤で RFID タグと QR コードを小規模橋梁の側面に貼り付け、その読み取り距離と貼付場所の運用を確認した。現在も時間の経過による劣化や剥がれを確認するための試験を継続している。

謝辞：本研究の一部は、科研費（17K06521）により行った。また、本研究を遂行するにあたり、新潟市役所にご協力を賜った。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 国土交通省：道路橋定期点検要領，http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo4_1.pdf（入手 2020.6.12）
- 2) 美濃智広，森川英典：自治体道路橋梁維持管理体制の現状と課題，土木学会論文集 F4（建設マネジメント），Vol. 71，No. 3，pp. 182-189，2015.
- 3) 深田秀実，米田信之，阿部昭博：RFID と GIS による道路施設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) 窪田諭，廣田嘉一，星加匡敦，南賢樹，鈴木泉，渡邊大介，丸山明：2 次元地図と 3 次元プリンタを用いた道路維持管理システムの提案，土木学会論文集 F5（土木技術者実践），Vol. 74，No. 1，pp. 1-10，2018.
- 5) 磯山朋子，金子優太，藤田泰弥，柴田友咲子：既設の鉄蓋（仕切蓋）に設置でき，データの読み書き可能な IC タグの開発，令和元年度全国会議（水道研究発表会）講演集，pp. 620-621，2019.