

土木技術分野へのQRコードとICタグの利活用

Leveraging Technologies of QR Codes and IC Tags for Civil Engineering

三上市藏¹・田中成典²・山下正作³・岩本匡弘⁴・狩野哲也⁵・宮下英明⁶・伊豆隆太郎⁷

Mikami Ichizou, Tanaka Sigenori, Yamasita Syousaku, Iwamoto Masahiro, Kano Tetuya, Miyasita Hideaki, and Izu Ryutarou

抄録：日本の企業において ICT の活用が遅れているのは、基幹系システムにばかり注目して、情報系システムへの取り組みが遅れていることに原因があると指摘されている。換言すれば、ICT を利活用して初めて実現が可能な改革に取り組んで来なかったためである。社会基盤の整備を通じて国民の安全・安心・快適な生活を支援する土木技術の場合も同様である。関西道路研究会の道路橋調査研究委員会は2004年度に、情報・資料調査小委員会を設置し、土木技術分野の新しい ICT の利活用法を調査研究した。特に QR コードと IC タグという新しい技術に対し、諸分野での取り組み事例を調査し、建設分野における社会資本の整備と維持管理業務への利活用法の提案を試みた。

キーワード： QR コード、IC タグ、土木技術
Keywords : QR code, IC tag, Civil Engineering

1. まえがき

今や ICT (情報通信関連技術) は十分に発達して鉄鋼やセメントのような産業を支える素材となっている。電子産業はこの ICT を素材として、さらに新たな価値を作り出し、大きな発展を遂げつつある。こうした時代にあつて、我が国では、行政分野への ICT の利活用と、これに併せた業務や制度の見直しにより、国民の利便性の向上と行政運営の簡素化、効率化、信頼性・透明性の向上を図ることを目的に、e-Japan (電子政府) の構築が進められている。建設分野では、政府調達電子化として、CALS/EC (公共事業支援統合情報システム) の運用が開始され、e-Japan でいう申請・届出等手続のオンライン化に関わる国土交通省オンライン申請システムが運用開始された。これらは、地方自治体にも適用されつつある。

日本の企業において ICT の活用が遅れていることは以前から指摘されてきたが、これは「基幹系」システムにばかり注目して、「情報系」システムへの取り組みが遅れていることに原因があると指摘されている。つまり、間接部門コスト削減や在庫コスト削減など業務効率化に熱心だが、経営戦略サポートや市場分析・顧客開発への ICT の活用には乗り気でなかったといわれている。換言すれば、オフィスオートメーション・レベルの業務のコンピュータ化に留まっていて、ICT を利活用して初

めて実現が可能な改革に取り組んで来なかったといえる。製造業に比べて非製造業では労働生産性が低いといわれているが、ICT の利活用によって上昇したとの報告もある。土木技術分野においても、単に ICT を利活用して、業務の効率を高めるといふ段階で満足することなく、ICT が不十分な時代には実現不可能であったような発展や価値の創造を指向しなければならない。

関西道路研究会の道路橋調査研究委員会では、2004年度に「情報・資料調査小委員会」が設置され、3年半の間、活動してきた。活動の目的は、社会基盤の整備を通じて国民の安全・安心・快適な生活を支援する土木技術への新しい ICT の利活用法を調査研究することであり、当初は先端的 ICT のトピックスに関して調査し、講演会を催し、議論を重ねてきた。そして、QRコードと IC タグという共に注目を集めている新しい技術に焦点を当てることにした。そして、2008年1月に CD 版の報告書¹⁾を纏めた。

本報告では、この QR コードと IC タグという新しい技術に対し、様々な分野での取り組み事例を紹介するとともに、建設分野における社会資本の整備と維持管理という業務への利活用法を提案する。

2. 建設分野と QR コードと IC タグ

従前から建設構造物のライフサイクルのプロセスに

1 : フェロー 工博 関西大学名誉教授

(〒564-0083 大阪府吹田市朝日ヶ丘町 11-5, Tel :06-6388-9516, E-mail: gfh00126@nifty.com)

2 : 正会員 工博 関西大学 教授 総合情報学部 (E-mail: tanaka@res.kutc.kansai-u.ac.jp)

3 : 非会員 大阪市建設局土木部橋梁課 担当係長 (E-mail: sho-yamashita@city.osaka.lg.jp)

4 : 非会員 JIP テクノサイエンス(株) 大阪テクノセンタ システム開発部長 (E-mail: masahiro_iwamoto@cm.jip-ts.co.jp)

5 : 非会員 工修 (株) ハルテック 技術グループ設計部大阪チーム (E-mail: t.kanou@haltec.co.jp)

6 : 非会員 片山ストラテック(株) 橋梁事業部設計部設計1課 主任 (E-mail: miya@katayama-st.co.jp)

7 : 正会員 パシフィックコンサルタント(株) 大阪本社交通技術部 保全マネジメント主任 (E-mail: ryuutarou.izu@os.pacific.co.jp)

おける情報整備方針は多く議論されているが、調査や企画段階における情報収集方法では、現地調査（目視を中心とした現地確認・踏査、直接的破壊試験や検査など）の整備方針については数多く議論されているものの、新技術を導入した手法、特に先端的 ICT を利用した手法については未開拓・発展途上の段階であるといえる。

今回、QR コードと IC タグについて、建設分野への利活用法を提案する。

(1) QRコード

a) QRコードの概要

QRコードはスーパー、コンビニエンスストアなどで普及しているバーコードに続く、新しい技術で、いわば2次元バーコードである。QRコードはバーコード同様、平面的に記録されたコードであり、小スペースに大容量データを収納でき、360° どの方向からでも読み取りが可能で、文字情報のみならず音楽情報も直接記述することができる。詳細はWebサイト「QRコードドットコム」²⁾を参照されたい。また、(株)キーエンスのWebサイト³⁾から「2次元コードHand Book」PDF版が無料で入手できる。

b) QRコードの応用

建設業界においては、調査や計画などの初期段階における情報取得方法のみならず、維持管理面からの更新履歴情報を時間の経過とともに、どのように情報を管理していくかが課題となっている。ここで、QRコードの長所に着目すると、衛星データなどの電波条件が悪い地下や構造物の中においても、QRコードの明暗が認識可能であれば多少の汚れにも強いことから有効であると考えられる。また、建設業界で最も重視される経済性においても特に問題はない。

(2) ICタグ

IC タグの読み取りには専用の読取機器が必要である。近年、価格の低下や小型化などにより急速に普及が拡大し、多くの実証実験が行われている。

a) ICタグの概要

IC タグは、無線技術を持つIC（集積回路を搭載したタグ＝荷札）のことを指す。

b) ICタグの応用

建設業界におけるICタグの利用方法としては、非接触で情報を受発信する点を利用し、建設構造物内に埋め込むことによって、強度・位置情報取得（埋設物情報取得など）や現場計測（部材位置、変状把握など）、構造物点検などに関する実証実験が多数行われている。また、災害時の被害状況の即時把握のための利用も検討されている。

3. QRコードの建設分野への応用

QRコード技術について説明するとともに、種々の業

界での活用例、建設分野での活用例を紹介し、最後に社会資本の整備と維持管理への応用を提言する。

(1) 2次元コードの種類

QRコードの他にいくつかの2次元コードが発表されている²⁾。

a) PDF417

米国 Symbol Technologies 社（米国 Motorola 社が2007年1月に買収した）が1990年に発表したスタック型2次元コードである。PDF（Portable Data File）は、その名前が示す通り、当時としては大量のデータ（約2000バイトの情報量）を持ち歩けるコードとして発表された。日本ではあまり見かけないが、世界的にはアメリカを中心に、PDF417が最も普及しており、米国自動車工業、米国電子部品工業会、米国家具製造工業会、米国国防省で標準採用されている。

b) Data Matrix

フロリダのベンチャー企業 CI Matrix 社が1989年に発表したマトリックス型2次元コードで、日本では、データコード、データマトリックスコードと呼ばれている。数字のみで最大3116文字、英数字のみで2335文字、バイナリデータのみで1556文字と、非常に多くのデータがコードできる。また、小型化できるという特徴を持っており、液晶、半導体ウェア、IC 部品にマーキングされて使用されているケースがある。

c) Maxi Code

米国最大の宅配業者である United Parcel Service 社が、自社の業務である貨物の仕分けや追跡のために開発したマトリックス型2次元コードである。中央にある二重丸のファインダパターンによりリーダーがコードの位置を瞬時に認識するので、高速読み取りに適している。このため、コンベアラインの仕分け用コードとして米国を中心に利用されている。また、米国自動車工業会では、仕分け用ラベルとして標準採用されている。

(2) QRコードの作成

QRコードのシステムは、プリンタとスキャナーから構成されている。QRコードは、作成ソフトウェアや専用プリンタで作成することができる。

(3) 進化する2次元コード

日本ではQRコードが携帯電話などでかなり普及しているが、QRコードより進化したコードがある。

a) デザインQR⁴⁾

QRコードにイラスト、文字、ロゴなどをオリジナルデザインしたもので、見た目のデザインが良く、QRコードと同様に読み取りができるため、今後、普及することが考えられる。QRコードと互換性があるため、携帯電話に標準搭載されているバーコード読取機能で読み取りができる。

b) カラーコード⁵⁾

日本では、QRコードが普及しているが、白黒で、見

た目にあまり美しくない。これに対して、カラーコードは赤・緑・青・黒の4色で表現できる2次元コードである。これは、韓国企業（カラージップメディア）で開発され、韓国市場では2003年6月、日本市場では2005年2月に導入されている。また、QRコード読取機能とカラーコード読取機能を融合させるアプリケーションの開発が進められており、今後の普及が予想される。

(4) 流通・製造・物流・サービスでの事例

- ・アパレル業界の出荷管理システム
- ・コンタクトレンズ業界の販売管理システム
- ・出版業界の販売管理システム
- ・電子部品業界の自動段取りシステム
- ・自動車業界の発注・検品システム
- ・陸運業界の定期券発行システム
- ・宅地分譲の現地への誘導システム

(5) 建設分野における2次元コードの既存事例

- ・消波ブロック統合管理システム
- ・中心商店街の回遊性を高めるための道のにぎわい創出実験
- ・「かんばんシステム」のための生産ロット管理システム
- ・マンションの来訪者入館システム
- ・ジャストインタイム施工管理システム
- ・バーコード入退場システム

(6) QRコードの社会資本の整備と維持管理への応用

a) QRコードの利点と利活用への条件

QRコードは様々な利点がありながら、建設分野での活用事例が少ない。普及のために、「汚れ・破損に強い」という点と「安価」という点をアピールすべきである。また、読取機として、2004年夏頃からQRコード読取機能が搭載されている携帯電話が普及しているため、特別な設備を必要としない点も有利である。

b) 維持補修管理情報システム

公共構造物において、維持管理は非常に重要であり、橋梁を例に挙げ、維持補修管理情報システムを提案する。まず、「QRコードをどこに印字するのか?」「QRコードにどんな情報を書き込んでおくのか?」「どういった時に利用するのか?」などを考えなければならないが、橋梁の維持管理の場合、橋梁の形式、供用年数、防錆処理方法、施工会社など、橋梁台帳を元にQRコードに文字情報として書き込んでおき、その情報を維持管理の現場で、入手できるようにする。また、URLを書き込んでおき、必要に応じてサーバーにアクセスできるようにする。橋梁の図面をサーバーに保管しておけば、現場で必要に応じてダウンロードして図面を参照できる。

c) 災害避難支援システム

災害時における避難を円滑に、また混乱を最小限にするシステムを提案する。QRコードに印字できる情報量は限られており、文字情報以外の大容量なものは期待で

きない。しかし、「汚れ・破損に強い」という利点を考えれば、災害時において非常に期待できる。基本的には、インターネットサイトへのアクセスが主とされる。しかし、災害時は、ネットワークの混雑が激しく、サイトアクセスは、かえって不利に働く。したがって、ここでは、文字情報のみを印字し、あらゆる箇所に設けることで、災害時の混乱を軽減させるシステムとする。印字内容としては、現在地、避難場所、避難経路、チェックポイントなどである。チェックポイントを記載しておくことにより、避難経路を拡散し、混乱を避けることができる。

d) ご当地観光案内システム

日常の携帯品で、普及率の著しい携帯電話をQRコードの読取機として用いることにより、旅行先や土地勘のない場所での道案内や観光案内に十分な効果がある。モニュメントや有名な建造物にQRコードを印字することにより、その詳細な情報を取得する。また、点在するご当地の公共構造物の便利さ、地元の人たちのコメントを集めたサイトを作製し、そこにアクセスするようにQRコードに印字しておく。これにより、公共構造物の重要性を知ってもらえる環境を構築することができる。

4. ICタグの建設分野への応用

ICタグ技術について説明するとともに、種々の業界での活用例、建設分野での活用例を紹介し、最後に社会資本の整備と維持管理への応用を提言する。

(1) アクティブ型タグとパッシブ型タグ

ICタグにはバッテリーを内蔵しているアクティブ型と、バッテリーを持たずにリーダー/ライターからのエネルギーを利用して作動するパッシブ型とがある。バッテリー内蔵であればより遠くまで電波を飛ばすことができるが、バッテリー充電をどうするかという問題が生じる。ICタグを「人」が持つ場合と、ICタグの取り付け、取り外しが多い場合はバッテリーを内蔵しても充電することができる。逆にICタグを「もの」に一度取り付けると、取り外さない場合が多くなる。取り外さないものにICタグを取り付ける場合は、なるべくバッテリーを充電しなくても良い構造にすべきである。

アクティブ型はタグ自体から電波を発するので、通信距離が長く取れる。センサーを内蔵すれば問題が生じたときに自ら発信して危険を知らせることができる。

パッシブ型では、リーダー/ライターから発せられた電波の一部を反射し、情報を伝達する。価格は安いので、急速に普及しつつある。また、ICタグとタグリーダーの通信距離はアクティブ型と比べて小さくなるが、UHF帯を使用すれば5m程度離れても受信できる。

(2) 電磁誘導方式と電波方式

ICタグの情報伝達方式として電磁誘導方式と電波方式がある。

電磁誘導方式は Suica など採用されている方式で、タグのコイルとリーダーのアンテナコイルを磁束結合させて、情報を伝達する。パッシブ型での通信可能距離は最大 1m 程度である。

電波方式では IC タグのアンテナとリーダー／ライターの間で電磁波をやりとりし、情報を伝達する。アクティブ型タグではこれが採用されている。電磁誘導方式に比べて、より遠くの通信が可能になる。通信可能距離はパッシブ型タグで 3～5m、アクティブ型タグで最大数 km 程度となる。

(3) 周波数帯

日本では現在実用化に向けて UHF 帯が実験中である。パッシブ型タグでは 953MHz、アクティブ型タグでは 433MHz での利用可能性が検討されている。

UHF 帯 (953MHz) の電波を用いるとパッシブ型タグで 5m の通信が可能となる。欧米の物流分野では UHF 帯を使用した IC タグが普及しているが、日本では携帯電話に割り当てられているという問題がある。しかし、パッシブ型タグで 5m 程度の通信が可能というのは非常に魅力的である。IC タグに割り当て可能な UHF 帯域が狭いため、時間差を付けて通信する手段を取るなどの対策が必要となる。問題点は電波の直接波と反射波が干渉し、または重複して解読不可能になることである。

UHF 帯 (433MHz) は日本ではアマチュア無線で使用されている。アクティブ型タグで 433MHz を使用できないか、検討されている。

(4) 種々の分野での IC タグの活用事例

- ・学校の登下校安否確認システムの IC タグ利用
- ・在庫管理システム
- ・電子タグを活用した未来型店舗システム
- ・未来型店舗サービス実験のための電子タグ実証実験
- ・RFID 応用高度信頼性原子力プラント建設技術
- ・腕にも巻ける布製電子タグ
- ・無線 IC タグを使った福祉施設向けシステム

(5) 建設分野における IC タグの活用事例

- ・IC タグを埋め込んだボルト
- ・現場管理システム
- ・ワイヤレスモニタリングシステム
- ・消波ブロック統合管理システム
- ・バッテリーロコ運行管理システム
- ・骨材混入防止・運行管理システム
- ・道路施設の維持管理システム
- ・点検支援データベース・システム

(6) IC タグの社会資本の整備と維持管理への応用

IC タグの社会資本整備への活用例として、現時点で実用化あるいは実証実験の段階に達しているものを調べ、整理し、展望した。

そして、携帯電話をタグ読取機とする試みがなされているので、IC タグと携帯電話を活用して、災害時に短

時間で被害状況を把握し、救援や復旧の初期活動を効率よく行う方策について検討した。まず、「公共 IC タグ」を考え、デザインした。すなわち、公共インフラのありとあらゆるものに、地図データベースの位置属性との対応が可能な IC タグを設置する。これで、平常時の地域情報取得を可能にするとともに、非常時における情報収集に活用できる。

また、大規模な自然災害の発生時には、多数の死傷者が発生することが予想されるが、その際の Triage タグとしての活用の可能性についても考察したが、その詳細は省略する。

5. あとがき

QR コードと IC タグを、データ量、再利用性、コスト、配布方法、可読性、寿命、セキュリティについて比較したが、詳細は省略する。

いみじくも本小委員会の活動期間と同時期に、IC タグを取り上げた建設分野の委員会活動が行われていたことに触れておく。(財)日本建設情報総合センターの IC タグの建設分野での活用に関する研究会(委員長:矢吹信喜室蘭工業大学准教授⁶⁾)と(社)日本鋼構造協会の IC タグの適用調査研究小委員会(委員長:長尾直治神戸大学教授⁷⁾)である。

QR コードおよび IC タグの技術は日々進歩しており、現在では着実に具体的な問題を解決する手段となっており、確実に社会を変革し得る。本調査研究の成果が、困難な状況に追い込まれている社会基盤施設の整備と保全に貢献できれば幸いである。

謝辞:本調査研究に当たっては、委員:北川勝也氏(日立造船鉄構)、中川二郎氏(川田工業)、森安里夫氏(高田機工)、植原敏氏(中央コンサルタンツ)、坂井康人氏(阪神高速道路)、横手武聡氏(川鉄橋梁鉄構)の協力を得た。また、纏めに当たっては、関西大学大学院学生 本郷奈保氏、田中将睦氏、大濱拓也氏の協力を得た。

参考文献

- 1) 道路橋調査研究委員会情報・資料調査小委員会: QR コード vs IC タグ~どちらが生き残るか~, 関西道路研究会, 2008年1月。
- 2) <http://www.qrcode.com>, (入手 2007.6.11)。
- 3) <http://www.keyence.co.jp/req/info/2jigenpdf/show.jsp>, (入手 2007.6.11)。
- 4) <http://d-qr.net/index.htm>, (入手 2007.6.11)。
- 5) <http://www.quinland.co.jp/pdf/20041228.pdf>, (入手 2007.6.11)。
- 6) 日本建設情報総合センター:IC タグの建設分野での活用に関する研究会活動報告書(概要版), 2007年4月。
- 7) JSSC テクニカルレポート:鋼構造物への IC タグの適用, TRNo.79, 日本鋼構造協会, 2007年11月。