

自動認識技術を用いた構造物管理支援ツール構築に向けた基礎研究

ジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社 正会員 ○石間 計夫
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 田原 孝

1. はじめに

構造物の信頼性確保には、施工段階に応じて実施する品質管理と確実な検査実施が欠かせない。しかし、鉄道構造物（特に高架橋）は、一般に延長が長く、図面位置と現場の同定が難しい場合もある。このため、施工段階毎の検査業務は、現場社員への負担が多いことが明らかであり、省力化とミス防止を両立させた支援ツールの開発が必要である。

一方、自動認識技術は、人や物などのキャリアに付与された情報を機械的に取得する技術であり、コンピュータの情報と人や物を紐付けする手段として有効である。

本研究では、自動認識技術を用いて、構造物建設時における確実な検査実施とミス防止、また、供用開始後の維持管理に至るまでの信頼性の高い品質管理情報を蓄積・閲覧するシステム（名称：構造物管理支援ツール）を検討し、実現に向けた実験を行った。本論文ではその一部を報告する。

2. システム概要

本システムの概略図を図1に示す。まず、計画・設計段階で構造要素毎（梁、柱、スラブ等）にIDを付与し、それを基に、施工段階でIDを付与したデータキャリアを設置する。以降、施工管理や維持管理段階では、データキャリアを通して各種データ

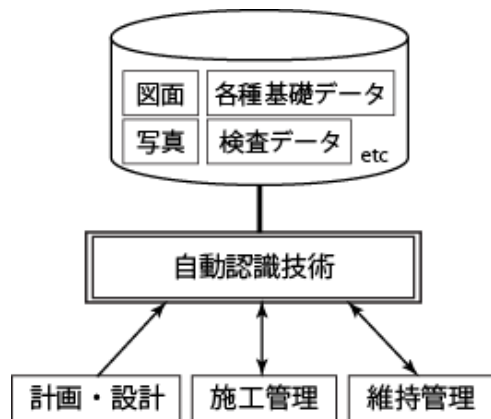


図1 システム概要

の追加・削除・更新を行い、効率的かつ信頼性の高いデータの蓄積や利用を実現するものである。

3. 使用する自動認識技術に係わる検討

(1) 概要

本システムで用いる自動認識技術は、図1のデータベースと施工現場の紐付けを行う目的で使用するため、施工現場環境下での動作が条件となる。ここでは、鉄道建設工事現場を想定した環境下で各種データキャリアによる基礎実験を行い、その結果を基に使用するキャリアを検討した。使用したデータキャリアは、バイオメトリクス等、生物個体が持つ特性を利用したものを除き、一般に商品の流通過程で最も普及が進んでいる「バーコード」、「QRコード」と「RFID（以下、ICタグ）」を対象とした。

(2) 実験内容

実験は、屋外の現場環境を3パターン（コンクリート面、金属面、土面）準備し、読取角度とデータキャリアの汚れを変えて実験を行った。

(3) 検討結果

実験結果の一覧を表1に示す。バーコード及びQRコードは、耐水性の用紙を用いて実験を行ったが、現場特有の汚れに弱いことが判明した。このことから、本システムではICタグをデータキャリアとして用いることとした。

表1 自動認識技術に係わる検討結果

比較項目	自動認識技術	有線ICタグ (2.4GHz)	無線ICタグ (UHF)	無線ICタグ (13.56MHz)	バーコード	QRコード
コンクリート面での読取性能	正対読取	○	○	○	○	○
	45°読取	×	○	○	○	○
	90°読取	×	○	○	×	×
金属面での読取性能	正対読取	○	○	△	-	-
	45°読取	×	○	×	-	-
	90°読取	×	○	×	-	-
土面での読取性能	正対読取	○	○	○	-	-
	45°読取	×	○	○	-	-
	90°読取	×	○	○	-	-
汚れに対する耐性		○	○	○	×	×
現場への適合性(検討結果)		○	○	○	×	×

○ 読取可能(耐性有り)
× 読取不可(耐性なし)
△ 接触読取可能

キーワード RFID, ICタグ, データ管理, 施工管理, 維持管理

連絡先 〒151-0053 東京都渋谷区代々木 2-2-6 ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) ICT 事業本部 TEL 03-3373-6007

4. 基礎実験

(1)実験内容

前項で検討した I C タグは、非接触で読取可能な特長がある反面、近接して設置している I C タグの誤読取やアンチ・コリジョンタイプのリーダを使用した場合の同時読取など、使い方を誤ると検測結果と現場が合致しなくなる恐れがある。

本基礎実験は、現場を想定した環境下に I C タグを設置し、最大読取可能距離の測定、並びに複数個の I C タグを設置した場合に同時読取する最大間隔を測定した。なお実験は、現場環境を想定したコンクリート面、金属面、土面で実施したが、ここでは、金属面で実施した結果の一部を記載する。試験パラメータを表 2 に示す。

表 2 試験パラメータ (本稿記載分のみ)

比較項目	試験パラメータ	目的
1. データキャリア	①無線ICタグ(2.4GHz) ②無線ICタグ(UHF帯) ③無線ICタグ(13.56MHz)	データキャリアによる読取距離(読取可否)の違い確認
2. 設置場所	①金属面	設置環境の違いによる読取距離(読取可否)への影響確認
3. 設置方法	①直接設置 ②プレート等を介して設置(同時読取試験のみ)	無線ICタグの設置方法の違いによる読取距離(読取可否)への影響確認

(2)実験結果

(2)-1 読取距離実験

本実験は、金属面(鉄筋)に設置した I C タグの読取距離が、周辺に同様の金属体を配置した場合に発生する影響を確認した(図 2 参照)。その結果、13.56MHz、UHF 帯の I C タグにおいて、読取距離が最大 2 割程度変化した。この結果は、リーダと近接する鉄筋間で多重反射による共振が発生したことが原因と考えられる。また、周波数帯の違いにより、読取距離の増減変化の傾向が異なることから、I C タグが用いている周波数の半波長周期と鉄筋間距離が読取距離に影響を与えているものと考えられる。

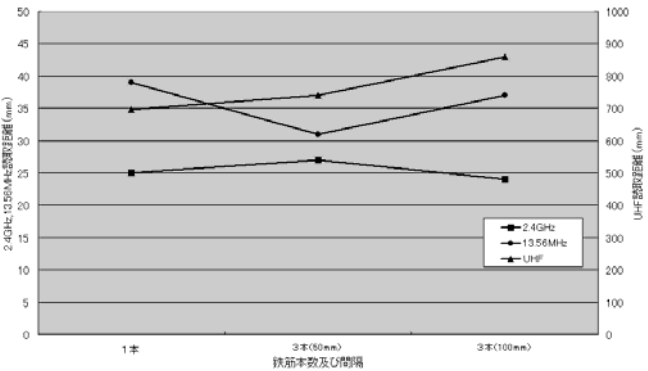


図 2 読取距離実験結果グラフ

(2)-2 同時読取実験

同時読取実験は、“(2)-1”の実験結果で得た読取距離の半分の位置にリーダを固定し、1枚の I C タグはリーダと正対状態、もう 1 枚の I C タグを直線状に離して最大同時読取距離を測定した(図 3 参照)。なお、実験のプレート設置とは、金属体に発砲スチロール(200×500×5[mm])を配置した上に I C タグを設置して、直接設置と同様の実験を行った。

この結果から、I C タグの周波数で同時読取距離が 8~220mm の範囲で異なることが分かった。また 13.56MHz の実験結果は、単体の読取距離(平均: 25mm)よりも同時読取距離(110~115mm)の方が大きくなった。これは、同実験に用いたリーダのアンテナがループアンテナであり、図 4 に示すようにアンテナ幅よりも読取可能な幅が大きいことが要因と考えられる。この結果から、I C タグの周波数並びにリーダのアンテナタイプについて、考慮しなければならないことが判明した。

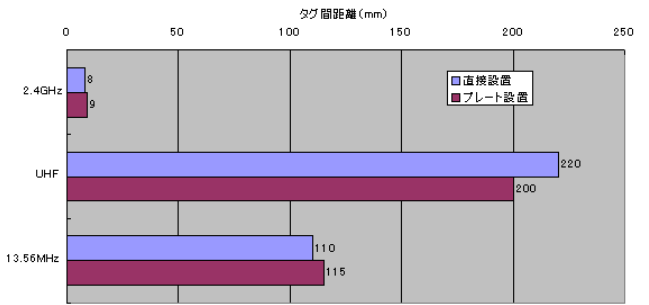


図 3 同時読取実験結果グラフ

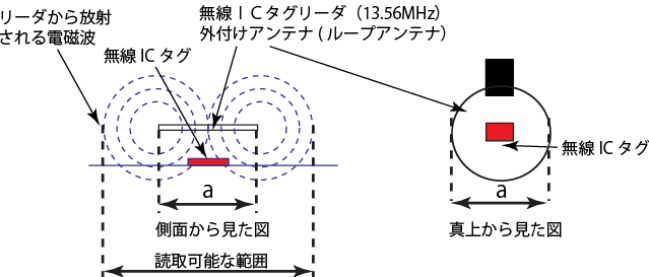


図 4 ループアンテナの読取範囲

5. まとめ

本研究により、I C タグを用いた構造物管理支援ツールの基礎データを得た。I C タグを現場環境下で使用する際には、設置箇所や金属体の有無が、読取距離や近接するタグとの読取精度に影響する。

以降、本基礎データの結果と共に、I C タグのコード体系やデータベースのデータ構造などを丁寧に検討し、実用化を目指す所存である。