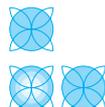


IC タグの建設分野での活用



室蘭工業大学工学部建設システム工学科

やぶきのぶよし
准教授 矢吹 信喜



1. はじめに

IC タグとは、IC（集積回路）チップとアンテナを内蔵したタグ（荷札）であり、アンテナとコントローラーを内蔵したリーダー/ライターにより非接触で IC タグ内のデータを読んだり書いたりすることができるものである。

IC タグは、正式には、RFID（Radio Frequency Identification）というが、電子タグ、無線タグ、RF タグ等とも呼ばれる。1950年頃から軍事用に使用され始め、後に主に工場や物流などで利用されてきた。

1999年にマサチューセッツ工科大学内に AutoID センターが設置されると、IC タグはバーコードに代わり、流通分野に革命をもたらすと期待され、2003年頃からユビキタス社会を実現させる鍵となる技術として注目されている。

IC タグは、バーコードに比べて大容量のデータを記憶させることが可能であり、データの読み書き、書き換えができる。また、複数同時に読み取りが可能であり、汚れや多少の遮断物があっても通信ができ、耐久性がある、といった特徴を有する。

IC タグとリーダー/ライターとの間の通信は、周波数帯が長波と短波の電磁誘導方式と UHF

帯とマイクロ波のマイクロ波方式による。現在、我が国では135kHz 以下（長波）、13.56MHz 帯（短波）、950MHz 帯（UHF 帯）、2.45GHz 帯（マイクロ波）の四つの周波数帯が使用できる。IC タグ内に電池を有するアクティブ型と持たないパッシブ型に分類される。アクティブ型 IC タグでは、300MHz 帯、400MHz、2.45GHz 等の周波数帯が使用できる。

IC タグの形状は、カード型、箱型、円筒型、円盤型、ラベル型等がある。温度や振動等のセンサーを持つタイプもある。リーダー/ライターには、ハンディタイプ、デスク据置タイプ、PDA 付属型、トンネル型、ゲート型等がある。IC タグに割り振る ID の標準化を推進する団体としては、AutoID センターが前身である EPCglobal とユビキタス ID センターがある。

2. 一般分野における IC タグの利用

建設以外の一般分野における IC タグの利用は幅広いが、次の6個の分野に分類できる。

- ① 個人情報管理：遊園地や病院などで人に IC タグを付けて、入退場や医療履歴、投薬等の管理を行う。
- ② 動物管理：生物に IC タグを付けて、野生生物の生態管理や家畜管理を行う。

- ③ 移動支援：道路や施設に位置情報が登録された IC タグを埋め込み、人の移動を支援する。
- ④ トレーサビリティ：商品、資材、廃棄物等に IC タグを付け、流通や移動、廃棄等を管理する。
- ⑤ 図書管理：図書や文書に IC タグを付け、棚卸しや点検に利用する。
- ⑥ 商品流通管理：商品、衣服、設備機器等に IC タグを付け、出荷、貸出、販売等の管理を行う。

各分野において実証実験やシステム開発、実用化への努力等が盛んに進められており、すでに実用化されている事例もある。

3. 従来の建設分野における IC タグの利用

建設分野では、1990年代後半に IC タグを地下埋設物の表示杭やトンネル工事現場の作業員の入坑管理に用いる試みがあったが、コストの問題等もあり利用は拡大しなかった。しかし、2003年頃から IC タグに関する関心が高まり、2004年には財団法人日本建設情報総合センター（JACIC）は、「IC タグの建設分野での活用に関する研究会」を産官学で設立し、調査研究を行っている。

この研究会で、建設分野における IC タグの活用事例の網羅的な調査を実施し、調査・測量、施工、維持管理、交通案内等の四つのカテゴリに分類整理した。研究会で整理したものに若干修正を加えたものを表 1 に示す。詳細は文献¹⁾を参照されたい。

表 1 を見ると、基準点や杭、あるいは埋設物、既設構造物の部材や設備、道路や崖の岩等の固定物に IC タグを設置して、リーダー/ライターの方が移動するケースが建設分野では多いことに気付く。前節で述べた一般分野での IC タグの利用は、③の移動支援以外は、すべて移動する人、動物や物に取り付けて利用する方式であるので、建設分野での利用における大きな特徴の一つと言える。

表 1 の No .15 のダム点検情報支援システムでは、沖縄にある羽地ダムの点検支援を目的として、ダム内部の監査廊の浸透圧測定装置、漏水測定機器、水門操作機器等68カ所に IC タグを設置し、点検員がリーダー/ライター付き PDA により、前回点検時のデータと今回のデータを比較しながらデータの入出力を行い、さらに気付いた点なども IC タグに記録するなどユニークな使用方法を行い、点検業務を効率化している。

No 20 の自律移動支援プロジェクトは国土交通省が中心となって各省庁が連携して行っているもので、道路の歩道や地下鉄の通路等に場所の情報を示す ID を格納した IC タグを多数設置し、視覚障害者への杖からの音声による移動支援や電動車椅子の自動走行支援等による「ユニバーサル社会」の実現を目指すものである。

また、国土交通省では、いわゆる「ユビキタス総プロ」（社会資本の管理技術の開発）を2005年度から開始し、地震発生時の輸送ネットワークの推定や構造物の損傷・変状進行度の計測などに IC タグの活用を図ろうとしている。

一方、こうした固定物に IC タグを設置する利用に対して、移動物に貼り付けた利用法については、コンクリートミキサー車などの車両の運行管理では IC タグの威力を発揮したものがあるが、作業員の入退場管理では、別の人のヘルメットをかぶった場合や IC タグを持たずにゲートを通るなどの運用上の問題が指摘されていた。また、建設分野で貼り付ける移動物は、金属製のものが多く、通信上の問題が指摘されていた。

さらに、建設分野では、水、温度、圧力、衝撃、振動などの厳しい環境下に置かれるものに IC タグを貼り付け、一般利用よりはるかに長い期間利用することが期待されることから、耐環境性と寿命も課題の一つであった。

表 1 建設分野での IC タグの利用事例

分野	番号	事例名	段階	実施団体	概要
調査・測量	1	インテリジェント基準点	実用化	国土交通省	基準点に IC タグを付加し、携帯端末によって位置、住所、その他の地理情報等をその場で得ることを可能にする。
	2	公共基準点管理	実用化	地方自治体	マンホール内、道路、橋梁等に IC 付きの基準点を置き、測量や点検の際に位置情報や施設情報がその場で得られ、業務の効率化を図る。
	3	情報杭システム	実用化	民間企業	基準点や境界線に IC タグを付けた情報杭を埋設し、点検や測量作業を効率的に行う。
施工	4	テストピース管理システム	実証実験	民間企業	施工時に打つコンクリートのテストピースに IC タグを入れ、テストピースの正当性と管理を効率化し、強度試験を行う。
	5	現場作業員管理システム	実用化	民間企業	ヘルメットに付けた IC タグを利用し、現場の入退場を管理することにより、労務管理を効率的に行う。
	6	ミキサー車配車システム	実用化	民間企業	ミキサー車にカード型 IC タグを搭載し、動きを追尾する。複数の工場の配車を統合し、物流管理業務（配車）の効率化が可能。
	7	コンクリートの養生管理	実証実験	米国建設業界団体	養生中のコンクリート構造物に温度センサー付き IC タグ（セミアクティブ）を埋め込み、コンクリートの成熟度（強度）管理する。
	8	部材の搬入管理	実証実験	米国建設業界団体	部材に IC タグを取り付け、トラックに載せた状態でリーダーで情報を読み取り、部材の搬入管理を効率的に行う。
	9	鋼材管理システム	実用化	民間企業	鋼材に IC タグを付けることにより、鋼材の受け入れ、在庫管理、加工、出荷等の作業を効率的に行う。
	10	バッテリーロコ運行管理システム	実用化	民間企業	バッテリーロコのレールに IC タグを設置し、ロコのリーダーにより位置や走行方向を把握・表示。
	11	工事用工具の管理	実証実験	米国建設業界団体	工事用工具に IC タグを付け、工具の受け渡しの管理、工具箱のリーダーにより工具の追跡を実施する。
維持管理	12	埋設物の位置確認	実証実験	国土交通省等	埋設物に取り付けた IC タグを探査機（リーダー）で読み取ることにより、埋設物の位置を特定する。
	13	コンクリートの落下検出	計画検討中	国土交通省等	コンクリートに取り付けられた IC タグをセンサーにより残存確認することで、落下の有無を調べることができる。
	14	埋設物情報管理	実証実験	国土交通省	埋設物などの都市施設設備に IC タグを取り付け、点検などの業務を効率的に行う。
	15	ダム点検情報支援システム	実用化	内閣府	点検の際、設備に貼り付けられた IC タグのデータを携帯端末 PDA から読み取り、新しいデータ等を書き込み、点検を支援。
	16	法面での岩・地滑り検出	実証実験	国土交通省等	のり面に取り付けたナノプロセッサ（IC タグ）により、地滑りの状況を随時管理することができる。
	17	道路設備維持管理支援	実証実験	民間企業	照明灯、標識などの道路設備に IC タグを設置し、情報を読み取り、点検履歴を現場で確認、更新。
	18	車両の旅行速度の測定	実証実験	米国高速道路管理者	車搭載の通行料金支払いのための IC タグの ID 番号を一定間隔の路側のリーダーで読み込み、車の平均旅行速度を計算する。
交通案内等	19	鉄道構造物管理	計画中	鉄道総合研究所	鉄道構造物に高度なセンサーを設置し、これらのデータを IC タグに蓄積する。タグを光ファイバーでつなぎ管理拠点への集積も考慮。
	20	自律移動支援プロジェクト	実証実験	国土交通省	無線 IC タグを、物にはなく“場所”に貼り付け、その場所にまつわる情報を発信し、利用者を支援する。
	21	歩行者ナビゲーション実験（ITS）	実証実験	国土交通省、地方自治体	歩道や地下道等の歩行空間、住所表示灯に IC タグを設置し周辺の情報や経路案内をモバイル端末等に提供する。

4. 最近の建設分野における IC タグの活用

前述の IC タグ研究会後も、建設分野では活発に IC タグの利用に関する研究開発や実用化が進められている。以下、最近の利用事例のいくつかを紹介する。

米国連邦政府と州政府では、鮭等の魚に IC タグを注入し、河川内の魚道等のリーダーで IC タグを読み取り、魚類の移動の調査を行っている。日本では、消波ブロックに IC タグと 2 次元バーコードとともに設置し、製造情報と流通情報を一元管理し、効率化や精度向上を図っている建設会社がある。

ダム工事においては、ダンプトラックに取り付けた IC タグに、積み込み時に積載物の情報を書き込み、チェックポイントや骨材貯蔵設備で IC タグの情報を読み取ることにより、誤投入の防止と運行状況管理を実施している。また、水を通す配管設備の竣工検査時に、IC タグを取り付けた試験体を水と一緒に配管に流し、健全性の確認に利用しているところもある。

国土交通省では、財団法人日本建設情報総合センターへの委託により、単管や足場工のような軽仮設材に IC タグを貼り付け、使用履歴等を管理するための検討と実証実験を行った²⁾。このプロジェクトでは、2005年4月から我が国でも使用許可となった UHF 帯 (952~954MHz) IC タグは、通信距離が数 m と他の周波数帯の IC タグよりはるかに大きいことから、単管、足場板、建柱、クランプ等に貼り付けて、多数の部材を一括で読み取れると期待された。

しかし、金属面に貼り付けると、通信距離が著しく小さくなることから、プラスチック板等を挿入することにより、5 mm 程度金属面から離す必要があった。また、軽仮設材は現場の厳しい環境で利用されることから、被覆方法の工夫等も指摘された。

筆者は、この検討プロジェクトに参加し、プロ

ジェクト終了後も軽仮設材への IC タグの適用に関する研究を実施しており、金属面に設置でき耐衝撃性が強い新しい IC タグ (2.45GHz 帯) を用いて、実験と軽仮設材管理システム構築を実施している。

供用中の高速道路本線を利用して掘削土を搬出するダンプトラックにアクティブ型 IC タグ (315 MHz 帯) を取り付け、トンネル内にリーダーを設置して、ダンプトラックを検知すると、距離が長いトンネル出口のすぐ先にある工事車両用出口の誘導員へ知らせるシステムを構築して実証実験を行ったという報告もある。

また、CD (コンパクトディスク) や図面に IC タグを貼り付け、コンピュータのマウス内部にリーダー/ライターを取り付けたシステムを開発し、電子納品される膨大な量の CD の保存・整理・検索などの支援を実施している設計コンサルタントもある。

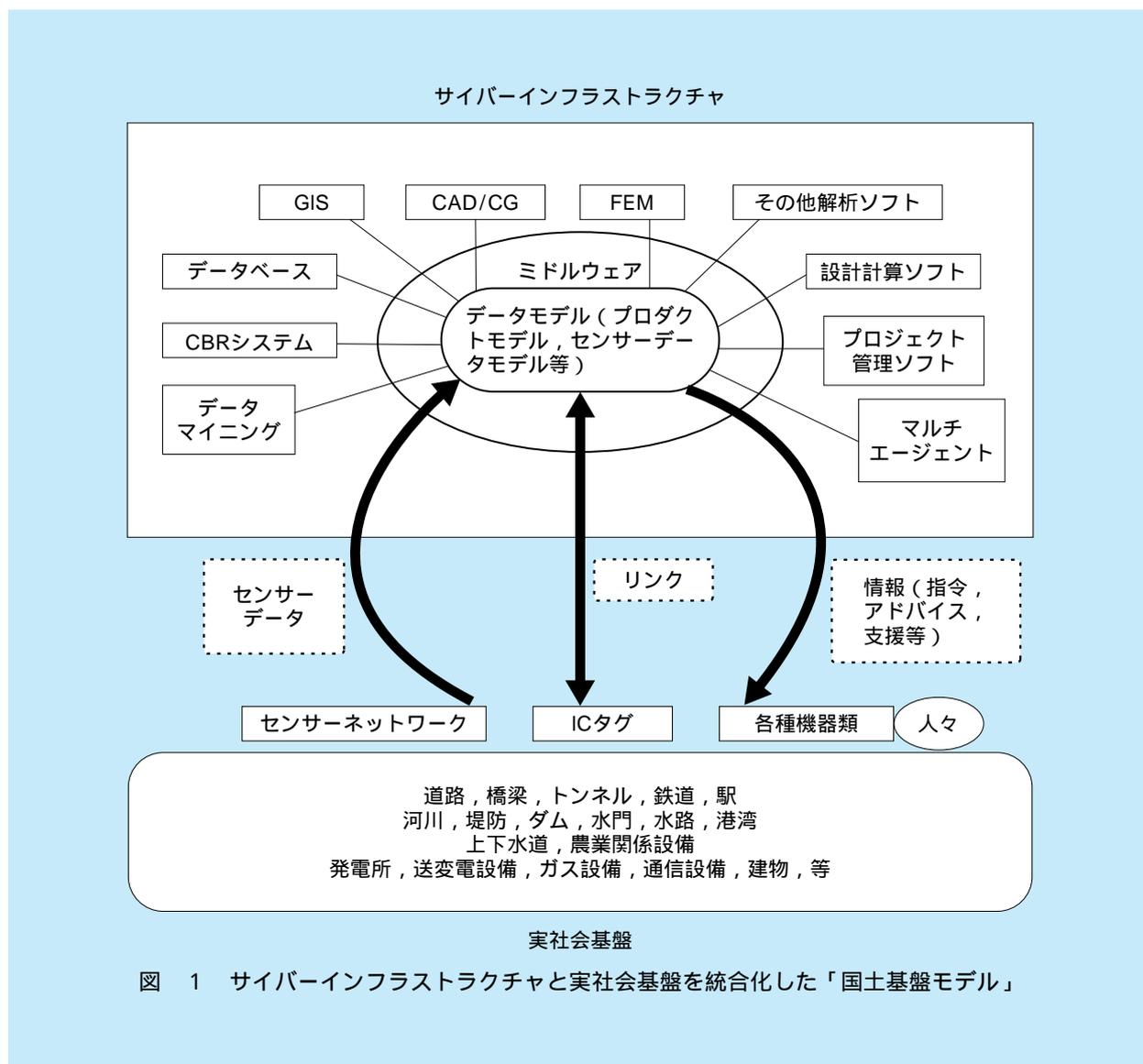
以上のように、ここ 1、2 年の間で、建設分野でも相次いで IC タグを使った実証実験や実用化が行われており、研究所や企業内部では現在精力的に研究開発が行われている。

5. 今後の展望

IC タグは、さまざまなものに付けることにより、モノ (現実社会) と情報システム (仮想社会) を非接触でつなぎ合わせることができる画期的なものである。

建設分野での利活用が期待される場所である。しかし、建設分野で IC タグがさらに利用されるためには、価格のさらなる低廉化、長寿命化、金属や水分による影響の除去あるいは低減、センサー付き IC タグの高度化が必要と考えられる。

特に、センサー付きの IC タグへの期待は建設分野では高く、小型 MPU と通信設備を内蔵した無線センサーネットワークとともに、ここ数年の間に実用化して広まる技術だと目されている。



筆者は、IC タグは、建設分野ではプロダクトデータモデルのような構造物データベースを中心として、GIS (地理情報システム)、解析シミュレーションソフトウェア、レーザースキャナー、VR/AR/MR (仮想現実/強化現実/複合現実)、センサーネットワーク等と組み合わせて統合化したときに、期待よりはるかに大きな効果をもたらすと考えている。

そのために、図 1 に示すようなサイバーインフラストラクチャと実社会基盤を統合化したビジョン (筆者らは「国土基盤モデル」と呼んでいる) を念頭に置きながら、研究開発と実証実験を

さらに行っていききたい。

謝辞：本稿執筆に当たり、株式会社日建技術コンサルタント益倉克成代表取締役副社長よりご助言をいただいた。深謝の意を表する。

【参考文献】

- 1) IC タグの建設分野での活用に関する研究会：平成16年度 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), 2005。
<http://www.jacic.or.jp/topics/2005072601/gaiyo.pdf>
- 2) 鈴木勝：建設工事における IC タグの活用について (その1) 軽仮設材管理をモデルとして, 建設マネジメント技術, 8月号, pp.77-81, 2006。