

# UHF 帯 IC タグを用いた軽仮設材管理システムの一提案

A proposed management system for light weight temporary facility members using Radio Frequency Identification (RFID) technology

室蘭工業大学工学部建設システム工学科 正会員 矢吹信喜 (Nobuyoshi Yabuki)  
室蘭工業大学大学院建設システム工学専攻 ○学生員 尾山寿史 (Toshifumi Oyama)

## 1. はじめに

土木・建築の本来の工事を行うために仮の構造物等を作る工事を仮設工事と呼び、仮設工事に使用される資材は仮設材と呼ばれる。その中で比較的軽く、概ね人の手で持てる程度の重量のものは軽仮設材と呼ばれている。代表的なものとしては、単管、足場板（正しくは「布」というが、本論では一般的に使われている「足場板」を用いる）、クランプ、枠組、交叉筋交等がある。

軽仮設材は、長期間繰り返し使用されるため、経年劣化し、強度の低下が生ずる。そのため、維持管理が重要であり、また、実際に現場で使用された期間を把握して管理することが求められている<sup>1)</sup>。しかしながら、軽仮設材は、現在ではほとんどリースにより利用されているため、製造者、管理者および使用者が錯綜し、統合的な管理が困難となっている。そのため、実際に使用された期間がわからない状況である。また、高価なアルミ製足場については盗難も頻発している。

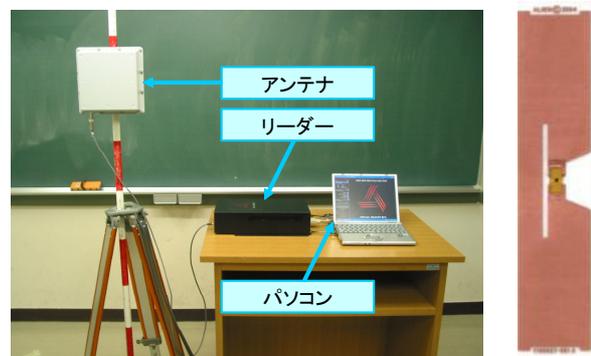
そこで筆者らは、今後普及が見込まれている IC タグを用いて、使用状況、履歴管理、追跡照会などが可能となる情報管理システムを構築し、軽仮設材に関する安全性、管理の効率性等の向上を目的とする研究を実施している<sup>2) 3)</sup>。軽仮設材は、同じ種類のものを束ねたり、重ねたりして運搬あるいは保存管理することがほとんどであるため、ある程度離れた場所から複数の部材を一括で読み取れる IC タグの利用が望まれる。また、軽仮設材はほとんど鋼材などの金属を材料としていることから、金属に貼り付けても読みとれる IC タグである必要がある。

現在、我が国で使用可能な IC タグの通信周波数帯は、135kHz 以下、13.56MHz 帯、950MHz 帯、2.45GHz 帯の 4 つである。この中で、135kHz 以下と 13.56MHz 帯は通信距離が小さいため、前述の条件を満たすと期待される IC タグの周波数帯は、UHF 帯（950MHz 帯）とマイクロ波帯（2.45GHz 帯）だと考えられる。特に UHF 帯は、通信距離が 2.45GHz 帯より数倍大きいため、本研究では、2005 年 4 月から我が国でも使用許可されるようになった UHF 帯 IC タグについて基本性能を調査する実験を行った後、軽仮設材に種々の方法で貼り付けて、その読取性能を把握する実験を行うこととした。また、比較のために 2.45GHz 帯 IC タグでも同様の実験を行った。UHF 帯 IC タグについては、さらに軽仮設材管理のため、データベースを用いたプロトタイプシステムを構築した。

## 2. 軽仮設材に貼り付けた場合の IC タグの読み取り状況

本研究では Alien 社の UHF 帯 IC タグを用いて、単管、鋼製足場板、アルミ製足場板、建て枠、クランプの各部材に対して、IC タグを種々の位置や向きにはりつけて、単体、複数の場合で読取可能な最大通信距離を計測する実験を行った。また Alien 社の 2.45GHz 帯 IC タグを用いて、単管、鋼製足場板、アルミ製足場板、建て枠の各部材に対して、同様の貼り付け方について、単体の場合で読取可能な最大通信距離を計測した（図-1、図-2）。その結果、以下のような知見が得られた。

単体実験では、すべての部材において、金属の表面に直接貼り付けた場合は、ほとんど読み取ることができず、金属の表面に発泡スチロール等を貼り付けて、5mm 程度金属から離して装着すると読み取れることがわかった（図-3）。そこで全て 5mm 浮かせた状態では、UHF 帯 IC タグの最大通信距離は単管で約 80cm、鋼製足場板で約 120cm、アルミ製足場板で約 120cm、建て枠で約 160cm、クランプで約 70cm であった。一方、2.45GHz 帯では、それぞれ単管で約 20cm、鋼製足場板で約 20cm、



(a) UHF 帯 IC タグ実験装置 (右は IC タグ)



(b) 2.45GHz 帯 IC タグ実験装置 (右は IC タグ)

図-1 実験装置



(a) 単管, 鋼製足場板, アルミ製足場板



(b) 建て枠



(c) クランプ

図-2 軽仮設材



(a) タグを表面に直接貼り付けた場合



図-4 単管を重ねて置いた場合



(b) タグを金属表面から離して装着した場合

図-3 IC タグの設置方法

アルミ製足場板で約 30cm, 建て枠で約 10cm であった。従って UHF 帯 IC タグの方が 2.45GHz 帯 IC タグよりも通信距離が長く, 一括読み取りにより適していることがわかった。

複数実験では IC タグを金属表面から 5mm 離して装着した場合のみ実験を行った。単管を重ねて置いた場合, 下の層にある単管の IC タグを読み取ることはできず (図-4), また, 上の層にある単管でも, IC タグがアンテナから見える位置にないと読み取ることができないことがわかった。鋼製, アルミ製足場板の場合は, 重ねて置くと表面や裏面は読み取れなくなるが, 側面では読み取ることができた。建て枠については, 重ねて設置した場合の読取性能などから, 内側の細い部分 (⑤の位置) に 5mm 程度浮かして円周方向に設置すると最も通信距離が大きかった (図-5)。クランプについては, 単体の場合では, 5mm 程度浮かせることにより読み取りは可能であるが, 複数個をまとめた場合は困難であった (図-6)。

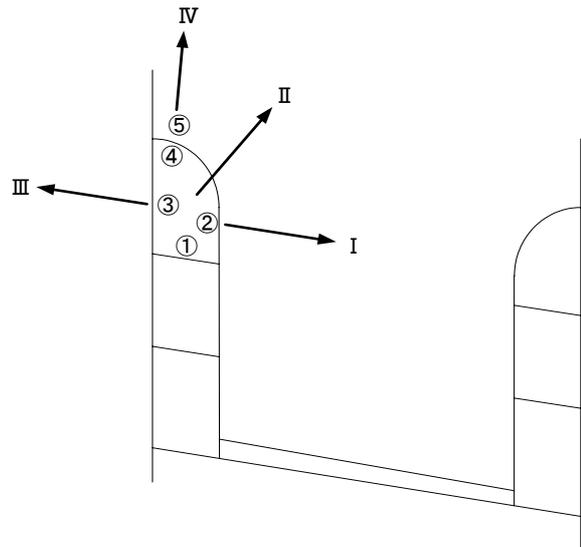


図-5 建て枠実験のタグの設置場所とアンテナの方向



図-6 10個のクランプを配置

以上より、単管、足場板及び建て枠については、UHF帯であれば IC タグの設置方法を工夫することにより、複数の一括読み取りが可能であることがわかった。但し、IC タグの設置箇所が出っ張っていると、作業の邪魔になったり、はがれたりする可能性があるため、軽仮設材の製造方法を含めて、IC タグの設置方法を工夫する必要がある。尚、詳細な実験データについては文献<sup>4)</sup>を参照されたい。

### 3. 軽仮設材への IC タグの取り付け方

本研究では複数の部材を同時に読み取ることを想定しているため、実験結果から今回使用した IC タグの軽仮設材への取り付け方は以下のようにすればよいと考えられる。

単管の場合、図-7 のように単管の表面の一部を製造段階で凹ませておき、凹ませた部分の表面から 5mm 程度浮かして設置する。また、IC タグの向きによって読み取れないことがあり、どの角度からでも読み取れる必要があるため、管の周りに 120° 間隔で三枚設置する。さらに、凹ませた部分には IC タグを保護するために、硬質樹脂などで充填する(図-7)。

鋼製足場板、アルミ製足場板は重ねて運搬したり、保管することがほとんどであるため、重ねてもどの方向からでも読み取れるように IC タグの設置場所は全ての側面が適していると考えられる。また、単管同様に側面の一部を製造段階で凹ませておき、凹ませた部分の表面から 5mm 程度浮かして設置する。さらに IC タグが破損したり剥がれたりした場合を想定して、それぞれのサイドに複数枚設置したほうが良いと考えられる。

建て枠については、重ねて設置した場合の読取性能などから、内側の細い部分(⑤の位置)に 5mm 程度浮かして円周方向に設置することが良いことがわかった。

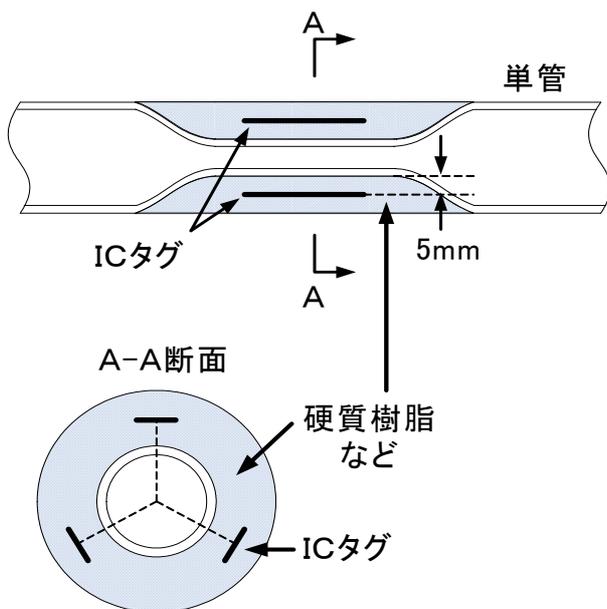


図-7 単管へのタグの設置方法

クランプについては、単独の場合は、5mm 程度浮かせることにより読み取りは可能であるが、複数個をまとめた場合は困難である。

### 4. 軽仮設材管理用データベースシステム

IC タグは貼り付けた物の情報とリンクさせ、その情報を管理するシステムを構築してはじめて効果がある。本論では、IC タグを用いた軽仮設材の情報管理システムのプロトタイプを Microsoft Access を用いて構築した。

各軽仮設材に複数の IC タグを貼り付け、IC タグの持つ単独の ID と、各軽仮設材に与えられたユーザー独自の ID とを関連付けて、製造者、製造日、リース会社、リース先、リース開始日、リース終了日などの情報を、データベースに保存しておく。これにより仮設材に貼り付けた IC タグをリーダーで読み取った際に、その IC タグと関連付けられている軽仮設材のデータをデータベースから取り出し、どのような使用状況、使用履歴にあるかをすぐに確認することができ、仮設材の総合的な維持管理が可能となる(図-8)。

データモデルは ICtag, Lease, Lease 会社, 部材, Lease 先の 5 個のテーブルとそのリレーションによって構築した。ICtag テーブルでは ICtagID とその IC タグが設置されている部材の ID を格納し、部材テーブルでは製造者や製造日、リース会社といった部材に関する情報を、Lease テーブルではリースした部材 ID とその出荷日、返却日、リース期間、リース先といったリースに関する情報、Lease 先テーブル、Lease 会社テーブルではそれぞれリース先やリース会社に関する情報を格納している。またリレーションとして部材 ID で ICtag テーブルと部材テーブル、部材テーブルと Lease テーブルを関連付け、部材テーブルと Lease 会社テーブルを Lease 会社 ID で、Lease 先テーブルと Lease テーブルを Lease 先 ID で関連付けた(図-9)。

本研究では、IC タグを読み取った際にその ID に対応する部材について出荷日やリース先、返却日といった情報をデータベースに保存するプログラムを開発した。本プログラムではまず、読み取った複数の IC タグの ID を一時的に出荷リストまたは返却リストに格納する。IC タグ及び部材にはそれぞれ固有の ID が与えられており、読み取った IC タグ ID とデータベース内で関連付けら

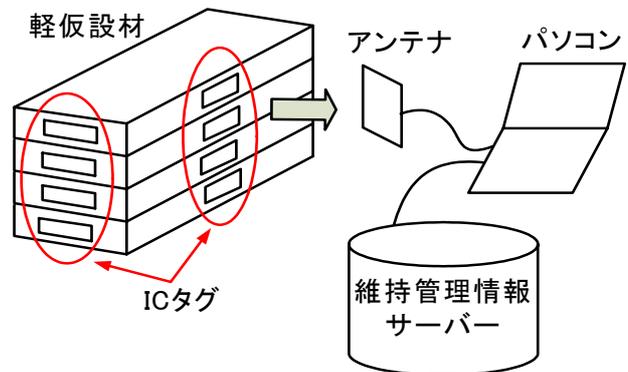


図-8 情報管理システムのイメージ

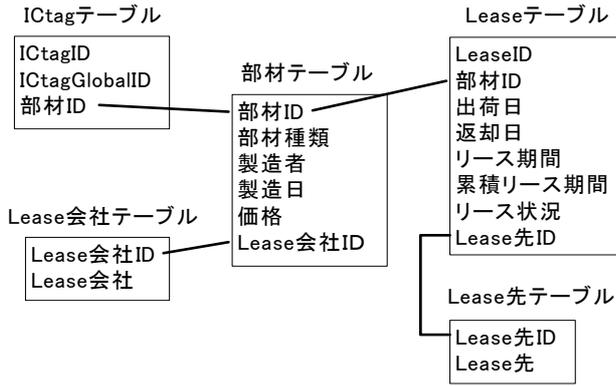


図-9 開発したプロトタイプのリソースモデル

れている部材 ID を探し、出荷または返却する部材 ID リストを作成する。しかし、一つの部材に対して複数の IC タグが設置されている場合がある。一つの部材に設置された複数の IC タグを同時に読み取った場合は、部材 ID リスト中に、同じ部材 ID が重複してしまうので、プログラムの中でチェックし、部材 ID がリスト内で重複しないようにした。

ユーザインターフェースでは、出荷日とそのリース先、返却日を入力するテキストボックスと出荷ボタン、返却ボタンを用意（図-10）、出荷ボタンをクリックすると、出荷する部材 ID リストにある部材一つ一つについて、入力された出荷日、リース先で出荷する処理を行い、データベースに保存する。また、返却されていない部材に対して出荷する処理をした場合や、入力した出荷日とその部材の最終返却日以前だった場合にはメッセージでエラーを知らせる処理をした。さらに、使用期間が軽仮設材の耐用年数である 8 年（2920 日）を超える部材についてもメッセージで出荷するかどうかを問い、それに応じた処理をするようにした。

同様に返却ボタンをクリックすると、返却する部材 ID リストにある部材一つ一つについて、入力された返却日で返却する処理を行い、データベースに保存する。また、出荷していない部材や、入力した返却日が出荷日以前だった場合にはメッセージでエラーを知らせる処理をし、部材の耐用年数が 8 年（2920 日）を超える部材についてもメッセージで知らせるようにした。

### 5. おわりに

UHF 帯 IC タグは使用が許可されたばかりであり、ま



図-10 プロトタイプのリソースユーザインターフェース

た、IC タグの特性は利用環境によって異なり、実はその性能や機能がまだよく分かっていないのが現状である。今回は、主に UHF 帯 IC タグの軽仮設材に貼り付けた場合の読取性能に関する基本的な実験を実施した。また、2.45GHz 帯との簡単な比較も行った。その結果、UHF 帯 IC タグの方が 2.45GHz 帯よりも一括読み取りに適していること、貼り付け方の違いによる通信距離の変化についてある程度把握することができた。また、軽仮設材管理のため、データベースを用いたプロトタイプシステムを構築した。

今後は、この実験結果を生かして、現場の実態に即した IC タグの取り付け方や耐環境性について、詳細に検討するとともに、開発したプロトタイプシステムの詳細な検証実験を行い、さらに改良を加えていきたいと考えている。

### 参考文献

- 1) 労働省労働基準局長：経年仮設機材の管理について、1996.
- 2) 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）、<<http://www.jacic.or.jp/topics/2005072601/gaiyo.pdf>>, pp.41-44, 2005.4.
- 3) 矢吹信喜,益倉克成,塚原弘一,河内康,児玉直樹：IC タグの建設分野での活用に関する基礎的調査検討, 土木情報利用技術講演集, Vol.30, pp.13-16, 2005.10.
- 4) 矢吹信喜,尾山寿史：IC タグの軽仮設材管理への利用に関する実験的検討,土木情報利用技術論文集, Vol.15, pp.231-240, 2006.10.