

- 5 R F I D タグを利用した建設現場管理システムの開発

Construction Personnel Management System Using RFID Tag

武井正孝¹・近藤操可²・万代智也²・野村義清³・山田美治⁴

Takei Masataka, Kondo Moriyoshi, Mandai Tomoya, Nomura Yoshikiyo and Yamada Yoshiharu

抄録: ICチップとアンテナで構成されるRFIDタグは、その中にデータを格納し、無線波を利用してデータを送受信できるため、個体認識の技術として、流通業界での商品管理や、製造業での製品管理への利用が高まってきた。本報告では、清掃工場解体工事における作業員の安全、労務管理に適用した事例を紹介する。昨年度は報告できなかった、アンテナ感度の調整結果、電気錠による登録作業員以外の入場阻止機能、粉塵濃度のリアルタイム計測と警報機能についても報告する。

キーワード: R F I D、I C タグ、労務管理、個体認識、現場管理システム

Keywords : RFID, IC tag, ON leaving management, Individual recognition, Site management system

1. はじめに

近年、さまざまな業界、団体でRFIDタグの適用についての検討、研究がなされている。特に食品業界、医療・薬品業界、アパレル業界などにおいては、個々の流通経路や使用履歴、顧客の反応履歴など、今まで取得・管理が困難だった情報を扱える次世代ツールとして注目を浴びている。

本報では、このRFIDタグを、清掃工場解体工事における安全、労務管理に適用した事例を報告する。ダイオキシン濃度の高い部分である高さ100mのRC造煙突解体のために設置した第3種管理区域に適用した。

2. RFIDタグの概要

RFID (Radio Frequency Identification) タグは名称が、ICタグ、無線ICタグ、RFタグ、IDタグなど、さまざまな名前で呼ばれているが、いずれも同一のものをあらわす名称である。

JIS X0500 2002 年度版「データキャリア用語」では、RFIDを「誘導電磁界または電波によって非接触で半導体メモリのデータを読み出し、書き込みのために、近距離通信を行うものの総称」と定義している。

RFIDタグシステムは、RFIDタグとリーダーライタ、周辺機器（パソコン等）で構成される。

RFIDタグは、ICチップとアンテナで構成され、リーダーライタは通常アンテナとコントローラで構成される。リーダーライタは、RFIDタグとの通信（読み書き）を目的としている。（図 - 1）

我々の身のまわりでは、キャッシュカードやクレジットカードなどのICカードが使用されているが、これらの中には、非接触型のカードもある。これはRFID技術を利用しているので、RFIDタグの範疇に含まれるものといえる。

RFIDの技術は、1940年代に当初、軍事技術として開発され、その後、商品管理や自動車の通行料金システム（ETC）^{注）}として商業利用されてきた。1990年代に入ると、工場のライン管理などにも利用が広がったが、2000年代になり、ユビキタス・コンピューティング、ユビキタス社会の到来ということで再び注目を浴びることとなった。ユビキタス・コンピューティングとは、世の中の至るところにコンピュータが存在するという意味で、人が場所や時間を意識することなく、ネットワーク上の情報を利用できる世界をいうが、この世界を実現する技術の一つとしてRFIDが注目されることとなった。

RFIDタグには、利用周波数帯や、通信方式のほか、電池内蔵が否かによる、アクティブ型、パッシブ型などさまざまな種類がある。参考文献2)を参照されたい。

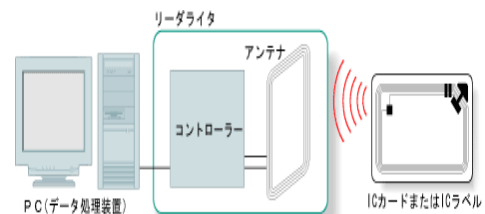


図 - 1 RFIDタグの構成

1 : 正会員 博士(工) 西松建設(株)品質管理部

(〒105-8401 東京都港区虎ノ門1-20-10, Tel : 03-3502-0545, E-mail : masataka_takei@nishimatsu.co.jp)

2 : 非会員 西松建設(株)技術研究所 (〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津4054)

3 : 非会員 戸田建設(株)技術研究所 (〒107-0052 東京都港区赤坂8-5-34)

4 : 非会員 (株)ヨコハマシステムズ (〒220-0004 神奈川県横浜市西区北幸2-6-26HI 横浜ビル)

3. 清掃工場解現場における管理区域安全管理システム

3.1 管理区域安全管理システムの概要

(1) 機能

清掃工場の解現場における管理区域安全管理システムに、RFIDタグを使用した。このシステムの機能は下記の通りである。

作業員の入出退管理機能

電気錠による登録作業員以外の入場阻止機能

粉塵濃度のリアルタイム計測と警報機能

日報、月報等の帳票作成機能

ダイオキシン類の浮遊する危険な管理区域への入場は特別教育を受講した作業員のみが入れるように、RFIDタグ付のヘルメットを着用していない人が入り口ゲートを通しても入り口ドアの電気錠が開かない仕組みとしている。(図-2, 3)

また、ダイオキシン類の代替として粉塵濃度をリアルタイムに計測し、管理値を超えると警報処理が行われる機能を加えた。

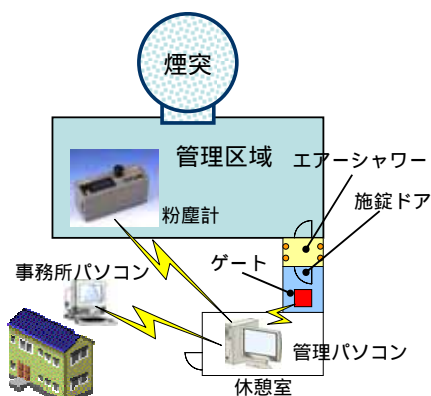


図-2 システム概要図

(2) システム構成

システム構成機器は、管理区域への入り口にある入出退のRFIDタグフリーゲート、入り口ドアの電気錠、管理区域内のデジタル粉塵計、またこれらのデータを受け取り、コントロールする管理パソコン、またそれらの状態を把握するための事務所パソコンをLANで結んだ。(図-4)

3.2 各サブシステムの機能紹介

(1) 作業員の入退管理機能

現場において必ず全員が着用するヘルメットの内部にRFIDタグを着装することにより、識別・入退管理を行うシステムである。

RFIDタグの方式には、表-1に示したように各種の種類があるが、このシステムでは感度の指向性が広く、安価な13.56MHzのパッシブ型RFIDタグを使用した。採用したRFIDタグは、名刺サイズの大きさをした柔らかいプラスチックでラミネートされているので、ヘルメットの内部にもセットをしやすい。

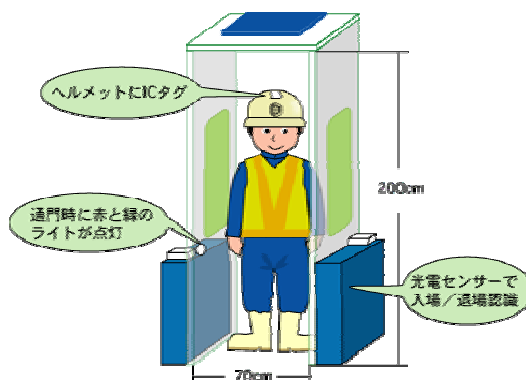


図-3 RFIDフリーゲート

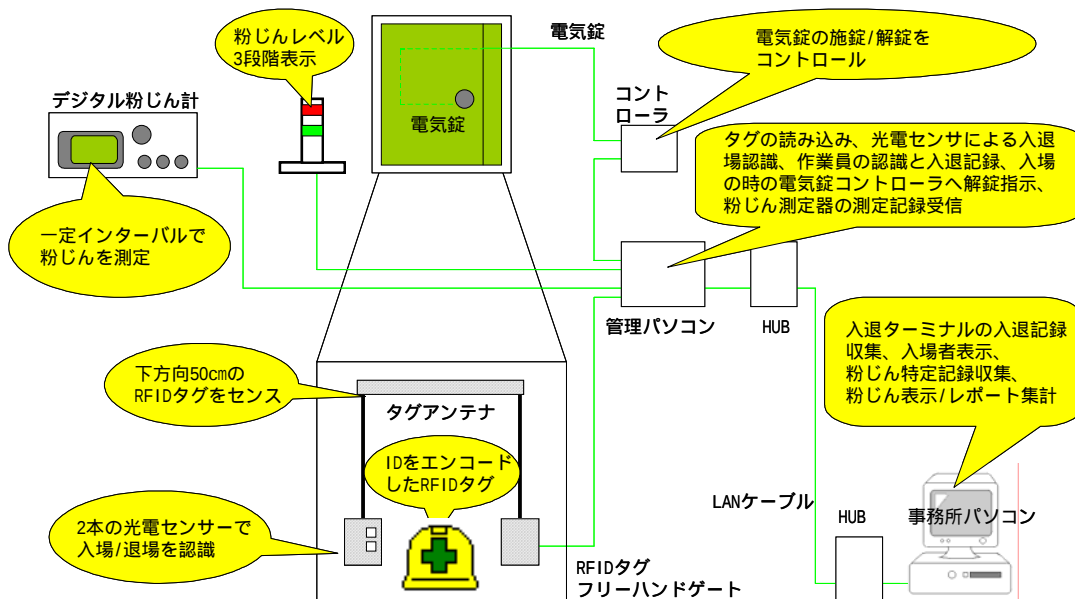


図-4 システム構成図

作業員の認識はRFIDタグで行い、入場か、退場かの判断は光電センサーで行っている。タグアンテナから、ヘルメットまでの認識距離は約50cmである。RFIDタグには事前に作業員番号が入力されており、パソコン上の作業員データベースと連動させて管理を行っている。

当物件では、休憩室と管理区域入り口のエアシャワー室の間に、RFIDタグフリーゲートを設置した。ゲートの高さ1.9mの高さにRFIDタグアンテナを置き、その下を第3レベル保護具の重装備を着用した作業員が通過することにより入退を認識させた。写真-1にフリーゲートの設置状況、図-5に、入退状況のパソコンの管理画面を示す。

この管理区域は煙突という限られた空間での作業となるため、1日にこの管理区域に入って作業する作業員は10名程度である。本システムを稼働させた期間は約2ヵ月間で、表-2に示すように、この間に24名の人間が449回入所している。延べ滞在時間は1,045時間である。一人あたりの平均滞在時間は職種により大きく異なり、煙突解体工と排水処理工が約3時間、ダイオキシン類調査員が約2時間半、安全施設工が約1時間、JVの管理者が約20分となっている。

なお、ゲートとアンテナの高さ設定については、アンテナ感度の調整を行い、約50cmの感知距離を確保した。図-6に、アンテナ感度の調整結果を示す。

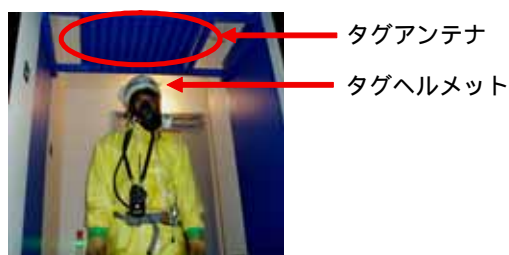


写真-1 フリーゲート設置状況

図-5 入退状況管理画面

表-1 業種別入出退データ

業種分類	JV管理	煙突解体	排水処理	安全施設	DXN計測	その他	計
人数	5	7	3	3	1	5	24
延べ入所回数(回)	80	284	31	8	1	45	449
延べ滞在時間(時:分)	24:03	879:02	94:35	6:41	2:24	14:28	1045:13
平均滞在時間(分)	0:18	3:05	3:03	0:50	2:24	0:51	

水平方向はほぼ同一であるが、高さ方向はアンテナ面から遠ざかるほど感度が下がることがわかる。ここでは、約95%の認識率となった。

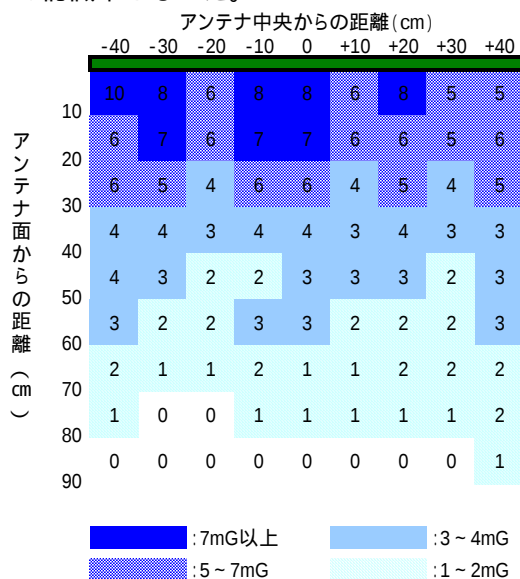


図-6 アンテナ感度調整結果(電磁波計による)

(2) 電気錠による登録作業員以外の入場阻止機能

管理区域内はダイオキシン類濃度が高いため、事前登録した作業員のみゲートを通過でき、それ以外の人は管理区域内に入れないように、RFIDタグゲートの認識結果と入場扉の電気錠とを連動させることにより管理を行った。(写真-2)



写真-2 入場扉と電気錠

(3) 粉塵濃度のリアルタイム計測と警報機能

作業員の安全管理と外部への飛散防止管理のために、作業環境の空気中のダイオキシン類濃度を計測している。ダイオキシン類の分析には通常1ヵ月近くかかるため、この代替計測として粉塵量を計測する。ダイオキシン類は単独では存在せず、粉塵などに付着して存在しているため、この粉塵を計測することによってダイオキシン類濃度を想定した。粉塵計はデジタル粉塵計を使用する。リアルタイムデータをパソコンに通信し、「要注意レベル値」を越える値が検出されたら、パトライトと音声で警告し、注意を促す。「危険レベル値」を越えた場合は、解体作業を中止する。

表 - 2 作業管理日報出力例

管理区域 入出退 管理日報												
平成16年09月01日 平均粉塵濃度：(0.08mg/m ³) → 平均ダイオキシン類濃度(0.05pg-TEQ/m ³)												
No	業者名	作業員名	作業場所	作業分類	作業内容	保護具	入場時間	退場時間	滞留時間	合計 滞留時間	健康状態	備考
1	〇〇工業	〇〇〇	地上部	耐火レンガ除棄	1次除棄	レベル3	9:57	10:40	0:43		良好	
2			地上部	耐火レンガ除棄	1次除棄	レベル3	11:55	12:45	0:50		良好	
3			地上部	耐火レンガ除棄	1次除棄	レベル3	15:21	15:31	0:10		良好	
4			地上部	耐火レンガ除棄	1次除棄	レベル3	20:12	20:13	0:01		良好	
5			地上部	耐火レンガ除棄	1次除棄	レベル3	20:14	20:15	0:01	1:45	良好	
6		〇〇〇〇〇	地上部	耐火レンガ除棄	1次除棄	レベル3	6:24	8:15	0:51		良好	
7			地上部	耐火レンガ除棄	1次除棄	レベル3	8:35	12:05	3:30		良好	
8			地上部	耐火レンガ除棄	1次除棄	レベル3	13:18	20:16	6:58	12:19	良好	
9		〇〇〇〇	地上部	耐火レンガ除棄	1次除棄	レベル3	15:17	15:35	0:18	0:18	良好	
入場者数		3名								合計	14:22	

当物件では、事前調査から粉塵濃度とダイオキシン類濃度の相関係数であるD値に0.616を採用した。作業者は保護具を着用しているため安全上特に問題はないが、管理値として「要注意レベル」を第3管理区域の基準である3.75pg-TEQ/m³、「危険レベル」をその倍の値で管理をした。実際の計測データでは、高性能集塵機を使用したことにより、図-7に示すように1日の最大瞬間ダイオキシン類濃度は管理値(3.75pg-TEQ/m³)を越える日は1日もなく、安全に作業を行うことができた。2カ月間の平均濃度は0.11pg-TEQ/m³であり、大気環境基準0.6pg-TEQ/m³よりも低い値で作業をすることができた。

(4) 日報、月報等の帳票作成機能

このシステムは、以下の4種類の日報、月報の帳票を出力することができる。帳票の内容のうち、RFIDタグやデジタル粉塵計から自動的にデータを持ってくるができるものは、業者名、作業員名、入場時間、退場時間、粉塵濃度である。これらのデータから作業員ごとの滞留時間、合計時間やダイオキシン類濃度が計算され出力される。これ以外の作業場所、作業分類、作業内容、保護具レベルなどはパソコン上で選択肢から選択入力して、簡単に日報を作成することができる。

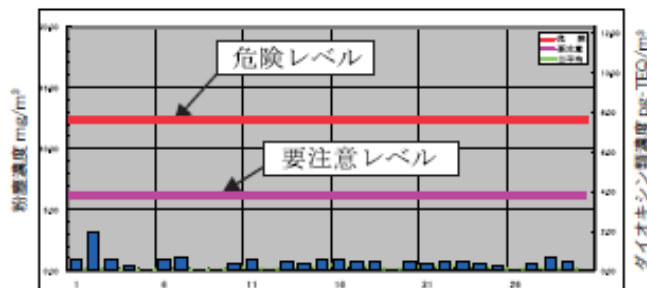


図 - 7 粉塵濃度(ダイオキシン類濃度)月報

(日報)

1) 作業管理日報

平均粉じん濃度、業者名、作業員名、作業内容、保護具、健康状況など

2) 粉塵濃度計測日報

粉塵濃度の表とグラフ、平均濃度、最高濃度、最低濃度

(月報)

3) 作業員別月報

日付、作業内容、保護具、健康状況、平均粉じん濃度など

4) 粉塵濃度月報

粉塵濃度の表とグラフ、平均濃度、最高濃度、最低濃度

4. まとめ

RFIDタグを利用した、管理区域安全管理システム、入退場管理システムについて紹介した。

いずれも、従来の磁気カードやICカードのように、リーダにかざすことなくゲートを通過できることは、重装備の作業員だけでなく、一般の装備の作業員の通過認識にきわめて有効であることが検証できた。

また、前者では電気錠システムとの連携が有効であり、後者では、大量の作業員の管理に有効であることが確認できた。

RFIDタグについては、現場の作業員の管理だけでなく、現場に搬入される物品の管理にも有効と考え、これへの適用についても検討をすすめている。

(注)ETCに利用するのは、RFIDの範疇から外れるとの意見もあるが、本論文では、広い意味でRFIDの範疇に入れた。

参考文献

- 1) 伊藤耕一, 近藤操可, 原昌広: 「ICタグを利用したシールド工事バッテリーロコ運行管理システム」土木学会第60回年次学術講演会 6-143 pp285-286 2005.9
- 2) 武井正孝, 田口毅, 万代智也, 近藤操可: 「ICタグを用いた入退場管理システムの開発」土木情報利用技術講演集 Vol.31, pp53-56, 2006.10