

# 磁界と IC タグを利用して重機周囲を常時監視

## アラウンドウォッチャー

三宅 ヨシタカ

建設工事における大型建設機械（以下、重機）は建築分野、土木分野ともなくてはならないものであり、施工の効率化・省力化に大きく寄与してきた。一方、重機作業の増加による重機と作業員の接触事故も多く発生し憂慮するところである。これまで重機との接触事故の根絶を目指した様々な商品が生み出されてきたが、課題も多く広く採用されるに至っていない。

本稿では、建設工事における重機と作業員の接触事故防止を目的に、従来の IC タグでの誤検知の課題を解決し、更にモニタにより周囲を確認可能にした重機周り作業員検知システム「アラウンドウォッチャー (Around Watcher)」(以下「本システム」という)を開発したので紹介する。

キーワード：IC タグ、安全管理、重機、RFID、セミアクティブタグ

### 1. はじめに

近年バックホウ、ホイールローダ等の重機は、多くの建設現場で採用されている。これは施工の生産性向上と施工現場での建設作業員の減少にともなったものである。一方、建設機械等による災害は後を絶たず、死亡災害は平成 24 年において全死亡災害のうち約 12% と無視できない状況にある (図-1)。

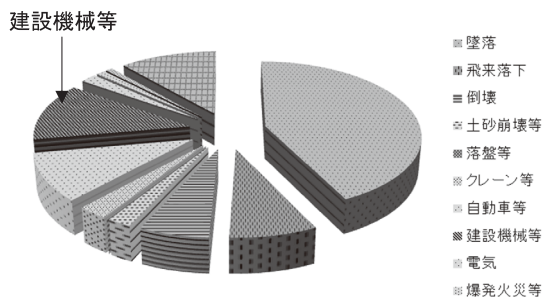


図-1 建設業における死亡災害  
(建設業労働災害防止協会 平成 24 年データを引用)

これまでの作業員検知システムは、遠方の作業員まで検知し誤った警報を発することがあり、その信頼性が問われていた (図-2)。

重機周り作業員検知システム本システムは、建設工事における重機と作業員の接触事故防止を目的に、セミアクティブ型 IC タグを使用し信頼性を向上させたシステムである。

従来の電波を利用した IC タグによる作業員検知システムは、電波の乱反射による誤検知を生じ易い。そこ

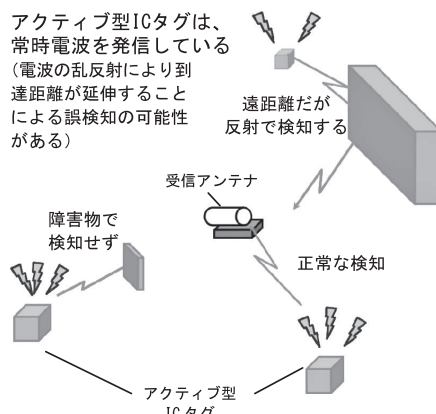


図-2 アクティブ型 IC タグを利用した従来方式原理図

で、重機周りに一定周期のタグ起動用磁界 (以下、起動磁界) を発生させ、IC タグを装着した作業員が磁界内に侵入した際、直ちに重機オペレータに警報を発し、重機オペレータは運転席のモニタで重機周辺の状況を目視確認し、誤検知を排除できるシステムを開発した。

本システムはセミアクティブ型 IC タグシステムと魚眼カメラ監視システムを組み合わせたもので、IC タグシステムの表示灯・警報音による注意喚起の機能と魚眼カメラシステムの映像で重機周辺の作業員を視覚で確認ができる機能がある。これら 2 つの機能が合わさることで接触事故の発生を抑制することが可能となる。

### 2. 開発の背景

建設工事では、作業員が重機オペレータの死角に

入ってしまう場合があり、重機と作業員の接触事故が発生していた。これまでも接触事故防止対策として超音波や電波を利用し、重機及び作業員に送受信機を携帯させた警報システムが開発された。

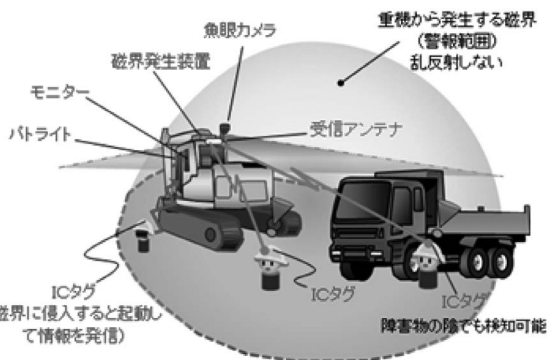
しかし、超音波方式やアクティブ型 IC タグといった電波を用いた方式は、乱反射による到達距離の延伸による誤検知や、受信機と作業員の間に他の重機等が入った場合の検知漏れの課題があり、トンネルなどの狭い作業空間では十分に機能を果たすことが困難であった(写真—1)。このため、重機の接触事故を防止するため信頼度の高いシステムの開発が求められていた。



写真—1 狭いトンネル現場でのシステム稼働状況

### 3. システムの概要

システムの概要を図—3 に示す。

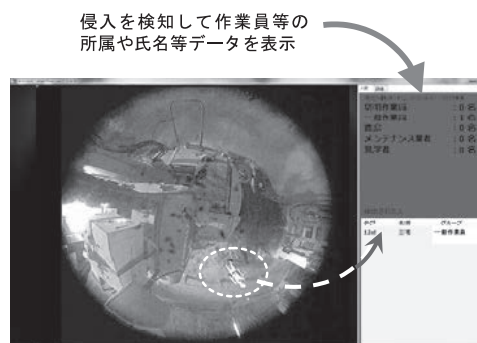


図—3 本システム概念図

- ①セミアクティブ型 IC タグ(写真—2)を身に着けた作業員が、重機に搭載した磁界発生装置から発せられる磁界内に侵入すると、同 IC タグは「タグ ID」と侵入した磁界の「磁界番号」を周囲に発信する。
- ②重機に搭載した受信機が同 IC タグの発信した電波を受信すると、表示灯を回転させるとともに重機オペレータ用のモニターに誰の侵入を検知したかを表示する。
- ③重機オペレータ用モニターには魚眼カメラによる重機周囲全体の映像が表示され、近くにいる作業員を視覚で確認することができる(写真—3)。



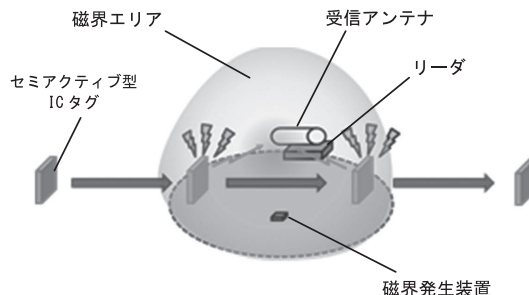
写真—2 セミアクティブ型 IC タグ



写真—3 モニタ表示画面（重機運転席）

本システムで用いたセミアクティブ型 IC タグは、検知範囲を磁界で設定しているため、超音波や電波のような乱反射は生じない。また、IC タグは起動磁界内に入った時のみ2つの情報（タグ ID と磁界番号）を発信し、これを重機に設けたアンテナで受信する。この受信データは接近を検知した自機の磁界番号を持つため、重機のオペレータは自機に接近した作業員だけを確実に検知することができる(図—4)。この様に磁界を利用することで従来の IC タグを使用したシステムと比較して検知範囲における精度の向上と IC タグに付加する情報量の増大を実現した。

セミアクティブ型 IC タグは、磁界エリア内のみ電波を発信する

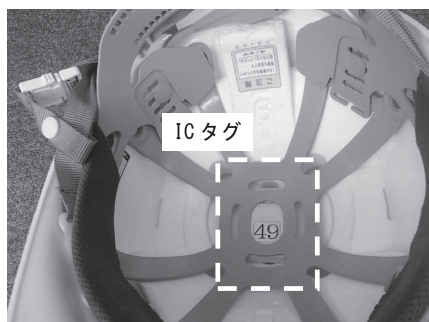


図—4 セミアクティブ型 IC タグを利用した本システムの原理図

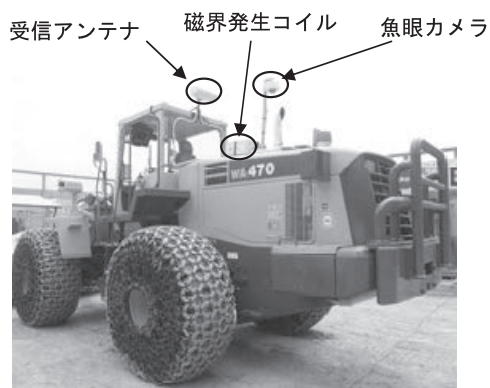
### 4. 本システム導入事例

IC タグを全作業員のヘルメットの内側に装着(写真—4)、本システムはバックホウとホイールローダに

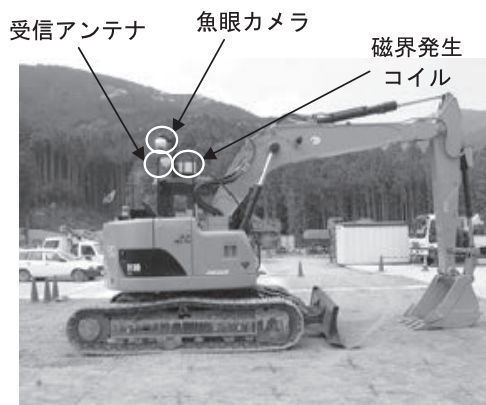
設置して（写真—5～7）試験運用を行った。約1年半の試験運用を通じて、誤検知を生じ易いといった問題は発生していない。



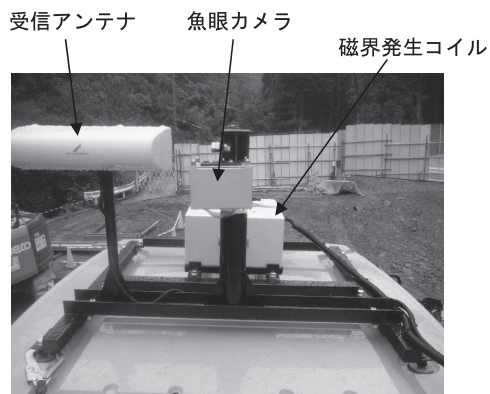
写真—4 IC タグ装着状況



写真—5 機器設置状況（ホイールローダ）



写真—6 機器設置状況（バックホウ）



写真—7 機器設置詳細

表—1 作業員検知技術比較表

|         | 従来方式（当社比）<br>重機周り作業員検知システム    | 本システム                             |
|---------|-------------------------------|-----------------------------------|
| IC タグ仕様 | アクティブ型 IC タグ<br>常時電波を発する      | セミアクティブ型 IC タグ<br>磁界に入った時のみ電波を発する |
| 電池寿命    | 約1カ月～半年                       | 約3年                               |
| 検知方法    | 電波強度が一定以上になったら検知(乱反射により誤検知あり) | 磁界に侵入したら検知(乱反射を生じない)              |
| 検知範囲    | 受信アンテナから10m程度(10m以内で設定可能)     | 磁界発生装置の周囲10m程度(10m以内で設定可能)        |
| 侵入者情報   | 個人を特定できない                     | 個人を特定できる                          |
| 侵入者の位置  | 確認不可                          | 魚眼カメラ映像で確認可能                      |

また重機の振動で機器が故障しないよう IC タグ制御機器内部に耐振対策を施し、魚眼カメラも重機に搭載できる仕様に改良し、機器の取付けに関して重機に対しても不具合を起こさないように様々な工夫を施すことで実用に耐えられるように改良した。

## 5. まとめと今後の展開

磁界を利用することで誤検知の問題を解消しトンネルなどの狭隘な作業現場においても信頼度の高い接近検知を実現した。また、魚眼カメラによる映像を取り入れることで重機のオペレータは運転席に居ながら、重機周辺にいる作業員の接近有無と位置を視覚で把握できる。今後は、トンネルに限らず様々な工種の重機（バックホウ、ホイールローダ、ブレイカ、振動ローラ等）に本システムを積極的に適用し、重機と人の接触事故防止に役立てていく予定である。

また、同 IC タグを利用した入退場管理も実用化しており、このシステムと本システムアラウンドウォッチャーを組み合わせることで、1つの IC タグで2つのシステムを兼用可能とし、重機災害の防止と入退場管理を一元化することでより確実な安全管理に貢献できると考える。

J C M A

### 【筆者紹介】

三宅 ヨシタカ（みやけ よしたか）  
鹿島建設(株)  
機械部 機械技術センター

