

43. 建設機械周辺の作業員認識システムの開発

鹿 島：三浦 悟，*松石 佳久
今井 道男

1. はじめに

建設工事で起こる労働災害の要因として、建設機械に巻き込まれたり、挟まれたりといった機械との接触事故がある。この災害発生の原因のひとつとして、作業員が機械運転員の死角に侵入し、運転員がそれに気づかずに機械を運転してしまうことがあげられる。

このような建設機械と作業員との接触事故の低減、防止を目的に、建設機械周辺に侵入する作業員を検知して運転員に知らせる「建設機械周辺の作業員認識システム」の開発を行った。本報文では、そのシステム概要および適用性確認実験結果について概要を述べる。

2. 背景（建設災害の現状）

建設業安全衛生年鑑によると、建設業全体における死亡災害の原因別発生状況を見ると、「巻き込まれ、挟まれ、激突され」といった建設機械との接触による死亡事故の割合は、図-1に示すように約16%である。

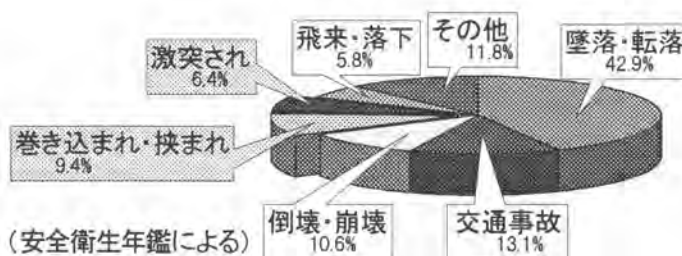


図-1 建設業における死亡災害の原因別発生状況

このような災害を防止する目的で、いくつかの同様のシステムが市販されている。

これらは超音波や磁界を利用したシステムであるが、安定した検知範囲の設定が困難であったり、周辺のノイズの影響を受けやすいといったこと、また、複数の作業員を同時に検知できない、侵入者が誰かが判らないといった問題点がある。特に機械と人間との協調作業などでは、作業効率を低下させてしまうこととなり、あまり使われていないのが現状である。

そこで、機械周辺の複数の作業員の検知と、誰であるかを認識できるシステムの開発を目標とした。

3. システム概要

1) 検知原理

検知原理は、電界内で物体の静電容量に応じた電圧が誘起されるという静電誘導現象を利用している。実際には建設機械周辺に電界を発生させて検知領域を作り、この領域に侵入してきた作業員を検知する方法をとっている。

2) システム構成・概要

本システムは、図-2に示すように、建設機械に搭載する「電界発生装置および警報発生装置」と、作業員に持たせる「IDカード」とで構成されている。

図-3に検知フローを示す。機械に搭載する電界発生装置と平板電極により静電界を発生させて検知領域を作る。作業員のヘルメット内には受信電極が内蔵されており、その電極に誘起される受信電圧のレベルにより検知領域への侵入を判断し、IDデータを微弱電波で送信する。機械側では受信装置で受信し、IDデータを判断した後、警報発生装置で作業員の侵入を運転員に知らせる。

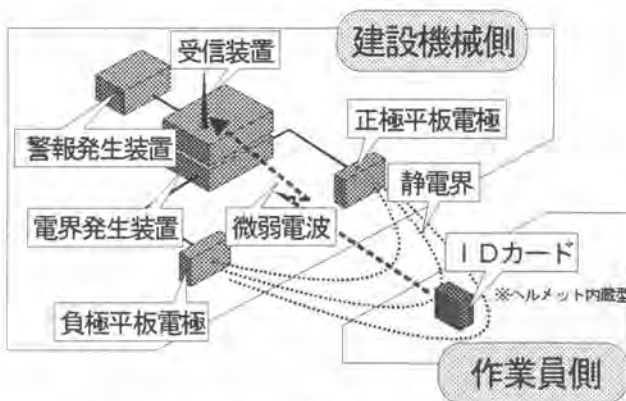


図-2 システム構成イメージ



図-3 検知フロー

表-1に本システムの主な仕様を示す。また、写真-1に主装置と平板電極を、写真-2にIDカードとヘルメット内蔵電極を示す。

表-1 システム主要仕様

電界発生装置	印加電圧	0~5kV _{p-p} 25kHz
IDカード	データ量	メモリ256キロバイト
	最大使用可能文字	10文字
	通信キャリア周波数	309kHz
	静電界検知レベル	40dB _{μV}

4. 適用性確認実験

1) 実験方法

本システムを試作し、50t クローラクレーンを用いて検知範囲の把握、検知性能の確認実験を行った。主装置を機体に搭載し、その周辺の受信電圧分布をヘルメット内蔵電極に誘起する電圧を計測することによって把握するとともに、検知可能領域、検知人数、伝送データの信頼性を調べた。写真—3に実験状況を示す。



写真—1 主装置と平板電極



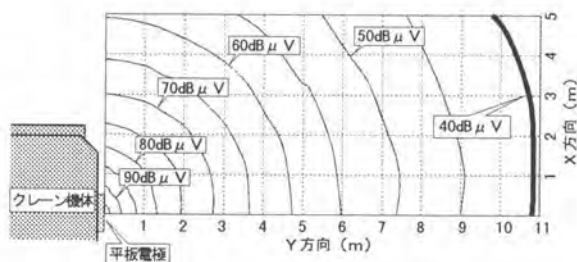
写真—2 IDカードとヘルメット内蔵電極



写真—3 電界強度計測状況

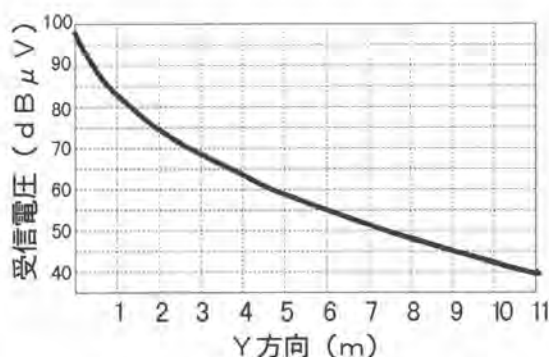
2) 実験結果

印加電圧を 5kV、平板電極 1 枚を高さを 3.2m に設置した場合の地上高さ 1.8m の受信電圧分布を図—4 に、その距離減衰を図—5 に示す。また、図—6 に平板電極からの距離がそれぞれ 3, 6, 9m 地点での平板電極の設置高さを受信電圧の関係を示す。

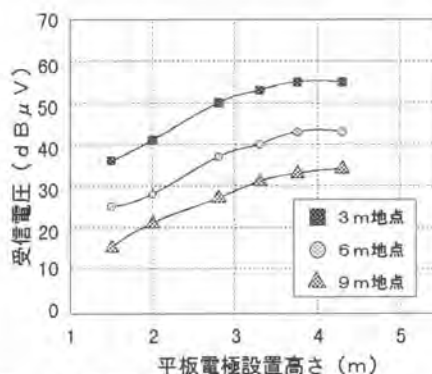


図—4 受信電圧水平分布(H=1.8m)

- a. IDカードの検知レベルは40dB μ Vであり、検知範囲は平板電極から半径約10mで、平面的な等電圧線分布はほぼ円形である。
- b. 平板電極の設置高さが3.5~4mの時、ヘルメット電極の受信電圧が最も高くなり、検知範囲が拡大した。
- c. 同時に4名の作業員の検知が可能であり、また侵入者が誰であるのが把握できた。
- d. ヘルメット電極は指向性が無く、作業員の姿勢に関係なく検知が可能であった。



図—5 受信電圧距離減衰(H=1.8m)



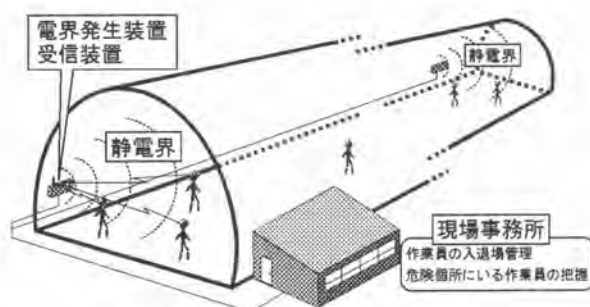
図—6 平板電極設置高さ別受信電圧強度 (H=1.8m)

5. まとめ

今回の実験により、本システムの基本的な適応性が確認できた。今回の適応性実験で確認できたように本システムの特徴は、検知領域が半径約10mと広範囲でかつ安定した設定ができること、また複数の作業員が同時に侵入してもよく、それぞれが誰であるかを判断して認識できる点である。このような特徴により機械周辺の作業員認識だけでなく、次のような応用も考えられる。

図—7のように、本システムを現場内の任意の位置に配置すれば、作業員に持たせた同じIDカードによって、現場への作業員の入退場の自動管理や、立入禁止区域や危険区域で、そこに誤って侵入しようとする作業員に自動的に警報を与えたりといったようなシステムである。

今後は、装置の小型化、低価格化などを考慮しながら、上記のような応用例も併せて、現場への適用を図っていきたいと考えている。



図—7 システム応用イメージ