

# KomVision 人検知衝突軽減システム

## システムの概要，人検知の原理の紹介

町田 正 臣

施工の進捗とともに状況が変化する建設現場では，人と建設機械の事故が課題となっている。建設機械による死亡事故発生件数は安全管理により減少を目指しているが，依然として高い。その課題に対し，PC120～PC1250（11型）向けにKomVision（機械周囲カメラシステム）を標準搭載にて市場に導入した。この導入により機械周囲の確認が容易になったが，機能向上のため機械周囲の人をカメラで検出するKomVision 人検知衝突軽減システムの開発を行った。人を検出した際にブザーなどで注意を促し，機体停止させ，建設機械と人との衝突事故を軽減する。本稿では，人検出の原理，システムの概要について紹介する。

キーワード：油圧ショベル，人検知，衝突軽減，停止制御，人検知衝突軽減システム

### 1. はじめに

施工の進捗とともに状況が変化する建設現場では，人と建設機械の事故が課題となっている。建設機械による死亡事故発生件数は安全管理により減少を目指しているが，依然として高い（図-1）<sup>1)</sup>。油圧ショベル・建設機械の事故の多くは衝突事故であり，最も多い原因は運転者の誤操作である（図-2）<sup>2)</sup>。

その課題に対し，PC120～PC1250（11型）にKomVision（機械周囲カメラシステム）（以下，従来の検知システ

ム）を標準搭載にて市場に導入した。従来の検知システムは，機械側面と後方に搭載した3台または4台のカメラを用いて俯瞰画像を構成し，視認による機械周囲の安全確認を補助するシステムである（図-3）<sup>3)</sup>。

更なる安全性向上のため，機械周囲の人をカメラで検出可能なKomVision 人検知衝突軽減システム（以下，人検知システム）の開発を行った。人検知システムは，人を検出した際にブザーなどで注意を促し，機体停止させるシステムである（図-4）。

コストの抑制と，迅速な市場導入のため，以下の方針で開発した。

- 従来の検知システムのソフトウェア変更のみで対応

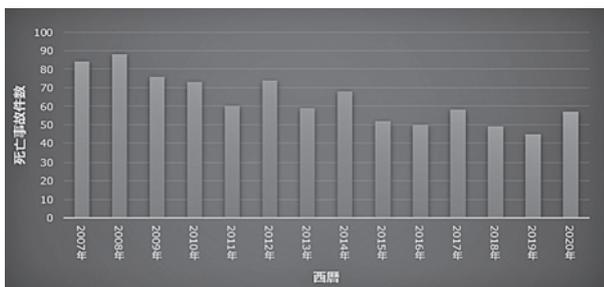


図-1 建設機械等の事故件数



図-2 油圧ショベル・建機の事故内容と事故の原因

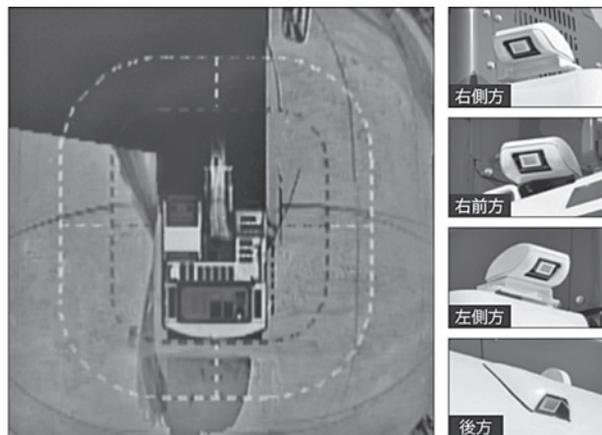


図-3 従来の検知システム



図一4 人検知システム搭載機外観（デカールが追加される）

- 開発期間やコスト増加を要する測距センサ等の追加は行わない

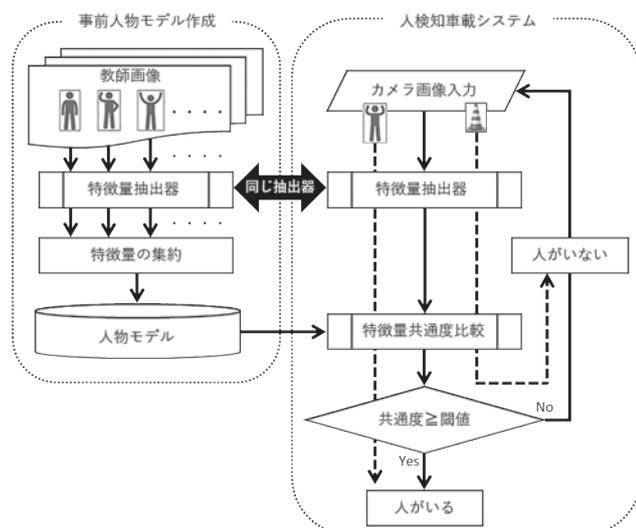
本稿では、人検出の原理、システムの概要について紹介する。

## 2. 人検知システムの原理

### (1) 人検出の原理

人検知システムは、モデル学習（人物モデルの作成）により人を検出する。人が映る画像をあらかじめ収集し、人の形状の特徴を抽出する。抽出した特徴のうち、共通するものを集約し、人物モデルとして事前に記憶する。

実際に人を検知する際、まず人物モデル作成時と同様の特徴を各カメラ画像で算出する。事前に記憶した人物モデルの特徴と、カメラ画像の特徴との共通度を比較し、共通度が高い場合「人がいる」と判断する（図一5）。



図一5 人検出の概要

### (2) 人物モデルの作成

開発初期、乗用車と油圧ショベルではカメラ取り付け高さ、角度が異なるため、人の映り方が異なり、乗用車の既存の人物モデルが使用できないことが分かった（図一6）。そのため、油圧ショベル搭載相当のカメラ位置、角度で画像を収集し、人物モデルを作成した。また、現場の作業者はヘルメット、作業服、安全ベストを着用しているため、さまざまな服装や姿勢の組み合わせで人物モデルを作成した。

## 3. 人検知システムの概要

### (1) 人検知システムの構成

従来の検知システムと同様に単眼カメラ4台と ECU (Electronic Control Unit) で構成される。単眼カメラから入力された映像を用いて俯瞰画像を表示し、同時に人検出処理を実施する（図一7）<sup>4)</sup>。

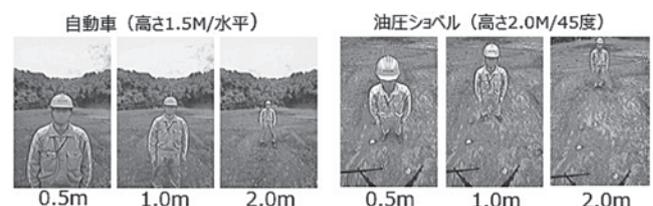
### (2) 人検知システムの発報方法

人を検出時、下記の3種類の方法で発報する（図一8）<sup>4)</sup>。

- マーカの表示（俯瞰画像上の人の位置を表示）
- 警告ブザーの鳴動（人検知時に鳴動）
- アイコンの表示（人検知の状態を表示）

本システムは車体からの危険度（距離）に応じ、目安線で区切られた2段階の警告方法を持つ（図一9）<sup>4)</sup>。

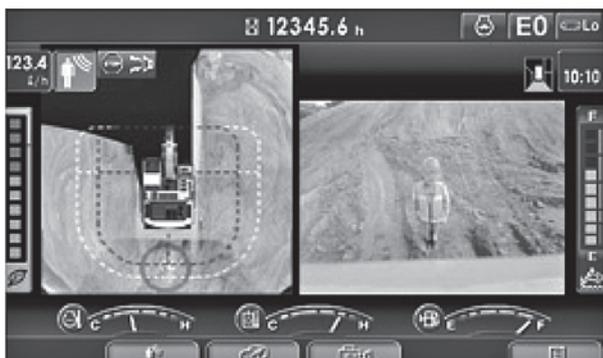
車体から遠い1段階目は、目安線（黄）の内側で人を検知した場合、俯瞰画像上に黄色いマーカで人の場所を示し、テンポの低いブザー（0.4秒 ON / 0.4秒 OFF）を鳴動させ、黄色いアイコンを表示させる。



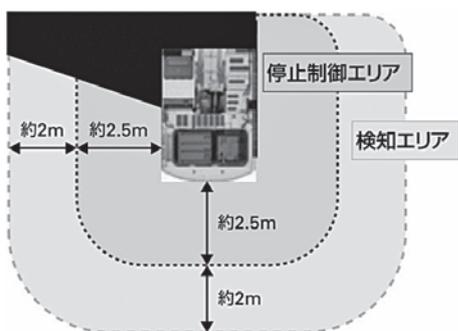
図一6 カメラ取り付け高さ／角度による映り方の違い



図一7 人検知システムの構成



図一八 人検知システムのモニタ表示

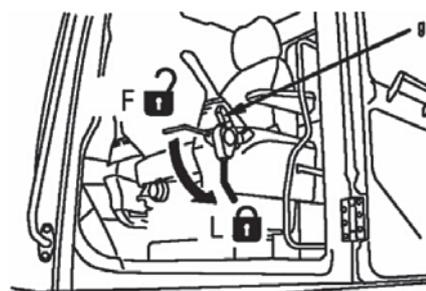


図一九 PC200-11の人検知エリア（目安線）

車体に近い2段階目は、目安線（赤）の内側で人を検知した場合、俯瞰画像上に赤色のマークで人の場所を示し、高い危険性を表すためテンポの速いブザー（0.08秒 ON / 0.16秒 OFF）を鳴動させ、赤いアイコンを表示させる（表一）。

(3) システムの有効化方法

ロックレバー（g）を操作してフリーの位置（F）にし、作業機（ブーム、アーム、バケット、旋回）を動作させることによりブザー機能、機体停止制御機能が有効となる。一方、ロックレバーをロックの位置（L）にすることでブザー鳴動、機体停止状態が解除されシステムは無効になる（図一10）<sup>4)</sup>。ブザー停止中も人を検知した際、マークは表示される。また、作動状態表示アイコンが状態に応じて変化し、システムの有効、無効を示す（表一2、3）<sup>4)</sup>。



図一10 ロックレバー操作

表一2 操作ごとの各機能の有効/無効

機能	作業機ロックレバー				ON
	OFF				
	走行レバー		旋回, 作業機レバー		
	ON	OFF	ON	OFF	
機体停止制御	有効	無効	無効	無効	無効
ブザー鳴動	有効	無効	有効	無効	無効
画面警告表示 (マーカ、アイコン)	有効	有効	有効	有効	有効

表一3 ブザーと機体停止制御作動状態表示アイコン

アイコン	状態の説明
	通常状態 人検知のブザーと機体停止制御が有効
	ロックレバーロック中 人検知のブザーは停止
	旋回中停止制御キャンセル中 旋回操作での停止制御は行われない

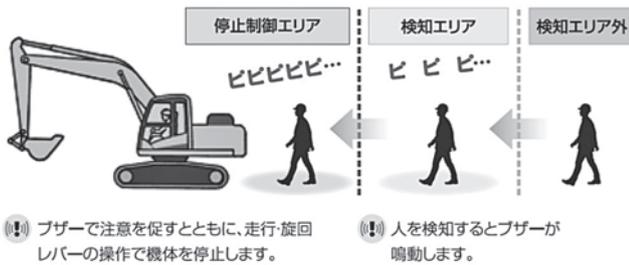
(4) 機体停止制御方法

目安線（赤）の内側で人を検知した状態で、旋回または走行を開始すると停止制御が有効となる。また、走行中に目安線（赤）の内側で人を検知した場合にも停止制御が有効となる。旋回操作中は、停止制御は無効となる（図一11）<sup>4)</sup>。

停止制御の方法は、ロックレバーを操作することなく電子的にロック状態に切り替え、緊急停止させている（図一12）<sup>4)</sup>。

表一1 人検知状態と発報方法

状態の説明	マーカの表示	ブザー	アイコン
非検知状態	なし	なし	
目安線（赤）と（黄）の間で人を検知	黄色いマーカ ○	テンポの低いブザー (0.4秒 ON / 0.4秒 OFF)	
目安線（赤）の内側で人を検知	赤いマーカ ○	テンポの速いブザー (0.08秒 ON / 0.16秒 OFF)	
システム故障中	なし	なし	



❗ ブザーで注意を促すとともに、走行・旋回レバーの操作で機体を停止します。

❗ 人を検知するとブザーが鳴動します。

図-11 検知エリアごとのシステムの振る舞い



図-12 停止制御が働いた際のモニター画面

### (5) システムの有効／無効切り換え

キーオン時、常にシステムは有効状態で起動するが、急停止により機体が不安定になる作業の場合にはシステム自体を無効にすることができる。

ロックレバーをロックした状態で、モニタコンソールのF2ボタンを押下し、有効／無効の切り換え画面で無効を選択すると、ブザーと機体停止制御が無効になり、作動状態表示アイコンがともに非表示となる。なお、システムを無効にした場合でも、人検知のマーカ表示は有効である(図-13)<sup>4)</sup>。

### (6) 使用時の注意事項

人検知システムは、カメラ画像を利用して人を検知するため、天候や周囲の状況により人を検知できない場合や、人ではないものを誤検知する場合がある。そのため、人検知システムを過信せず、特徴を十分に理

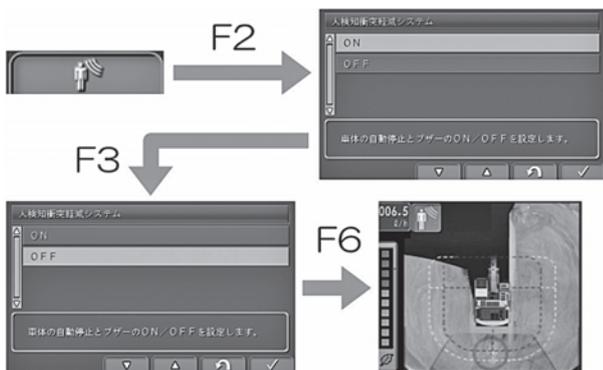


図-13 システムのON / OFF 切り換え方法



図-14 早見シート(上)と安全小冊子(下)

解したうえで使用する必要があり、取扱説明書の他に、安全小冊子の配布や運転席に早見シートを搭載している(図-14)<sup>5)</sup>。

## 4. 将来的な展望

自動車業界やAI関連業界の技術動向から、今後は更に検知性能の向上が必要とされており、検知性能の向上のために更なる開発を進める。また、モノとの衝突事故を防ぐため、測距センサ等を追加し、センサ情報と画像処理情報の融合(センサフュージョン)も求められている。しかし、高性能な測距センサは高価格であり、乗用車より監視範囲の広い建設機械へ安易に流用することは難しい。今後もさまざまなセンサの動向に注目し、品質、性能、コストの面から、ユーザーの必要に応じた製品の開発を進める。将来的に、あらゆる状況に対応可能な安全システムを開発し、事故による死傷者ゼロを目指す。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) 厚生労働省 職場の安全サイト 死亡事故DB
- 2) 厚生労働省データベース、コマツ社内調査
- 3) コマツカスタマーサポート カタログ
- 4) KomVision 人検知衝突軽減システム安全小冊子
- 5) KomVision 人検知衝突軽減システム早見シート

### 【筆者紹介】

町田 正臣(まちだ まさおみ)  
 株式会社小松製作所 開発本部  
 ICTシステム開発センター  
 車両アプリソフト開発グループ  
 技師

