

新型衝突軽減機能搭載油圧ショベル

SK125SR-7/SK135SR-7（衝突軽減システム「K-EYE Pro2.0」）

金子 浩康

建設業界における労働災害の防止は、業界全体の重要な課題の一つである。この課題に対して「重機と人の接触事故ゼロ」を目指して弊社はこれまで業界の先駆けとなる衝突軽減機能を開発・販売してきた。この度、現行の衝突軽減システム「K-EYE Pro」を進化させ、最新の画像処理技術を応用し、高い精度での人検知を実現した「K-EYE Pro2.0」を開発した。

キーワード：労働災害、接触事故、衝突軽減、人検知、AI（ディープラーニング）

1. はじめに

日本における重機の種類別事故発生状況の内訳として「土工用重機（バックホウ等）」と作業員との接触が最も多い。重機の操作状況別の事故件数においても、令和3年度では約30%が「旋回操作中」および「後退」の事故となっている¹⁾（図一1）。

このような事故は建設業で働く人の安全を脅かすだけでなく、工期の遅延など経済的な損失をもたらしてしまう。行政サイドもこの問題に着目し、建設現場への衝突軽減機能付き建設機械の普及促進を図るために、これらを対象としたNETIS認定や各種補助金施策を実施することで建機メーカーへの商品開発と施主や施工業者への現場導入を後押ししている。

2. 衝突軽減機能の課題と進化

当社は2017年に油圧ショベルの運転補助機能とし

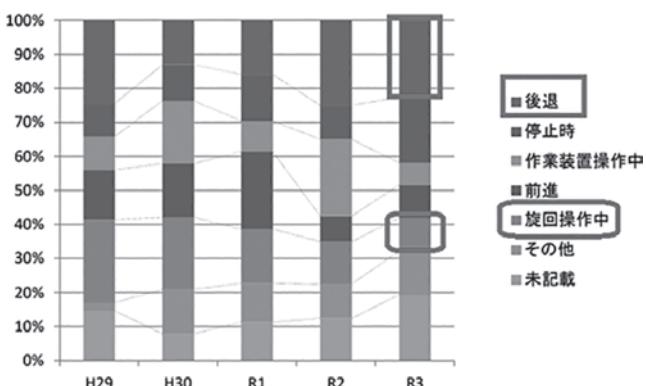
て現行の衝突軽減システム「K-EYE Pro」（以下、従来の衝突軽減システム）を開発。20tクラスの油圧ショベルに搭載し、機械が物体との接近を検知して自動で減速・停止する商品として販売を開始した。当時としては物体（人や障害物）を検知して自動で減速・停止するという点では画期的なシステムであったが、赤外線TOFセンサを使った物体検知方式を採用したこと、実際に機械と衝突しても被害が発生しないもの（例えば草木や砂埃など）も検知してしまい、その都度安全確認が必要となり作業効率を下げているケースがあった。

これに対し今回開発した衝突軽減システム「K-EYE Pro2.0」（以下、新・衝突軽減システム）は、従来の衝突軽減システムで培った減速／停止機能は活かした上で、検知対象を従来の「物体」から「人」に特化しこれを高精度に検知することで最優先で回避すべき「人」との接触防止と作業性への影響を最小限に留め、衝突軽減システムとしての信頼性を高めた。さらに機械周辺の共同作業者に機械への接近を注意喚起する警告灯やアラーム、カメラ画像記録装置（ドライブレコーダー）も新機能として開発し、更なる衝突リスクの低減と安全管理に有益なシステムとした。

以降、13tクラスの油圧ショベルSK125SR-7/SK135SR-7に搭載、商品化した新・衝突軽減システムの詳細について説明する。

3. 「人」検知機能

従来の衝突軽減システムでは人を含む物体を検知対象とするため、対象物との最接近距離を高精度で検知



図一1 重機の動作状況別の事故件数の推移（平成29年度～令和3年度）

できる赤外線 TOF センサを採用していた。新・衝突軽減システムでは、油圧ショベルに標準搭載の周囲俯瞰システム「Eagle Eye View」に用いている 3 つの CMOS カメラで得られる画像を利用し、「人」の存在を認識する。

「人」の認識は、高性能の演算装置と AI（ディープラーニング）であらゆる場面の人の姿や体の一部を学習させておくことで行っており、非常に高い精度でかつリアルタイムに人の認識を実現している。

ショベル周辺の人の存在を検知すると、キャブ内に警報音を発報するとともにモニタ画面が俯瞰画像に自動で切り替わり、人の侵入した検知エリアをカラーの点滅枠表示することでオペレータに分かりやすく知らせる（図-2）。新・衝突軽減システムは、人以外の物体は検知しないため物体への接触防止の機能はないが、作業現場で最も避けるべき人との接触防止を優先することで必要以上の物体検知・停止がなくなり、作業を妨げるケースが減った。

4. 警報／減速／停止機能

検知範囲内に人を検知すると、キャブ内の警報音とモニタ画面でオペレータへの注意喚起を行う。さらに

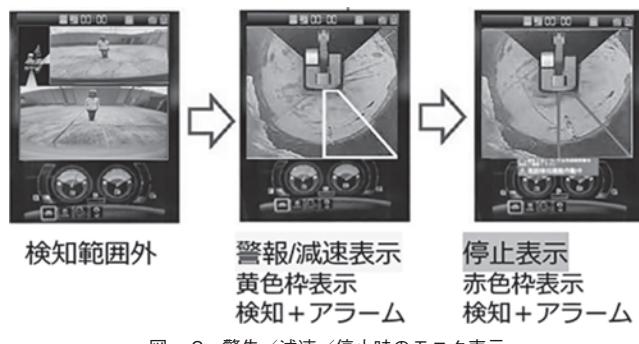


図-2 警報／減速／停止時のモニタ表示

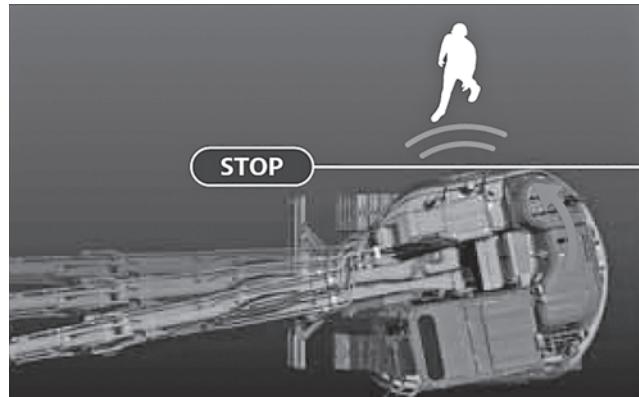


図-3 旋回停止動作イメージ

人と機械が接近して接触のリスクが高まると、旋回あるいは走行動作の停止制御（走行は減速→停止）を行い、検知した人と干渉する前に機械の動作を止める（図-3, 4）。

減速・停止機能の基本的な考え方は現行の 20t クラスの新・衝突軽減システムと変わらないが、今回搭載した 13t クラスは後方小旋回機であることやドーザーブレードが装着されることから、旋回停止と走行停止の検知範囲の最適化を行っている。

5. 周囲警報機能

人を検知した際の警告は、新・衝突軽減システムではキャブ内のオペレータだけでなく機械周囲の作業者へも注意を促す周囲警報機能を追加。機械周囲のどの方向からも視認できる警告灯（3か所に装備）とアラームを標準搭載している（図-5）。

小回りの利く後方超旋回機は狭隘な現場で使われ、手元作業員が機械周囲で作業する場面が多く想定される。機械周囲の作業者へ注意喚起することで、更なる接触事故リスクの低減に寄与する。

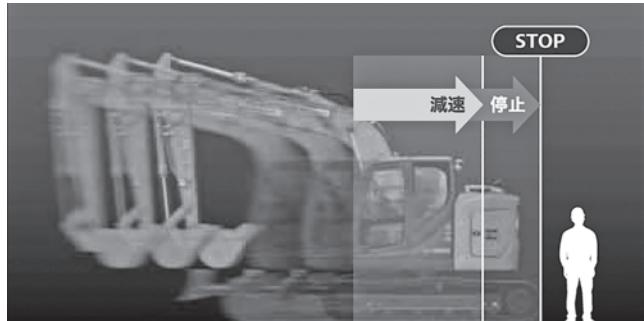


図-4 走行減速・停止動作イメージ



図-5 周囲警報装置

6. カメラ画像記録機能

新・衝突軽減システムがカメラ画像を使用したシステムであることを生かし、ドライブレコーダー機能（後、左右の3方向）も標準で搭載、オプションで前方カメラの増設が可能となっている（図-6）。

万が一、事故が発生した際に振り返って状況を確認し原因分析に活用が可能。また、機械周囲作業者や機械の動きを含む過去の映像を使ったKY活動や安全教育など、作業現場の安全管理に役立つ新しい機能としての活用を期待している。



図-6 人検知コントローラ & ドライブレコーダー

7. おわりに

新・衝突軽減システム「K-EYE Pro2.0」は、最新の画像処理技術を応用し、高い精度での人検知を実現できた。画像処理技術は日々進化しており、将来的にはあらゆるものを認識し、機械がより人間に近い柔軟な判断ができる可能性を期待している。「重機による災害ゼロ」を目指して、今後も革新的な製品を創り続けて行く所存である。

※本システムは、あらゆる条件にて検知を行い、お知らせ、衝突を回避する機能ではありません。性能には限界があり、システムに頼った操作や、間違った操作をした場合には、事故が発生するおそれがあります。

J C M A

《参考文献》

- 1) 国交省 安全啓発リーフレット令和5年度版

[筆者紹介]

金子 浩康（かねこ ひろやす）
コベルコ建機株
マーケティング事業本部
ショベル営業本部 商品企画部
小型ショベル商品企画グループ

