

衝突軽減システム搭載お知らせ機能付き周囲監視装置 FVM2+

FVM2+, Construction Machinery Surrounding Monitoring Device Equipped with System of Reducing Impact of Collision and Function of Notification

● 泉川 岳哉*
Takeya IZUMIKAWA

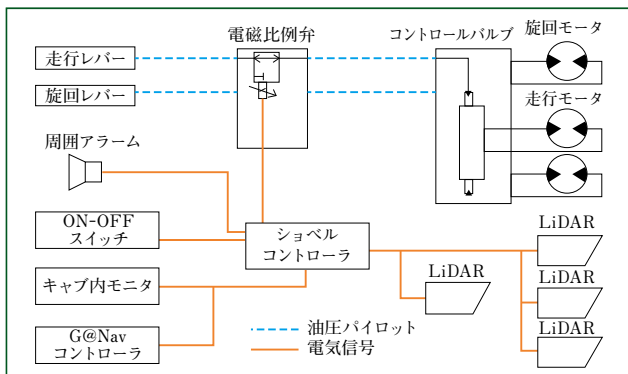


図1 FVM2+のシステム構成図
System configuration flow of FVM2+

1 はじめに

建設業の死亡事故は全産業のなかでも依然として多く、とりわけ建設機械に起因する事故が多く発生している。国土交通省の進めているi-Constructionにより機械周囲の作業者が減少したことで安全性が向上していると推定されるが、ICT建設機械のオペレータを対象にしたアンケートでは、ICT施工特有のリスクも挙げられている。具体的な事例として、マシンガイダンスのモニタのみを注視することによる周囲への目配りの減少や、機械周囲の作業者が少なくなった反面、安全確認が十分でなくなったことによるヒヤリハットなどがある。このことからICT施工の推進と併せて、機械自体の安全性の向上を図ることが必要と考えられる。住友建機株式会社では、この課題を解決すべく衝突軽減システム搭載お知らせ機能付き周囲確認装置FVM2+を開発した。

住友建機では、安全な建設現場を実現すべく2011年に3台の車載カメラの画像を合成してワイドな後方視界を俯瞰画像によりひと目でカバーするFVMを、2017年にはそれらの画像を解析して機械周辺の人の形を認識し、人がいると判断した場合には、モニタ画面への表示とお知らせアラームでオペレータに注意を促すFVM2を市場に投入してオペレータの安全確認サポートにいち早く取り組んできた。今回、機械周囲の「人の安全」に着目し、機械を自動で減速・停止することで油圧ショベルの接触事故リスクのさらなる低減に貢献するFVM2+(フィールドビューモニター2プラス)を20tクラス標準機SH200-7用に開発した。本報では、このシステムについて紹介する。

2 システムの概要

本システムは、3Dセンサを活用した反射物検知方式により、危険エリア内にいる安全ベストを着用した人を検知し、機械の走行および旋回を自動で減速・停止させることで衝突被害の軽減を図る装置である。安全ベストを着た人を反射物



図2 人検知機能
Human detection function

検知方式で高精度に検知する一方、建築現場に存在する盛土などに対しては作動しないことから安全性と作業効率を両立させた。作動範囲は機械の後方周囲270°のワイドエリアに対応し、作動状況はモニタで確認できるだけでなく外部アラームで周囲の作業者に警告することも可能である。

図1に、FVM2+のシステム構成図を示す。3Dセンサ(LiDAR)からの反射物検知情報をシヨベルコントローラで処理し、走行・旋回パイロット圧力を制御することで、走行・旋回動作を減速・停止させる。同時にモニタおよび周囲アラームを制御し、警報を発する。検知情報はG@Navコントローラにより稼働管理システムに送られ、遠隔地でもウェブ画面上で作動状況を確認することができる。

3 FVM2+の特徴

(1) 人検知機能

本システムでは、LiDARによる反射物検知方式で安全ベストを着た人を高精度に検知している。LiDARは、一般的に埃や雨があるとそれらを物体として検知してしまう。埃の多い建設現場では、埃を検知して機械が止まってしまうと作業効率が著しく低下してしまうので好ましくない。そこで、LiDARが検出した位置情報と併せて反射強度情報を用いることで反射物のみを検知しており、反射強度の低い埃を検知することはない。また、安全ベストを着用していれば作業者が屈んでいても姿勢に関係なく検知が可能である(図2)。ただし、反射板付きのカラーコーンなどに反応して停止することがないよう、高さ60cm未満の反射物は検知しないので倒れている作業者を検知することはできない。同様に大きな荷物を抱えていてセンサが反射ベストを捉えにくい状態であったり、安全ベストの種類や劣化により反射率が低下していると検知されない場合がある。安全ベストは一般に販売されている物で検知可能であるが、丈が長く全体に反射ラベルが付いた反射強度が強い物を推奨している。



図3 走行・旋回時の減速・停止制御のイメージ
Image of control for reducing speed and stop on moving and turning

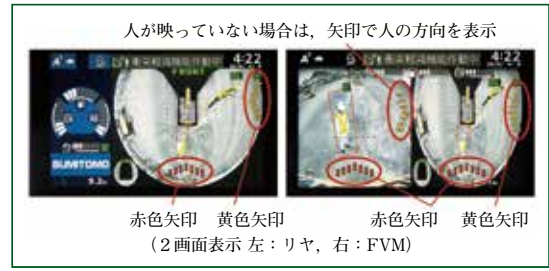


図5 モニタ表示例
Examples of displaying on monitor



図4 周囲アラーム
Alarm to surrounding construction machinery



図6 G@Nav表示例
Examples of displaying on G@Nav

LiDARは変調赤外線照射方式で外乱光に強く、夏の直射日光の下でも冬の西日が差し込む状況でも、また暗がりでも反射物を検知することができる。

人の検知範囲は機械の後方周囲270°としており、オペレータがモニタのFVM画面上で視認可能なエリアと同一としている。これによりオペレータはシステムの作動範囲を容易に判断することができる。また、ショベルが下部走行体に対し上部旋回体を90°旋回させて横方向に走行しているときも後進時と同様に検知範囲としている。

(2) 衝突軽減機能

安全ベストを着た人を検知すると、機械の走行および旋回を自動で減速・停止させ、急停止によるオペレータへの負担や衝突被害の軽減を図る(図3)。機械が停止した状態で検知した場合は、走行・旋回の起動を停止させる。減速・停止制御が作動すると、周囲に人がいなくなっても制御を継続させるが、オペレータが操作レバーを中立にすることで安全確認が行われたとシステムが判断すると制御は解除される。これにより、人がいなくなった途端に機械が動き出す危険を防ぐと同時に、操作レバーから手を離すことなく作業を再開でき、安全性と作業効率を両立させている。旋回の減速・停止制御は衝突する方向でのみ行われ、回避する方向には運転操作が可能である。

走行と左右旋回の減速・停止範囲は個別に設定されており、走行で衝突するリスクがあっても旋回で衝突するリスクがない場合は、走行にのみ減速・停止制御が行われる。走行・旋回以外のアタッチメントについては制御が行われないので、アタッチメントが急停止するようなリスクは生じない。人の検知および制御のフレームレートは約50Hzとなっており、制御のバラツキを最小限に抑えている。

(3) 警報機能

人を検知し衝突軽減機能が作動すると、オペレータにモニタ上で警告すると同時に、周囲の作業にも外部

アラームで警報を発する(図4)。これにより作業者が衝突のリスクを回避し、その場から退避するなどの行動を起こすことができる。外部アラームは夜間工事などで騒音に配慮する必要がある場合はOFFとし、キャブ内のみアラームに切り替えることができる。モニタには実際のカメラ画像に検知した人の方向が矢印で表示され、周囲の状況をひと目で確認できるようになっている(図5)。矢印は検知した人との距離に応じ2段階(遠方の減速エリアでは黄色、より近くの停止エリアでは赤色)で表示される。これらの警報や停止制御はゲートロックの状態やレバーの操作状況に関係なく常に行われるので、人の検知状況を作業開始前からオペレータと周囲の作業者に知らせることが可能となり、安全性が向上する。

FVM2+の作動状況はリアルタイムで稼働管理システムG@Navに送信され、事務所などの遠隔地からもウェブ画面上で確認することが可能である。FVM2+が作動した場所を地図上に表示するなど、危険発生リスクを見える化することで、現場における安全対策に活用することができる(図6)。

4 おわりに

安全性だけでなく作業効率も考慮し、現場責任者やオペレータが使いたいと思う安全装置を目指し、衝突軽減システムの開発を進めてきた。しかしながら現場の安全は本システムのみでは実現されず、現場全体の安全管理およびオペレータの安全操作が前提であり、さらに万が一のときに安全をサポートする装置などにより実現することができる。すでに自動車業界ではより高度な安全技術が開発されており、建設機械においても機械や現場の特性に合った安全装置の開発が求められる。今後もさらなる安全性の向上を目指して新たな技術開発を進めていきたい。

※「FVM」は、住友重機械工業株式会社の登録商標です。
「G@Nav」は、住友建機株式会社の登録商標です。