

製品紹介

ユーティリティ商品向け衝突検知警報システム Collision Detection Alarm System for Utility Products

山根 一夫
Kazuo Yamane
佐藤 大
Dai Sato

多種多様な業界で活躍するフォークリフトによる災害は毎年一定数発生しており、場合によっては死傷者が発生してしまうこともある。これに対して、フォークリフトの接触事故を減らすために、幅広い環境下で使用できる準ミリ波レーダと、車両の推定軌跡を組み合わせることで、さまざまな使用環境に対応可能で、対象にセンサやタグが不要かつ誤発報を抑えた「衝突検知警報システム」を開発し、市場導入した。その主な特徴を紹介する。

A certain number of disasters that involve fork lifts, which are utilized in a diverse and variety of industries, are occurring each year, which are fatal in some instances. As a means to respond to such situation and reduce the number of collision incidents that involve fork lifts, a “collision detection alarm system”, which requires no sensors or tags for targeting and limits erroneous triggering of alarms was developed and introduced to the market. This system is capable of responding to a variety of operating environments, with a combination of a standard millimeter-wave radar that can be used in a wide range of environments and travel trajectory estimation feature, principal features of which are introduced here.

Key Words: FE, 衝突検知警報システム, レーダ, 安全, 情報通信技術 (ICT), 検知, 警報, レトロフィット

1. はじめに

物流業界に欠かせない産業機械として、フォークリフトは多種多様な業界、現場にて活躍しているが、残念なことにフォークリフトによる災害は毎年一定数発生しており、場合によっては死傷者が発生してしまうケースもある。

自動車業界においては衝突事故の回避、被害低減をねらった安全補助装置が普及し始めており、フォークリフト分野においても安全補助装置のニーズが高まってきている。



図1 FE25/25H/30-1衝突検知警報システム搭載車両
(安全小冊子より引用)



図2 FE25/30-2衝突検知警報システム搭載車両
(安全小冊子より引用)

2. 開発のねらいと達成手段

フォークリフトの稼働現場は人や物が混在しており、現場によっては通路幅が狭く、人や物との接触事故が発生しやすい環境である。

走行時の死亡災害における車両状態は、前進走行時、後進走行時、その他（離席時のサイドブレーキかけ忘れによる逸走など）に分類できるが、発生頻度の偏りはあまりなく、どの場合でも災害が発生していることが分かった。

後進時は、車両を運転するオペレータが後方に振り向き、直接目視確認しながら走行するが、周囲の接触の危険に対して認識が遅れ、もしくは気が付かずに事故が発生するケースが考えられる。これに類する後進時の衝突被害の低減をまず図り、前進時などについては段階的に対応して進めていくこととした。

この方針のもと、安全補助装置「衝突検知警報システム」を開発し、フォークリフトに搭載することで、衝突事故被害の低減をねらう。

以下に「衝突検知警報システム」の概要および特徴を紹介する。

- (1) 後進時の衝突の危険を検知して警報
 - ・ 警報ランプと警報ブザーでオペレータに注意喚起
 - ・ 衝突の危険度に応じた2段階警報
- (2) 準ミリ波レーダ式
 - ・ さまざまな環境下で検知可能
 - ・ 対象との相対速度と距離を検知
 - ・ 検知対象にタグやセンサが不要
- (3) 進行方向と走行速度に連動する警報範囲
 - ・ 予測される進行方向に衝突の危険性がある場合に警報（誤発報の低減）
- (4) 日常点検モード
 - ・ オペレータが簡単に実施できる点検モード
- (5) 一時解除スイッチ
 - ・ 一時的に警報システムを解除可能

3. 主な特徴

衝突検知警報システムは、FE25/25H/30-1、FE25/30-2それぞれに開発し、新車オプションとしてはもちろん、既にお客さまに使用いただいている車両に後付け（レトロフィット）搭載させることも可能とした。（FE25/30-2のレトロフィット対応については現在開発中である。）

システムは、キーONするだけで自動的に起動するため、特別な技術や知識が必要なく誰でも簡単に使用することができる。



図3 衝突検知警報システム外観（FE25/25H/30-1）
（安全小冊子より引用）

3.1 後進時の衝突の危険を検知して警報

3.1.1 警報ランプと警報ブザーでオペレータに注意喚起

衝突検知警報システムでは、準ミリ波レーダを車両後方に2台搭載することで、車両後方の広い範囲の人や障害物を高精度で検知する。衝突の危険性がある場合は、警報ランプと警報ブザーが作動することで、オペレータに注意喚起する。



図4 警報ランプ／警報ブザー（FE25/30-2）
（安全小冊子より引用）

3.1.2 衝突の危険度に応じた2段階警報

検知した対象と車両との距離（衝突の危険度合い）に応じて、注意喚起範囲と警告範囲の2段階の範囲を設定している。注意喚起範囲にて人や物を検知した場合は、1秒間に2回、断続的に警報ブザーが鳴動、警報ランプが点滅する。警告範囲では、1秒間に4回作動することで、より危険度が高いことをオペレータに伝える。



図5 注意喚起範囲
（安全小冊子より引用）



図6 警告範囲
(安全小冊子より引用)

3.2 準ミリ波レーダ

3.2.1 さまざまな環境下で検知可能

衝突検知警報システム開発のねらいの一つは誤発報の少ないシステムにすることである。ここで誤発報とは、衝突の危険がない状況であるにもかかわらず、警報を発報してしまうことである。誤発報があまりにも多くと、オペレータが警報に慣れてしまい、注意喚起の役割が果たせなくなってしまうことが考えられる。

誤発報の低減を達成するために、従来のカメラや超音波など実用化されているセンサと比べて気象条件の影響を受けにくい準ミリ波レーダを採用している。

3.2.2 対象との相対速度と距離を検知

準ミリ波レーダは、周波数24GHz帯の電波を連続的に送り、送信波と反射波から対象の相対速度と距離を検知しており、その検知性能と外的要因からの影響の受けにくさから、衝突検知警報システムに欠かせないコンポーネントである。



図7 準ミリ波レーダ
(安全小冊子より引用)

3.2.3 検知対象にタグやセンサが不要

準ミリ波レーダは、上記動作原理のため検知対象に特別なタグやセンサを必要としない。レーダが人、荷物、作業車両などを検知するので、フォークリフトが稼働する現場において特別な準備をすることなく、衝突検知警報システムを使用することができる。



図8 車両と人の接近を検知
(安全小冊子より引用)



図9 車両と荷物の接近を検知
(安全小冊子より引用)



図10 車両同士の接近を検知
(安全小冊子より引用)

3.3 進行方向と走行速度に連動した警報範囲

3.3.1 予測される進行方向に衝突の危険性がある場合に警報（誤発報の低減）

衝突検知警報システムの警報範囲は、進行方向と走行速度に連動する。また、キーONかつ、パーキングブレーキレバーが解除位置、前後進レバーが後進（R）の位置にあるときのみ警報する。

車両停止時は、車両真後ろの約1m～3mが警報範囲になり、動き出しのタイミングにおける衝突の危険を警報する。警報幅は約2mであるが、現場環境や使われ方に合わせて約1.5m、約2m、約3mの3段階で変更可能である。（FE25/30-2のみ変更可能）

車両後進時は、走行速度に応じて車両真後ろの約1m～最大8m（FE25/30-2の場合。FE25/25H/30-1の場合は、最大6m）が警報範囲となる。まっすぐ後進する場合は、警報範囲は車両後方になり、旋回時は、車両進行方向に沿った警報範囲になる。警報幅は、車両停止時と同じく約2mであり、約1.5m、約2m、約3mの3段階で変更可能である。（停止時と同じくFE25/30-2のみ変更可能）

検知した対象の位置と、車両進行方向から推定される進路を組み合わせ、警報するかどうかを判断し本当に必要と思われる場合のみ警報発報し、衝突のおそれがない不要な警報（誤発報）を削減し、警報精度を向上させた。

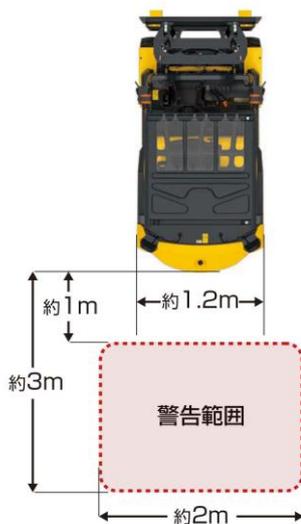


図11 車両停止時の警報範囲
（安全小冊子より引用）

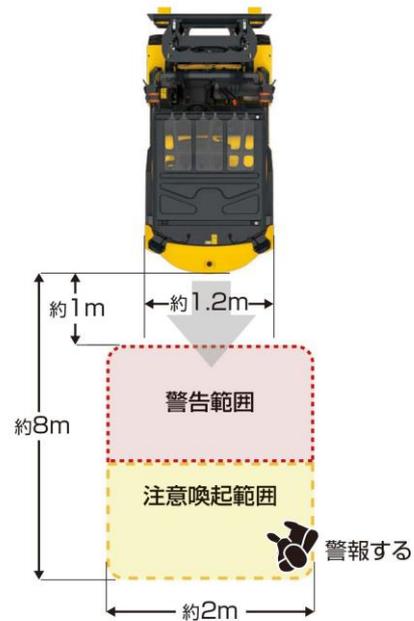


図12 車両後進時（直進時）の警報範囲（FE25/30-2）
（安全小冊子より引用）

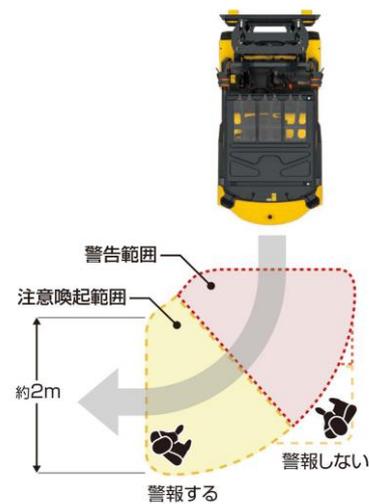


図13 車両後進時（旋回時）の警報範囲
（安全小冊子より引用）



図14 警報範囲幅（FE25/30-2のみ3段階で変更可能）
（安全小冊子より引用）

3.4 日常点検モード

3.4.1 オペレータが簡単に実施できる点検モード

衝突検知警報システムが正常に動作しているか確認するために、日常点検モードを用意している。日常点検モードは、FE25/25H/30-1の場合はスイッチユニットに搭載されている日常点検スイッチにて、FE25/30-2の場合はマルチモニタにて動作させることができ、車両後方をオペレータが横切ること、システムがオペレータを検知できているか確認できる。

日常点検モードに入ると、左右の警報ランプ、警報ブザーが1秒間に1回断続的に作動する。オペレータが車両後方を横切の際にレーダが検知すると、検知したレーダ側の警報ランプが点滅から点灯へ変化する。オペレータが歩行を続け、もう片側のレーダでも検知すると、両側の警報ブザーと警報ランプが5秒間作動し、日常点検完了となり、システムに異常がないことが確認できる。

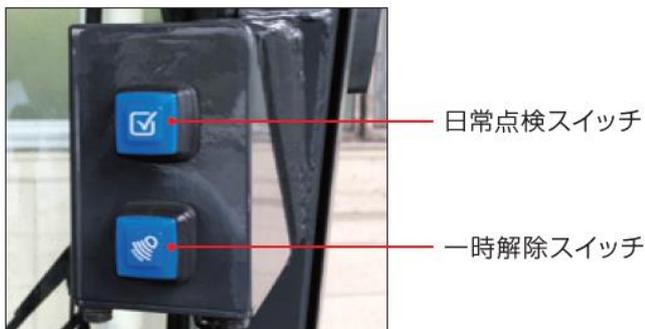


図15 スイッチユニット (FE25/25H/30-1)
(安全小冊子より引用)

3.5 一時解除スイッチ

3.5.1 一時的に警報システムを解除可能

車両がやっと通れるような狭い場所や、壁に接近したまま作業するときなど、衝突検知警報システムによる警報を一時的に停止させたい場合に、一時的に警報システムを解除することができる。

FE25/25H/30-1の場合は、スイッチユニットの一時解除スイッチを、FE25/30-2の場合は、マルチモニタのF7ボタンを押すことで、一時的に警報システムが解除される。システムを再度動作させたい場合は、もう一度同じボタンを押すことで警報システムを復帰させることができる。また、警報システムを解除した状態でキーOFFしても、再度キーONした際には警報システムが起動するため、システム起動忘れを防止する仕組みとしている。

警報システムを一時解除しているときは、一時解除スイッチのランプもしくはモニタ左上のアイコンが点滅し、警報システムが動作しているときは、点灯することで、警報システムの動作状態を確認することができる。



点灯状態	衝突検知警報システムの状態
点灯	起動中
点滅	一時停止中

図16 マルチモニタ (FE25/30-2)
(安全小冊子より引用)

4. おわりに

本稿では、2020年より国内へ市場導入したユーティリティ商品向け衝突検知警報システムについて紹介した。さまざまな現場で稼働するFE25/25H/30-1、FE25/30-2への本システムの搭載が進み、フォークリフトの接触事故が低減されることを期待したい。

筆者紹介



Kazuo Yamane
山根 一夫 2013年、コマツ入社。
開発本部 車両第四開発センタ所属



Dai Sato
佐藤 大 2014年、コマツ入社。
開発本部 ICTシステム開発センタ所属

【筆者からひと言】

本商品の開発では、経験のない項目が多く非常に困難であったが、多くの方の助けがあり市場導入を達成することができた。今後も関連部門と協力しながら商品開発をすすめていきたい。