

# 道路建設機械における安全への取り組み

## 接触事故防止装置の紹介

森 康行・佐藤 俊輔・神之田 侑吾

建設業界において、重機と作業者の接触事故抑制を目的とした装置は、各社様々な方法で普及を拡大している。例えば、運転席からの死角を見える化し、作業者の存在を注意喚起する装置や、作業者を検知して操作をサポートし、接触事故防止を補助する装置が各社から紹介されている。道路建設機械は他の建設機械と比較して、走行速度が速く、作業者と近接して作業するケースが多い為、作業の特性を踏まえて安全補助装置を開発する必要がある。本稿では、筆者らが開発し、運用を開始している安全補助装置の一部を紹介する。

キーワード：安全補助装置、タイヤローラ、ホイールローダ、スリップフォーム工法、セットフォーム工法、レーザー測域センサ、360度可視化

### 1. はじめに

日本の建設業における労働災害は年々減少傾向にあるが、依然として毎年約300件の死亡事故が発生している。そのうち、令和元年度に発生した、建設機械に関連した災害は32件と、全体の約12%を占めており、下げ止まり基調を見せる重機災害の発生を防ぐ為、各社から様々な技術が発表されている。例えば、音や光による警報により、重機オペレータや周囲の作業者に注意喚起する装置や、自動車の衝突被害軽減ブレーキのような制動のアシスト機能を有した装置も各社で紹介されている。

筆者らも数年前から同様な検討を行っており、作業の特性に応じて安定的に動作し、かつ少しでも多くの現場に導入できるように、現場の生の声を聞きながら開発を進めている。そこで、本稿では筆者らが開発した安全補助装置を紹介する。

### 2. 各種安全補助装置の紹介

#### (1) ホイールローダ衝突防止補助装置

##### (a) 従来技術の問題点及び開発経緯

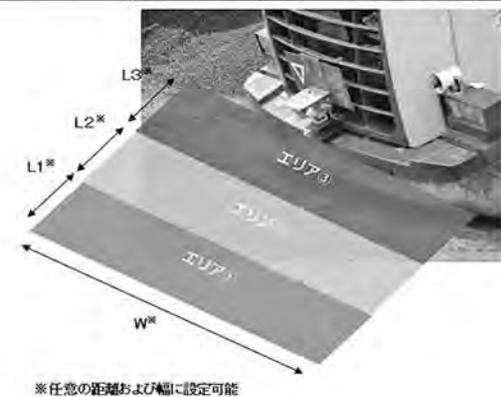
道路舗装会社が全国で運営している一般的なアスファルト合材工場では、材料供給を行うホイールローダが狭いエリアを常に往来している。大型のホイールローダは機体重量が十数トンあり、走行速度も速い為、接触事故が発生した場合は重大災害となる可能性が高いことから、本装置の開発・検討に至った。

##### (b) 装置概要

本装置は、ホイールローダの後進中に、機体後方に設置したセンサが障害物を検知すると、あらかじめ設定した検知距離に応じて、「警告音による注意喚起（エリア①）」、「走行をニュートラルに切り替えて減速（エリア②）」、「パーキングブレーキを作動させ走行を完全に停止（エリア③）」の3段階で制御を行う（図-1）。2段階目にニュートラル状態を挟むことで、惰性走行、または機種によりHST（Hydraulic Static Transmission）ブレーキが作動し、緩やかに減速することが可能となる。従って、急停止によるオペレータに与える負荷や、油圧ブレーキシステム及び油圧機器の損傷など、従来の安全装置で懸念された問題を軽減している。

##### (c) 導入結果

アスファルト合材工場内に導入した際、材料のかき上げ作業などで車両が大きく傾いた場合に、車両後方が地面に接近し、後進が不可能となるケースが発生した。原因は、車両が大きく傾いた状態で走行レバーをバックギヤに入れた直後、センサが地面を障害物と判断し、制御が働いてしまうためである。このような場合、運転席側方に設置した「制御一時解除スイッチ」を使用することで、スイッチを操作している間は一時的に制御機能を無効にすることができるため、上記のようなイレギュラーなケースにおいても支障なく作業を継続することが可能であった。



制御範囲*	屋外スピーカ	運転席用スピーカ	制御
エリア①	『機械が動いています』 『ご注意ください』	『障害物』 『検知しました』 『ご注意ください』	・左記注意喚起
エリア②	『危険です』	『危険です』	・左記注意喚起 ・電気制御により走行ギアをニュートラルにする
エリア③	『あぶない!』	『あぶない!』	・左記注意喚起 ・電気制御によりパーキングブレーキを作動する

図-1 ホイールローダ衝突防止装置概要図

## (2) タイヤローラの衝突防止補助装置

### (a) 従来技術の問題点及び開発経緯

舗装工事の転圧作業に用いられるローラも、事故発生報告が多い機械の一つである。一般的にローラによる転圧作業は極力路面を傷めないよう、急加速・急停止を避けて、施工エリア全体を均一に転圧する必要がある。また、舗装機械において、ローラは走行速度が速い機械に分類されるうえ、オペレータは舗装端部を転圧する際、車体直下に意識が集中することで、接触事故発生リスクが高くなると考えられる。

これらのことから、施工品質と安全性を兼ね備えた安全補助装置の検討を開始し、本装置の開発に至った。

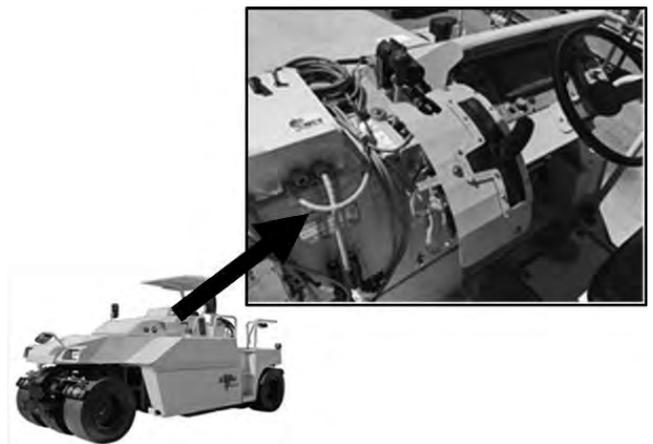


写真-1 走行レバー制御装置取付写真

### (b) 装置概要

制御方法と使用したセンサはホイールローダと同様であり、センサが検知した距離に応じて警報→減速→停止を行うものである。本装置の特徴としては、レンタル機種として定着しているタイヤローラ (TZ700シリーズ) に、既存のサービスホールと強力マグネットを使用し、機体に機械加工を施さずに取付が可能な点である (写真-1)。具体的な制御としては、「音声による警告 (エリアC)」、 「走行レバーを半開位置に戻して減速 (エリアB)」、 「走行レバーを中立位置に戻し停止 (エリアA)」 となり、3段階制御で機体を完全に停止させる (図-2)。

### (c) 導入結果

3段階制御により、ローラが緩やかに停止することが可能となり、オペレータへの負担や誤検知による煩わしさが軽減された他、施工面に凹凸状の傷を付けることがなくなり、懸念していた品質への影響も解消された。

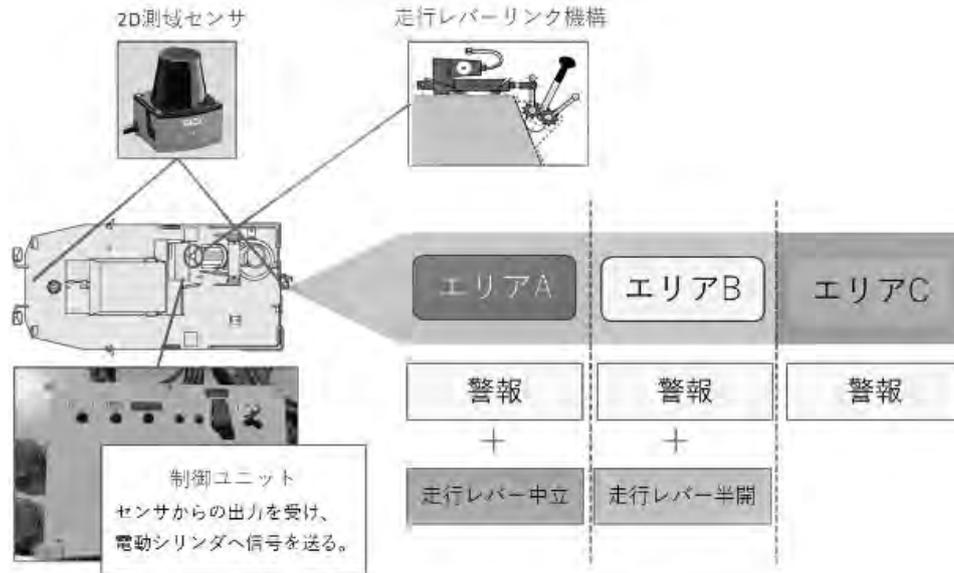
## (3) 360度可視化モニタシステム

### (a) 従来技術の問題点及び開発経緯

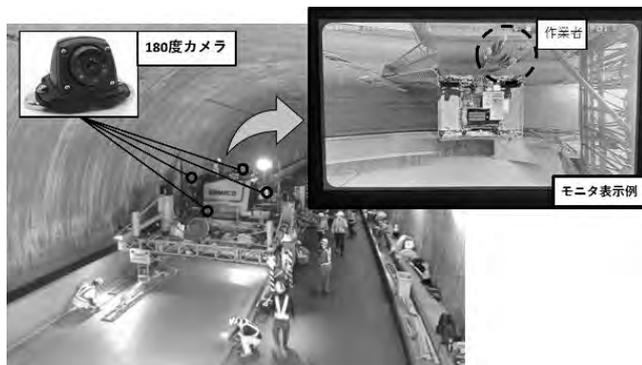
スリップフォーム工法で使用されるスリップフォームペーバは、比較的大型の施工機械であり、機械周辺の死角が非常に多い。従って、機械周辺の作業者の位置や作業状況を確認するには、ステージ上を移動して目視確認する必要があった。しかし、オペレータが運転スペースから離れることで、運転操作にタイムラグが生じ、安全性及び施工品質の低下が懸念されていた。そのため、運転席から離れることなく、機械周辺の状況を把握可能な装置の検討を行っていた。

### (b) 装置概要

スリップフォームペーバの前後左右に4個のカメラを設置し、映像処理ユニットにて合成加工を行う。そして、スリップフォームペーバを上空から見下ろした



図一 2 タイヤローラの衝突防止補助装置概要図



写真一 2 カメラ設置箇所とモニタ表示例

ような映像をリアルタイムでモニタに表示させることで、オペレータは操作盤上で施工機械の周囲 360 度をモニタリングする事が可能となった (写真一 2)。

(c) 導入結果

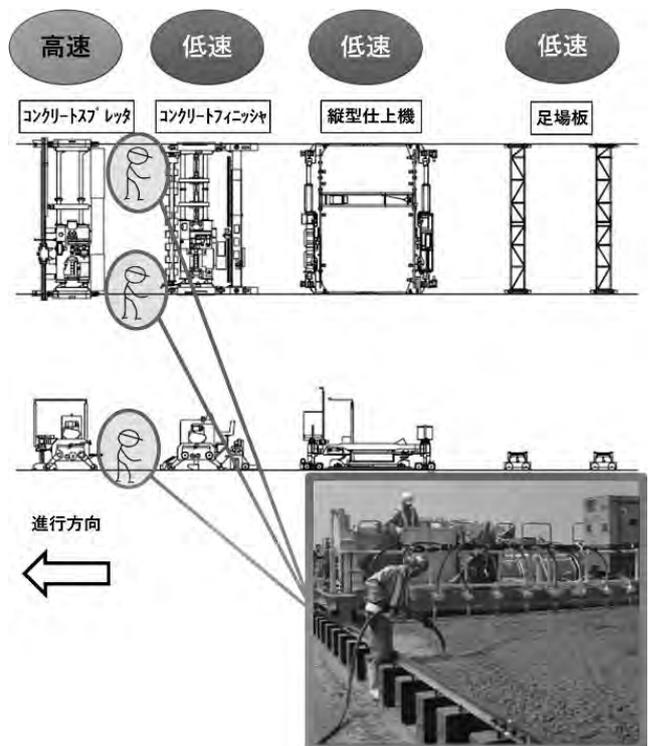
機械周辺の安全確認、作業員の作業状況を一目で把握する事が出来るため、安全性が格段に向上した。このようなシステムは、自動車や汎用の建設機械では普及が進んでいるが、コンクリート舗装機械に適用した事例は無く、トンネル内における施工など、作業範囲が狭小で制約を受けるケースでは特に、接触事故の抑制効果があると期待している。

(4) 重機作業エリア立入抑制装置

(a) 従来技術の問題点及び開発経緯

セットフォーム工法によるコンクリート舗装では、通常 4～5 台の施工機械が、鋼製型枠若しくは構造物に沿って敷かれたレール上を走行しながら施工を行う。

施工時における各機械の走行速度は比較的低速であるが、先行するコンクリートスプレッタは、材料を素



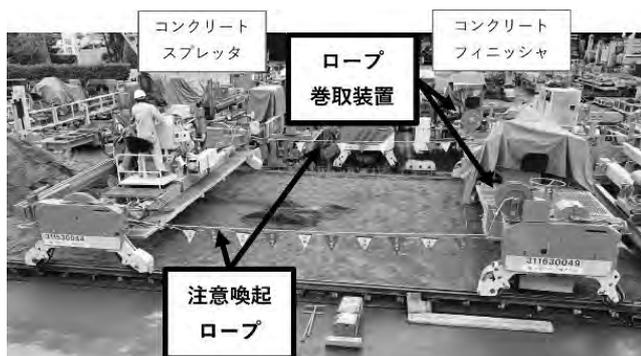
図一 3 セットフォーム工法の機械編成図

早く施工エリア全体に敷きならす必要があるため、オペレータは、高速で前後進を繰り返しながら敷きならし作業を行っている。オペレータの視線は作業装置に集中しがちとなるため、作業エリア内に誤って作業員が侵入し、接触した場合は、重大災害となるケースも考えられる (図一 3)。従来は、走行装置と連動して警報ブザーを鳴らし、作業員に対して注意喚起を行っていたが、音による警告のみでは、完全な対策にはなっていないと、現場から声が寄せられていた。これらの問題点を解消するべく、本装置の開発・検討を行った。

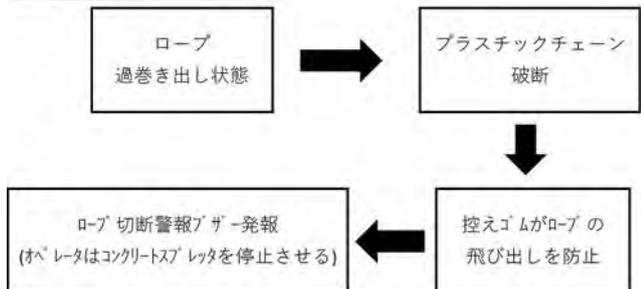
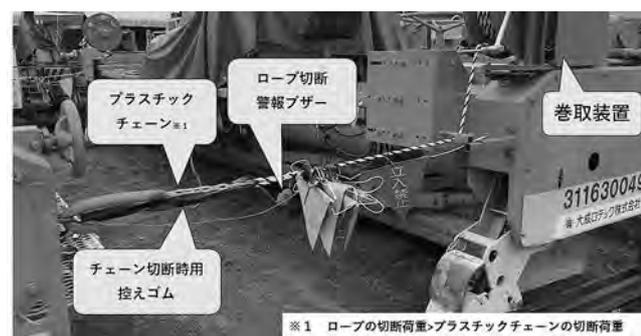
(b) 装置概要

本装置は、コンクリートスプレッタとコンクリートフィニッシャの間にバネ式巻取り機構を備えた注意喚起ロープを張ることで、作業者の作業エリアへの進入を抑制する（写真—3）。本装置の特徴として、①機械間にロープを張ることで、物理的に作業エリアを遮断できること、②センサを使用していない為、コンクリート飛散等の過酷な使用環境下でも動作が安定していること、③ロープを張る為の動力が一切不要であること、以上の点から、機械の動作方向・速度に縛られることなく、機械間の立入抑制措置を取ることが可能となった。

また、装置の誤動作防止対策として、コンクリートスプレッタのオーバーラン等によりロープが切断された場合、勢よく巻き取られたロープにより作業者が怪我をしないよう、破断時における安全機構を備え対策を行っている（図—4）。



写真—3 装置使用時の外観



図—4 ロープ過巻き出し時のフロー

(c) 導入結果

進入禁止エリアを「見える化」することで、視覚的な判断が可能となった。誤ってエリア内に進入するといったケースもなくなり、機械オペレータの精神的負担も解消された。

3. おわりに

今回紹介した安全補助装置が、重機の接触事故防止に繋がるツールの一つになると期待している。今後は適応機種を拡大させ、多くのデータを収集し、装置の小型化・システムの改良を進めていきたい。そして、引き続き重機災害防止に寄与できる装置の開発に努めていく所存である。

JICMA

《参考文献》

- 1) 建設業労働災害防止協会 HP  
平成 31 年 / 令和元年 建設業における死亡災害の工事の種類・災害の種類別発生状況

【筆者紹介】



森 康行 (もり やすゆき)  
大成ロテック(株)  
生産技術本部 機械部 機械技術センター  
主任



佐藤 俊輔 (さとう しゅんすけ)  
大成ロテック(株)  
北海道支社 機械室  
係長



神之田 侑吾 (かみのた ゆうご)  
大成ロテック(株)  
生産技術本部 機械部 機械技術センター