

35. 安全性と施工性を両立させた 緊急ブレーキ装置搭載タイヤローラの開発

酒井重工業（株）技術開発部 ○ 遠藤 涼平
 酒井重工業（株）技術開発部 森岡 則雄
 酒井重工業（株）技術開発部 櫛田 成基

1. はじめに

転圧ローラの運転には多くの危険が伴っている。一見、ゆっくりと動いており、危険な状況や事故は少なく見えるが、道路端の締固め作業などでは、非常に精密な作業が必要となるため、転圧端面などの一点に注視して作業をすることが多く、他の作業者を巻き込んでしまう事故が後を絶たない。その為、労働安全衛生法により転圧ローラでの作業には運転特別教育の資格が必要となっている。しかしながら、タイヤローラでは転圧作業時に後輪（駆動輪）から施工路面に侵入することが多く、国土交通省による重機の動作状況別の事故割合においても後進時の事故が他の作業に比べて非常に多くなっている。¹⁾

その為、後進時の安全性向上に寄与しうる緊急ブレーキ装置を搭載したタイヤローラを開発した。開発にあたっては、安全性の向上を最重要事項とし、さらに進路上の危険な位置にいる作業者を的確に検知すること、車両を安全に停止させること、従来の施工性を失わないことという3つの課題があった。その概要と解決策について報告する。

2. 作業者を的確に検知する

本装置で使用している検知センサは、光学系の3Dセンサを使用しており、得られる測定データは対象物までの距離と反射強度である。その測定原理は、光を発射し対象物に当たって反射し、帰ってきた時間を測定することで距離を算出している。その為、光学センサの特徴として、反射しないもの（しにくいもの）、鏡面反射により光が返ってこない条件などでは測定することが出来ない。一般的に工事現場で安全のために着用されている反射シート付き安全チョッキでは、光が入ってきた方向に光を反射する再帰性反射材が使用されている。その為、光学系センサを使用することで、安全チョッキを着た作業員を的確に検知することが可能となった。また、安全チョッキを着用していない場合においても、周囲条件により検知することは

可能であるが、図-1 に示すように、作業着の色などによって検知のしやすさに差が生じるため、安全のために安全チョッキの着用を推奨している。

次に、3Dセンサはその性能上、濃い湯気や土埃なども認識して検知することが知られている為、冬季の低温時などの施工環境では、発生した湯気も対象物として検知する可能性が予測された。試験施工（写真-1）では3Dセンサは作業着（マネキン）と湯気の両方を検知して図-2 のような点群データを示した。本結果によると本来対象物として検知すべき作業着が湯気の中に埋没し、湯気を対象物として検知してしまうことで、不必要な緊急ブレーキが頻繁に作動することになる。そこで測定データを分析した結果、湯気などと作業着では、反射強度に違いがあることがわかったので、この性質を考慮し、湯気や土埃を除去した。その結果図-3 に示すような点群データとなり、不必要な緊急停止を最小限に抑制することが可能になった。



図-1 作業着の色と検知のしやすさ



写真-1 実際の試験施工

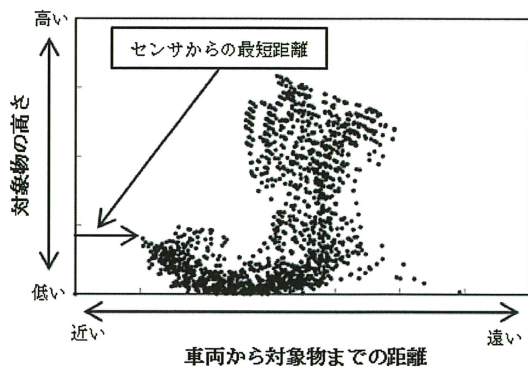


図-2 3Dセンサの検知データの例

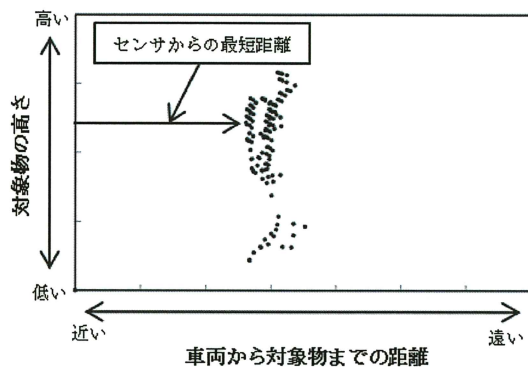


図-3 湯気的数据を除去した結果

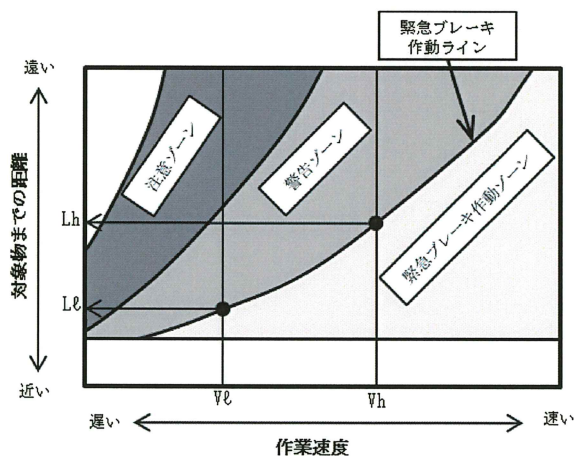


図-4 緊急ブレーキタイミング

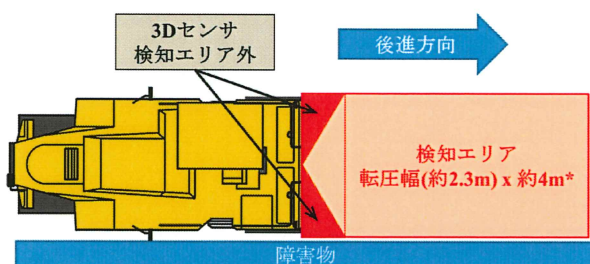


図-5 転圧幅直近の障害物沿いの転圧作業

3. 車両を安全に停止させる

緊急ブレーキが対象物に極端に離れて作動し、十分に距離がある状態で停止した場合、不必要な緊急ブレーキの頻度が多くなってしまい、施工作业に支障が生じる。その為、ローラの作業速度と対象物までの距離から、衝突時間を算出し、図-4に示すように緊急ブレーキの作動タイミングを自動的に調整させた。これにより、対象物を検知した場合、車両速度に応じて、安全かつ適切な距離で緊急ブレーキが作動し、不必要な緊急ブレーキの作動を減らすことができる。また、同じ測定距離でも車両速度に応じて緊急度が変化し、注意、警告、緊急ブレーキの作動をオペレータに知らせることで、より高い安全性を実現した。

4. 従来の施工性を維持

安全装置をつけた事により、従来の施工性が失われた場合、オペレータによっては装置をOFFにしてしまうことが懸念された。その為、安全性の向上を最重要事項とするが、可能な限り従来の施工作业性を維持する必要がある。

1つの解決策としては、前項目3.で挙げたように車両速度と対象物の距離に応じて緊急度を変化させて、状況に応じた的確な緊急ブレーキの作動を実現させた。

また、図-5に示すように3Dセンサの検知エリアは、ローラが走行する車両幅に合わせており、これにより、従来と同様に検知エリア外直近の壁や縁石沿いの転圧作業も可能となった。

5. おわりに

緊急ブレーキ装置の開発に関しては、ローラメーカーとして、可能な限り信頼性を高めるとともに従来のシステムに比べて安全性の向上を実現した。しかしながら、現在の技術において、すべての条件で100%作動する安全装置は実現できていない。その為、安全性の向上には、オペレータ、作業者の安全意識が非常に重要である。本装置によって、作業現場の安全性の向上に多少なりとも寄与できればと期待している。今後は本緊急ブレーキ装置を他機種へ適用や更なる安全性を向上させた機械の開発に取り組む所存である。

参考文献

- 国土交通省 大臣官房技術調査課, 平成26年の直轄工事における事故発生状況, 安全啓発リーフレット参考資料 pp.1, 2015