

建設機械向けアラウンドビューモニターの 現場検証結果

高橋 健一・藤本 健治郎・阿子島 学

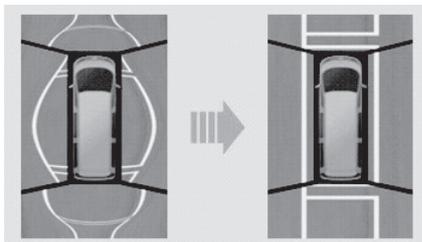
近年、コンピュータによる画像処理技術の進展はめざましいものがある。「アラウンドビューモニター（AVM）」とは、車体の前後左右に4台の広角カメラを設置して、周囲の画像をリアルタイムに処理し、あたかも上空から車を見下ろしているように見せるシステムであり、一部の乗用車で実用化されている。

一方、建設機械は死角が多く、毎年死亡事故や他車両の破損事故、仮設・本設構造物への破損事故などが発生している。今回、建設機械向けAVMプロトタイプ機を開発し、某トンネル工事のダンプに試験導入して効果を確認した。実証実験を通じて、いくつかの課題も明らかになったので紹介する。

キーワード：建設機械、安全、重機事故、労働災害、画像処理、アラウンドビューモニター、ダンプ、油圧ショベル

1. アラウンドビューモニター（AVM）とは

近年、コンピュータによる画像処理技術の進展はめざましいものがある。その中の一つアラウンドビューモニター（AVM）とは、車体の前後左右に4台の広角カメラを設置して、周囲の画像をリアルタイムに処理して、あたかも上空から車を見下ろしているように見せるシステムである。日産自動車は新型「エルグランド」に搭載して注目を集めている¹⁾（図一1）。



車体の前後左右にカメラを設置 スムーズな画像に再構成して表示

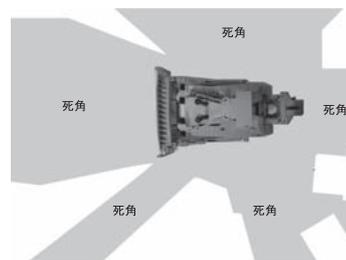
図一1 日産のアラウンドビューモニター（AVM）

2. 建設機械への適用

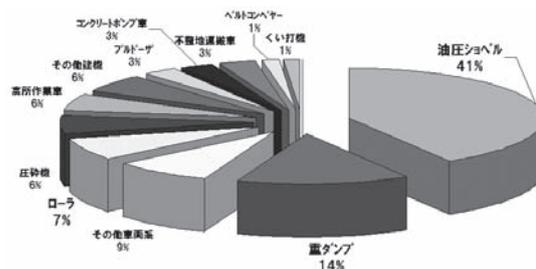
建設機械には死角が多く（図一2）、毎年死亡事故

や他車両の破損事故、仮設・本設構造物への破損事故などが発生している。平成19年の建設業における死亡災害発生状況を災害の種類別に見ると、機械（建設機械等、自動車等、クレーン等）による災害が126人（27.3%）を占め、現在も高い割合を占めている²⁾。

また、種別に見ると油圧ショベルと重ダンプの2機種で大きな割合を占めている（図一3）。建設機械が関わる災害の形態は「挟まれ」、「轢かれ」、「転倒」、「激突」が多く、油圧ショベルと重ダンプでは特に「挟まれ」、「轢かれ」が多いと報告されている³⁾。



図一2 ブルドーザーの死角エリア



図一3 建設業における死亡災害の種別発生状況⁴⁾

その原因としては「接近に気付かない」「対応困難」「距離が近過ぎ」などがある。特に、建設機械が大型化するほど運転席からの視界は悪くなり、オペレーターはミラーによる目視に頼らざるを得ない。

近年、バックモニターを搭載した建設機械も増えてきたが、普通乗用車で実用化されたAVMを建設機械へ適用することで、さらなる安全性向上が期待されている。

今回、複数の現場にヒアリングした結果、油圧ショベルと重ダンプにAVMのニーズが高いことがわかった（他にはクローラークレーンなどの要望もあった）。上記等を考慮して、以下の3機種について検討した。

- ・油圧ショベル CAT 320D (写真—1)
- ・重ダンプ CAT 773F (写真—2)
- ・アーティキュレート型ダンプ M26C (写真—3)



写真—1 油圧ショベル CAT 320D



写真—2 重ダンプ CAT 773F



写真—3 アーティキュレート型ダンプ M26C

3. AVM システムの実証実験

今般、メーカーの協力を得て建設機械向け AVM プロトタイプ機を新たに開発し、2009年3月に某トンネル工事におけるアーティキュレート型ダンプに試験導入して効果を確認した。現場社員に実際の AVM 画

像を見せてヒアリングし、協力会社のダンプ運転手にトンネル構内を実際に走行していただいて効果を確認した。

その結果、今回以下のような知見が得られた。

- ・アーティキュレート型ダンプでは車体が中央で折れ曲がるため前後左右4ヶ所にカメラを設置しようとすると、リアルタイムの画像合成が非常に難しい。そのため前左右または後左右の3ヶ所に限定する必要があるが、前部は視界が比較的良好のため、後左右にカメラを設置した（写真—4）。
- ・左右に設置したカメラ撮影範囲は一定の近辺まで見れば十分であり、あまり遠方まで表示すると、トンネル内に設置された防音扉などが異常に近く見えるなど、オペレーターには逆に違和感を生じる（写真—5）。
- ・乗用車用 AVM は、駐車場の線をできるだけ正確に表示するようにパラメーターをチューニングするが、建設機械では死角をできるだけ減らすため多少重なるエリアがあっても視界をカバーした方がよい。
- ・懸念されていたトンネル構内の暗さは全く問題なく、クリアな画像が得られた。トンネル工事では、狭い空間内での切り返しや他の建設機械との連携作業が多いため、AVMのように死角を低減するシステムは特に有効である。



写真—4 左側カメラの装着



写真—5 AVM 画像

4. 実証実験における課題

AVMの建設機械適用を検討する実証実験では、以下のような課題が明らかになった。

①キャリブレーション(画像補正)に時間と手間がかかる
事前準備として、建設機械の周囲にプレートを多数、できるだけ正確に配置してパラメーターを計算する必要がある。プレートは現状は紙製のため、できるだけ風雨に邪魔されない、十分広い屋内での作業が望ましい。

プレートの配置からAVMユニット本体にパラメータを転送するまでに半日程度かかった。現在、効率的な簡易キャリブレーション方法を検討中である。

②現場に専門エンジニアを派遣する必要がある

現行のシステムでは、同一機種と同じ位置に広角カメラを装着しても、現地にて専門のエンジニアによる再調整が必要である。実用化には、作業員や現場社員、あるいは建機メーカーのサービスマンが簡単に現地でもキャリブレーションや修理等を行える仕組みやサポート体制が必要である。

③AVMプロトタイプ機の大きさ

今回のプロトタイプ機はデスクトップPC並みの大きさがあり、運転席の設置スペースが十分取れない場合もある。実用化には、本体を十分小型化することが望まれる。また、電源(シガーソケットの無い機種もある)やケーブル類の配線方法も工夫しなければならない。

④カメラ、取付け金具、AVM本体の耐久性

現場は振動・ホコリ・雨水等が多く、機器にとって過酷な環境である。今後、実際の現場で一定期間AVMシステムを稼働させて、カメラ、取付け金具、AVM本体等が問題ないか耐久性の検証が必要である。実際の使用状況を考えると、カメラに瓦礫が当たらないようにするカバー等が必要かも知れない。耐久性については、建機メーカーから適切な品質基準が提示される必要がある。

上記に挙げた課題は、あくまでも今回開発したプロトタイプ機についてであり、今後改良型を開発することで、これらの課題を一つずつ解決していく予定である。

5. おわりに

現場でのヒアリングや実証実験を通じて、AVMが建設機械の安全性に大きく寄与する可能性があることがわかった。

万一、建設現場において死亡事故が発生した場合、死亡した作業員の家族が受ける精神的・経済的損失は量り知れなく、また事故を起こした建設会社も様々な直接的・間接的な損失を被ることになる。

今後は現場での実証実験を通じて、カメラおよびAVMシステム本体等の耐久性や簡易キャリブレーション等を検証する予定である。

AVMシステムを開発するメーカーは、今後実用化を目指して技術開発を進め、できるだけ安価な製品を市場に供給することを希望する。

各建機メーカーにおかれては、今回報告したような周囲の安全を確認できるシステムの有効性を認識し、新型の建設機械については同種のシステム装備を積極的に検討していただきたい。

さらに、新型機種だけでなく既存の建設機械にも装着できるような後付けシステムも開発する必要がある。この際、後付けシステムの導入費用が普及の足かせとなることが懸念される。そこで、関係省庁や業界団体が、ガイドラインの策定や購入補助制度などを整備することで、建設機械の安全性を向上するシステムを世界に先駆けて普及促進することが望まれる。

最後に本アラウンドビューモニターの現場検証にご協力を頂いたキャタピラー・ジャパン(株)、クラリオン(株)に謝意を表します。

JICMA

《参考文献》

- 1) 金岡：アラウンドビューモニター，建設の施工企画 2008年11月号 No.705, pp86-89
- 2) 「平成19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」建設業労働災害防止協会ホームページ：http://www.kensaibou.or.jp/data/statistics_type_2007.html (アクセス日：2009/6/2)
- 3) 西ヶ谷：建設機械接近警報装置による事故防止，建設の施工企画 2008年7月号 No.701, pp41-46
- 4) 建設業労働災害防止協会：「平成19年度建設業安全衛生年鑑」

【筆者紹介】

高橋 健一 (たかはし けんいち)

鹿島建設㈱

ITソリューション部 施工ITプロジェクト

課長



藤本 健治郎 (ふじもと けんじろう)

鹿島建設㈱

ITソリューション部 施工ITプロジェクト



阿子島 学 (あこしま まなぶ)

鹿島建設㈱

ITソリューション部 施工ITプロジェクト

