

# 工事用車両の衝突防止支援システムの開発

## 工事用車両と一般車両の車間距離判定を用いたシステムの紹介

加瀬 太郎・千田 翔互・宮崎 吉弘

建設現場における工事用車両の交通安全対策の一環として、一般車両との車間距離判定他の機能を有する衝突防止補助システムと、運行管理システムを融合させた衝突防止支援システムを開発し、実現場に適用した。本稿では、システムの概要と適用事例、期待される効果等について紹介する。

キーワード：衝突防止、車間距離、運行管理、動態管理、音声ガイダンス、情報化施工

### 1. はじめに

現在、国内における建設現場では、国土交通省主導の下、すでに情報化施工が浸透しており多くの現場で活用されている。情報化施工では、ブルドーザや油圧ショベル、転圧ローラといった建設機械に特化されがちであるが、法令遵守、安全・安心に注目度が高まる昨今、ダンプトラック、アジテータトラック（ミキサ車）、大型トレーラといった現場内で稼動する汎用大型車両（工事用車両）についても、管理の重要性が認識されるようになってきている。

運行管理が重要視される要因としては、

- ①効率的な車両運行：適正車両数の把握
- ②環境への配慮：騒音、振動の低減、省エネ（低炭素）
- ③安全対策：第三者被害の防止

などが主たる目的であるが、工事を効率的に進める上ですべての項目が重要となる。多数の工事用車両が一般道を走行する場合や、住宅地等を走行せざるを得ない工事では、工事の特記仕様書等で車両運行管理の適用を明記するケースが増えている。

昨今、乗用車については、車両メーカー各社が自動ブレーキシステム等、安全に特化した様々なシステムを装着した車両を製造し、全体的に普及しつつあるが、工事用車両については、現状そういった機能を有した車両は製造されていない。こうした背景より、今回新たに、『工事用車両衝突防止支援システム』を開発した。

### 2. システム概要・構成

工事用車両衝突防止支援システムは、運行管理システムと衝突防止補助システムから構成される。各シス

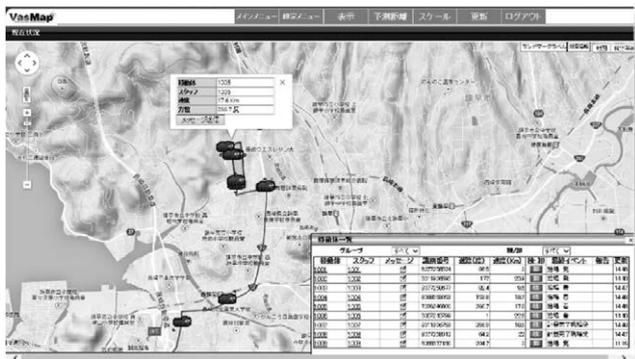
テムの概要を以下に示す。

#### (1) 運行管理システム概要

工事用車両専用の運行管理システムは、GPS機能付きスマートフォンを利用したリアルタイム位置管理／安全運行支援システムである。ダンプトラック等業務用車両のダッシュボードにスマートフォンを設置（写真-1）し、主にGPSから位置、速度といった車両情報を取得し、運転手へ音声にて注意喚起・警報を出力する。事務所側では車両位置情報を地図上に表示しリアルタイムに運行状況を把握できる（図-1）。現場や現場周辺ルートでの安全管理・法令遵守のエビデンスとして、稼動車両の効率的運用、日報・報告の自動化など、業務に特化した機能で建設現場の車両運行を支援する。またサーバアプリケーションである為、ユーザーは地図ソフト等の専用ソフトが不要で、インターネットへの接続環境があれば、どこからでも運行状況の確認が可能である。主要機能について表-1に示す。



写真-1 スマートフォン設置状況



図一 事務所側管理用アプリケーション

表一 運行管理システムの主要機能

機能	内容
動態管理機能	車両の位置をGPSで取得し、サーバへ自動送信（毎分）する。
音声ガイダンス機能	事前に登録した地点を通過する際に、音声にて注意喚起を行う。また速度超過等、違反時にも警報を発生する。
監視機能	速度超過、急加速・減速、アイドリング、指定ルート逸脱などの監視を行い、各種警報の出力を行う。
履歴確認機能	車両毎の日時運行データを再現する。
帳票出力	日時、月次の約10種類の帳票出力が可能。
外部機器連動	トラックスケール、LED掲示板他、様々な機器と連動することが可能。

活用分野としては、土木工事、とりわけトンネル工事、明かり工事等の残土運搬時の安全管理に採用される事例が多数を占めるが、最新の事例では、安全運行のみならず、アジテータトラックへ運行管理システムを適用した生コン打設時の品質管理や、長尺トレイラの長距離運搬時の経路誘導など、その採用分野に広がりを見せている。

(2) 衝突防止補助システム

本システムは、Mobileye社（本社：イスラエル）が独自に開発した、車両に後付が可能な専用車載装置（図一2）で、高度な画像処理を行い、車両や歩行者、走行車線等を検知することが可能である。

車両から取得する情報は、速度、ブレーキ、左右方向指示器、ワイパー、ハイビームの5種類で、これらのデータは、最近の車種に適用されているCAN（Controller Area Network）と呼ばれる自動車用の通信規格で、全て取得できることもあるが、全てアナログ信号、またはアナログとCANとの併用で取得する場合もある。カメラ視野角は、設置箇所より左右幅約38度、上下幅約30度で、最大検知距離は約80mで



図一 衝突防止支援装置外観



図三 解析画像サンプル

表二 衝突防止支援装置の主要機能

機能	内容
前方車両衝突警報	前方車両との衝突を警告する。
歩行者検知	歩行者を検知し、接触の可能性を警告する。
車線逸脱警報	方向指示器を出さずに車線を跨ぐと警告する。ふらつき運転防止。
前方車間距離警報	前方車両との車間距離が設定値より近づくと警告する。
低速時前方車両警報	信号待ちや渋滞時などの低速状態で前方車両に接近すると警告する。

ある。画像解析のイメージを図一3に示す。検知された対象物までの距離を高度・高速演算処理により計測し、事故予防の為の警報を発生する。自動ブレーキ機能はなく、警報を運転手へ通知し、あくまで安全運行の支援を目的としている。5種類の警報機能を有しており、それぞれの機能を表一2に示す。

(3) システム全体

システム全体の構成であるが、工事車両に運行管理用スマートフォンと衝突防止補助システムを搭載する。衝突防止補助システムは、警報に関するデータのログ記録、転送等の機能は有していないため、各々の機材は、Bluetoothにより通信を行い、衝突防止補助システムから取得された警報情報を、スマートフォンの3G通信を利用して、専用サーバへ送信する。機器間通信を無線化しているため、ケーブルレスな運用が

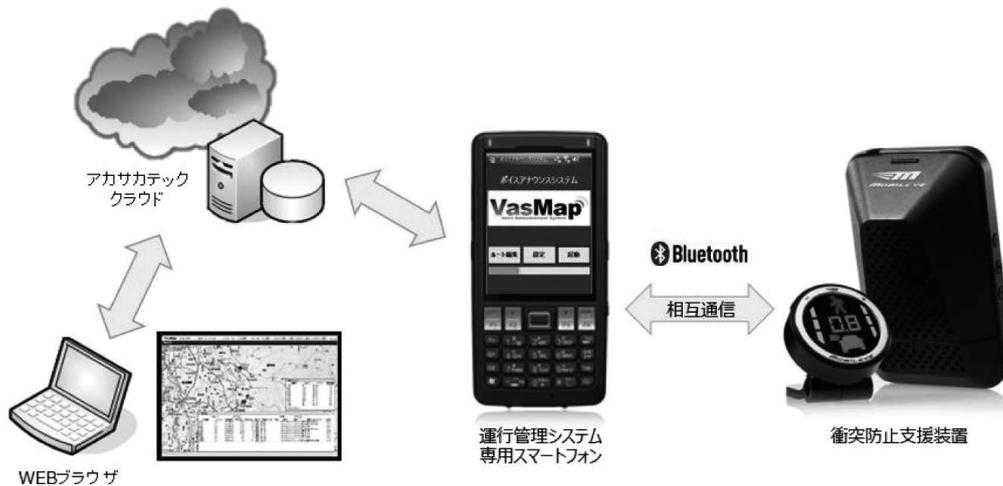


図-4 システム概要図

可能である。また警報情報送信の際は、スマートフォンで取得しているGPS位置情報を付加して送信する。この為、衝突防止装置側に持たない、位置情報取得、時刻情報取得、ログの記録といった機能を補完することが可能である。WEBアプリケーション側では、端末より送信された警報記録をリアルタイムに表示、同時に地図上に描画される。また、データ再現機能により、指定した時間帯の警報発生状況や、それらを帳票で出力することなどが可能である。図-4に本システムの概要図を示す。

#### (4) 事前検証

一般道（国道1号線及び16号線、その他市街地）、高速道路（東名高速及び新東名高速）においてテスト走行し、事前検証を実施した。この検証で、衝突防止支援システムより得られた警報データの内、主だった3つの警報について表-3に示す。また、各々の警報内容について以下に分析する。

##### (a) 車間距離警報

各種警報の内、車間距離警報が最も多く発生した。特に高速道では、車間距離を保持し、安全に運転していても、他車が車線変更で流入することにより、警報が発生している。また、自車両の車線変更時も同じく警報が出やすい傾向で、ドライバーの意図しない警報であることが判明した。一般道の車間距離警報については、車両の往来の多い国道ほど多く、信号が変わり停車するまでに出力されている。停車時に適正な減速

がされていないという判断と想定される。

##### (b) 車線逸脱警報

高速道、一般道ともに、方向指示器の操作遅れが主だった要因で、回数としては少なかった。

##### (c) 歩行者検知

歩行者検知は、その警報の性質上、決定的に危険である状況以外でも、カメラフレームの中に人と判断される映像が検知された場合、警報される。その為、一般道特に市街地などを走行すると多く検出される。歩行者の多いエリアの特定には大変効果的である。高速道での検知は、サービスエリアにて検知したものであった。

### 3. 適用事例

本システムを、国道115号玉野トンネル工事（国土交通省 東北地方整備局）において、ダンプトラック3台に搭載し現場適用した。本現場の運搬経路は相馬市を横断する国道115号線を主要経路とした約30kmで、山間部では急カーブや急勾配が連続した区間が見受けられるのが特徴である。また、土捨て場が沿岸部のため相馬市の市街地付近も経路となる。

これまでの適用実績では、衝突防止支援装置から出力される5種類の警報のうち、『前方車間距離警報』、『車線逸脱警報』、『歩行者検知』の3つが検知される頻度が高く、日々の運行において、これらの警報ログが逐次蓄積されている。表-4に実際のデータの抜粋を示す。

表-4のデータより、車両、運転手、警報種別、住所（緯度・経度）の確認が可能である。また、これらデータを地図上に表示し、視覚的にわかりやすいようソフトウェアにて表現している。ソフトウェアは、リ

表-3 試験データ

道路種別	前方車間距離	車線逸脱警報	歩行者検知	合計
一般道	21回	6回	15回	42回
高速道	27回	3回	1回	31回

表-4 警報ログ データ例

コード	移動体	ID	スタッフ	イベント	緯度	経度	速度	住所 (ランドマーク)
5154	き 51-〇	5154	1002	ログイン				
5154	き 51-〇	5154	1002	車間距離	37.7905	140.9442	35.4	福島県相馬市大曲大毛内
5154	き 51-〇	5154	1002	車両衝突	37.76807	140.982	40.2	福島県相馬市磯部山信田
5154	き 51-〇	5154	1002	受入地 着	37.77814	140.9835	28.9	福島県相馬市磯部大洲 29
5154	き 51-〇	5154	1002	受入地 発	37.77785	140.983	19.6	福島県相馬市磯部大洲 29



図-5 リアルタイム警報閲覧ウィンドウ



図-6 履歴再現ウィンドウ

リアルタイムでの警報履歴 (図-5) と、一日の運行状況を再現する履歴確認 (図-6) が表示できる。

#### 4. 期待される効果

現行の運行管理システムでも、速度超過、急加速・減速、アイドリング等といった危険もしくは周辺環境に悪影響となる要素は収集することが出来た。しかし、これらの要素はあくまで自車両から得られる限定的なデータで、一般車両、歩行者、バイク、自転車といった第三者情報の取得には至っていない。本システムでは、今まで取得が困難であった情報を取得し、かつリアルタイムで転送することで、運搬経路上に存在する、これまで表面化しなかった潜在的危険要素を可視化することが可能となった。当然、日々のデータから運転手への直接的指導を行うといった従来の手法も利用用途の一つだが、データを中長期的に収集することにより、より明確なKY (危険予知) マップの作成や、運行経路の見直しといった安全確保への取り組みが可能となる。

#### 5. おわりに

以上の結果より、工事用車両運行経路上に潜在的に存在する、危険要素を把握するためのシステムとして『衝突防止支援システム』の有効性は確認された。今後は、収集したデータをより有効活用する為、車両毎の分析にとどまらず、現場毎での分析や、日時気象条件等の諸条件と複合的な高度分析についても検討する予定である。GIS (地図情報システム) 等の利用を想定すると、更にシステムの有用性は高まると考える。

また、このようなシステムが市場に浸透し、より多くの車両からデータを取得できれば、一つのビッグデータが作成でき、交通災害の減少に大きく貢献できると考える。一企業、一団体では限界があるので、行政を含めた大きな取り組みが待たれる。

#### 謝 辞

本稿寄稿にあたり、Mobileye マスターディストリビューター、ジャパン・トゥエンティワン(株)はじめ、関係者の皆様に、システム開発時に技術的支援など多大なるご支援を頂いた。この場を借りて謝辞を申し上げる。

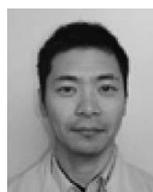
JICMA

#### 【筆者紹介】

加瀬 太郎 (かせ たらう)  
 (株)アカサカテック  
 取締役営業本部長



千田 翔互 (せんだ しょうご)  
 西松建設(株)  
 玉野トンネル出張所  
 工事主任



宮崎 吉弘 (みやざき よしひろ)  
 西松建設(株)  
 平塚製作所

