第30回建設マネジメント問題に関する
研究発表・討論会講演集　2012年12月

スマートフォンを活用した車両走行データと路面段差の収集手法の検討

小林　敬[1]・八木　浩一[2]・永田　尚人[3]

[1]非会員　株式会社熊谷組　北海道支店（〒160-0004 東京都新宿区四谷一丁目無番地）
E-mail: takobaya@ku.kumagaigumi.co.jp

[2]正会員　スマートドライブメーター製作委員会（〒115-0054 東京都北区桐ヶ丘1-20-8-203）
E-mail: yagi@bumprecorder.com

[3]正会員　株式会社熊谷組　プロジェクトエンジニアリング室（〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1）
E-mail: hnagata@ku.kumagaigumi.co.jp

近年，情報通信技術の高度化に伴い，GPSや加速度センサを搭載したスマートフォンが急速に普及しており，安全運転支援機能やナビゲーション機能などのアプリケーションも広く利用されてきている．

建設産業においても，情報化施工の進展とあいまって，スマートフォン等のタブレット型情報通信機器が，現場施工管理や車両の動態管理等へ導入されてきている状況にある．

本報告では，GPS機能や加速度センサーを搭載したスマートフォンを活用して，車両の動態管理や道路の段差状況の把握など，建設工事への適用性について実証実験を通して確認した．

Key Words : *Vehicle operation management，GPS，Road Bump，Smartphone，Onboard Equipment*

1. はじめに

近年，物流業をはじめとする運送業の顧客ニーズへの対応から，車両の位置や運送状況の把握を目的とする「車両運行管理システム」が開発されてきており，多くの運送事業者に運用されている．これらのシステムは，GPS測位機能を有した専用車載機を運送車両に設置して，運行管理者がインターネット回線を介して事業所から離れた車両の状態を把握するだけでなく，運転手に簡単な指示を行うことのできるものが主流となっている．

建設事業では，大型車両の安全な運行管理へのニーズが高くなってきており，地域住民との合意形成や住環境の保全対策の面からもこれらのシステムの導入が求められている[1)]．一方，建設工事で.使用される大型車両は，常に同じ車両が使用される訳ではないため，工事へのシステムの普及にあたっては，車載器を簡便に着脱できることが重要となる．特にスマートフォンには様々な機能が装備されており，業務連絡に必要な他のソフトの使用も可能となるため，一定以上の仕様を有していれば，技術的な汎用性等の観点から車載器として優位性が高いものである．

本報告では，建設工事の特性に立脚した着脱可能なスマートフォンを活用した車両運行管理システムの有効性やスマートフォンに登載された加速度センサによる路面段差の観測結果について報告する．

2. 車両運行管理システムの概要

(1) システム概要

今回の実験で選定した「車両運行管理システム」は，ASP（Application Service Provider）サービスであり，サーバー設備やソフトウェア等はASP事業者が構築している．システムの利用者は，インターネット回線を介してサーバーにアクセスして，車両の走行位置や各種警告記録をモニターすることができる機能を有している．

利用者が用意するものは，スマートフォン端末と通信会社とのパケット通信契約となる．

このシステムは，車載器としてのスマートフォンを大型ダンプトラック等のダッシュボードに設置し，GPS測位によって車両位置を把握する．また，システムを導入したスマートフォンは，事前に設定した走行注意箇所への接近時や制限速度を超過した際には，警告音を発することで運転手に注意を促す仕組みとなっている．

車載器は，GPS測位を1秒間隔で行い，取得されたデータは，サーバーへ１分ごと（最小5秒間隔）にまとめ

て送信される．前述した運転手への警告情報は，その発生と同時にサーバーに送信・記録され，運転手への安全教育等にデータを活用することも可能である．

(2)　注意喚起箇所における警告等の設定

システムの運用に先立ち，利用者は，インターネット回線を介してASP事業者のサーバー上で走行注意箇所や制限速度，指定走行経路における警告条件等の初期設定を行う．同様に制限速度についても，経路の制限速度に基づき規制値を登録する．このような事前準備を行った後，スマートフォン内のアプリケーションに設定条件を同期させることで，このシステムの利用が可能になる．

システム上では取得データを常時監視し，車載器を搭載した車両の設定範囲への進入時や制限速度を超過したと判断した際には，警告音が発生する仕組みとなっている．なお，走行速度については，GPS測位データに基づいてスマートフォンのアプリケーションが走行速度を１秒ごとに演算し，注意喚起を行うものである．

システムの設定画面を**図-1**に，車両位置を描画した利用者のモニター設置状況のイメージを**図-2**に示す．

(3)　データの取得方法

車両に関するデータについては，今回の実験では通信事業者2社の異なる2台のスマートフォンを1台の大型ダンプトラックに設置し，同一条件のもとで検証を行った．車両位置の描画特性に関しては，利用者がダンプトラックの助手席に同乗し，実際の走行位置と無線通信付パソコンのモニター画面に示される車両位置との相違について，リアルタイムに検証を行った．（**図-3**参照）

警告発生箇所のタイミングについても，描画特性と同様に以下の内容を確認した．

① 警告音発生時走行位置とサーバー記録位置との相違
② 設定範囲に進入してから警告音発生までの距離

スマートフォンおよびモニター用のＰＣの設置状況を**図-4**に示す．

図-1　システムへの設定画面

図-2　パソコン画面における車両位置の表示例

3.　実証実験の結果

(1)　車両位置の描画のリアルタイム特性

モニターに描画される車両位置情報と実際に走行している位置との相違について，リアルタイムでの検証を行った．地図上へ描画される車両位置は，走行中は実際の走行位置より100m程度遅れて描画される傾向を示したが，赤信号での停車中に車両位置と一致する結果となった．この描画特性に関しては，選定した通信事業者2社による相違はなく，共に良好な結果を確認している．

走行中の車両位置と描画位置の100m程度のズレについては，スマートフォンとサーバー間での最小通信時間（≒5秒）が影響しているものと考えられる．ちなみに，時速50kmにおける5秒間の走行距離は，約70mとなる．

図-3　システム検証方法

図-4　スマートフォンとモニターの設置状況

(2)　走行注意箇所での警告のタイミング

走行注意箇所での警告音の発生位置は，サーバーの記録内容と同等であり，2社共に良好な結果が確認できた．

図-5に示す記録は，走行に注意を必要とする施設に対する警告が発生した地点の2社のデータをまとめて示したものである．対象施設手前で全て観測されているが，設定エリアへの進入後約80mの地点で観測された事例もみられた．

(3)　警告情報のサーバー記録の活用

前述した各種の警告は，スマートフォンからサーバーに発生と同時に送信，記録される．これらの記録からは，全車両の警告情報が細かく出力され，システムでは検索機能を使って運転手別に絞り込むことも可能である．

図-6 に記録画面の検索結果を示すが，警告行をダブルクリックすることで警告音の発生位置を地図上に表示することも可能であり，運転手への安全運転教育資料としての活用が期待できる．また，速度超過の警告発生記録を地図上にプロットすることで，速度超過の多発地点を特定することもでき，安全運転成績の向上に寄与できるシステムであると考えられる．（**図-7** 参照）

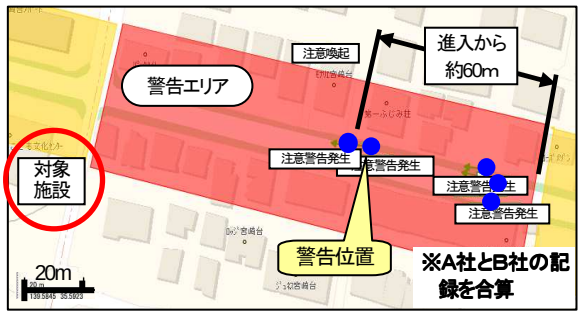

図-5　走行注意箇所での警告音の発生位置の事例

図-6　警告の記録（管理用画面）の検索機能

図-7　速度超過時での警告音の発生位置（管理用画面例）

(4)　スマートフォンを活用した段差検出実験

道路に存在する段差部分を大型ダンプトラックが走行すると，周辺の住宅や店舗に騒音や振動の問題を引き起こす恐れがある．そのため走行注意箇所のひとつに段差注意箇所がある．しかしどこに段差があるかを調査し地図上に記録するには手間と工数を要する．

大がかりな装置を必要とせず，スマートフォンに搭載されている加速度センサを用いて，道路面の段差を簡便に観測できる手法が提案[2]されている．本年 10 月からのシステムの本格運用を前に，同手法が実装された Android スマホアプリ BumpRecorder を用いた段差検出実験も併せて実施した．今回の実験では，運行ルート（約 14km）上で残土積載大型ダンプトラックの走行時加速度を測定している．**図-8** にルート上での検出結果（縦断方向の段差で大小表示）を示す．段差注意との掲示があった箇所を東から西に３回走行した時の計測結果を**図-9** に示す．横軸は走行位置を経度で示し，縦軸は車両の上下変位量を示している．

図-8　スマートフォンによる段差検知箇所事例

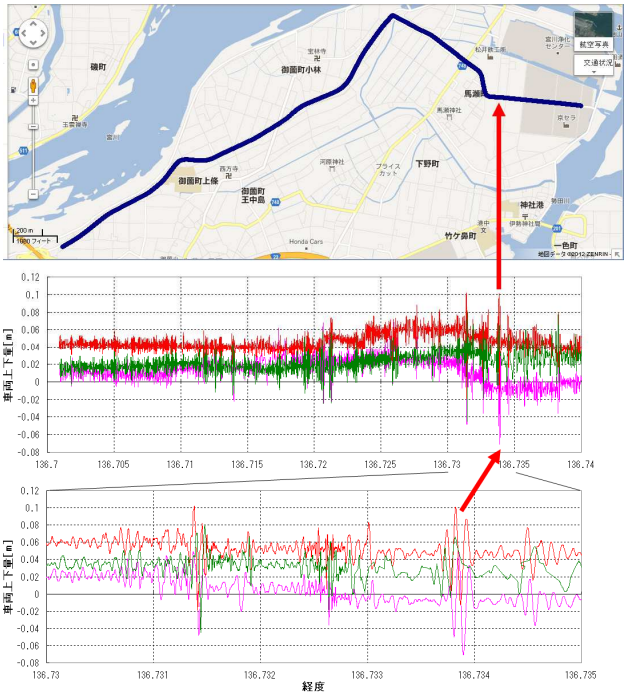

図-9　大型ダンプトラックによる段差注意箇所における車両上下変位量の計測結果

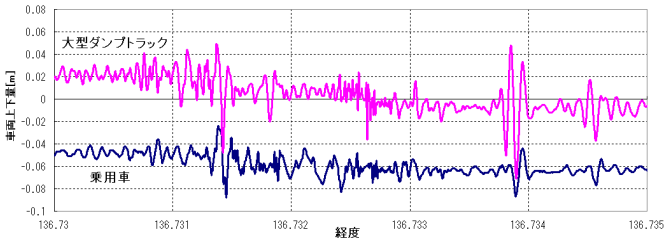

図-10　大型ダンプトラックと乗用車による段差注意箇所における車両上下変位量の計測結果

図-9では3回の走行において，それぞれ同様の上下動が観測されており，計測の再現性が確認された．段差の存在箇所についての情報を大型ダンプトラック等の走行以前に把握し，運行上の注意箇所としてシステムに設定することが考えられる．例えば，大型ダンプトラック等の走行ルートを乗用車で事前に走行して計測を行うことで，段差存在箇所を把握することが可能になれば課題を満足する．**図-10**に乗用車での計測結果を示している．

上が大型ダンプトラック，下が乗用車での計測結果である．大型ダンプトラックの方が揺れが長く継続している，揺れ幅が大きい，という違いはあるものの，段差が存在する箇所においては，乗用車での計測結果にも比較的大きな上下変位量が観測できており，事前把握の可能性を確認できている．

大型ダンプトラックと乗用車の感知性能の相違については，ボールを地面に落した時を想像すると分かりやすい．ボールが地面に接地するとボールは変形し上面が沈み込む．この沈み込み量はボールが大きいほど大きくなる．同様に車両寸法が大きい大型ダンプトラックも揺れ幅が大きくなっていると考えられる．

今後，同様の測定事例を収集することで，大型車の走行に起因する道路の補修箇所の特定等，維持管理面への適用についても検討できると思われる．

4.　おわりに

本報告では，車載器としてスマートフォンを活用した車両運行管理システムを使用し，各種警告機能の精度をリアルタイムに検証している．この実験により，以下に示す事項を確認することができた．

①　車両位置の描画におけるリアルタイム性能

実際の走行位置より100m程度遅れて描画される傾向が認められた．通信最小時間が影響しているものと考えられるが，運用管理面で大きな問題になるものではない．

②　走行注意箇所における警告のタイミング

車両進入から約80mの設定範囲内で警告音が発生する傾向が認められた．したがって，実運用では設定範囲を長めに取る必要がある．

③　通信事業者やスマートフォンのスペックの違い

通信事業者2社のパケット通信方式の違いについては，検証結果に大差がない．

④　スマートフォンを活用した段差検出性能

段差観測位置において上下方向(Z軸)の大きな振幅を検知しており再現性が良いことを示している．

①～④の結果から，スマートフォンを活用した車両走行データの取得精度および段差検出結果は良好であり，スマートフォンを車載器として活用する「車両運行管理システム」については，工事車両に十分適用できると考えられる．

参考文献

1)　三浦剛志，樺澤孝人，八木勝良：土砂運搬車両運行管理システムの導入（試行）についてーシステムの導入目的と活用効果ー，国土交通省北海道開発局，第53回北海道開発技術研究発表会資料，2010.2.
2)　八木浩一：加速度センサを用いた路面段差検出手法の改善と東北地方太平洋沖地震後の観測データへの適用，第10回ITSシンポジウム2011 Proceedings.

(2012.10.31　受付)

ACQUISITION OF VEHICLE RUN DATA AND ROAD BUMP BY USING SMARTPHONE IN THE CAR

Takashi KOBAYASHI, Kouichi YAGI and Hisato NAGATA

A smartphone equipped with GPS and three-dimensional accelerometer is rapidly widespread as the information-communication technology. In addition, the applications of the safety driving support and the navigation function have been developed. In the Construction Industry Sector, the tablet type telecommunication equipment such as smartphones has been introduced in construction management and vehicle operation management, and so on.

In order to verify effectiveness of “Vehicle Management System”, and to detect the road bump, we carried out verification tests by using dump truck. In this report, a smartphone as onboard equipment was confirmed that the practical use to construction work was effective.