

工事車両のリアルタイム走行状態を把握し 効率的な運行管理を支援するシステムの紹介

今井 隆行¹・村崎 充弘²

¹株式会社ケー・シー・エス 東京支社 (〒112-0002東京都文京区小石川1-1-17)

²応用地質株式会社 経営企画本部サステナビリティ推進部 (〒101-8486東京都千代田区神田美土代町7)

2011年の紀伊半島大水害により深層崩壊が発生した奈良県十津川村栗平地区では、砂防堰堤造成のためにコンクリートブロックを運搬している。管理者は、車両位置、対向車両とのすれ違いが困難で狭隘な道路を通行する時刻をリアルタイムで把握したいという要望があった。

これらの要望を解決するために車両位置情報をリアルタイム監視や走行実績の確認が可能な運行管理システムを提案し、遠隔地や作業現場で走行中の車両位置の把握、運行実績作成作業の簡易化など成果を上げることができた。運転手から他の車両位置を把握できないなど、解決できなかった要望については、運行管理システムの改良を行いさらなる有用性の向上に努める。

キーワード 紀伊半島大水害、動態管理、リアルタイム監視、働き方改革

1. はじめに

2011年9月の台風12号（紀伊半島大水害）の影響により、紀伊半島（奈良県・和歌山県・三重県）では3,000箇所を超える斜面崩壊が発生し、その崩壊土砂量は約100,000,000m³に及んだ¹⁾。

紀伊山系砂防事務所では大規模崩壊による土砂災害に対する安全度の向上のため、砂防事業を実施しており、24,000,000m³の日本最大の崩壊土砂が発生した奈良県吉野郡十津川村栗平地区を流れる栗平川流域においても、湛水池埋戻しや砂防堰堤造成等の砂防事業が続けられている²⁾ (図-1)。

紀伊山系砂防事務所へのヒアリングの結果、砂防事業



図-1 位置図（左上）、実証中の走行車両に取り付けたドライブレコーダーの画像（左下）と工事現場（位置図と工事現場についてはパンフレット³⁾に一部加筆）

において、砂防堰堤造成のためにコンクリートブロックを工場や仮置場から現場まで運搬している。現場付近は山間部で、コンクリート堰堤や掘削土砂などを運搬する際、道路の道幅が狭く、ダンプ等の対向車両とのすれ違いが困難な箇所が多い(図-1左下)。無線等により各車両間で調整をしながら、通行をしている⁴⁾。運搬車両の現在位置が掴めないことが一つの要因となっている。

近畿地方整備局が公募した「現場ニーズに対応する新たな技術(シーズ)」において、リアルタイムに位置情報を把握することができる運行管理システムの実証実験を行い、課題解決につながる可能性と今後の展開を確認できたため、実証実験結果を報告する。

2. 先行事例と実証技術の紹介

(1) 先行事例

運行管理システムは、ベースエンジン(RATS: Radioactive wastes Transport System)を用いて、一般的な建設現場用にカスタマイズしたシステムである(図-2)。RATSは前田建設工業株式会社、応用地質株式会社、株式会社ケー・シー・エスの三者による共同開発したソフトウェアで、環境省中間貯蔵事業において、除去土壌等の輸送管理を行った実績がある。

主な機能は以下の6点である。6点の内、実証実験では

- ①, ②, ③, ⑥を用いた。
- ① スマートフォンのGPS機能と通信処理等の高速化システムを利用したリアルタイムの動態管理(サンプリングタイム1分)
- ② カメラ機能と映像の送受信による路面や積載物の常

時監視と運行履歴の記録

- ③ 加速度センサーによる速度管理(速度超過防止, 急加速, 急ブレーキ等の異常時の即時把握)
- ④ 専用ナビゲーションによる, 運行ルート管理(進入禁止エリア等の通過では警告音を発生)
- ⑤ 運転手と管理者との双方向の対話
- ⑥ 積載物の全数管理によるトレーサビリティの確保

(2) 実証技術の仕組み

運行管理システムは、専用アプリケーションをインストールしたスマートフォンを運搬車両に搭載し、運搬車両の走行位置情報をリアルタイムに監視することができる。スマートフォンのGPS機能を使用して車両の位置と時刻を計測し、通信機能で走行データをサーバにアップする。サーバにアップした走行データを事務所などの遠隔地においてもweb経由でPCで確認することができる。

スマートフォンに搭載されたカメラ機能を活用し、走行時の動画も同時に取得可能であり、走行中の状況を確認することができる。

スマートフォンの加速度センサーを活用し、運搬車両の急減速, 急加速を検知することが可能である。電波を利用できないトンネルなどでは、走行データをスマートフォンに蓄積し、通信可能な状態になった時点で走行データをサーバに送信することで、走行データの欠損を防いでいる。

(3) 実証技術の特徴

a) 使用機材

使用する機材は専用アプリを搭載したスマートフォン, SIMカードや充電器など汎用的な機器を使用し、運行管理システムを利用できる。

b) 走行履歴・走行動画の表示

運行管理システムはリアルタイムの位置情報だけではなく、走行履歴の表示や走行実績, 走行時の動画, 朝夕の通勤・通学時の走行禁止区間・時間中の走行の有無を確認することも可能となる。

c) 通信不可エリアでの挙動

運行管理システムはスマートフォンで用いられる通信技術を採用しているため、トンネルなどの電波不感地帯では通信ができないが、位置や時刻情報などのデータをスマートフォンに蓄積し、通信可能なエリアで走行データをアップロードすることで走行データの欠損を防ぐことができる。

d) 柔軟なカスタマイズ

利用者のニーズに合わせて、機能の追加や削除, 新規機能の構築が可能である。実証実験向けにカスタマイズを行っており、内容を次章に示す。

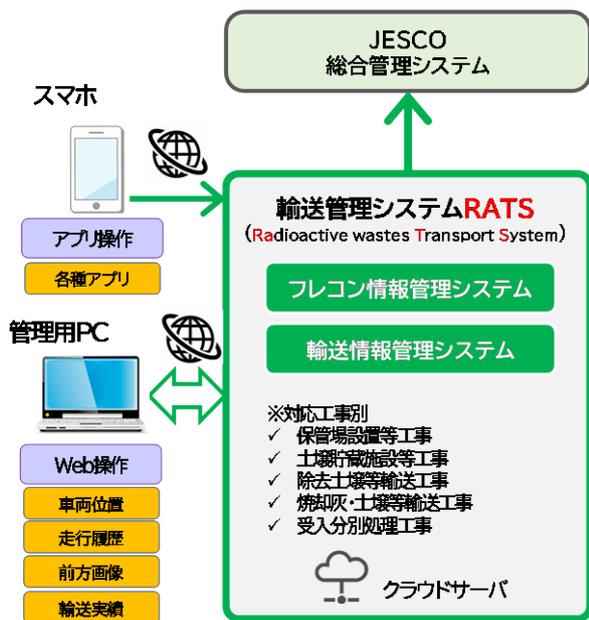


図-2 RATS 概要図

e) 採用実績

前述のRATS同様に環境省中間貯蔵事業において、運行管理システムは2019年から2022年3月で実績がある。

3. 実証実験

実証実験では、2021年度技術シーズの公募において、紀伊山系砂防事務所が提示した「山間部の狭隘・急峻な現場通行を事業者（受発注者共）で一元管理したい」、「土砂運搬時の現在位置、運行履歴、状態のモニタリングを可能にするシステム」というニーズに対するシーズの有用性を把握するために以下の検証を行った。

紀伊山系砂防事務所に対してヒアリングしたところ、下記7点のニーズを確認し、①～④については運行管理システムの改良を行った。⑤～⑦については7章に今後の対応を記載した。

- ① 車両走行位置のリアルタイム確認、車両走行履歴、車両走行実績の確認
- ② 電波不感地帯走行時でも利用可能
- ③ 車内スペースを侵さない小型な機器
- ④ コストが増大とならない
- ⑤ 車両に搭載したスマートフォン画面で他の車両位置も把握可能
- ⑥ 車両に搭載したスマートフォン画面から音声案内、注意喚起などの音声情報を通知
- ⑦ 通行禁止時間帯を設けている地域、電波不感地帯など、指定した特定箇所を通過した時の日時を記録

(1) 実施概要

実施箇所、期間や対象については以下に記す。

a) 実施箇所

実証実験現場は、コンクリート堰堤を製造している草竹コンクリート奈良工場（奈良県奈良市）ならびに同社第四工場（奈良県奈良市）から砂防事業箇所の区間など各施設や作業現場とした。また位置情報の監視箇所を作業所（奈良県吉野郡十津川村）ならび五條監督官詰所（奈良県五條市）にて行った。工場は奈良市の各施設や現場については表-1、位置図については図-3に示す。

b) 実施期間

実施期間は2022年2月14日（月）から2022年2月28日（月）とした。

c) 実施対象

実証実験は最大5台の車両を対象とし、専用アプリを搭載したスマートフォン一式を使用した。

(2) 実施内容

実証実験内容については以下3点の検証を行った。

表-1 施設・現場の所在地

施設・現場	住所
奈良工場	奈良県奈良市平清水町 558
第四工場	奈良県奈良市南京終町 6-616-3
上野地ヤード	奈良県吉野郡十津川村 820 番ほか
作業所	奈良県吉野郡十津川村滝川 407 番
詰所	奈良県五條市大塔町辻堂 1-3
現場	奈良県吉野郡十津川村栗平

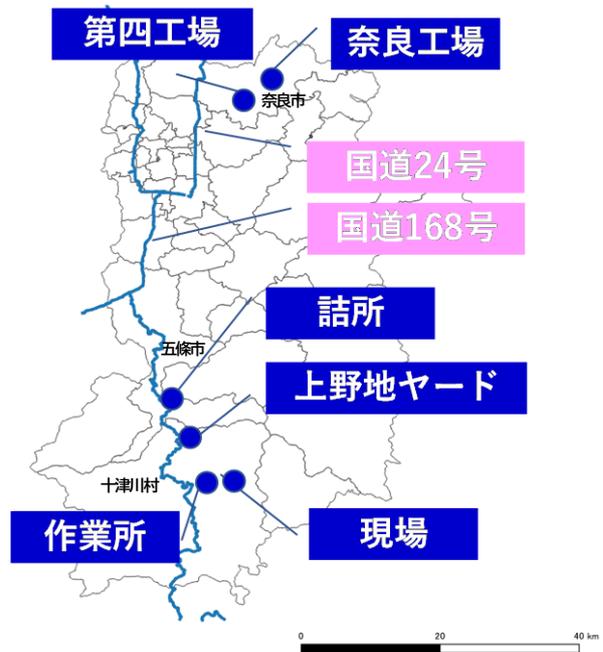


図-3 位置図

(奈良県の国土数値情報を基に背景地図を作成し作成)

a) 走行位置のリアルタイム表示

奈良工場から現場、現場から上野地ヤード等、出発地から目的地までの走行位置がリアルタイムに表示されていることを管理画面で確認した。確認は現場、作業所および詰所において行った。現場は電波不感地帯であったが、電波不感地帯でもWEBによる立会（遠隔臨場）可能となるシステムを試験的に導入しており、紀伊山系砂防事務所の協力によりそのシステムで使用されている衛星通信用電波を利用することができ、現場でも位置情報をリアルタイムで把握することができた。

b) 走行履歴の確認

起終点までの走行履歴を管理画面で確認した。走行履歴は起終点位置と輸送経路から外れることなく運行していることを確認した。

c) 走行実績の確認

起終点までの走行実績を管理画面で確認した。走行実績の内容は車番、端末番号、所属会社、運転手、輸送開始時刻、輸送終了時刻、搬出先、実績の表示、出力を確認した。

d) 走行動画の確認

起終点までの車両前方動画の確認を管理画面で行った。特に急減速発生箇所や作業現場付近の狭隘な道路を中心に行った。

(2) 実施方法

アプリケーションを入れたスマートフォンを運転手に使用してもらい、管理画面において実施内容を検証した。

4. 結果

運転手は「アプリ起動→運転手と車両の登録→搬出先や積荷等の選択→車内に設置」という簡単な操作で準備ができた。設置状況を図-4に示す。

また、実証実験により得られた結果は以下のとおりである。

(1) 走行位置のリアルタイム表示

走行位置のリアルタイム表示機能により、電波が通じている区間だけでなく、電波不感地帯では車両は停止した状態に見えるが、電波が通じている区間を通過する時点でデータを自動でアップし、走行実績を確認することができた(図-5)。

(2) 走行履歴の確認

走行位置と同様に走行履歴(起点:奈良工場、終点:作業現場)の表示を確認した。現場以外でも電波不感地帯を通る区間があったが、起終点全区間で履歴が表示されていることを確認した(図-6)。

(3) 走行実績の確認

走行実績を確認したところ車番、端末番号、所属会社、運転手、輸送開始時刻、輸送終了時刻、搬出先が表示されていることを確認できた(図-7)。

(4) 走行動画の確認

走行動画を確認したところ、狭隘な道路を走行中などの動画を確認することができた(図-8)。また、急減速警告が出た箇所の動画を確認したところ、事故には至っていないことを確認した。

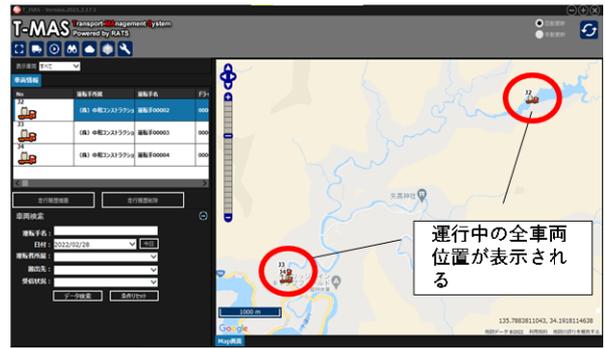


図-5 車両位置表示画面(作業現場にて)



図-6 車両履歴表示画面(奈良工場~現場)



図-7 運行実績管理画面

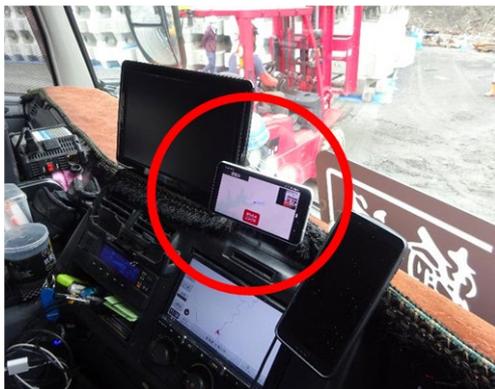


図-4 車内設置状況



図-8 運搬車の前方画像(図1左下再掲)

5. 考察

運行管理システムは、アプリケーション操作が容易、使用機器も汎用品のため、導入時の費用、時間面での負担が軽減でき、施工性の向上も図られた。

車両の通行履歴を自動出力できる機能については、通行報告作成の手間や記載ミスの削減、工程が短縮できることが分かり、管理作業の効率化を確認できた。作業所の職員によると、作業時間の約30%の短縮できることを確認した。

運行管理システムの利用で遠隔地でもリアルタイムに車両位置を把握できることで、実証実験のように長距離で、狭隘な道路など確認地点の多い輸送の作業確認に効果を発揮する。車両軌跡から通行時刻を確認し、その走行データを基に調整することで、通行禁止時間を設けている区間や待機場所での待ち時間の短縮につながり、環境負荷も抑えることが可能である。

現場から要望のあった狭隘な道路などの特定箇所地点を通過した日時を記録する機能があれば、通行報告書などのレポート作成時により使い勝手が向上する。

また、輸送作業時の無線回数を減らせ、安全性が向上したが、管理者側だけでなく運転手側でも他の車両の位置を把握できるようになれば、より安全性が向上できる。

6. 結論

運行管理システムの有用性を確認できた。4章に記載した結果により、運行管理システムは、3章に記載した紀伊山系砂防事務所が要望する7点のニーズのうち、①～④を解決し、走行位置と履歴の把握に有効であることを確認できた。解決できなかった⑤～⑦のニーズの対応については、次章にまとめる。

7. 今後の展望

実証実験を踏まえ、遠隔地や現場で走行中の車両位置の把握、運行実績作成作業を簡易にしたい現場への展開できることを確認できた。実用性のさらなる向上のため、実証できなかった3章に記載したニーズ⑤～⑦について、下記の通り短期間で改良、機能付加をすることができ、今年度の工事に使用可能である。

(1) ドライバー間で車両位置把握

実証実験では作業所などの遠隔地にいる人が車両位置を把握できることを確認できたが、ドライバーは車両位置を把握できない状態であった。ニーズ⑤のように、ドライバー間で他の車両位置を把握することができれば、

監督者が指示を出さなくても狭隘な道路での対向車両とのすれ違いを効率的に行えるようになる。車両に搭載したスマートフォン画面に他の車両等を表示できるようにプログラムを改良をする。

(2) 音声案内

ニーズ⑥の音声案内については、上位システム(RATS)において登録したルート音声案内、指定ルート以外を走行した場合の注意喚起も可能である。指定した箇所を通過時に音声で鳴るようにする機能を改良する。

(3) 指定箇所通過日時の記録

ニーズ⑦の指定箇所を通過した日時を記録するためには、指定したエリアで通信が行われた時刻を収集するようにプログラムを改良する。

8. おわりに

今回の経験を踏まえ、より有用性のある運行管理システムを構築し、現場に投入することで、工事現場の車両運行管理を効率的に行えるようにして、建設業界のDX化に寄与したい。

謝辞：「令和3年度現場ニーズに対応する新たな技術（シーズ）」による実証実験を行うことができ、結果を報告している。実施に際し、紀伊山系砂防事務所 古江智博建設専門官ならびに同事務所 田尻一朗建設監督官より現場や実証実験についてのアドバイスをいただいた。実証実験への協力を(株)中和コンストラクション 栗平工事作業所 山村登作業所長をはじめ多くの方々にご協力いただいた。最後に、運行管理システムの構築に携わった前田建設工業(株)の井上卓氏と林信太郎氏他関係各位に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 紀伊山系砂防事務所：事業紹介パンフレット，2021年3月，P.1，<https://www.kkr.mlit.go.jp/kuisankei/outline/pdf/pamph.pdf>（閲覧日:2022/05/20）
- 2) 紀伊山系砂防事務所：魅せる！現場一砂防編— Vol.5 栗平～日本一の土を止める，2021年12月24日，<https://www.kkr.mlit.go.jp/kuisankei/map/8.html>（閲覧日:2022/05/20）
- 3) 紀伊山系砂防事務所：電波不感地帯でも”行動のDX”栗平地区において遠隔臨場テストを実施，2022年2月17日，https://www.kkr.mlit.go.jp/scripts/cms/kuisanchi/info/set1/data/pdf/info_1/202217_01.pdf（閲覧日:2022/05/20）
- 4) 近畿地方整備局：第3回現場ニーズと技術シーズのマッチング技術シーズの公募について別紙-1，別紙-2，2021年10月，<https://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/019a8v000001jzww-att/R3bessi1to2.pdf>（閲覧日:2022/05/20）