工事用車両運行ルートの安全管理に活用できる交通事故リスク診断支援ツール

(国研)土木研究所寒地土木研究所　正会員　○四辻　裕文
同　正会員　奥村　航太
同　正会員　平澤　匡介
同　正会員　伊東　靖彦

１．はじめに

工事現場を発着する工事用車両の運行ルート上の交通事故を防ぐため,現場事務所では現場内の安全衛生管理体制の下で工事用車両の運転者に対する安全運転管理が行われる．日本建設業連合会の「建設工事に伴う安全運転管理事例集」[1]によると，現場事務所は運行ルートで交通事故が懸念される箇所をあらかじめ撮影しておいて工事用車両の運転者に見せることで注意喚起を図ったり，運行ルートを含む地図の中に交通事故リスクの高い箇所を図示した交通危険マップを作り，工事用車両の運転者に配布することで注意喚起を図っている．このような安全運行管理手法は工事用車両の運転者が運行ルートで交通事故を起こさないために効果的だが，交通事故に巻き込まれるリスクも同時に減らせられると安全運行管理手法の高度化が図られる．

ある交通・気象状況下で過去に交通事故が起きた箇所では，何も対策が為されなければ，同様の交通・気象状況下で再び交通事故が起きる可能性があり，その交通事故に工事用車両が巻き込まれるリスクがある．どのような交通・気象状況下で過去に交通事故が起きたかを調べておいて交通事故に巻き込まれるリスクがどの程度あるかを診断しておけば，渋滞情報・天気予報等により同様の交通・気象状況になりそうな日に工事用車両の運転者にそのリスクを伝えることで注意喚起を図ることができる．

上記の診断は工事現場ごとに現場事務所が行うより,複数の工事現場が含まれるある程度まとまった地域を対象に建設会社が前もって行っておくほうが効率的である.その際データベース管理システム(以下「RDBMS」と呼ぶ.）を使って交通事故や交通・気象等のデータを統合し，それを電子地図に紐付けた地理情報システム（以下「GIS」と呼ぶ.）を構築しておくと，どのような交通・気象状況のときにどこで交通事故が起きたかを簡単に調べることが出来て便利なツールとなる．交通事故リスクの高い箇所を撮影したデジタル写真をこのGIS 上でも確認することができれば更に便利なツールとなる．

著者らは交通事故リスクの診断を支援する目的で GIS ソフトウェアの QGIS と RDBMS ソフトウェアの PostgreSQL をインストールした Windows タブレット端末を使った交通事故リスク診断支援ツール（以下「当ツール」という.）を開発した[2]．当ツールは過去数十年分の北海道内の人身・物損事故データ，気象データ，道路交通データ及び道路構造データのクロス検索結果をデジタル道路地図（以下「DRM」と呼ぶ.）上に表示でき，且つ，指定した 2 地点の最短経路上の検索結果若しくは指定した交差点を中心とする円内の検索結果を地図上に表示できる.タブレット端末内蔵カメラで撮影したデジタル写真をDRM 上に貼付することもできる.当ツールの開発目的は道路管理者や警察による国道・地方道等の交通事故リスク診断に活用してもらうことだったが，当ツールが有する機能は建設会社による工事用車両運行ルートの安全管理にも活用できると考えられる．

そこで本稿では工事用車両運行ルートの安全管理への活用を想定した当ツールの技術紹介を行うものとし，当ツールが有する機能を説明するとともに，それと同じ機能を建設会社が使用する際にどのようにデータを集めるとよいかについて解説する．

２．関連する技術・論文

工事用車両運行ルートの安全管理に関連する技術としては，国土交通省の「事故危険箇所検索マップ」[3]が

キーワード　安全運行管理，工事用車両運行ルート，交通事故リスク，リスク診断，支援ツール，GIS
連絡先　〒062-8602　北海道札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34　寒地土木研究所　寒地交通チーム　ＴＥＬ011-841-1738

ある．建設会社が運行ルート上で交通事故リスクの高い箇所を知りたいとき，このマップは全国の一般国道・主要地方道等を対象にホームページで公開されており役に立つ．但し，このマップは交通・気象等のデータを含んでおらず，それらのデータとのクロス検索ができない．

工事用車両運行ルートの安全管理に関連する論文については，それを主題とする論文をインターネットで検索したところ本数が少なく，以下の 2 本が得られた．

矢田・浜田・新井・原山・加瀬[4]は 1 日に最大で往復 440 台のコンクリート骨材運搬用ダンプトラックが運行するダム本体建設工事に導入された安全運行管理システム VasMap について解説している．このシステムはトラック全車のダッシュボードに据え付けられた Android タブレット端末の GPS 情報に従って現場事務所が各車の位置・車速をリアルタイムに把握できる．加えて運行ルート周辺の住民の意見に基づきトラックの車速を 30km/h に設定した区間を示すハザードマップがタブレット端末に内蔵されており，運行ルート要所で『歩行者に注意して下さい.』『合流車に注意して下さい.』『最徐行して下さい.』などの音声案内がある．建設会社はタブレット端末に記録された各車の位置・車速データから 30km/h 設定区間で速度超過をした運転者を特定して指導することができたことから，著者らはこのシステムの導入は安全運転教育に効果的であったと述べている．

吉田[5]は 1 日あたり常時往復 50 台の掘削残土運搬用 10 トントラックが運行する高速道路建設工事に導入された安全運転エコドライブシステムについて解説している．このシステムはトラック全車のシガーソケットに差し込んだ小型端末の GPS 情報に従って現場事務所が各車の位置・車速・急減速をリアルタイムに把握できる．加えて 6 箇所に点在する掘削残土搬出先への運行ルートにおけるトラック運転者各員の危険運転挙動データを集計して運行ルート上の危険運転箇所を特定することができ，建設会社はその危険運転箇所を地図上にプロットしてトラック運転者全員に配布している．トラック運転者全員が各々の危険運転挙動の情報を共有することができたことから，著者はトラック運転者全員の安全運転意識を向上させる効果があったと述べている．

以上の 2 本の論文で解説された車載 GPS を利用する技術は工事用車両の運転者が交通事故を起こさないように支援するためのものであるが，当ツールは GIS を利用して工事用車両の運転者が交通事故に巻き込まれないように支援する技術である．

３．当ツールが有する機能について

(1) 当ツールの概要

図-1 に示すように当ツールのハードウェアには現場に持ち込めて冬期使用に耐えられるタブレット端末を適用しており，GPS センサ，カメラ，Wi-Fi モジュールが内蔵されている．

図-2 に示すように当ツールの表示画面は QGIS の画面を基礎としているものの，当ツール特有の機能が使いやすいよう設計しており，表示画面の右側に配置されたメインメニューには当ツールの機能を示すアイコンを並べている．同画面の中央下側に配置された検索操作画面では，対象とする交通事故の種類を選び，その交通事故要因として考えられる気象，道路交通若しくは道路構造の種類を検索条件として選ぶことができる．そのクロス検索結果は同画面の中央に配置された地図上に事故発生箇所として表示される．尚，**図-2** には北海道の交通事故の特徴といえる冬型事故において大半を占めるスリップ事故について例示した．



図-1　当ツールの概観

また，当ツールは過去数十年分の北海道内の人身・



図-2　QGIS を基盤とする当ツールの表示画面



図-3　PostgreSQL を基盤とする当ツールのデータベースの概要

物損事故データ，気象データ，道路交通データ及び道路構造データを PostgreSQL でデータベースに統合して QGIS と連動させており，**図-3** に示すような形で整理している．その際，人身事故データのように緯度経度が分かる地点別のデータ，物損事故データのように発生した町丁目が分かる住所別のデータ，道路交通データや道路構造データのように発生した道路区間が分かる線的なデータ，又は気象データのように地図を格子状に区切ったメッシュごとに集計される面的なデータがお互いに地図上で重なり合うようにして，**図-3** の PostgreSQL の検索レコード 1 行が交通事故 1 件に相当するように整理している．

当ツールには**図-2** の右下に書いたような様々な機能があるが，以下では建設会社が工事用車両運行ルートの安全管理に活用できると考えられる最短経路上の事故分析機能，同心円内の事故分析機能，現場写真自動配置機能及び診断書作成機能について説明する．

(2) 最短経路上の事故分析機能，同心円内の事故分析機能

建設会社による工事用車両運行ルートの選定条件の一つに最短経路上の交通事故リスクが挙げられる．ここでいう最短経路とは工事現場から搬出先までの所要時間が最短となる運行ルートのことではなく，工事現場と搬出先との距離が最短となる運行ルートのことである．当ツールが有する最短経路上の事故分析機能を使

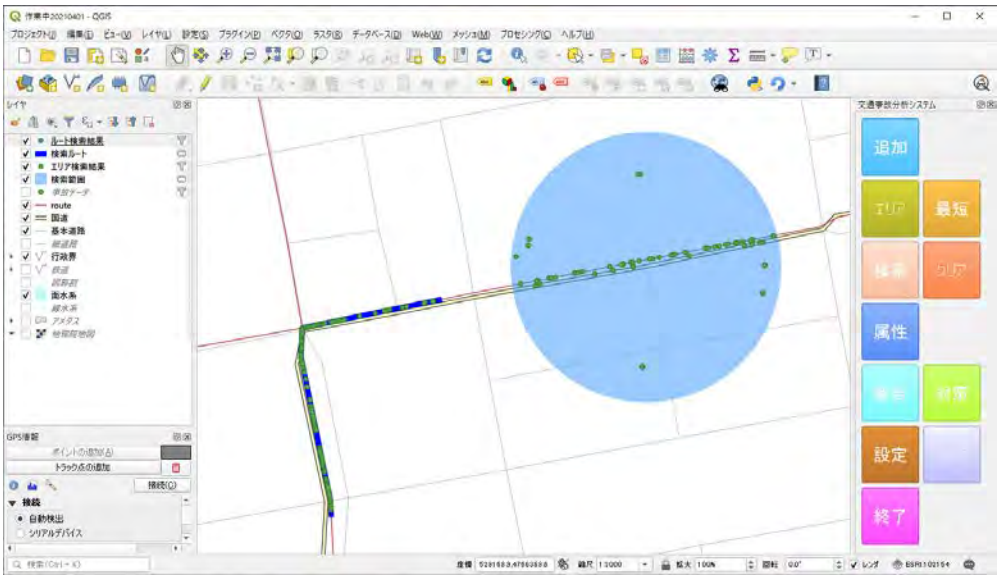


図-4　最短経路上の事故分析機能，同心円内の事故分析機能

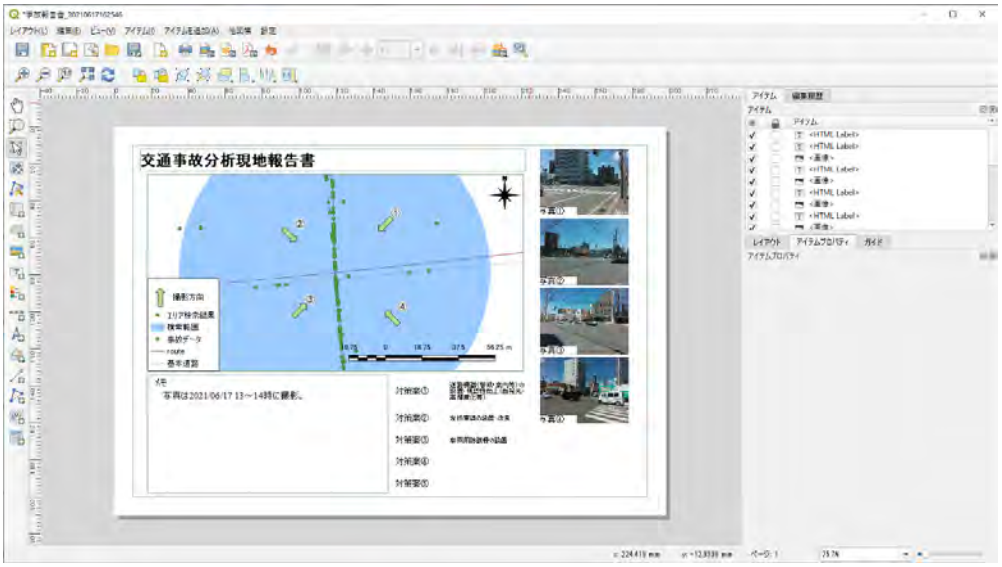


図-5　現場写真自動配置機能，診断書作成機能

うと，タブレット端末の付属タッチペンを使って当ツールの地図上で指定した工事現場と搬出先の 2 地点を繋ぐ国道・地方道等の中からダイクストラ法によって最短経路を演算できる．このとき前もって国道・地方道等の中で道路種別を指定しておけば，例えば国道の途中で高速道路を経由するような最短経路なども演算できる．そのうえで**図-4** に示すように最短経路で起きた交通事故に係るクロス検索結果を地図上に表示することができる．

また，上記の選定条件とは別のものとして，交差点等の合流地点における交通事故リスクが挙げられる．当ツールが有する同心円内の事故分析機能を使うと，タッチペンを使って地図上で指定した交差点の位置並びに指定した円半径から QGIS のバッファ機能によって当該交差点を中心とした円内の状況が演算される．そのうえで**図-4** に示すようにその円内で起きた交通事故に係るクロス検索結果を地図上に表示することができる．このとき円半径を複数設けておくと当該交差点を中心に複数の同心円をつくることができ，同心円の各円内の事故発生状況を比べることにより当該交差点からどの程度離れた範囲まで交通事故リスクが高いのかを推測することができる．

表-1　当ツールで使われているデータの内容とその出所

種類	データの内容	データの出所		
地図	DRM 数値地図	(財)日本デジタル道路地図協会 国土交通省国土地理院	購入 購入	drm.jp/database/ gsi.go.jp
交通事故	人身交通事故(人身事故) 物件交通事故(物損事故) 事故危険区間	警察庁 警察 国土交通省北海道開発局	公開 非公開 公開	npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/opendata/ hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou_iji/splaat000001rdyd.html
気象	気温・降水量等(アメダス)	国土交通省気象庁	公開	data.jma.go.jp/stats/data/mdrr/
道路交通	交通量(道路交通センサス) 車速・急減速(ETC2.0)	国土交通省道路局 国土交通省道路局	公開 許認可	mlit.go.jp/road/census/r3/ mlit.go.jp/road/ITS/j-html/spot_dsrc/oshirase.html
道路構造	道路施設点検データベース 冬期路面すべり抵抗値	(一財)日本みち研究所 (国研)土木研究所寒地土木研究所	公開 非公開	road-structures-db.mlit.go.jp/

これらの機能を使うと,建設会社は工事用車両運行ルートの選択においてルート上の交通事故リスクが低い最短経路を探すことができる．更に，その結果を工事用車両の運転者に伝えることにより運行ルート上で交通事故に巻き込まれないよう指導することもできる．

(3) 現場写真自動配置機能，診断書作成機能

当ツールが有する現場写真自動配置機能を使うと，タブレット端末内蔵の GPS センサとカメラを使って撮影したジオタグ付きデジタル写真を**図-2** に示すように地図上に貼付することができる．その際，撮影した方向を表す矢印記号も同時に地図上に表示できる．

また，当ツールが有する診断書作成機能を使うと，**図-5** に示すようにクロス検索結果や現場写真が載っている地図を利用して定型の診断書を作製し，それを PDF に変換してくれる．更に，タブレット端末内蔵の Wi-Fi モジュールによりその診断書を電子メールで送付することができる．

これらの機能を使うと,建設会社が工事用車両運行ルートの安全管理について工事用車両の運転者を指導する際の資料づくりに役立つ．

４．当ツールで使われているデータについて

当ツールが有する機能と同じ機能を建設会社が使用する際にどのようにデータを集めるとよいかについては，**表-1** が参考になる．同表のデータ出所の欄に書かれた「購入」「公開」「許認可」については問い合わせ先の URL を記載している．「公開」とはオープンデータのことであり,「許認可」とは申請理由により使用できない場合があることを意味している．また,「非公開」というのは当ツールの開発目的に沿って道路管理者や警察による使用に限ってデータ出所先から貸与されたデータであり，建設会社が使用する際は道路管理者を通じる必要がある．

表-1 で示す通り，当ツールで使われている地図データの DRM と数値地図は共に全国版が購入可能である．交通事故データについては，人身事故データは全国版が公開されているものの，物損事故データは非公開である．気象データは公開されており，気象庁のアメダスデータが使われている．道路交通データについては，交通量データは公開されているものの，車速・急減速データには ETC2.0 プローブデータが使われていて使用にあたって道路管理者の許認可が必要となる．道路構造データについては，道路施設データは全国版が公開されている．当ツールには寒地土木研究所の計測車を使って計測している北海道内の国道の冬期路面すべり抵抗値のデータが使われているが，このデータは非公開である．

５．技術的課題

現場事務所は,工事用車両運行ルートの計画の中で選定した最適なルートについて地元の了解を得たうえで工事に着手する．その計画においては運行ルート上の交通事故リスクの診断に加え、運行ルートの往路・復路の別，運行ルート上の合流部での車両集中の回避，運行ルートの現道改良の必要性といった様々な側面から最

適なルートが選定される．当ツールは交通事故リスクの診断の側面からその選定を支援できる．

ところで，現場によっては当初想定していたよりも運行ルート上の合流部で工事用車両が集中してしまい，一般車両への安全配慮のため工事用車両の運搬サイクル見直しを余儀なくされる場合がある．そのような場合には運搬サイクルの増加や運搬費の増額に伴って工事開始後の運行ルート変更もあり得る．当ツールのデータベースには交通状況を示すデータが含まれるがそれは過去の状況を示しているに過ぎず，工事用車両の運行によって交通状況が将来どのように変わるかを当ツールで推計することは出来ない．それが可能になれば，運行ルート選定の当初において運行ルート上の合流部で工事用車両が集中するような場合を考慮することができる. そのためには GIS 上で交通量推計など将来の状況を推計できるような機能を加える必要があり，今後の技術的課題である．

参考文献

1) 日本建設業連合会, 建設工事に伴う安全運転管理事例集（第 7 集）, 2022.https://www.nikkenren.com/publication/detail.html?ci=132（2023 年 7 月 10 日閲覧）
2) 四辻裕文，奥村航太，平澤匡介，伊東靖彦，複雑な事故要因を有する生活道路等に有効な交通安全診断支援ツールの開発，寒地土木研究所月報，No. 832，pp. 44 - 49，2022.
3) 国土交通省，事故危険箇所検索マップ https://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/sesaku/danger-point-map/
4) 矢田一也，浜田和則，新井博之，原山之克，加瀬太郎，ダンプトラック運行管理システムの交通安全対策への活用，土木学会論文集 F6（安全問題），73 巻，2 号，pp. I_69 - I_74，2017.
5) 吉田洋，高速道路建設工事における土運搬の安全管理について，第 23 回土木施工管理技術論文報告集，pp. 211 - 212，2018.