

東京外環事業におけるトラックマネジメントの運用実態と今後の展開について

村上 智哉¹・○倉田 紘平²

¹元 東京外かく環状国道事務所 計画課 (〒158-8580 東京都世田谷区用賀4-5-16 TEビル 7F)

¹現 水管理・国土保全局 砂防部砂防計画課 地震・火山砂防室 (〒100-8918 東京都千代田区霞が関2-1-3)

² 東京外かく環状国道事務所 調査第二課 (〒158-8580 東京都世田谷区用賀4-5-16 TEビル 7F)

東京外環事業においては、工事車両を各JCT建設箇所(大泉、中央、東名の3箇所)から直接高速道路に乗り入れる交通処理を実施しており、各JCT単位で①工事車両需要調整、②ICT等を用いた車両運行管理、③高速道路への合流支援、④トレーサビリティ管理を統括管理する仕組みと併せて、これらをトラックマネジメントシステムと称して運用し、当事務所が包括管理している。

一方で、各JCT毎に工事進捗や日あたりの運行台数の違いにより、異なる手順、操作が派生しており、工事進捗に伴う作業負担の増加やトラックマネジメントシステムに係る運搬実績データの登録作業時期のバラつき等の課題が顕在化している。

本稿では、現在の運用実態を調査し課題の要因を明らかにすることにより、より効率的な運用形態と今後の活用方策について検討する。

キーワード 運搬管理、工事車両運行計画、合流支援、運用体制

1. はじめに

東京外かく環状道路は、都心から約15kmの圏域を環状に連絡する延長約85kmの道路であり、首都圏の渋滞緩和、環境改善や円滑な交通ネットワークを実現する上で重要な道路である。現在、国土交通省、東日本高速道路株、中日本高速道路株が共同で事業を進めている。東名側から2017年2月に、大泉側からは2019年1月にシールドマシンが発進し、本線トンネル工事が稼働した。

本線トンネルは全長約16km、片側3車線、直径15.8mの大断面・長大であることから、シールドトンネル工事の発生土(以下、シールド発生土)運搬のためと、既存の高速道路と本線を連絡する東名JCT、中央JCT、大泉JCT(全て仮称、以下仮称を省略)建設を含めた地上部工事が同時並行で稼働し、資機材運搬車両も大量に運行する計画が想定された。これらを踏まえ、工事車両の円滑な運行(定められた統括管理者が一括した指示・連絡調整)を行い、一般交通への影響を抑えるなどのため3事業者協働により①工事車両需要調整②車両運行管理③高速道路への合流支援④土のトレーサビリティ管理を行う仕組みとしてトラックマネジメントシステムを導入する事とした。

2. トラックマネジメントシステムとは

2-①. 工事車両需要調整

図1のように高速道路本線を走行する一般車両の交通に

対し、工事車両の大量流入による渋滞を誘発しないよう、工事車両の運行台数の平準化を実施している。工事車両需要調整では、各JCTの各工事JVから提出される時間帯別運行計画台数を、前年同月の交通量データを基にしたサービス水準の評価により、一定のサービス水準を維持する台数に調整(前後時間帯への割り振り)を行っている。サービス水準は、米国交通学会(TRB)が出版するHighway Capacity Manual (HCM)に示されている交通流率(≒交通容量)に応じてランク分けされた指標を使用している¹⁾。調整は概ねの運行計画を調整する月次調整(月1回当面3か月分の運行計画)と最終的な運行計画を調整する週次調整(週1回1週間分)の2段階で行っている。

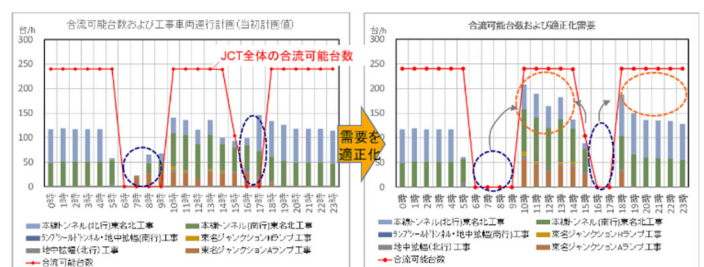


図-1 工事車両需要調整イメージ
(東名JCTの例(左:当初計画値、右:適正化需要))

2-②. 車両運行管理

GPS内蔵型ランシーバ(以下、GPSランシーバ)により工事車両の現在位置をリアルタイムに把握し、事故・渋滞時等

における運行情報や工事現場内の車両滞留の発生を迅速に共有できる体制を東名JCTで構築している。なお、GPSトラシーバを用いない大泉JCTでは、シールド発生土仮置場と受入先間の往復時間の記録や、工事ヤード・シールド発生土仮置場・車両待機場の各地点にガードマンを配置し、突発事象等発生時等に施工業者の事務所職員との連絡可能な体制の構築によって、車両運行管理を実施している。

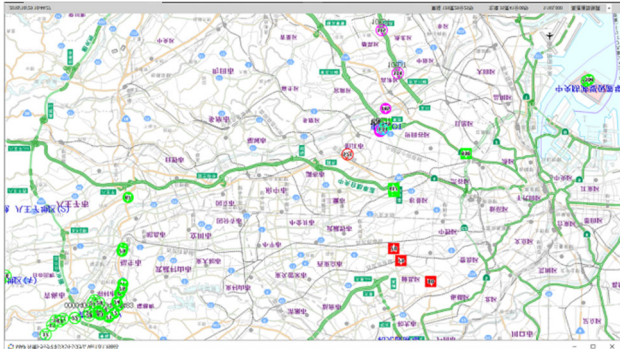


図-2 GPSトラシーバを用いた車両運行管理画面(数字部が取得した工事車両の現在位置、○、□等の記号で運搬物を判別可能)

2-③. 合流支援

図3のように工事車両の高速道路本線への円滑な合流を支援するため、交通状況に応じて工事車両の発進タイミングの制御を行っている。合流支援では、高速道路本線合流部の上流側に、本線を走行する車両の車間と速度を計測するマイクロ波センサと本線の状況を確認するカメラを設置し、一般車両の車間距離等から合流可能なタイミングを合図員に提供するシステムをJCTごとに導入している。

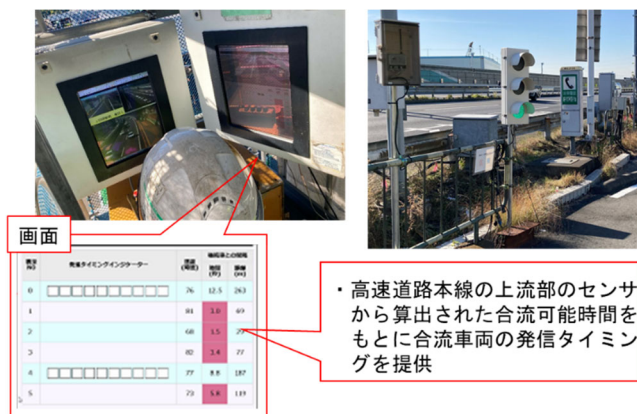


図-3 中央JCT(左)と東名JCT(右)における合図員へ合流タイミングの提供をおこなうシステム

2-④. トレーサビリティ管理システム

図4のように発生元や仮置場に設置されたトラックスケール計測データやGPSトラシーバによって自動検知される入退場記録等に基づき、発生元から仮置場、仮置場から受入地までのシールド発生土運搬状況をシステムサーバに登録出来るようにすることで、運搬状況の記録の一部を自動化し、シールド発生土運搬実績を蓄積している。これにより、

トレーサビリティ管理作業の効率化とデータの一元管理を実現している。

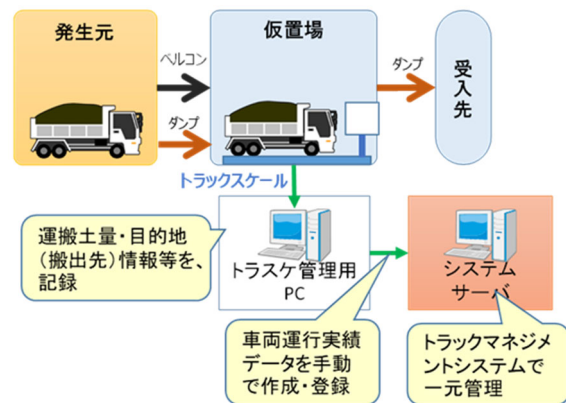


図-4 トレーサビリティ管理システム運用イメージ

2-5. 現在の運用状況

東名JCTでは①工事車両需要調整、②車両運行管理(GPSあり)、③合流支援、④トレーサビリティ管理の全てを2018年5月から実施している。大泉JCTでは、2019年8月より①工事車両需要調整と②車両運行管理(GPSなし)、④トレーサビリティ管理を実施しており、③合流支援は、大泉JCTの発生土の大部分をベルトコンベアで搬出し高速道路を利用しないため実施していない。中央JCTでは合流支援のみ2017年4月より実施しており、今後、①工事車両需要調整と②車両運行管理、④トレーサビリティ管理を導入することを検討中である。

3. 運用実態調査の実施

中央JCTの今後の導入検討にあたって、今までに導入してきた取り組みやシステムに改善点がないか、アンケートや聞き取りによる実態調査を行った。

対象は、本システムを運用している事業者・施工業者を対象として運用実態調査を実施した。なお、大泉JCTでは、3施工業者と2事業者、中央JCTでは1施工業者と1事業者、東名JCTでは、5施工業者と2事業者を対象とした。なお、取り組み毎に対象が異なるため、各設問毎の事業者・施工業者数は一致しない。回答は事業者と施工業者において、工事車両需要調整、合流支援、車両運行管理、トレーサビリティ管理、それぞれの取り組みに対して感じている導入効果を具体的に把握するために記述式とした。

加えて、導入効果及び課題の聞き取りをトラックマネジメントに係る作業をおこなう現場職員に実施した。

3-1. 運用実態調査結果

JCT間の導入効果の違いを比較するため、工事車両需要調整、トレーサビリティ管理の導入効果に関する質問事項に

関して導入効果を感じた旨を記載した事業者・施工業者の割合を示す。結果は図5から図7の通り。

車両運行管理の各問について、東名JCTで大泉JCTよりも導入効果を実感している割合が高い傾向にあった。内容としては高速道路本線の渋滞回避につながった等があった。聞き取りの結果では、大泉JCTのシールド発生土仮置場から受入先間の往復時間の把握に用いる運行管理表の管理作業を施工業者が負担に感じていることが課題としてわかった。

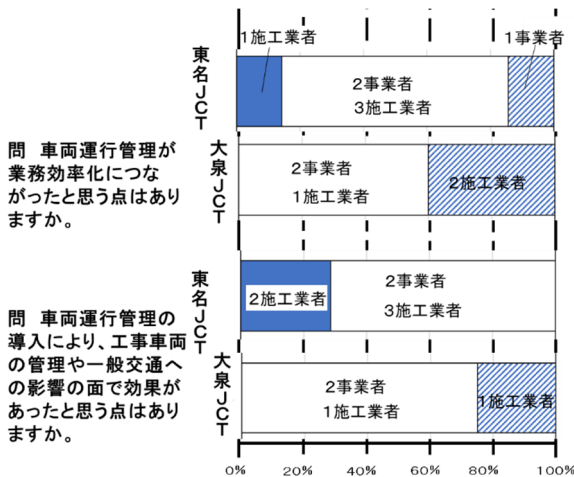


図-5 車両運行管理に関する質問結果(塗りつぶしは導入効果がある旨回答した事業者・施工業者の割合、斜線はわからない旨回答した事業者・施工業者の割合)

合流支援の問について、東名JCTで中央JCTよりも導入効果を実感している割合が高い傾向にあった。内容としては、苦情が減ったため安全な合流ができていてことを実感している等の意見があった。聞き取りの結果では、車種又は運転手の習熟度により高速道路本線への工事車両の合流タイミングが異なる可能性があることが課題としてわかった。

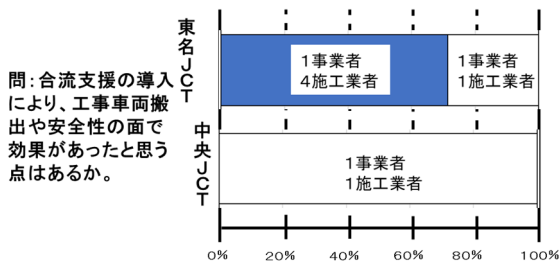


図-6 合流支援に関する質問結果(塗りつぶしは導入効果がある旨回答した事業者・施工業者の割合、斜線はわからない旨回答した事業者・施工業者の割合)

トレーサビリティ管理の問について、東名JCTよりも大泉JCTで東名JCTよりも導入効果を実感している割合が高い傾向にあった。内容としては回転数の把握等で施工実績を確認出来ることが上げられた。聞き取りの結果では、土質試験結果の登録作業を施工業者が負担に感じていることに加え、

施工業者毎に運搬実績データの登録作業時期のバラつきがあることが課題としてわかった。

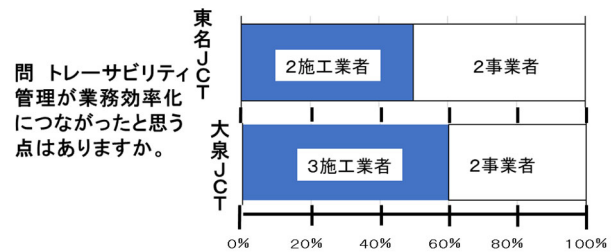


図-7 トレーサビリティ管理に関する質問結果(塗りつぶしは導入効果がある旨回答した事業者・施工業者の割合、斜線はわからない旨回答した事業者・施工業者の割合)

4. 結果の考察とICTを用いた高度化案の検討

運用実態調査の結果から、車両運行管理では、GPSトラッカーを用いている東名JCTより大泉JCTで導入効果を実感している割合が低いことから、大泉JCTでは運行管理表に係る作業の負担が導入効果の実感を妨げている要因の1つである可能性がある。

合流支援では、安全な合流が出来ていると実感できている等の導入効果はあるが、事業者・施工業者の一部で導入効果を得ることが出来ていないことについて、合流タイミングが一定であることがその要因の1つである可能性がある。

トレーサビリティ管理では、施工業者が土質試験結果の登録作業等を負担に感じることで、運搬実績データの登録時期にバラつきが生じ、事業者が運搬実績を会議等のタイミングで確認することが出来ず、業務効率化につながっていない可能性がある。

以上の考察から施工業者の負担を軽減したトラックマネジメントシステムの効率的な運用及び確実な実施をおこなうため、今まで導入してきたシステムに対してICTを用いた以下4-1から4-3の高度化案について導入を検討することとした。詳細は後述する。

- 4-1 大泉JCTにおけるトレーサビリティ管理・車両運行管理について、ETC2.0またはAIカメラを用いた受入先での受入開始時刻管理の電子化
- 4-2 合流支援について、AIカメラ等を用いた車両状態(車種又は重量の違い等)の判別による車両状態を加味した合流タイミング最適化
- 4-3 トレーサビリティ管理について、土質試験結果及びトラックスケール計測データのシステム入力の自動化

4.1. ETC2.0またはAIカメラを用いた受入先での受入開始時刻管理の電子化

現在、大泉JCTのトレーサビリティ管理における排出元、仮置場、受入先への発着時刻の記録について、発生土の排出元から仮置場まではトラックスケール計測データを用いているが、受入先での受入開始時刻の記録については、紙媒体の運行管理表を用い、それを施工業者の事務所でとりまとめているため、負担となっていることがわかった。そのため、ETC2.0またはAIカメラを用いて、受入開始時刻管理の電子化によるトレーサビリティ管理をおこなうことで、省力化が可能であると判断した。

4.2. 車両状態を加味した合流タイミング最適化

合流支援システムにおいて、高速道路本線への合流可能タイミングの判定を車種や車両重量など速度到達時間状態を加味した合流タイミングを合図員に提供することを検討しており、現在工事車両の車種における合流までの時間の違いについて調査を実施しているところである。

4.3. 土質試験結果及びトラックスケール計測データのシステム入力の自動化

現在、土質試験結果のシステムサーバへの入力に係る作業は、紙媒体で受領する土質試験結果のPDF化、システムへのアップロード、システムへの入力、そのチェックがあるが、その全てを人の手でおこなっている。また、トラックスケール計測データのシステムサーバへの入力については、トラックスケールのシステムから計測データを取り出し、それを別PCのトラックマネジメントのシステムサーバに人の手で計測データを移す作業が必要となっている。

トラックスケール計測システムとトラックマネジメントのシステムが独立しており、それらを連係させる場合、システム改修が必要となり、トレーサビリティ管理を一時的に止める必要があった。そのため、システム改修はおこなわない手法として、土質試験結果やトラックスケール計測データの入力作業をRPAツールやOCRソフトを用い自動化することとした。

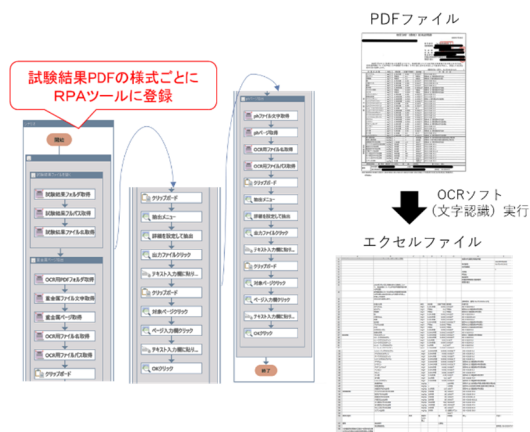


図-9 RPA処理のフロー(左)とOCRのイメージ(右)

RPA技術とは、コンピュータ上で行われる業務プロセスや作業を人に代わり自動化する技術であり、クリックやキーボード入力など定常的な業務をRPAツールに登録することで自動化が可能となり、複数のシステムをまたがった作業にも適用可能となる。現在OCRソフトの現場試行とRPAツールに業務を登録するための作業の撮影を実施している。

5. 今後の課題と展望

ETC2.0またはAIカメラを用いた車両運行管理とトレーサビリティ管理の運用に向けた課題として、受入先に商用電源が無い環境での運用を検討する必要があるため、企業等へのヒアリングを通して省電力で運用する方法を具体化する。

RPAツールやOCRソフトを用いたトレーサビリティ管理の入力作業に向けて、撮影した作業をもとにRPAツールに業務の登録をおこない、現場での試行・その評価を実施する。

車両状態を加味した合流支援に向けた調査の課題として、車両毎の分析に使えるデータが少ないことで解析を実施できない車種があったため、工事の実施状況を考慮した上で、より車両台数を増やした調査の実施する。

東京外環事業はシールドトンネル掘削土だけでも全体で1000万m³発生し、最盛期には東名JCTにおいて日あたり1600台規の工事車両が運行する大規模事業である。今回の検討で提案した効率化案を次年度以降現場にて試行運用し、実装への検討を深めていく予定である。本事業にて、交通マネジメントの様々な可能性を引き出しつつ、ノウハウを確立することで、様々な建設現場の規模や特性に合わせた運用に役立つ事を望む。

6. おわりに

本稿の取り組みにおいては、現場での聞き取り、試行や調査の場において、施工業者の皆様より多くのご指摘やアイデアをいただいているところであり、当事務所の一職員として、高度化案に係るヒアリング、課題の抽出や案出し、関係者協議等、本稿の取り組みの一連を経験する中で、新技術の導入は、現場ニーズに基づく要求された性能を満たすものであることはもちろん、その導入検討にあたっては実運用者の前向きな協力が不可欠であると強く感じた。引き続き、忌憚のない意見をいただく場を定期的に設けながら、高度化案の導入を進めてまいります。

参考文献

- 1) (社)交通工学研究会:1985道路の交通容量,1987年2月