

ITを活用した建設資材運搬車両の 路上待機削減システムの開発

服部 尚道* 木村 正彦**

要約： 建設業は、建設資材を調達して現場に搬入し、現場にて組立て、取り付け等の施工をすることで構築物を完成させる産業である。一方、建設の過程では、残土、残材等の再生資源や廃棄物の排出も伴う。したがって、建設活動に関連する物流のための道路交通量は相当数に上っている。これらの車両が工事現場に一度に集中すると現場周辺に待機車両が滞留し、交通渋滞の原因となる。本研究では、建設現場への生コンクリートの搬入を例にとり、情報通信技術を活用して生コンプラント、現場、ミキサー車間で情報を共有することにより、車両の現場到着時刻を適正化し、現場周辺での路上待機を削減する出荷・運行制御システムを開発し、その運用実験を実施した。これにより、滞留車両の削減効果のみならずコンクリートの品質向上が期待できるシステムを構築できることを示した。

キーワード： 建設資材運搬車両、路上待機、IT、ジャストインタイム、生コン輸送

目次：

1. はじめに
2. システム開発の概要
3. 生コンクリート輸送における例
4. まとめ

1. はじめに

建設業は、建設資材を調達して現場に搬入し、現場にて組立て、取り付け等の施工をすることで構築物を完成させる産業である。一方、建設の過程では、残土、残材等の再生資源や廃棄物の排出も伴う。したがって、建設活動に関連する物流のための道路交通量は相当数に上っている。これらの車両が工事現場に一度に集中すると現場周辺に待機車両が滞留し、交通渋滞の原因となる。本研究で対象とする建設資材物流には、生コン運搬、多種資材搬入および残土・運土の輸送などが考えられる。そこで、まず、建設現場への生コンクリートの搬入を例にとり、情報通信技術（IT）を活用して生コンプラント、現場、ミキサー車間で情報を共有することにより、車両の現場到着時刻を適正化し、現場周辺での路上待機を削減する出荷・運行制御システムを開発した。加えて、本システムの動作確認を行うため、実際の現場において運用実験を実施した。

2. システム開発の概要

2.1 従来の輸送・運行管理システムの問題点と課題¹⁾

物流分野においては従来からジャストインタイムに搬入を行うという強い要請が存在していた。しかしながら、道路を利用して輸送を行う場合には、渋滞による輸送時間の変動や目的地における荷捌き場等の混雑により輸送に要する時間が正確に予測できないため、時間的に余裕

を持った出発でこれをカバーしている。その結果、ジャストインタイム搬入を実現するために、目的地周辺における道路上での車両の待機が発生し、道路交通へのしわ寄せが発生しているうえに、場合によっては工場や店頭の在庫を増やして対応するなどの方法もとられている。

また、ITSの分野においてはトラック、タクシー等の車両の位置を管理して効率的な配車を支援する運行管理システムが既に実用化しているが、運行管理システムの管理対象としている情報の範囲は、輸送サービスの供給者側（例：モータープール、製造、出荷、道路走行中車両）に限られ、主として配車・車両の運用効率の向上を意図したものである。このため、到着地の情報をリアルタイムに利用して、到着地周辺での待機を削減するという考え方にまでは至っていない。

2.2 課題解決のための技術活用の視点

本研究は、近年進歩が著しいITの活用と組合せにより、ジャストインタイム輸送を実現するシステムを開発することを目指したものである。具体的には以下の視点から開発を行った。

- ・既存の移動体通信網とモバイル機器の活用
- ・車両の位置情報・交通状況とデジタル地図の活用

2.3 ジャストインタイムを実現する輸送システム

ジャストインタイムを実現する輸送システムには、以下の機能が必要となる。

- ①到着地の情報の取得・共有と出発時刻の決定

- ・作業進捗状況（例：コンクリートの打設状況）
 - ・荷捌き場所の使用状況（例：ポンプ車の荷卸状況）
- ②車両の位置・状態の取得・共有
- ・現在位置、速度
 - ・状態（例：実車／空車／待機）
- ③荷物の状態の取得と出発地へのフィードバック
- ・製品の品質変化（例：コンクリートのスランプ値）
- ④上記の情報に基づく生産・出荷・運搬の調整

2.4 システムの構成

図1は、ジャストインタイム輸送システムの構成を示したものである。建設資材等の物品は工場等の出発地と建設現場等の到着地の間をトラック等の搬送手段により運搬される。これら3者はインターネットやモバイル通信によりデータセンターに接続されている。

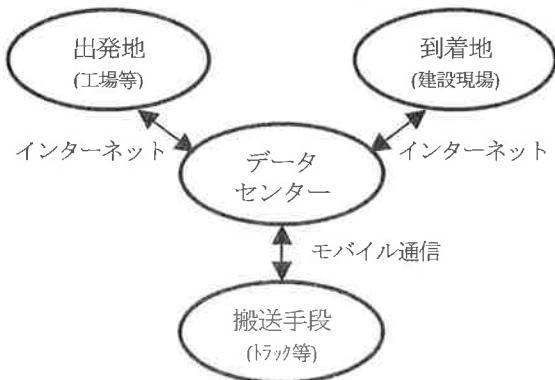


図1 ジャストインタイム輸送システムの構成

2.5 システムの適用範囲

本システムは、以下の適用方法が考えられる。

- ・生コンの運搬（次章で詳説）
- ・多種資材搬入（揚重管理システムとの連動など）
- ・残土・運土輸送

3. 生コンクリート輸送における例²⁾

3.1 生コンクリート輸送の特徴と問題点

生コンクリートは、プラントで生産され建設現場へミキサー車で搬入される。プラントを出発したミキサー車は出発時にあらかじめ決められた目的地1カ所のみ立ち寄り、荷卸し後空車で出発地に戻るという単純な輸送形態である。プラントから現場までの輸送時間は、郊外では通常は10～20分程度のことが多いが、大都市では市街地にプラントがないため輸送時間が1時間程度まで延伸する場合もある。コンクリートは時間とともに硬化するため、これは品質保持上限界の輸送時間である。

都市内のオフィスビルやマンションの建設現場は敷地が狭隘であり、現場に到着したミキサー車の待機場所が存在しない場合が多い。また、周辺の道路が狭く、静穏な住宅地に隣接している場合は、路上での待機も困難である。したがって、渋滞による輸送時間の不確実性を路上待機により調整する対策、目的地における在庫をバッファーとした輸送を行う対策をとることが困難である。

3.2 問題の解決方法

コンクリート打設計画と輸送所要時間から、出荷タイミングを決定して、生産を指示するシステムの提案を行った。このシステムには、プラントからの出発台数と、現場への到着台数、現場における打設実績とをリアルタイムで比較することにより、出荷時期を調整する機能も持たせた。

3.3 出荷時刻決定方法

本輸送システムにおいてはプラントからの出発台数と、現場への到着台数、現場における打設実績とを比較することにより、将来の必要到着台数を決定する考え方を行っている。輸送所要時間については、今回実験したシステムでは機能の単純化のためリアルタイムの予測でなく、前日までの実績の平均値を入力して計画輸送時間とした。将来はミキサー車自体を一種のプロブカー（Probe Car）として利用することにより測定し、リアルタイムに出

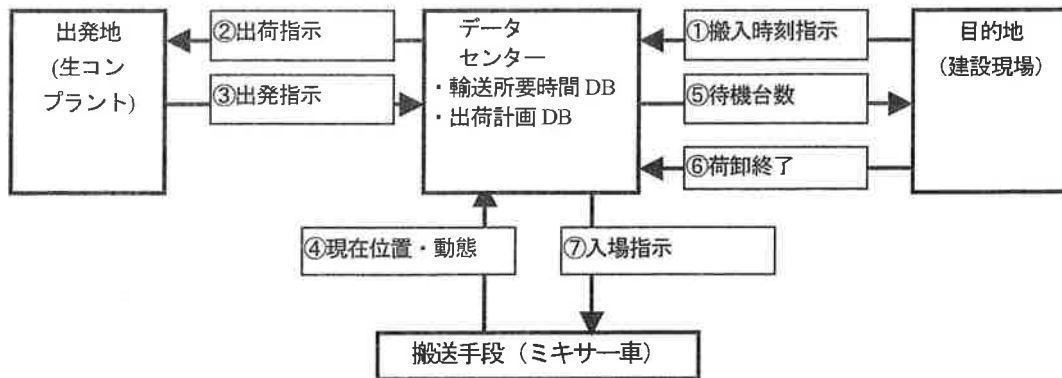


図2 ジャストインタイム輸送システム内のデータの流れ

荷計画自体を更新することを考えている。

3.4 システム構成

生コンクリート輸送におけるシステム構成は、図1に示す出発地が生コンプラント、目的地が建設現場となり、この間を搬送手段であるミキサー車により運搬される。

システム内では図2の流れにしたがってデータのやり取りが行われる。

生コンプラントは、生コンプラント、建設現場が要求する搬入指示時刻(①)およびデータセンターに蓄積された輸送所要時間に基づいて算出された出荷指示(②)を受けてミキサー車を出発(③)させる。走行中のミキサー車からは、現在位置と図3に示すような走行中、待機中、到着等の動態(④)をデータセンターに送信する。データセンターは、建設現場に待機台数(⑤)を通知する。建設現場は、ミキサー車から荷卸し終了の報告(⑥)をデータセンターに送信し、ミキサー車は、建設現場の誘導員からデータセンターを通じての入場指示(⑦)を受ける。

データセンターは、これら情報を受けて出発地から建設現場までの輸送所要時間を蓄積し、曜日別、天候別等のデータベース化を行うことができ、翌日以降の出荷計画策定に反映させることができる。

また、走行中のミキサー車の位置と動態は、生コンプラントや建設現場からモニターすることができる。

本輸送システムは以下のような機能を有する。

- ・ 出荷指示/出荷調整の指示伝達
- ・ 打設実績、打設トラブル発生情報伝達
- ・ ミキサー車現在位置表示、輸送所要時間計測
- ・ 遠隔地での待機ミキサー車への入場指示
- ・ 受入品質検査結果のプラントへのフィードバック

3.5 生コン輸送システムの運用実験

2002年1月に東京都町田市において本システムを実際に生コンプラント、建設現場、ミキサー車10台に設置し

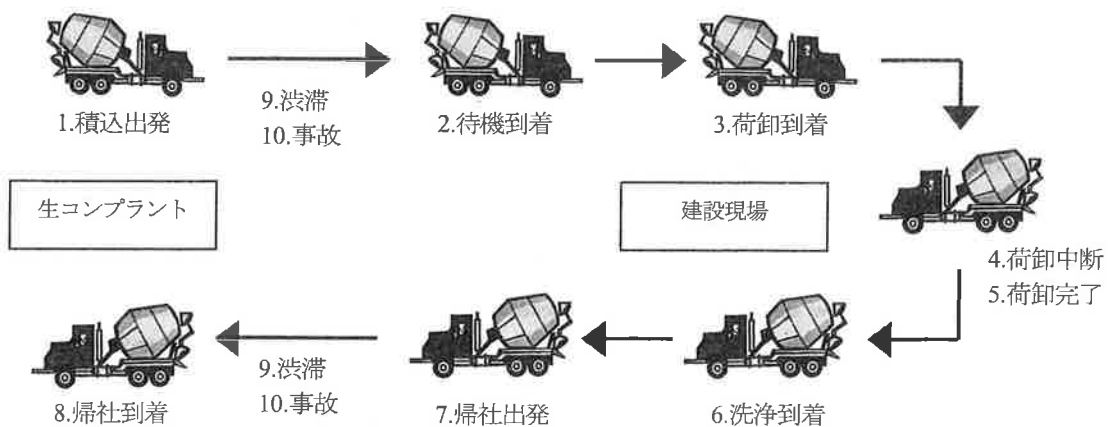
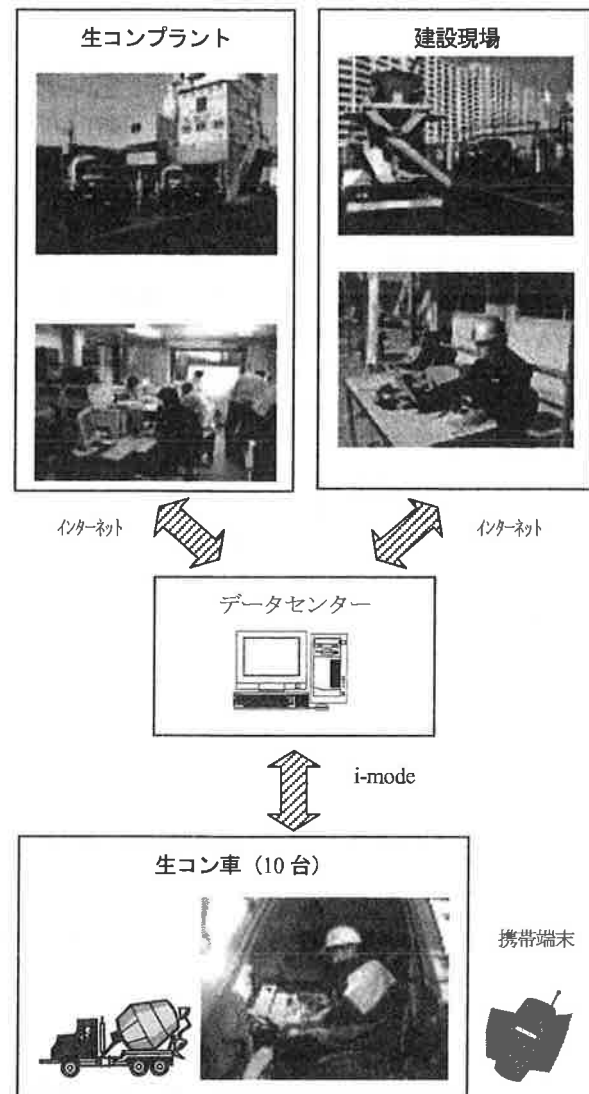


図3 ミキサー車の動態

て、延べ 2 日間にわたりシステムの動作テストを行った。

今回の実験では、実際の建設現場においてシステムが正常に動作するかの確認を目的として、通常の電話と無線機（音声）による生コンクリート出荷指示と並行して本システムの操作を行った。そのため、システムの操作は、それぞれの場所および車両に配置した実験要員のみが行う形をとった（図 4 参照）。

2 日間の実験期間に、端末操作に不慣れなため入力遅れ（人的問題）や携帯電話の E メール遅延（機械的問題）等のいくつかの技術的な問題があることが確認され、これらについては今後の改善が必要なが判明した。一方で、このシステムにより建設現場の前で搬入車両が待機できない場合には、不確実性がある無線による音声連絡よりも、迅速な入場指示ができることが確認された。

3.6 システム導入の効果

今後、本システムが本格的に使用されれば、生コンクリート輸送に係る主体別に以下に示す効果が得られることが期待される。

①地域住民・道路利用者

- ・道路上での待機車両の削減
- ・工事用車両指定走行経路の遵守
- ・迂回走行車両の削減

②建設業者

- ・生コンクリート品質の向上

・近隣住民対策の円滑化

③生コンクリートプラントおよび販売代理店

- ・運搬車両の運用効率向上
- ・配車・出荷調整等熟練作業の支援
- ・小口納品時の販売代理店立会人の省略
- ・発注・納品・検査・請求のペーパーレス化（今後追加予定の機能）

このようなシステム導入の効果は、すべてが定量的に評価できる訳ではないが、待機時間の短縮等一部の効果項目については定量的に計測可能と考えられ、今後長期間にわたっての本格実験において効果実証が期待される。

1. まとめ

本研究では、情報通信技術を活用し、目的地の受け入れ状況に応じて運搬を行う車両の出発時間を調整することなどにより滞留車両を削減する方法の提案を行った。この方法について建設現場への生コンクリートの搬入を例にとって具体的なシステムの開発を行い、生コンプラント、現場、ミキサー車間で情報を共有することにより車両の現場到着時刻を適正化し、滞留車両の削減効果のみならずコンクリートの品質向上が期待できるシステムを構築できることを示した。今後は本格的なシステム導入によりその効果を検証する予定である。

付 記

本研究は、武威工業大学環境情報学科、財団法人運輸政策研究機構運輸政策研究所との共同研究として行われたものである。

参考文献

- 1) Nishimiya, R., Tamai, S.: Departure scheduling system for truck-mixers reflecting waiting time at the construction sites, Proc. Technical Sessions 8th World Congress on Intelligent Transport Systems, ITS00194, Oct.2, 2001.
- 2) 西宮良一・玉井真一・服部尚道：IT を活用した搬入車両の路上待機削減システムの開発，土木計画学研究春大会・講演集，Vol25, 2002

DEVELOPMENT OF WAITING TIME REDUCTION SYSTEM FOR TRUCKS BASED ON IT TECHNOLOGY

H.Hattori and M.Kimura

The construction industry is an assemble industry which includes procurement, transportation and construction. On the other hand, in the construction process, recyclable resources or industrial waste such as leftover soil and materials will be produced. Consequently, the physical distribution for construction work considerably increases the traffic and the waiting trucks, when concentrated around the site at a time, cause traffic congestion.

Applying the IT technology, we developed shipping and operation control system, which reduces waiting time of concrete truck-mixers adjusting arrival time by means of sharing information among concrete plant, construction site and the truck-mixers. This paper reports the results of feasibility study of this system showing significant contribution not only reduction of waiting trucks but also the quality of fresh concrete.