

ITを活用した搬入車両の路上待機削減システムの開発*

IT-based System for Reducing On-street Queuing Time of Carry-in Vehicles*

西宮良一**・玉井真一***・服部尚道****

By Ryoichi NISHIMIYA**・Shinichi TAMAI***・Hisamichi HATTORI****

1. はじめに

従来のサプライ・チェーン・マネジメント（SCM）においては、貨物車による輸送時間の部分は固定値（パラメータ）として扱っており、輸送時間の変動を早めの発注・出荷によりカバーしてきた。このため、余裕を持って出発した貨物車は目的地周辺の路上で時間調整の待機をすることとなり、待機車両による交通流への悪影響、道路交通環境の悪化が発生している。効率的かつ環境に優しい物流を実現するためには、貨物車の運行管理と生産・発注工程管理のSCMを結合して、輸送部分までを含めたジャストインタイム搬入システムを構築する必要がある。本研究においては、建設現場への生コンクリートの搬入を例にとり、インターネットアクセス機能を有した携帯電話を端末として用いて建設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。

2. 従来の輸送システム・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、目的地（需要地）の情報をリアルタイムに利用して、目的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。

3. SCMと物流交通

（1）在庫 = 0 の目標と現実

SCMは、トヨタの「カンバン方式」（ジャストインタイム）を模倣して米国で開発されてシステムであり、小売店等の販売情報をもとに、物流（Supply Chain）と逆の情報の流れ（Demand Chain）を活用して、供給連鎖のプロセスを最適化する手法である。

SCMでは、輸送に必要なリードタイムを考慮した上で、店頭で製品が売れる分だけ生産して、生産に必要な量の部品・材料を発注することにより、店頭在庫、工場・倉庫の在庫、部品・材料の在庫を最小化することを目標にしている。しかしながら、現実には以下の2点の理由により各流通段階で多めに在庫を持つことにより、品切れを防いでいる。

SCMでは輸送に要する時間を固定値として扱っており、輸送時間に変動がある場合には通常考えら

* キーワーズ：ITS、交通管理、交通制御、TDM

** 正員、工修、財団法人運輸政策研究機構運輸政策研究所（東京都港区虎ノ門三丁目18番19号、TEL:03-5470-8415、E-mail:nishimiya@jterc.or.jp）

, * 正員、工修、東急建設株式会社土木エンジニアリング部、（東京都渋谷区渋谷一丁目16番14号 TEL:03-5466-5280、FAX:03-3797-7547）

れる最大輸送時間を用いざるを得ない。

SCMの手法は主としてメーカーが需要予測を行う店頭へ製品を供給するという考え方にたっているが、供給不足を心配する小売店が売れそうな商品については過剰な発注を行うことがあり、注文殺到による供給不足、納期遅延といった現象が発生しやすい。このような事態は、さらに品薄の噂を呼び、さらに小売店が過剰発注を行うという悪循環となることがしばしばある。

(2) 輸送時間の反映

SCMに輸送時間を反映することができれば、道路の渋滞などの対策として持っている輸送中の余分な在庫を削減することが可能である。このためにはITSの技術を活用して輸送時間を正確に予測することが必要となる。

わが国においては道路交通情報センターから渋滞情報が提供されているが、2002年6月には道路交通法の改正によりさらに詳細な道路交通情報が民間に提供されるようになり、これを用いた民間情報提供事業も開始される予定である。また、運行中の車両からGPSや移動体通信を用いて、位置、速度、所用時間等をリアルタイムで収集するプローブカー(Probe Car)というシステムも着目されつつある。

車両運行管理システムや貨物追跡システムが導入されていればそこから輸送時間情報を得ることは可能であり、このような情報システムを単に配車や顧客からの問い合わせ対応にのみ使用するのとは非効率的な投資である。

(3) 情報の共有

SCMにおける過剰発注問題に対しては、小売店が製品の生産・出荷・輸送状況を十分に把握できないための不安感から発生しているという反省から、メーカーと小売店の情報共有を進めることにより生産を調整しようという動きがある。

近年これを発展させてメーカーと小売店がそれぞれ需要予測を行い、インターネットを通じてそれらをすり合わせるにより、両者の合意のもとに生産計画を立案するCPFR(Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment: 需要予測と在庫補充のための共同事業)という手法が着目されつつある。

さらに輸送中の製品の量や到着時期についても運送会社の貨物(荷物)追跡システムを活用すれば正確に把握可能である。

SCMを本当の意味で実現するためには、図-1に示すような貨物輸送におけるメーカー、小売店、輸送業者間の情報共有が必要である。

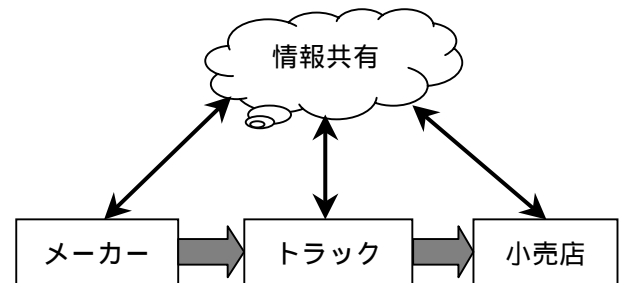


図-1 貨物輸送における情報共有

このような生産側と販売側の情報共有の考え方を流通途中の運搬の部分にも適用して、出荷・出発をきめ細かく制御することにより、運搬段階における搬入車両の待機といった社会的にも無駄なコストの発生を抑制することが可能となる。

4. 建設物流における応用例

建設工事現場、特に都市内の建築現場においては工事に必要な資材および搬入車両を敷地内でストックしておく場所がない場合が多く、道路上での待機(滞留)が発生しやすい。本研究においては、建設物流のうち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路上待機車両削減を可能とした輸送システムの例を示す²⁾。

(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った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。

(2) 問題解決の方向

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) 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とっている。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、リアルタイムに出荷計画自体を更新することを考えている。

(4) システム構成

図-2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。生コンクリート等の建設資材等の

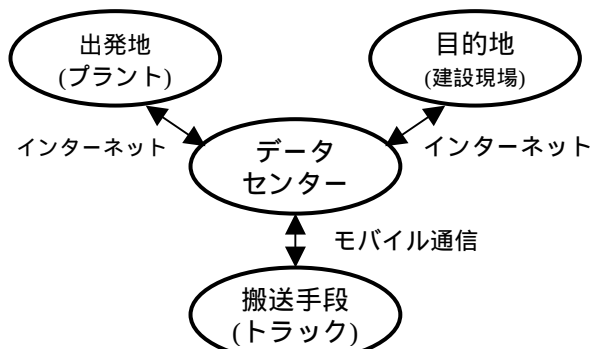


図-2 ジャストインタイム輸送システムの構成

出発地であるプラントと目的地である建設現場の間をミキサー車などの搬送手段により運搬される。これら3者の間はインターネット接続したパソコンや携帯電話によりデータセンターに接続されている。

システム内では図-3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、建設現場が要求する搬入指示時刻（ ）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（ ）を受けてミキサー車を出発させる。その後、データセンターは建設現場に待機台数（ ）を通知する。

走行中のミキサー車からは、現在位置と走行中、待機中、到着等の動態（ ）をデータセンターに送信する。データセンターはこれ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。

建設現場においては、ミキサー車から荷卸し終了の

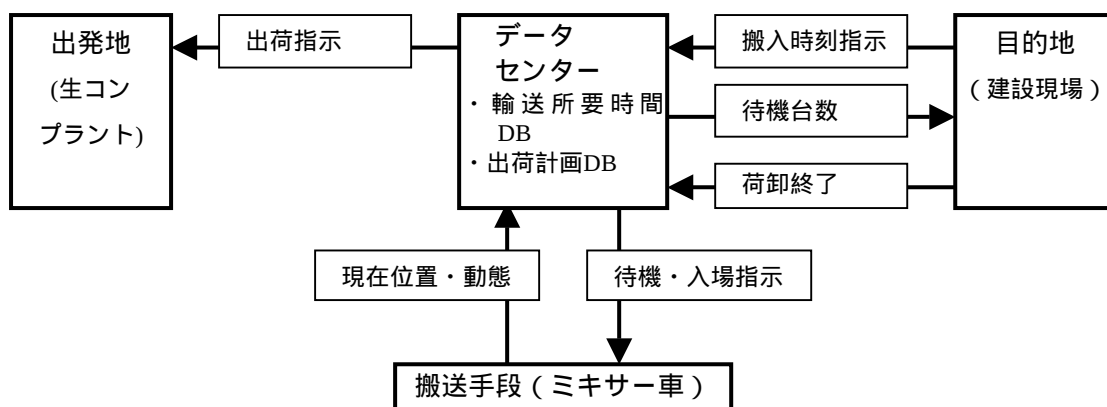


図-3 ジャストインタイム輸送システム内のデータの流れ

報告（ ）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指示（ ）を受ける。

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
- ・ 受け入れ時品質検査結果のプラントへのフィードバック

（５）生コン輸送システムの実証実験

2002年1月に東京都町田市においてこの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。

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。

（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関係す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。

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

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

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。

5. 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より滞留車両を削減する方法の提案を行った。この考えを生コンクリートの輸送を例にとって具体的なシステムの開発を行い、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にも大いに寄与す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。

なお、本研究の一部は武蔵工業大学、国土交通省国土技術政策総合研究所との共同研究の成果である。

参考文献

- 1) 西宮良一：目的地における路上滞留車両削減のための情報通信技術活用に関する研究、土木計画学研究・講演集, Vol24, 2001
- 2) 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.