

# 貨物駅構内作業計画のシステム化

**福村 直登**  
 輸送情報技術研究部  
 (主任研究員)

**中川 伸吾**  
 同  
 (旅客システム 研究員)

**西村 公司**  
 日本貨物鉄道株式会社  
 (ロジスティクス本部 I-TEMセンター所長)



ふくむら なおと なかがわ しんご にしむら こうじ

## はじめに

日本国内の貨物輸送における鉄道のシェアは、重量ベースでは0.9%ですが、トンキロ（重量×輸送距離）では4%となり、長距離輸送では鉄道が多く利用されていることがわかります。また、輸送量あたりのCO<sub>2</sub>排出量は営業用トラックの1/7程度であることから、地球環境問題対策としても大いに期待されています<sup>1)</sup>。

ところで、鉄道貨物輸送の拠点は貨物駅ですが、一般の方が利用できる場所ではないので、そこでどのような作業が行われているのかはあまり知られていません。本稿では現在の貨物鉄道の主力であるコンテナ貨物駅について、主に輸送の観点からその概要を説明し、駅業務の一つである駅構内作業計画の作成を効率化するために鉄道総研で行っている研究開発の内容を紹介します。

## 貨物駅の概要

同じ鉄道の駅であっても、旅客駅と貨物駅では構造も業務も大きく異なります。これは、旅客とは違って貨物は自律的に動くことはできないということに起因しています。ここでは、貨物駅の構造とそこで行われている業務について説明します。

## 貨物駅の設備

一般的に、貨物駅は旅客駅よりも広大な敷地を要します。例えば、国内最大の貨物駅である東京貨物ターミナル駅の面積は約76万m<sup>2</sup>で、旅客駅である東京駅（約18万m<sup>2</sup>）の約4.2倍の広さです（図1）。また貨物列車が最長でコンテナ貨車26両、長さにして約550mもあるため、自ずと細長い敷地形状となることも特徴であり、東京貨物ターミナル駅では端から端まで3.6kmもあります。以下、この広大な敷地内にどのような設備があるかを紹介します（図2）。

### ①着発線（到着線・出発線）

列車が到着、出発するときに使用する線路（番線）です。旅客駅では着発線で旅客の乗降を行いますますが、多くの貨物駅では着発線での貨物の積み卸し（貨車への積み込み、貨車からの取り出し。荷扱いとも言います）はできず、次に述べる荷役線に貨車を転線させて荷扱いを行います。ただし、現在では、着発線で荷扱いができるよう設備改良した駅も増えています（後述）。

### ②荷役線

貨物の荷扱いを行うための番線であり、荷役線に面してコンテナ荷役ホームが設置されています。

### ③コンテナ荷役ホーム

コンテナの積み卸しを行うための場所です。コンテナは



図1 東京貨物ターミナル駅

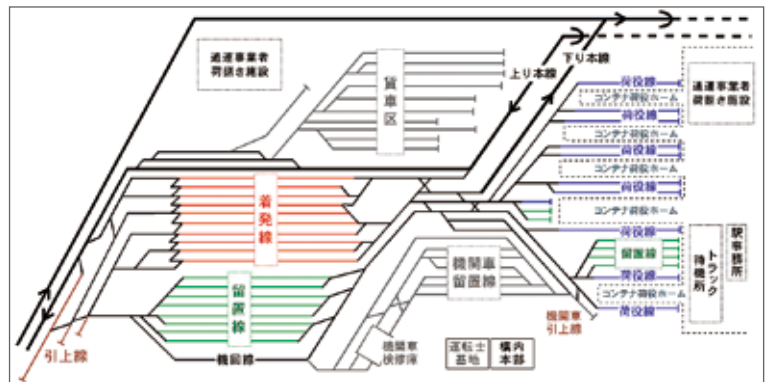


図2 東京貨物ターミナル駅の構内略図

荷主のもとからトラックでホームまで運び込まれ、フォークリフトを用いて貨車へ積み込まれます。取り卸しも同様です。そのため、コンテナホームにはフォークリフト作業帯、トラック通路、トラック積卸帯、コンテナ置き場などのスペースが必要であり、荷役線1線につき幅21mが標準となっています。なお、海上コンテナなど大型サイズのコンテナの積み卸しにはトップリフタを用いますので、この場合、さらに広い面積が必要になります(図3)。

#### ④留置線

コンテナの取り卸しが終わった貨車を、次に使用するまでの間、留置しておくための番線です。

#### ⑤引上線

貨車を移動させるときに一時的に使用する線路です。例えば、荷役線から留置線に直接移動できない場合、いったん荷役線から引上線に転線させて、そこから留置線に転線させます。

#### ⑥機走線(機回線)、機関車留置線

機関車付替を行うための機関車走行用の線路、および、到着した機関車を次に使うまでの間留置しておく番線です。

#### ⑦その他

以上、①～⑥は鉄道貨物輸送のための設備ですが、それ以外にも貨物駅構内には、駅事務所、信号取扱所などの駅業務のための設備や、トラック待機所、運送会社用の荷捌き所などの鉄道輸送とトラック輸送との中継点としてのスペースも必要です。また、主要駅には、機関車・貨車の保全を行う機関区や貨車区、運転士の基地、地上設備の保守区などが隣接して設置されており、そのため、全体として広大な敷地を要することになります。

### 貨物駅構内の作業の流れ

次に、貨物列車が駅に到着してから出発するまでの間、どのような作業が行われるのかを説明します。

#### ①列車到着

本線を走行してきた列車は、着発線に停車します。このときの時刻を駅到着時刻と言います。

#### ②荷役線入線

着発線に到着後、列車を牽引してきた機関車(牽引機)を貨車から切り離し、代わって駅構内専用の入換機関車(入機)を連結して、入機により貨車を荷役線に入線させます。構内配線の関係で直接荷役線に入線できないときは、引上線を経由して入線させます。荷役線で貨車が停止した時刻を入線時刻と言います。なお、駅到着後、直ちに荷役線に入線させるとは限りません。すぐにコンテナを卸す必要が



図3 荷役ホームでの積み卸し作業  
(左:フォークリフト, 右:トップリフタ)

なければ、コンテナを載せたまま貨車を着発線に留めておくこともあります。

また、切り離した牽引機は、機走線を経由して機関車留置線に移動させ、次に牽引する列車の出発まで留置しておきます。

#### ③コンテナ取り卸し

荷役線入線後、フォークリフトなどの荷役機械を使ってコンテナを貨車から卸し、待機しているトラックに載せ替えます。トラックが来ていなければコンテナ置き場に仮置きしておきます。また、他の列車に積み替えて輸送すること(継送)もありますので、このコンテナは継送先列車の荷役ホームに運びます。

なお、コンテナを取り卸した後、次の発車まで長時間空く貨車については、いったん留置線に転線させて荷役線を空け、他の列車が荷役線を使えるようにします。

#### ④組成替え(貨車の連結と解放)

貨物列車では始終着駅だけでなく、途中駅でも列車の組成替えを行う場合があります。コンテナの取り卸しが終わると、入機を使って貨車を切り離したり、留置線にある空の貨車を連結したりする作業(解結作業)を行います。なお、コンテナを載せたまま貨車を切り離し、別の列車に連結しなおすこともあります(特継)。組成替え作業は、作業のしやすさを考慮して着発線や留置線で行うこともあります。

#### ⑤コンテナ積み込み

発送コンテナがトラックで駅に持ち込まれてきますので、貨車を荷役ホームに入れて、積み込み作業を行います。

#### ⑥荷役線出線

発送コンテナを載せ終えたら、入機を使って貨車を着発線に転線させます。この時刻を出線時刻と言います。出線時刻も入線時刻と同じく、必ずしも列車出発の直前とは限らず、作業の都合によって出発時刻よりもずっと早い時刻に出線させることもあります。

#### ⑦列車出発

貨車の先頭に牽引機を連結し、駅から列車を出発させます。駅出発時刻は、着発線から列車が動き出す時刻を指します。



図4 E&S荷役方式駅  
(線路上空に架線が張ってある)

### 着発線荷役(E&S荷役)方式

以上、説明したとおり、着発線と荷役線が分離している駅では、荷扱いのために何回も転線作業を行うこととなり、途中駅で荷扱いがあると列車全体の速達性が損なわれます。そのため、着発線で直接荷役作業が行える着発線荷役方式(E&S: Effective & Speedy Container Handling System)の設備を備えた駅が増えています。E&S荷役方式駅では、荷役中は架線の通電を停止できるようにする、架線に支障することがないようにフォークリフトの持ち上げ高さを制限するなどの設備改良がなされています(図4)。

E&S荷役方式の導入により、荷役作業の効率化だけでなく、安全性の向上、コンテナホーム面積の節減などの効果も見込まれます。

### 駅構内作業計画とは

貨物駅構内では、列車着発や貨車の入換え、荷役など、多くの作業があり、それらの作業を担当する駅作業員が配置されています。輻輳する作業を効率よく実施するためには、各作業の実行順序や各駅作業員の担当作業をあらかじめ決めておく必要があり、これを「駅構内作業計画」と言います。駅構内作業計画を作成することで、円滑な作業の実施が可能になります。

## 貨物駅構内作業計画のシステム化を 目指した研究開発

現在、駅構内作業計画は、駅ごとに駅構内のことを知り尽くしたベテラン担当者が手作業で作成しています。しかし、複雑に入り組んだ多くの制約条件を考慮しつつ、効率的な作業計画を作成するためには、多大な労力と時間を要しています。

そこでこの業務の効率化を図るために、システム化を目指した研究開発を進めていますので、その概要を紹介します。

### 駅構内作業計画作成支援システム

駅構内作業計画は、構内作業ダイヤ図という図表を用いて作成、表記されますが、手作業で作成するときは紙面上



図5 構内作業計画作成支援システム画面

に鉛筆でダイヤ図を記入し、修正があれば消して書き直すという操作を繰り返します。当然このやり方では時間がかかりますし、また勘違いなどによるミスも起こります。

そこで、システム化の第一歩として、構内作業計画をパソコン上で作成するシステムを開発しました。このシステムでは、画面上に構内作業ダイヤ図を表示し(図5)、ユーザがマウスやキーボードを用いて、計画内容の作成、修正を行います。作成した計画内容の整合性については、あらかじめ設定しておいた基礎データをもとにパソコン側がチェックし、間違いがあればエラーメッセージを表示します。また、作成した作業ダイヤ図はプリンタなどから印刷できます。

このシステムを用いることで、作業担当者は単純作業から解放され、計画内容の効率化に注力できます。すでに、鉄道総研では旅客駅向けのシステムを開発し、実務に供していますが<sup>3)</sup>、構内作業ダイヤ図の表記方法が旅客駅と貨物駅では異なること、貨車の場合、1両単位での連結・解放作業があるなど、旅客駅とは違う条件があるため、貨物駅版システムを試作しました。今後は操作性を向上させるなど、実用化に向けて改良を加えていきます。

### 構内作業計画作成アルゴリズム

前述の支援システムは、主に画面表示や単純計算処理にコンピュータを用い、計画内容の作成は従来通り担当者が行うものですが、システム化の次のステップとして、コンピュータに計画内容も作成させたいというニーズが出てきます。

これに対し、構内作業計画作成アルゴリズムの研究開発を進めています。一般的な計画作成アルゴリズムでは、計画作成上の全ての条件をコンピュータに入力すると、その条件を満たす最適な計画作成することを目的としています。しかし、貨物鉄道の場合、列車ごとに連結貨車数や輸送品が異なるため、作業時間や作業手順もそ

れぞれ異なり、また荷役ホーム上での荷役機械やトラックの動線など考慮すべき条件が非常に多く、条件入力に相当手間がかかることが予想されます。その一方、構内作業計画はダイヤ改正ごとに作り直しますが、多くの場合、現行ダイヤをもとに改正ダイヤを作成するため、構内作業計画も全面的に作り直す必要はなく、列車ダイヤの変更により不都合が生じた部分だけ修正すれば十分であることがほとんどです。この方法は、作業手順が変わることによる事故発生を防止する目的もあります。

そこで、このような考え方に即して、現行の構内作業計画と改正ダイヤ案、およびダイヤ改正にかかわる条件データを入力することで、不具合箇所を検出し、その修正案を提示するアルゴリズムを開発しました。これにより多くの条件データを入力する必要がなくなるとともに、実用的な計画案が作成できます。

また、設定条件が厳しすぎるなどの理由で、計画案が作成できないこともあります。本アルゴリズムでは計画案作成に失敗したとき、ネックとなっている条件を検出できますので、条件の緩和や修正が必要な箇所を、ユーザが容易に把握できるという特徴もあります。

本アルゴリズムが実用化されれば、構内作業計画の作成は、ユーザが条件データを入力し、コンピュータが作成した計画案を評価し、不具合箇所があれば条件データを修正してコンピュータに再作成させるという手順を繰り返して、計画内容を完成させるという形態に変わるものと考えています<sup>4)</sup>。

### ダイヤ乱れ時の構内作業変更アルゴリズム

列車は必ずしも計画通りに運行できるわけではありません。災害、事故などの発生により列車ダイヤが乱れ、列車運転時刻の変更や運休などのダイヤ変更、機関車・貨車の運用変更が行われます。当然、それに伴って駅構内作業も変更する必要がありますが、ダイヤ乱れは突然発生するものであり、また、運行中の列車を対象とするため瞬時の判断が求められるなど、担当者にとって負担が大きい業務です。

この業務の負担軽減を目的として、構内作業の変更案を作成するアルゴリズムの研究開発も行いました。基本的な考え方は、前述した計画案作成と同じですが、ダイヤ乱れ時は、「すでに起きたことは変更できない」という大前提があります。例えば、8時到着の列車と10時到着の列車が荷役線で競合するとき、事前に計画を作成する場合は、8時着の列車の荷役線を変更することで競合の解消が可能ですが、ダイヤ乱れ時の場合、8時着の列車がすでに荷役線に入線していればそれを変更することはできません。その

ため、この前提に対応できるようにアルゴリズムを改変しています。また、即時性が求められるダイヤ乱れ時に対応できるよう、処理時間の短縮も達成しています。

前述の計画作成アルゴリズムを含め、これからも実用化を目指して、よりいっそうの性能向上に取り組んでいきます。

### 顧客満足度を考慮した入出線計画アルゴリズム

ダイヤ乱れ時の構内作業の変更にあたっては、構内配線や駅作業員・荷役機械などの数の都合上、駅で行える入換えや荷役の作業量には限界があることを考慮しなければなりません。特に、複数の列車が相次いで駅に到着することになった場合、作業量が一時的にこの限界を超えてしまい、作業の優先順位をつけねばならなくなることがあります。どの作業を優先するかの基準には、円滑に作業を実施すること、列車ダイヤへの影響を最小限に食い止めることなどがありますが、到着コンテナの引き渡し時間を考慮して、運送会社や荷主への影響を最小限にとどめることにより、顧客満足度の向上を図ることも重要です。

そこで、到着コンテナに関するデータ（内容物、引き渡し時間など）を考慮した構内作業計画の作成作業を支援するシステムの開発を目指し、その第一歩として、車両の入出線計画を作成できるアルゴリズムの研究を進めています。このアルゴリズムを用いたシミュレーションにより、運送会社や荷主へのダイヤ乱れの影響を定量化でき、これをどこまで低減できるかを示せると考えています。

### おわりに

物流業界では熾烈な競争が繰り返されており、単にエネルギー効率が優れているだけで、貨物鉄道が荷主から選択される状況ではありません。より多くの荷主に利用していただくためには、さらなる利便性向上とコスト低減が不可欠です。

そのため、これからも貨物鉄道の効率性向上に資する研究開発を進めていく所存です。[RRR]

### 文 献

- 1) 国土交通省鉄道局監修：数字で見る鉄道2009，（財）運輸政策研究機構，2009
- 2) JRFグループ経営者連合会編：貨物鉄道の実務，交通新聞社，1997
- 3) 山下，福村：輸送計画作成を支援する，RRR，Vol.66，No.6，2009
- 4) 福村，平井：輸送計画・輸送管理業務のシステム化の歩み，RRR，Vol.67，No.3，2010