

99. 大都市中心部の端末物流における荷役・搬送活動のシミュレーション分析

A Simulation Analysis on Loading/Unloading and Pick-up/Delivery Activities for Efficient Urban Goods Movement at the CBD

苦瀬博仁^{*}・岩尾詠一郎^{**}・朴 相徹^{***}・慶田知紀^{****}

Hirohito Kuse, Eiichiro Iwao, Sangchul Park and Tomoki Keida

The delivery of consumer goods and commodities to offices, shops, stores, and restaurants in order to support urban lives is one of the most vital activities in a city. Efficient urban goods movement starts with an efficient system for loading/unloading and pick-up/delivery. Loading/unloading and pick-up/delivery activities may be carried out on-street or on especially designated spaces inside the buildings. This paper aims to clarify an efficient method of improvement for loading/unloading and pick-up/delivery activities from the parking space to the final point of destination inside the buildings at the CBD through the use of a simulation analysis. Practical suggestions on how to improve goods movement will also be proposed.

Keywords : Loading/unloading Activity, Pick-up/delivery Activity, Urban goods movement

荷役活動、搬送活動、都市内物流

1. はじめに

近年、物流ニーズの高度化・多様化にともない、在庫量を少なくし、必要なときに必要な量だけ配送するジャストインタイム (JIT) システムが一般化している。これにより多頻度・少量輸送が増加したため、トラックなどによる交通混雑や環境汚染などの問題が顕在化してきている。

特に、物資の最終到着地となる大都市中心部の商業業務地区や商店街においては、トラックやワゴンなどの物資を輸送する自動車 (以下、物流車という) が集中している。このため、物流車の駐停車・物資の積み降ろし・横持ちと縦持ち・荷受けなど一連の端末物流活動が輻輳している。

従来、この問題を解決するには物流車の駐停車対策に重点があったが、一連の端末物流活動を考えると、単に駐停車問題だけでなく、荷役活動や物資の最終到着地である商業業務ビルへの搬送活動、さらには搬入先のビル内での搬送活動や荷受け活動を含めた端末物流活動の分析が必要となる。

そこで本研究では、大都市中心部の商業業務地区を対象に、物流車の駐停車場所からビル内の荷受け場所までの一連の荷役・搬送活動を調査し、この調査結果をもとに、路上とビル内の荷役・搬送活動をシミュレーションによって再現し、さらに各物流活動の特性を変化させて分析することにより、様々な活動 (荷役・搬送・荷受けなど) を含む端末物流活動の効率的な改善方法を明らかにすることを目的としている。

2. 本研究の位置づけ

2.1 既存研究と本研究の特徴

大都市中心部における端末物流に関する研究には、商業地区を対象とした物流実態調査から物流車の駐停車施設や荷さばき施設の必要整備量の研究¹⁾、建築物の用途構成と物流車の駐停車需要の研究²⁾、建築物に求められる端末物流の効率化の研究³⁾などがある。

しかしながらこれらの研究は、物流車の駐停車問題ないし建築物に限定した研究であり、物流車駐停車場所からビル内の荷受け場所までの一連の端末物流活動を扱っているわけではない。

本研究は、物流車駐停車場所からビル内荷受け場所までの端末物流活動を活動ごとに分析することで、物流車の駐停車スペースと、路上での荷役・搬送活動と、ビル内での荷役・搬送活動のそれぞれについて分析している点に特徴がある。

2.2 研究の手順

本研究は、①研究の背景と目的を明らかにするとともに、②本研究の特徴と手順を示す。次に③端末物流における荷役・搬送活動の実態調査結果を示す。④この調査結果を用いたシミュレーションの方法を示し、⑤シミュレーション分析から、路上での荷役・搬送活動の効率化と物流車の駐停車スペースの決定方法を明らかにするとともに、⑥ビル内での荷役・搬送活動の効率化の方法を明らかにする。

* 正会員 東京商船大学商船学部流通管理工学講座 (Tokyo Univ. of Mercantile Marine)
** 学生会員 東京商船大学大学院商船学研究科流通情報工学専攻 (Tokyo Univ. of Mercantile Marine)
*** 外国人会員 東京商船大学大学院商船学研究科交通システム工学専攻 (Tokyo Univ. of Mercantile Marine)
**** 正会員 住友化学 (株)

3. 荷役・搬送活動の実態調査方法と調査結果

3.1 実態調査の目的と方法

本研究における荷役・搬送活動実態調査の第一の目的は、物流車が駐停車し、ビル内の荷受け場所に物資を届け、最終的に駐停車が終了するまでの端末物流活動の実態解明にある。第二の目的は、荷役・搬送活動の改善方法を明らかにするためのシミュレーション分析に必要なデータを収集することにある。

端末物流における荷役・搬送活動を時刻単位で分割すると、「物流車の到着・荷降ろし開始・荷降ろし終了・ビル到着・ビル出発・駐停車場所への帰着・物流車の出発」となる。

このように端末物流活動を分割することにより、以下の六つの物流活動時間を計測することができる。すなわち、①荷降ろし時間、②往路横持ち搬送時間（駐停車場所から荷受け場所のビルまで）、③ビル内往路搬送時間（ビルの物資搬入口から荷受け場所までであり、a.ビル内横持ち搬送時間、b.エレベータなどによる縦持ち搬送

時間、c.荷受け場所のある階での横持ち搬送時間）、④荷受け場所での荷受け時間、⑤ビル内復路搬送時間（荷受け場所からビルの物資搬出口までであり、d.荷受け場所のあった階での横持ち搬送時間、e.縦持ち搬送時間、f.ビルの物資搬出口までの横持ち搬送時間）、⑥ビルから駐停車場所までの復路横持ち搬送時間である。

(図-1、表-1参照)

3.2 調査対象地区と調査方法

千葉市中央区の中心商店街の5つ街路を対象に、オフィス・飲食店・物販店などへの物資搬入を目的に駐停車する物流車とその作業員の活動を調査する。

調査日時は、平成8年11月12日(火)の午前7時50分から午後4時までの間に、調査対象の5つの街路に到着した全物流車を対象に、到着から出発まで一連の荷役・搬送活動(上記の①~⑥)の目視追跡調査をおこなった。なお、この調査は7名の調査員が、各自ストップウォッチを用い、駐停車場所・物資搬入先等とともに、作業時間を秒単位で計測するものである。

表-1 荷役・搬送活動の時間構成と分析項目

調査項目	荷役・搬送活動の時間構成				分析項目			
	荷降ろし時間	路上搬送往路時間	ビル内滞留時間	路上搬送復路時間	駐停車時間	荷降ろし時間	往路搬送速度	復路搬送速度
到着時間					●			
荷降ろし開始時間						●		
荷降ろし終了時間	←①					●		
ビル到着時間		←②					●	
ビル出発時間			←③					●
駐停車場所帰着時間				←④				
出発時間								●

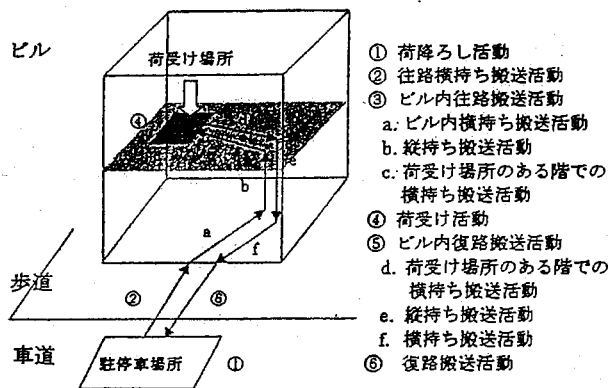


図-1 荷役・搬送活動の構成

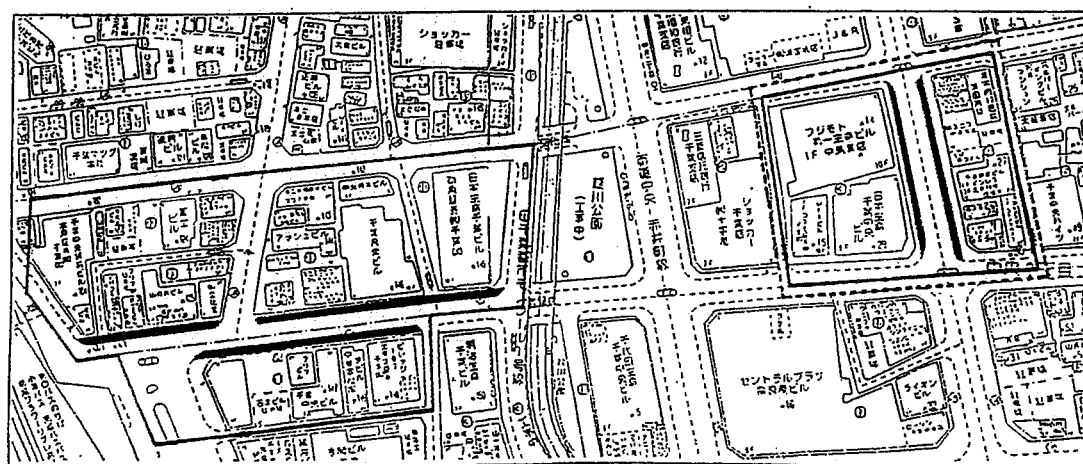


図-2 調査対象地区と調査対象街路

3.3 調査結果

(1) 物流車の到着間隔

5つの街路に到着する全物流車の時間帯別到着間隔は、午前中は9時台を除き5分未満が最大であるが、午後になると5～10分と10分～15分が最大となる。総じて、短い到着間隔が多い。この一方、到着間隔30分以上の場合も全体で約19%である。

また物流車到着台数のピークは、10時台であり、ピークにおいては、10分未満の到着間隔が60%を占めている。(表-2参照)

(2) 搬送手段別荷降ろし時間

搬送手段別荷降ろし時間は、搬送手段にかかわらず、20秒未満の荷降ろし時間が最も多く、約50%以上を占める。そして0～60秒で約80%である。

一方台車利用については、100秒以上も約15%を占めている。これは、台車を準備する時間と、搬送する物質量の影響と考えられる。(表-3参照)

(3) 往路搬送時間と搬送距離

搬入先のビルまでの往路搬送時間が10秒未満のとき搬送距離10m未満が約86%占める。そして当然のことながら、往路搬送時間が長くなると、搬送距離も長くなり、搬送速度の平均は、0.50m/秒であった。(表-4参照)

(4) 往路搬送時間とビル内滞在時間

ビル内滞在時間の分布は、往路搬送時間の長短にかかわらず同じ傾向にあり、1分未満ないし1～2分が最大である。

その一方で、3分以上のビル内滞在時間もまんべんなく分布しており、搬入先のビルの設備状況や荷受け場所の事情によって滞在時間が変わるものと考えられる。(表-5、参照)

なおビル内滞在時間の平均は、2分37秒だった。

(5) 復路搬送時間と搬送距離

ビル搬出口から駐停車場所までの復路搬送時間は、10秒未満の搬送時間が約62%占め、復路搬送時間が短いほど搬送距離が長くなっている。復路の平均搬送速度0.84m/秒であり、往路に比べて約1.7倍の速度である。

(表-6参照)

表-5 往路搬送時間とビル内滞在時間

ビル内滞在時間 往路搬送時間	1分未満	1～1.5分未満	1.5～2分未満	2～2.5分未満	2.5～3分未満	3～3.5分未満	3.5～4分未満	4～5分未満	5～6分未満	6～7分未満	7～8分未満	8分以上	計(%)	到着台数
10秒未満	12.5	25.0	12.5	0.0	18.8	6.3	0.0	13.3	0.0	0.0	0.0	11.6	100	16
10～20秒未満	33.3	3.0	6.1	12.1	21.2	6.1	3.0	9.1	3.0	0.0	3.1	0.0	100	33
20～30秒未満	18.2	18.2	9.1	9.1	0.0	0.0	9.1	9.1	0.0	0.0	3.3	23.9	100	11
30～40秒未満	37.5	12.5	12.5	0.0	0.0	12.5	0.0	12.5	12.5	0.0	0.0	0.0	100	8
40～50秒未満	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	33.3	100	6
50～60秒未満	0.0	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	33.3	100	3
60秒以上	25.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	100	4
計(%)	23.6	10.8	8.4	6.0	12.0	4.8	2.5	7.4	2.5	0.0	6.2	12.9	100	81

表-2 時間帯別物流車到着間隔(5街路の合計)

時間帯	5分未満	5～10分未満	10～15分未満	15～20分未満	20～25分未満	25～30分未満	30～35分未満	35分以上	計(%)	到着台数
8時台	30.7	7.7	15.4	7.7	0.0	0.0	15.4	23.1	100	13
9時台	11.1	33.3	0.0	11.1	0.0	11.1	0.0	33.3	100	9
10時台	33.3	26.7	20.0	10.0	0.0	3.3	3.3	3.3	100	30
11時台	40.0	20.0	20.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	5
12時台	22.2	11.1	0.0	11.1	11.1	11.1	0.0	33.3	100	9
13時台	16.7	16.7	25.0	16.7	0.0	8.3	8.3	8.3	100	12
14時台	7.1	21.4	28.6	14.3	7.1	7.1	0.0	14.3	100	14
15時台	0.0	50.0	0.0	25.0	0.0	0.0	25.0	0.0	100	4
計(%)	22.9	21.9	16.7	12.5	2.1	5.2	5.2	13.5	100	96

表-3 搬送手段別荷降ろし時間

時間手段	20秒未満	20～40秒未満	40～60秒未満	60～80秒未満	80～100秒未満	100秒以上	計(%)	到着台数
手荷	52.0	16.0	12.0	10.0	8.0	2.0	100	60
台車	51.8	11.1	14.8	3.7	3.7	14.8	100	27
計(%)	51.9	14.9	13.0	7.8	6.5	6.5	100	77

表-4 往路搬送時間と搬送距離

往路搬送時間	10m未満	10～20m未満	20～30m未満	30～40m未満	40～50m未満	50～60m未満	60m以上	計(%)	到着台数
10秒未満	92.3	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100	13
10～20秒未満	27.3	24.2	27.3	12.1	3.0	3.0	3.0	100	33
20～30秒未満	10.0	40.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	10
30～40秒未満	9.1	9.1	45.5	27.3	0.0	9.1	0.0	100	11
40～50秒未満	42.9	0.0	14.3	14.3	14.3	14.3	0.0	100	7
50～60秒未満	0.0	0.0	0.0	33.3	33.3	0.0	33.3	100	3
60秒以上	20.0	20.0	20.0	20.0	0.0	0.0	20.0	100	5
計(%)	32.9	17.0	26.8	12.1	3.6	3.6	4.8	100	82

表-6 復路搬送時間と搬送距離

復路搬送時間	10m未満	10～20m未満	20～30m未満	30～40m未満	40～50m未満	50～60m未満	60m以上	計(%)	到着台数
10秒未満	61.9	0.0	23.8	4.8	0.0	0.0	9.62	100	21
10～20秒未満	20.0	23.3	40.0	13.3	0.0	3.3	0.0	100	30
20～30秒未満	15.4	38.5	23.1	15.4	7.7	0.0	0.0	100	13
30～40秒未満	40.0	0.0	20.0	0.0	20.0	10.0	10.0	100	10
40～50秒未満	0.0	0.0	33.3	66.7	0.0	0.0	0.0	100	3
50～60秒未満	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	100	2
60秒以上	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100	2
計(%)	33.3	14.8	28.4	11.1	3.7	3.7	6.2	100	81

4. シミュレーション分析の方法

4.1 シミュレーション分析の特徴

本研究では、シミュレーション分析にあたって、工場や店舗における物資の移動・搬送を再現するシミュレーションソフトである WITNESS を用いる。

また WITNESS は、シミュレーションの過程や結果にアニメーションで表示するため、モデルの欠陥や物資の滞留状況の発見などが容易となる。

このシミュレーション分析に必要なデータは、搬送経路・搬送距離・製品処理機械の数・製品保管場所の数などである。また、物資の到着間隔や到着量を分布関数(正規分布やポアソン分布など)として与え、これらの条件のもとに効率的な物資搬送が可能となる状態を再現しようとするものである。また、分布関数の検定をおこなった結果、正規分布およびポアソン分布のどちらとも有意ではなかった。そこで、全調査時間における物資到着間隔が、より正規分布に近いと考え、これを分布関数に適用した。

4.2 本研究による WITNESS の利用方法

荷役・搬送活動の実態調査結果から、物流車到着台数が多く、物資の荷役搬送活動が盛んな街路を一つ選択し、シミュレーションモデルを作成する。

このとき入力データは、調査結果から得られる搬送距離・搬送時間・搬送速度などと、物流車・物資・荷降ろし時間の分布関数である。さらに、駐停車場所数をシミュレーションの条件として与える。(図-3 参照)

4.3 二つのシミュレーション分析

本研究では、荷役・搬送活動を図-1 ように設定したが、このうち路上とビル内に分割して、二つのシミュレーション分析(①駐停車場所からビル搬入口まで、②ビル搬入口から荷受け場所まで)をおこなう。

これは、目視追跡できなかったビル内での荷役・搬送活動と、目視追跡できた路上での荷役・搬送活動を分離すべきと考えたことと、またビル内の荷役・搬送活動の再現には、多くの仮定を含むことによる。

なおビル内での荷役・搬送活動については、荷受け場所の用途による搬入物資により、荷受け時間と搬送速度が異なると考えられるので、荷受け場所の用途をオフィス・物販店・飲食店の三つに分類して、それぞれ荷受け時間と搬送速度を設定している。

5. 路上の荷役・搬送活動シミュレーション分析

5.1 シミュレーション分析の目的と考え方

路上での荷役・搬送活動のシミュレーション分析は、駐停車スペースと物資到着間隔を変化させ、適切な駐停車スペース数を導き出すことを目的とする。

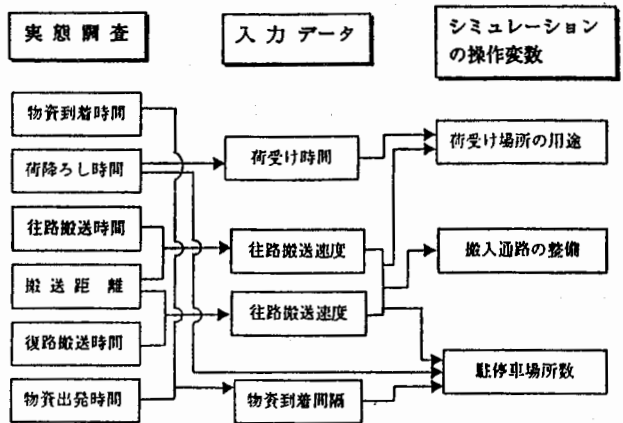


図-3 シミュレーションの考え方

このとき、駐停車スペースには物流車のみが駐停車し、一般の乗用車は駐停車しないものと仮定した。そして、調査対象街路には5つの駐停車スペースが設けられていたので、これを物流車の駐停車スペースの最大値とする。

また実態調査をおこなった街路の両側には10のビルがあったが、実際に物資が搬入されていた7つのビルを物資搬入先とした。(前出、図-2 参照)

5.2 シミュレーション分析結果と改善方法

実態調査による物資到着分布・搬送速度・荷降ろし時間を利用し、当該街路に設けられている駐停車スペース数(5ヶ所)における駐停車スペースの利用実態をシミュレーションで再現した。このとき、駐停車スペースの空き時間・荷降ろし時間(①)・搬送時間(往復、②+⑥)・ビル内滞在時間(③+④+⑤)のうち、空き時間が最も多く約90%であった。実態調査においても、物流車の駐停車は少なく、乗用車の駐停車が目立ち、物流車の駐停車待ちはほとんどなかった。この理由は、調査対象街路において、物流車の発生間隔が長く、かつ同時刻で一つのビルに二回以上の物資の搬入が見られなかったことによる。(表-8 参照)

荷役・搬送活動の効率化の分析にあたっては、物資の到着分布と駐停車場所数を変化させてシミュレーションを繰り返す。これは、搬送速度などには大きな違いがないため、ほぼ一定と仮定したことによる。

ここで駐停車スペース数を順次減らした場合のシミュレーションをおこなったところ、駐停車スペースが1ヶ所の場合でも、約54%は空き時間となったが、駐停車待ち台数は3台となった。また、駐停車スペースが3ヶ所の場合は、駐停車待ち台数は、1台であり、4ヶ所、5ヶ所でも待ち台数は1台である。これは、調査対象街路において物流車の発生間隔が長く、同時刻に3台以上の物流車の駐停車が見られないことによる。

すなわち、駐停車スペース数を減少させれば、物流車の到着間隔によっては、駐停車スペースの待ち台数が増

加する。特に、物流車が搬入先の直近に駐停車する傾向を考えれば駐停車待ち台数が少なくなるように駐停車スペースを決定すべきである。

よって、物流車専用の駐停車スペースは3ヶ所が、適当と判断できる。

5.3 物資到着量が倍増した場合のシミュレーション分析結果と改善方法

将来この街路沿いでの物流需要が増加した場合を想定し、物資到着量が倍増したときのシミュレーション分析をおこない、駐停車スペースの利用時間分布を計算することにする。この場合、物資到着間隔を変化させることでシミュレーションが可能である。

シミュレーションから得られた駐停車スペース数別の利用時間分布によれば、1ヶ所では約80%以上の利用時間である。しかし他の調査³⁾によれば12時間観測における物流車のピーク率は15%前後であり、平均的な駐停車需要の2倍程度である。このため平均的な物資の到着分布をもとにシミュレーションして求めた駐停車スペース利用時間も、ピーク時には約2倍になると考えられる。

よって、駐停車スペースの平均空き時間が50%以上となる駐停車スペース数であれば、ピーク時の駐停車需要にも対応できる。

この一方、物流車の平均待ち台数の増加は、うろつき交通を含め交通の妨げになる。先と同じく駐停車待ち台数を1台のみを許容すると考えれば、駐停車スペースは5ヶ所必要となる。

6. ビル内の荷役・搬送活動シミュレーション分析

6.1 シミュレーション分析の目的と考え方

ビル内での荷役・搬送活動のシミュレーション分析は、ビル内での物資の滞留状況と荷役・搬送状況を再現し、効率的な荷役・搬送活動を実現するための方法を明らかにすることを目的とする。

このために、1)搬入口からビル内通路の整備状況、2)物資搬入口と荷受け場所の階数の違い、3)昇降手段、4)荷受け場所の用途、を条件として与える。そして、1)荷役・搬送活動における荷受け時間、2)搬送速度、3)搬送距離、の三つの値を変化させることによって、シミュレーションをおこなう。

6.2 シミュレーションの方法

(1)ビル内荷役搬送活動の分類と考え方

ビル内の荷役・搬送活動は、荷受け場所の用途、ビル内での物資搬入用通路の有無、荷受け場所の階数によって影響を受けることが考えられる。

たとえば、実態調査結果ではオフィスへの搬送速度は

表一7 駐停車シミュレーションの指標

指標	平均値	標準偏差	分布
物資到着間隔	14.1(分)	19.3	正規分布
荷降ろし時間	43.2(秒)	64.8	正規分布
ビル内滞在時間	157(秒)	85	正規分布

表一8 駐停車スペースのシミュレーション結果

ケース	物資到着間隔	駐停車スペース数	空き時間	荷降ろし時間	搬送時間	ビル内滞在時間	駐停車待ち台数
1	実態調査の再現	5ヶ所	91.8	2.18	1.65	25.9	1.0台
2		4ヶ所	89.1	3.63	2.34	12.2	1.0台
3		3ヶ所	83.8	5.31	2.75	8.14	1.0台
4		2ヶ所	76.9	6.28	4.62	4.9	1.5台
5		1ヶ所	54.3	7.47	12.3	4.35	3.0台
6	物資到着量倍増	5ヶ所	84.0	5.0	3.0	44.1	1.0台
7		4ヶ所	79.0	6.4	4.5	20.7	1.3台
8		3ヶ所	73.3	7.7	4.9	14.1	1.7台
9		2ヶ所	60.8	9.9	8.4	10.1	2.0台
10		1ヶ所	19.3	14.1	22.5	7.8	4.0台

注：空き時間、荷降ろし時間、搬送時間の値は、全調査時間におけるその比率(%)を示している。

遅く荷受け時間も長い、飲食店の搬送速度は速く荷受け時間も短かった。このため、用途によって、搬送速度と荷受け時間を変える必要がある。搬送速度の分布関数において、上位3分の1を除いた分布を搬送速度の遅かったオフィスに用い、下位3分の1を除いた分布を搬送速度の速かった飲食店に用いる。なお、物販店の搬送速度は変更しない。

またビル内で物資専用の搬入路が設けてあるときは、人の流れと分離されるため搬送速度は速くなる。

そこで用途の違いによる搬送速度の違いと同様に、分布関数の上位と下位の3分の1を削除することで、搬入路整備の違いによる搬送速度の違いを表現する。

さらに荷受け場所と物資搬入口が異なる階の場合は、階段やエレベータによる縦持ち搬送を考慮する。

(2)シミュレーションの入力データと操作指標

シミュレーションの入力データは、1)搬入口からエレベータまでの横持ち搬送距離と搬送速度(図一1のa)、2)エレベータから荷受け階までの縦持ち搬送距離と搬送速度(b)、3)エレベータから荷受け場所までの横持ち搬送距離と搬送速度、およびエレベータの数(c:当初1台と設定)、4)荷受け時間(④)、5)横持ち搬送距離と搬送速度(d)、6)縦持ち搬送距離と搬送速度(e)、7)復路の横持ち搬送距離と搬送速度(f)、である。

このとき、荷受け場所の用途と通路の整備状況により、横持ち搬送速度(ないし搬送距離)を変える。

このような条件のもとで、1)搬送距離(a)、2)搬送速度(c)、3)荷受け時間(④)、4)エレベータ数(c)を変化させてシミュレーションをおこなうことにより、物資の滞留ないし渋滞状況を再現できる。

これにより、荷受け場所の用途・搬入路の整備状況・

荷受け場所の階数の違いごとに、搬送距離・搬送速度・荷受け時間・エレベータ数のうち、どの指標が物資の滞留と渋滞の解消に効果的であるかが明らかとなる。

(表-10 参照)

6.3 シミュレーションの分析結果

(1) 荷受け場所が搬入口と異なる階の場合

搬入口と荷受け場所が異なる階の場合は、荷受け場所の用途にかかわらず、エレベータ数を増加させることが荷役・搬送の効率化に有効であった。

これは、シミュレーションにおいて調査対象地区のビルの実態からエレベータを1台と設定したことにも影響されていると考えられる。

次に有効な方法は、横持ち搬送距離の短縮であり、ビル内での移動距離を短くすることが重要であることが明らかになった。ただし、搬入通路が整備されていないオフィスへの搬入については、搬送距離の短縮が1位であった。(表-10 参照)

(2) 荷受け場所が搬入口と同一階の場合

搬入口と荷受け場所が同一階にある場合は、オフィスにおいて搬入路が整備されている場合を除き、搬送距離の短縮が最も効果的であった。次に効果が高いものは、用途や搬入路の整備の有無によって、異なっている。

6.4 ビル内荷役・搬送活動の改善方法

(1) 荷受け場所が搬入口と異なる階の場合

既設のビルにおいて荷役・搬送活動の効率化をはかるとき、新たに荷役専用のエレベータを設置することは工事をともなうため困難と考えれば、来客用のエレベータの荷役用への転用が考えられる。

また、搬入口からエレベータまでの搬送距離を短縮するような搬入経路を設定が、効果の高い整備方法である。

(2) 荷受け場所が搬入口と同一階の場合

既設のビルにおいて、搬送距離の短縮は先と同様に搬入経路の設置が現実的であり、かつ荷受け場所を搬入口近くに設置することが有効となる。

7. おわりに

本論文は、路上とビル内の荷役・搬送活動の効率的な改善方法を明らかにすること目的として、実態調査とシミュレーション分析をおこなった。この結果、物流車専用の路上駐停車スペース設置数の影響と効果を明らかにする方法と、ビル内荷役・搬送活動効率化を目指した設備改善効果の比較方法を明らかにすることができた。

そして、大都市中心部における駐停車問題の解決には、荷役・搬送活動の分析が不可欠であり、この意味においても駐停車の開始から終了に至る一連の荷役・搬送活動のシミュレーション分析の可能性を提示できたと考えて

表-9 ビル内荷役・搬送シミュレーションの指標

指標	平均	標準偏差	分布
物資到着分布	29.0秒	21.0	正規分布
往路横持ち搬送速度	1.3(m/s)	0.9	正規分布
縦持ち搬送速度	1.9(m/s)	1.2	正規分布
荷受け時間	42.3(秒)	47.1	正規分布
復路横持ち搬送速度	1.5(m/s)	0.9	正規分布

表-10 ビル内荷役搬送のシミュレーション結果

ケース	荷受け場所	荷受け場所の用途	搬入通路整備状況	荷受け時間	搬送距離	搬送速度	EV数
1	異なる階	オフィス	有	46	55	-	85
2			中	41	42	07	95
3			無	25	60	-	53
4		物販店	有	43	88	-	103
5			中	32	18	51	76
6			無	33	58	39	78
7		飲食店	有	-	105	-	120
8			中	-	64	01	74
9			無	-	75	44	95
10	同一階	オフィス	有	705	365	95	
11			中	825	350	200	
12			無	305	306	-	
13		物販店	有	825	94	-	
14			中	48	89	20	
15			無	895	190	137	
16		飲食店	有	-	110	-	
17			中	-	625	25	
18			無	130	168	112	

注：荷受け時間・搬送距離・搬送速度・EV数の値は、その要因以外を固定したときの滞留した物資の減少の比率(%)を示す。

荷受け時間変化：24.2(秒)、14.2(秒) 搬送距離変化：6m、3m

搬送速度変化：1.8(m/s)、2.3(m/s) EV台数変化：1台、2台

いる。

今後は本研究を進展させ、地区単位の荷役・搬送活動や、ビル内の駐停車施設や荷役・搬送設備などの研究に応用してしていくことにしたい。

参考文献

- 1) 毛利正光、塚口博司、Ibrahim Mabrouk(1983)「問屋街におけるカーローディングの実態とカーローディングビル規模の算定に関する研究」、日本都市計画学会学術研究発表会論文集、No.18、pp.439 ~ 444
- 2) 堂村栄輔、佐藤肇一(1991)：「都心商業地域における荷さばき施設に関する研究」、土木計画学会研究・論文集、No.9、pp133 ~ 140
- 3) 高橋洋二、苦瀬博仁、鈴木延彰、鈴木真人(1994)：「建物用途構成を考慮した物流車駐停車需要の推定法とビル整備の考え方に関する研究」、日本都市計画学会学術研究発表会論文集、No.29、pp.289 ~ 294
- 4) 芦田昇(1996)：「端末物流と建築物」、都市計画、No.198、pp.38 ~ 41
- 5) 苦瀬博仁(1996)：「都市生活から見た端末物流」、都市計画、No.198、pp17 ~ 24
- 6) 高橋洋二、中村純、小林等(1996)：「端末物流と都市交通」、都市計画、No.198、pp17 ~ 24
- 7) 高田邦都、苦瀬博仁、橋本雅隆 他(1996)：「端末物流と地区交通計画」、土木計画学研究・講演集 19(1)、pp625 ~ 632
- 8) CRC 総合研究所、(1992)、「WINESS・Release6.0・ユーザーマニュアル」