

大規模ビルの貨物用エレベーターに着目した建物内共同配送の効果分析

日本大学 学生会員 ○森 智裕

日本大学 正会員 小早川 悟

1. はじめに

近年、都心部で多く建設されている大規模複合ビルでは、その規模の大きさから縦持ち（ビル内の上下方向の移動）配送や横持ち（ビル内の水平方向の移動）配送に時間を要するため、配送ドライバーにとっては配送効率を下げるとなっている。さらに、このような大規模なビルではテナント数も多いため多くのドライバーが館内の配送を行うことになり、貨物用のエレベーターの利用が混雑するために館内配送の効率はさらに低下することになる。これを解決する方法として建物内共同配送がある。建物内共同配送とは、複数の荷主や運送事業者の貨物を大規模な建物内の配送センターで一括に受け付けて、階別や届け先別に貨物をまとめて配送するものである。しかし、建物内共同配送は複数の事業者が関係することと費用がかかることから、導入が遅れている状態である。

本研究では、貨物の館内配送に着目し、大規模複合ビルでのエレベーターの利用実態を明らかにする。そして、建物内共同配送によって改善されると考えられるエレベーターの交通状況を明らかにすることで、建物内共同配送の有効性を示すことを目的とする。

2. 既往研究

ビル内の配送に関する研究には苦瀬ら¹⁾によりビル内での荷役・搬送活動で効率的な改善方法にエレベーター数を増やす必要があることが示されている。しかし、貨物用エレベーターの設置にはコストがかさむ上、限られた敷地の中で設置することが必要となるため、適切な数を求める必要がある。また、建物内共同配送の研究には高橋ら²⁾のように社会に与える効果として環境負荷や道路混雑、労働時間が削減されたことを明らかにしている研究はある一方でエレベーターの効果を明らかにしたものはない。そこで、本研究では建物内共同配送の効果を建物内のエレベーターの利用状況から明らかにすることで、これから建設される大規模建物における建物内共同配送と貨物用エレベーター導入の

効果把握の一つの方法を示すことができると考える。

3. 分析に用いるデータ

本研究では、2014年に実施された東京都市圏物資流動調査において六本木ヒルズで行われた調査のエレベーター内調査とエレベーター前調査の2つの調査結果を用いてエレベーターの利用状況の分析を行う。分析対象とするエレベーターを表-1に示す。地下荷さばき施設と配送センターがある地下1階を基準に分析する。また、本研究では特に待ち時間が多くなるピーク時間である9時台と15および16時台を対象とする。

表-1 分析対象のエレベーターデータ

	EV39	EV40	EV41
利用可能階	B4F~54F	B4F~54F	B4F~54F
最大積載量(kg)	1350	1350	1900
面積(m ²)	3.06	3.06	3.995
定員(人)	20	20	29

表-2にエレベーター内調査の結果から得られた配送割合を示す。直納が44.4%と一番多く、共同配送は12.7%にとどまっている。

表-2 エレベーター別の利用実態

	EV39		EV40		EV41		合計	
	利用者数(人)	割合	利用者数(人)	割合	利用者数(人)	割合	利用者数(人)	割合
共同配送	0	0.0%	5	14.3%	13	26.5%	18	12.7%
直納	29	50.0%	19	54.3%	15	30.6%	63	44.4%
集配	2	3.4%	5	14.3%	6	12.2%	13	9.2%
その他	27	46.6%	6	17.1%	15	30.6%	48	33.8%
合計	58	100.0%	35	100.0%	49	100.0%	142	100.0%

また、表-3に調査から得られたEV39~41のエレベーター待ち時間を示す。EV39~41は移動可能階が同じであり、3つのエレベーターが横並びに配置されていることから、エレベーター待ち時間を3つのエレベーターを合わせて求めるとEV39~41の平均待ち時間は2分35秒であった。これは1分以内が望ましいとされるエレベーター待ち時間にとっては大きい値であるといえる。

表-3 分析対象のエレベーターの待ち時間

	EV39~41
平均待ち時間	2分35秒
標準偏差	2分37秒

キーワード: 建物内共同配送, 貨物用エレベーター, 大規模複合ビル

連絡先: 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1 Tel 047-469-5242

4. 分析方法

六本木ヒルズでは開業当初から建物内共同配送を行っているため、本研究では、建物内共同配送が行われていない場合を共配無しと仮定して分析を行う。このとき、建物内共同配送によってビル内の配送が効率化されていることから、建物内共同配送によってエレベーターの利用者が削減されていると考え、本研究では2018年に大丸有地区で行われた調査結果から求めた共同配送の交通量削減率 0.697 を用いて共配無しの状況を算出する。また、1階あたりの所要時間や1停止あたりの所要時間、乗車時間または降車時間についても、六本木ヒルズでの調査結果が全て分単位で計測されていたことから、2018年に大丸有地区で行われた調査結果を用いる。さらに、鈴木³⁾の研究を参考にエレベーター待ち時間と周回時間を以下の式を用いて算出する。ただし、RTTの初期値は調査結果の平均周回時間を使用する。乗車乗客数と平均待ち時間を求める際、一周回に1台に乗車する乗客数がかご定員の80%以下であれば発生乗客数は乗車可能であると判定する。

$$RTT = 2Ht_v + (S + 1)t_s + 2Pt_p \tag{1}$$

$$S = N \left\{ 1 - \left(\frac{N-1}{N} \right)^{pp \cdot RTT} \right\} \tag{2}$$

$$H = N - \sum_{i=1}^{N-1} \left(\frac{1}{N} \right)^{pp \cdot RTT} \tag{3}$$

$$pp \cdot RTT \leq 0.8R \tag{4}$$

$$WT = \sum_{i=1}^m \frac{1}{m} \cdot \frac{2i-1}{2C} RTT \tag{5}$$

ここで S: 停止階床数, N: 主階床より上方の階床数, P: 乗車乗客数, H: 反転階, RTT: 周回時間, t_v : 1階あたりの所要時間, t_s : 1停止あたりの所要時間, t_p : 乗車時間または降車時間, pp: 単位当たりの乗客発生数/台 R: かご定員, WT: 平均待ち時間, C: かご台数, m: パラメータとする。

5. エレベーターの利用分析の結果

前章の算定式を用いて算出した結果を表-4に示す。表中の全体は EV39~EV41の平均値を使用している。また、共同配送の利用率が増加した時の待ち時間の変化をみるため共同配送の利用率が現状の12%の場合と50%に増加したと仮定した場合の2通りで求めている。

周回時間を見ると全てにおいて計算結果の値が初期値より低い値を示している。これは周回時間の初期値を求めるために用いた調査結果が分単位であることで、周回時間の初期値の誤差が大きくなってしまっていると考えられる。

表-4 エレベーターの利用分析の結果

	実態			全体		
	EV39	EV40	EV41	共配有		共配無し
				12%の場合	50%の場合	
1階あたりの所要時間(秒)	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
1停止あたりの所要時間(秒)	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
乗車時間または降車時間(秒)	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
周回時間の初期値	5分43秒	7分23秒	4分57秒	6分01秒	6分01秒	6分01秒
乗客発生数(人/秒)	0.005	0.003	0.005	0.004	0.004	0.005
乗車乗客数(人)	1.84	1.43	1.35	1.58	1.31	1.67
停止階床数(回)	1.83	1.43	1.34	1.57	1.30	1.66
反転階(階)	35.50	32.31	31.50	33.58	31.08	34.27
周回時間(計算結果)	5分27秒	4分52秒	4分44秒	5分06秒	4分23秒	5分13秒

表-5 エレベーター数別平均待ち時間

	平均待ち時間		
	共配有		共配無し
	12%の場合	50%の場合	
現状(3台)	2分33秒	2分11秒	2分36秒
6台の場合	1分16秒	1分05秒	1分18秒
7台の場合	1分05秒	56秒	1分07秒
8台の場合	57秒	49秒	58秒

表-5にエレベーター数別の平均待ち時間を示す。建物内共同配送の有無で比較すると共同配送の割合が12%の場合にはほとんど差がないのに対し、50%の場合にはその差が25秒と大きくなっている。さらに、必要エレベーター数は人荷用エレベーターで一般的に望ましいとされているサービレベルである1分以内を目安とすると、共同配送の割合が50%の場合では共配有りが7台、共配無しが8台となり、必要数を1台分削減できることが明らかになった。

6. まとめ

今回は、貨物の館内配送に着目し、貨物用エレベーターの必要数を算出した。結論としては、建物内共同配送の利用率が50%の場合、必要エレベーター数が削減できるようになることから、建物内共同配送の導入によって必要エレベーター数の減少に効果があることを示した。しかし、現状の共同配送の利用率は12%と低いため、共同配送の有無別での必要エレベーター数が変わらないことから、建物内共同配送の利用率を上げるための施策を検討する必要があると考える。

参考文献

- 1) 苦瀬博仁, 岩尾詠一郎, 朴相徹, 慶田友紀: 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, 日本都市計画学会学術研究論文集, No.32, pp.589-594, 1997.
- 2) 高橋洋二, 兵藤哲朗, 小池龍太: 業務地区における物流共同化方策が交通・環境へ及ぼす効果に関する研究一丸の内地区を事例として-, 都市計画論文集, No.38-3, pp.361-366, 2003.
- 3) 鈴木直彦: 多数の乗車階がある交通流における交通計算手法, 日本機械学会昇降機・遊戯施設等の最近の技術と進歩 技術講演会講演論文集, No.14-99, pp.25-28, 2015.