集配送トラックの行動分析に基づいた ローディング・ゾーン配置計画手法

塚口博司*・鈴木正隆**
By Hiroshi TSUKAGUCHI* and Masataka SUZUKI**

1　はじめに

荷さばき駐車は原則として路外の荷さばき駐車施設において行われるべきであるが、現実には路外施設だけで荷さばき駐車需要を処理することは困難であり、路上の荷さばき駐車施設の整備も非常に重要である。

筆者らは先に、集配送トラックの横持ち行動を分析し、ローディング・ゾーンのキャッチメントエリアの設定について提案した[1)]。本稿では、この考えに基づいて、ローディング・ゾーンの配置計画手法を提案することを目的とする。

地区レベルでの荷物の集配送活動は、トラックによる移動および横持ち移動から成るトリップと、荷物の積み降ろし等のアクティビティが連続した一連の活動と捉えることができる[2)]。そこで本研究では、横持ち行動の分析に基づいてローディング・ゾーンの配置計画を提案した後に、ローディング・ゾーンの整備によってトラックの行動がどのように変化するかについても検討することにした。

2ローディングゾーンのキャッチメントエリア[1)]

許可される荷さばき駐車時間内に可能となる横持ち移動距離は、式**(1)**により算出できる。

$$D = (T_0 - t_a) V_k \qquad (1)$$

ここで、

D:許可された荷さばき駐車時間内における最大移動距離（m）

T_0：許可される荷さばき駐車時間の上限値（分）

t_a：荷物の積み降ろし等に伴う作業時間（分）

V_k：荷物個数ランクｋの平均横持ち移動速度(m/分)

K：荷物個数ランク（ランク１：5 個未満，ランク２：6 ～9 個，ランク３：10 個以上）

本稿では、大阪市の船場地区において実施した調査結果に基づいて上記の諸量を求めるとともに、許可される荷さばき駐車時間（T_0）の上限値として 20 分を採用した。１駐車あたりの訪問事業所数は７～８割が２事業所以下であったから、ここでは訪問事業所数を２箇所としてローディング･ゾーンのキャッチメントエリアを図示すると図１のようになる。

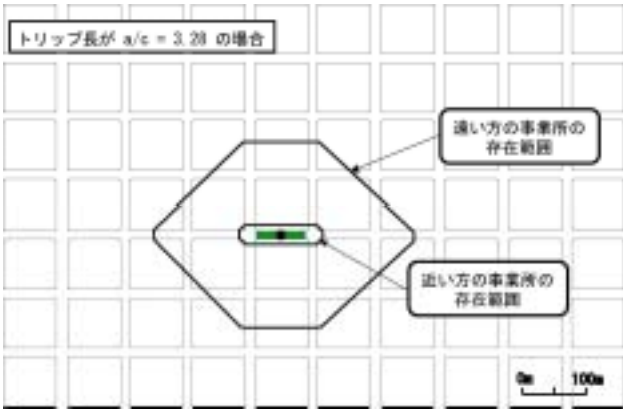

図１ローディングゾーンのキャッチメントエリア

3　ローディング・ゾーン配置計画の検討手順

ローディング・ゾーンの配置にあたっては、以下に示す方針を設定した。

(a)ローディング・ゾーンに駐車したトラックのドライバーが対象地域の全事業所を所定の時間以内の駐車で必ず訪問できる

(b)路上の荷さばき駐車需要(現況値)はすべてローディング・ゾーンによって処理できる

以上の方針を設定した上で、次の手順でローディング・ゾーンを配置する。

① 各街路区間において、物理的に確保できるローディング・ゾーンの駐車スペース数を算出する。まず 1 台あたりの荷さばき駐車スペースの大きさを長さ 12m、幅 2.5m とし、各街路区間における荷さばき駐車スペース設置可能数は、街路区間から法的な駐停車禁止区間を除いた街路区間

キーワード：ローディング・ゾーン、横持ち行動、トラックの集配送活動
*正会員　工博　立命館大学理工学部都市システム工学科（〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1）
**正会員　福岡市市長室広報課

に対して街路幅員を考慮して駐車可能延長を求め、これを駐車スペース長で除して算出する。

② ローディング・ゾーンの整備必要量を求める。このために、次章で述べる荷さばき駐車需要推計モデルを作成し、各街路区間ごとに荷さばき駐車需要量を算出する。

③ 複数の視点からローディング・ゾーンの配置パターンを作成する。

④ 対象地区をいくつかの小ゾーンに分割し、③で作成したローディング・ゾーンによって、各小ゾーンにおけるすべての荷さばき駐車需要が処理できるか否かを調べる。

⑤ ローディング・ゾーンのキャッチメントエリアによって、対象地区がカバーされているかを調べる。

⑥ トラックの走行時間および全所要時間から上記の配置計画案を評価する。

⑦ 以上の結果を総合的に検討し、ローディング・ゾーンの配置計画案として提案する。

これらをまとめると**図2**のようになる。

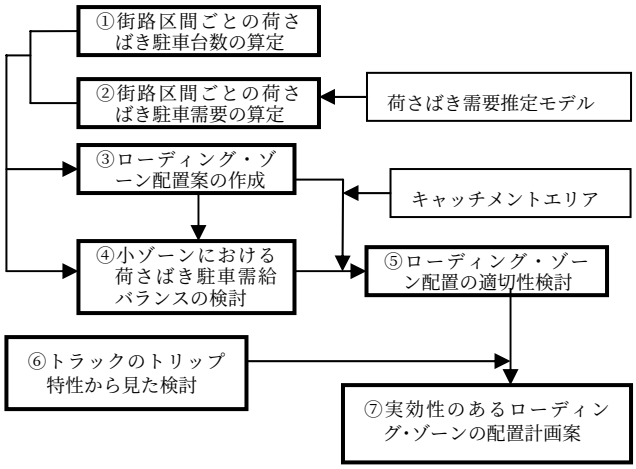

図2　ローディング・ゾーン配置計画の手順

4　街路区間における荷さばき駐車需要量の算定

対象地区の路上荷さばき駐車の実態を把握するため、10 時から 17 時まで 15 分間隔でプレート断続式調査を実施した。本稿では 15 分間隔で求めた平均駐車台数を駐車需要と考え、これを沿道の建物用途別延べ床面積(業務系、商業系、その他)、路外駐車施設の収容台数および道路幅員で説明する推計モデルを構築した。最も説明力の高い推計モデルは式(2)に示すとおりである。なお、建物用途別延べ床面積に関する指標としては、最終的に商業系延べ床面積を用いた。

$$Y=2.90-0.68X_{11}+0.44X_{12}+2.57X_{13}-0.76X_{21}+0.59X_{22}-0.38X_{23} \quad (2)$$

Y ：荷さばき駐車需要量(台)

X_{11}：商業系延床面積(5000㎡以下)のとき 1,その他 0

X_{12}：商業系延床面積(5000㎡～10000㎡)のとき 1,その他 0

X_{13}：商業系延床面積(10000㎡以上)のとき 1,その他 0

X_{21}：道路幅員(6m 以下)のとき 1,その他 0

X_{22}：道路幅員(6m～10m)のとき 1,その他 0

X_{23}：道路幅員(10m 以上)のとき 1,その他 0

5　ローディング・ゾーン配置計画案の作成

(1)ローディング・ゾーン配置計画案作成の視点

本稿では、以下の２つの視点からローディング・ゾーンの配置を検討した。すなわち、

(a)ローディング・ゾーンが有効に利用されるように、駐車需要の多い街路区間から優先的に配置する。

(b)ローディング・ゾーンの場所がわかりやすいように、比較的幅員の広い街路に集中的に配置する。

(2) ローディング・ゾーン配置計画案

上記の(a)の場合には、各小ゾーンにおいて、まず、当該区域の中で駐車需要量が最も多い街路区間から順に配置し、この案を図２に示したフローに沿って改善した。もし、当該配置計画案が 3 章の④および⑤を満足しない場合には、新たにローディング・ゾーンを設置して、作業を繰り返す。なお、同水準の駐車需要量を有する街路区間が複数ある場合には、

ア）道路幅員および街路区間長が最も大きい街路区間を優先する

イ）街路区間に隣接する商業系延べ床面積が最大きい街路区間を優先する

ウ）街路区間に隣接する路外駐車施設の収容台数が最も少ない街路区間を優先する

の３ケースを考えた。なお、通過交通量が多く、路上駐車による交通流への影響が特に大きいと思われる幹線道路については、ローディング・ゾーンを配置しないものとする。ア）イ）ウ）に対応する実行可能な配置案を図７に示す。

(b)の場合には、各小ゾーンにおいて、比較的幅員の広い街路に集中的に配置し、(a)の場合と同様に図２の手順で当該配置案を改善した。このようにして作成した実行可能なローディング・ゾーン配置計画案を図８に示す。

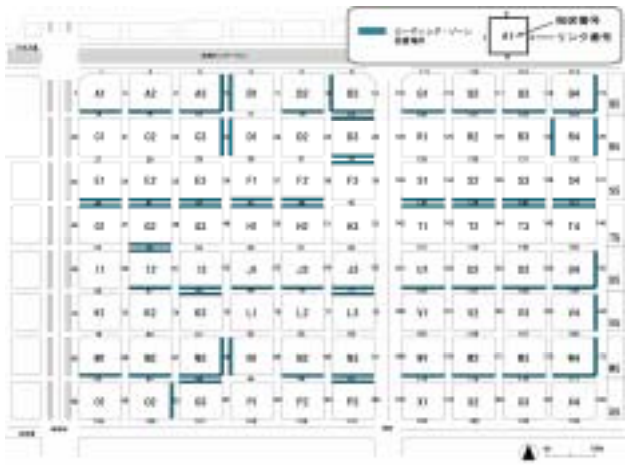

図 7-1　駐車需要量の多い街路区間に優先的に配置(ア)

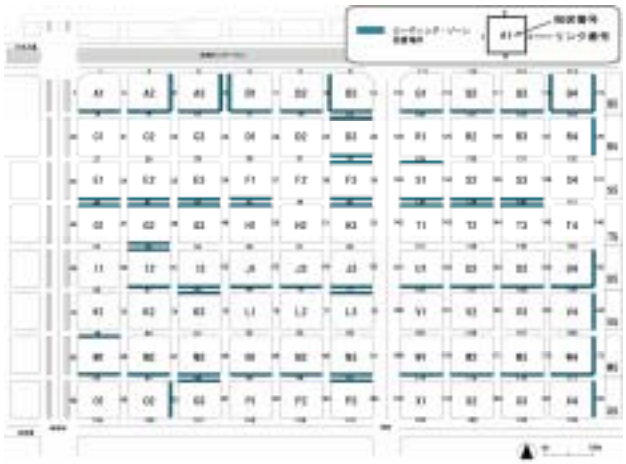

図 7-2　駐車需要量の多い街路区間に優先的に配置(イ)

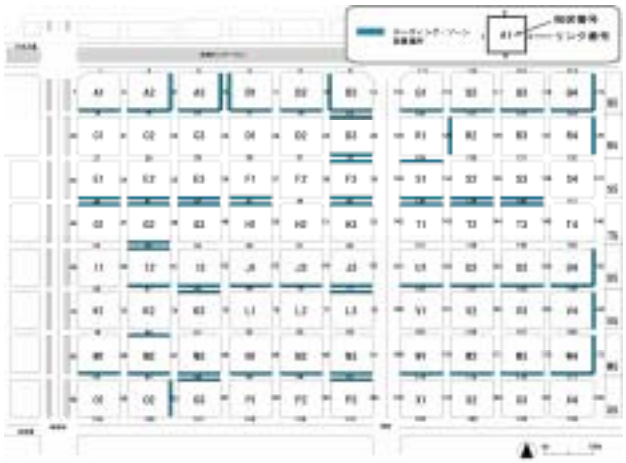

図 7-3　駐車需要量の多い街路区間に優先的に配置(ウ)

６トラックの集配ルートからみた配置計画案の検討

以上で検討したローディング・ゾーンの配置計画案は、集配送における横持ち行動特性を反映したものであり、トラックの集配送活動の合理化に結びつくものではあるが、このようなローディング・ゾーン配置がトラックの走行状況にどのような変化をもたらすかについても吟味する必要があろう。そこで、本章では、前章で作成した４つの配置計画案について、トラックの走行時間および全体の所要時間を比較検討することにした。

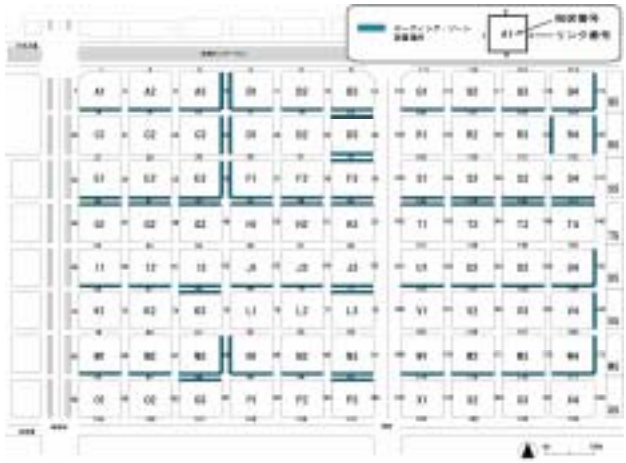

図８　比較的幅員の広い街路区間に集中的に配置

(1)集配送トラックの訪問順序決定モデル

集配送トラックがあるデポを出発地点とし、そこから訪問すべき事業所を全て訪問したうえで、再び同じデポに戻るという一連の集配総活動を対象とする。トラックのドライバーは集配送の所要時間を短くしようとしているから、所要時間を最小にするという方向で訪問順序を決定することとする。

さて、筆者らは船場地区において継続的にトラックの集配送活動について調査を行っているから、本稿ではこれらの調査結果に基づいて、以下の訪問順序決定モデルを構築した。まず、出発地点から最も近い事業所を次の訪問施設とし、これを訪問事業所がなくなるまでこれを繰り返すことにより第一次解を求める。もっとも、この第一次解では訪問する順番が後になるほど遠い事業所が残り、全体として最適でない訪問順序が与えられる恐れがあるから、この第一次解に対して Arc-exchange 法を適用し、訪問順序を改善することにより、最適解を求める。なお、この訪問順序決定モデルにより必ずしも最適解が得られる保証はないが、本手法は簡便であり、少なくとも１台のトラックが行う１日当たりの事業所訪問数程度であれば最適解が得られることを事例から確認している[2)]。

(2)ローディング・ゾーン配置計画案の検討

前章で作成した 4 種類のローディング・ゾーン配

置計画案について、トラックの走行時間および全体の所要時間を比較検討する。前提条件は以下の通りであるとする。

① 訪問事業所数は 15 とする。訪問事業所の位置はリンク中央に新たにノードを設けて表した。訪問事業所(上記のノード)の選択に関しては、リンク沿道に立地している商業系建物の延べ床面積が大きいほど、訪問ノードとして選ばれる確率が高くなるようランダムに設定した。事業所の分布パターンは 4 種類作成した。

② 駐車場所はローディング・ゾーンが整備されている場合にはこれを使用し、整備されていない場合には訪問事業所(ノード)直近に駐車するものとした。

③ 荷さばき駐車時間は横持ち行動に要する時間ならびに駐車場所での作業時間、訪問事業所での滞在時間から構成されるが、これらの諸量に関しては、拙稿[2)]における分析結果および現地での実測結果に基づいて与えた。

④ 荷さばき駐車が許可される時間に関しては、ローディング・ゾーンを利用する場合には 20 分とし、ローディング・ゾーンを利用しない場合には 5 分とした。実測調査によると、荷さばき駐車時間が 5 分程度であれば 1 回の駐車について訪問事業所は 1 箇所であったから、この条件を追加した。

以上の条件の下で、図 7 および図 8 に示したローディング･ゾーン配置計画案に対して、先に述べた集配送トラックの訪問順序決定モデルを適用し、集配送トラックが 15 の事業所をが訪問するのに要するトラック走行時間および合計所要時間を算出した。

ローディング・ゾーンが整備されている場合と整備されていない場合を比較すると、トラックの走行時間には 12～27%の削減がみられた。これは、ローディング・ゾーンでは 20 分の駐車が許可され、横持ち移動を行える範囲が拡大するから 1 回の駐車で複数の事業所を訪問でき、それに伴いトラックによる移動が減少したからである。もっとも、ローディング・ゾーンが設置されていない場所に 5 分以上の駐車を許容している現状と比較すると効果は小さくなる。ただし、ローディング・ゾーンを導入し、これを積極的に使用する場合には必然的に訪問施設までの横持ち距離が増加する。このため、トラックが行う集配送活動全体の所要時間には 20～73%の増加が見られた。これは、トラックによる移動が減少し、横持ちによる移動が増加した結果である。ただし、これもローディング・ゾーンが整備されていない場合には、目的事業所の直近に駐車できるとして試算したものであることに注意すべきであろう。

次に、ローディング・ゾーンの配置パターンを比較すると、トラック走行時間にはそれほど差は見られないが、所要時間全体については図 8 に示した配置案の値が大きくなっている。この配置案は、ローディング・ゾーンの位置をわかりやすくするため、駐車需要を第一には考慮せず比較的幅員の広い街路に集中的にローディング・ゾーンを配置したから、訪問施設までの横持ちによる移動距離が他のパターンに比べ長くなったためであろう。

7　まとめ

本研究では、筆者らが先に提案したローディング・ゾーンに関するキャッチメントエリアの設定方法を適用し、大阪市の船場地区において具体的にローディング・ゾーンの配置計画を策定したところ、実効性が期待できる配置案をいくつか提案することができた。

さらに、これらの配置案について、トラックによる走行時間や集配送活動に要する合計時間について比較したところ、ローディング・ゾーンの整備によって荷さばき駐車が整序化され、またトラックによる移動時間（走行距離）が削減されるという効果が認められる。一方、ローディング・ゾーンの利用に伴い横持ち行動のための時間が大きくなるから、トラックによる集配送活動に要する合計時間が場合によっては大幅に増加する恐れがある。ただし、これはローディング・ゾーンが整備されていない時には目的施設直近に駐車可能とした場合との比較であり、これらのスペースが実際には使用できないことも少なくないことに留意する必要がある。

参考文献

1）塚口博司，豊住健司，魚井宏康，鈴木正隆：集配送，トラックの横持ち行動特性に関する調査研究，土木学会論文集,No.758,35-44,2004.4.

2）塚口博司,西脇康次,鈴木正隆：都心商業地区における動的な集荷スケジュール決定モデルの構築と集荷活動の合理化、土木計画学研究・論文集Vol.20，No.3，665-672，2003.