

自動車部品の混載輸送における輸送計画モデル

01206810 日産自動車(株) *佐藤 康治 SATO Koji
日産自動車(株) 高木 徹 TAKAGI Toru
日産自動車(株) 岡田 和義 OKADA Kazuyoshi
01108010 東京商船大学 久保 幹雄 KUBO Mikio

1. はじめに

自動車部品輸送において、複数の部品メーカーの荷を集配センターに集めて大型トレーラに混載し、要求元工場まで直送する混載輸送を検討している。本論文では、整数計画法を用いた混載輸送における輸送計画モデルの作成と実施効果の試算について報告する。

2. 自動車部品の混載輸送

自動車部品の混載輸送について、そのイメージを図1に示す。約100km圏内に点在する部品メーカーの荷を、地域内に設置した集配センターに集め19トン積み大型トレーラに混載する。自動車部品は、エンジンやミッションなどの鉄製の重量物からシートやメーターパネルなどの樹脂製の軽量物まで多岐に亘っているため、複数のメーカーの荷を積み合わせることで重量、容積ともに高積載率を実現することが可能である。集配センターから日産の納入工場への幹線輸送は大型トレーラにて行う。

従来は各部品メーカーが個別に輸送会社と契約し、4トンあるいは10トントラックにて一旦納入工場付近のデポ(保管庫)に納めた後、デポ業者が工場の納入条件に基づき多数回納入を行っていた。従来のデポ輸送を混載輸送に変えることによるメリットは以下のように考えられる。

- ・荷の混載による車両積載率向上
- ・大型トレーラによる輸送効率向上
- ・デポ廃止による保管費等の削減

3. 輸送計画モデルの作成

3.1 対象地域

静岡県富士・浜松地区での混載輸送を今回の対象として輸送最適化モデルの検討を行った。同地区内には当社の富士工場があり、周辺に関連部品メーカーが集まっている。部品メーカーは主に富士工場に納入するが、それ以外の当社工場へも納入しており、これらの荷が今回の混載輸送の対象になる。対象部品メーカー17社の概略位置と出荷荷量などを図2に示す。富士・浜松地区は東西約100km、南北約50kmと広範囲にわたるため、部品メーカー17社を地域別に図2の4ブロックに分割した。以下のような前提条件で各ブロック毎に考えられる全ての輸送経路を生成した。

- ・集荷は10トントラックで行う。
- ・幹線輸送は最大19トントレーラで行う。
- ・原則として高速道路を優先して利用する。
- ・集荷トラックは複数の部品メーカーに立ち寄り、荷を追積みすることができる。
- ・集荷は集配センターから遠いメーカーからセンターに近づくようにルートを設定する。
- ・立ち寄り集荷を行った場合は、立ち寄り料および荷に応じた荷役料が発生する。

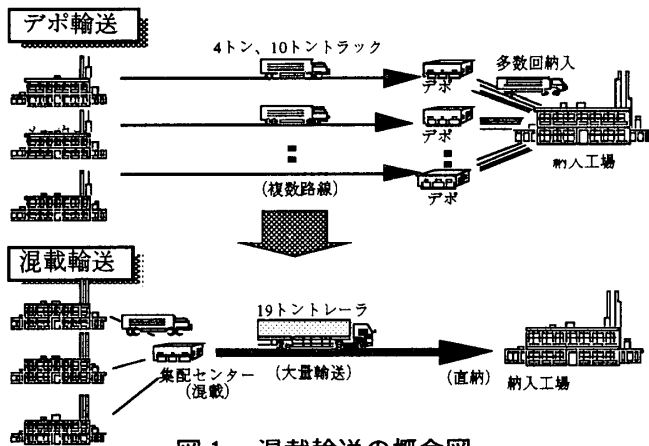


図1 混載輸送の概念図

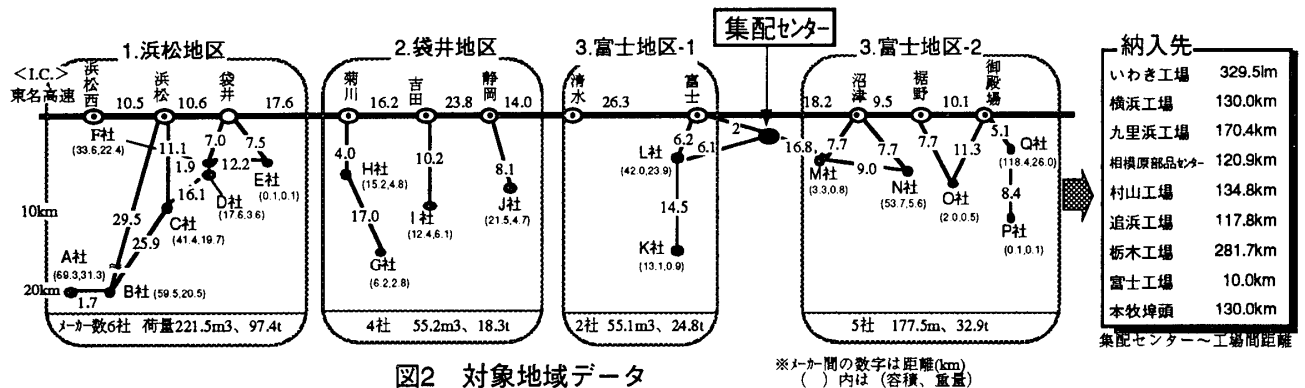


図2 対象地域データ

*メーカー間の数字は距離(km)
()内は(容積、重量)

(ブロック別ルート数 = $2^n - 1$) n : 部品メーカー数

- ・浜松地区 : 6社、63ルート
- ・袋井地区 : 4社、15ルート
- ・富士地区-1 : 5社、31ルート
- ・富士地区-2 : 2社、3ルート 合計112ルート

3.2 輸送計画モデル

輸送計画最適化モデルを部品メーカーから集配センターへの巡回集荷部分と、集配センターから日産工場への幹線輸送部分に分割して行った。

3.2.1 部品メーカー～集配センター間の集荷輸送

(1) 目的関数

各輸送経路を走行するトラックは10トントラックとし、全体の輸送コストを最小にするための目的関数を以下に示す。ここではトラックが立ち寄り集荷した場合の立ち寄り費用及びその際の荷積み費用を考慮した。

$$\sum_{i=1}^n C_i X_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m K E_{ij} V_j Y_{ij} \rightarrow \text{最小化}$$

ここで $C_i = A_i + D_i$

i : 選択したルートの番号 ($i=1, n$)

j : 部品メーカーの番号 ($j=1, m$)

X_i : ルート i を走行するトラック台数

A_i : ルート i を走行する輸送費

D_i : ルート i 上にある部品メーカーの

立ち寄り費用合計 (795円/1ヶ所)

V_j : 部品メーカー j の荷量容積 (m^3)

K^j : 単位荷量 (m^3) 当たりの荷積み費用 (66円/ m^3)

Y_{ij} : ルート i で部品メーカー j の荷量の荷積み率 ($0 \leq Y_{ij} \leq 1$)

E_{ij} : ルート i で部品メーカー j への立ち寄り (有 = 1, 無 = 0)

(2) トラック1台あたり荷量に対する制約式

10トントラック1台あたりの積載可能な容積・重量には各々上限がある。各トラックの積載荷量はこの上限値を上回ってはならない。ルート i におけるメーカー j での荷積み率: Y_{ij} に対し次の制約条件を与える。さらに各部品メーカーの荷はすべて集配センターに運ばなければならない。メーカー j のルート i における荷積み率: Y_{ij} に対し、さらに次の制約条件を与える。

$$\sum_{j=1}^m V_j Y_{ij} < V_c X_i \quad (i=1, n)$$

$$\sum_{j=1}^m W_j Y_{ij} < W_c X_i \quad (i=1, n)$$

ここで i : 選択したルートの番号 ($i=1, n$)

j : 部品メーカーの番号 ($j=1, m$)

V_j : 部品メーカー j の荷量容積 (m^3)

W_j : 部品メーカー j の荷量重量 (t)

V_c : 10トントラックの容積上限値 (39 m^3)

W_c : 10トントラックの重量上限値 (10 t)

$$\sum_{i=1}^n Y_{ij} = 1 \quad (j=1, m)$$

ここで Y_{ij} : ルート i で部品メーカー j の荷量の荷積み率 ($0 \leq Y_{ij} \leq 1$)

3.2.2 集配センターから日産工場への納入輸送

まず集配センターから各要素工場への納入はピストン輸送で行うこととする。ピストン輸送については荷量に合わせて4トントラックから19トントレーラまで4種類の車両とその台数を変数とし、目的関数を輸送費最小として線形計画法で解く。この解は一般的に実数となるので小数点以下を切り落とした数をピストン輸送の台数とする。小数点以下、つまり積み残した荷について3.2.1と同様に考えられるルートを全て作成し整数計画法ソフトによって巡回納入するルート、トラック台数を求めた。

3.2.3 計算結果

部品メーカーから集配センターまでの集荷における各地域の必要トラック台数(10トン車)は、浜松地区11台、袋井地区1台、富士地区-1は3台、富士地区-2は6台で合計1日当たり21台という結果になった。また集配センターから日産工場までの納入に必要な車両は4トントラックが2台、10トントラック1台、14トントレーラ10台、19トントレーラ3台の合計1日当たり16台となった。

この結果をもとに富士・浜松地区～日産工場間輸送におけるトラック台数、走行台キロ、輸送費を算出し、現状と比較した結果を表1に示す。混載輸送の実施により、トラック台数で39%、走行台キロで31%、また輸送費で20%の削減効果があることが確認できた。

表1 試算結果

	デポ輸送	混載輸送	効果
トラック台数 (台/日)	61	37	▲24台 (▲39%)
走行台キロ (台キロ/日)	6,249	4,282	▲1,967 (▲31%)
輸送費 (千円/日)	2,036	1,633	▲403 (▲20%)

5. まとめ

市販の整数計画ソフトを用いて輸送計画モデル作成した。富士・浜松地区における現実の輸送計画に適用し実効果のある結果が得られた。当社では今後、紹介した混載輸送システムを各地域に導入する予定であり、このモデルを改良して輸送計画検討等に活用していきたい。

<参考文献>

- 1) 佐藤, 岡田, 高木 : 関東～九州間物流のモーダルシフト効果, 自動車交通'94～95, 日産自動車, 1995.
- 2) 高木, 佐藤, 岡田 : 自動車部品の部品メーカー混載輸送の実施効果, 自動車技術会秋季研究発表会, 1996.