

화물분포에 따른 공동수송의 비용효과 분석

변의석*, 유이경
선문대학교 지식정보산업공학과

Cost Effective Analysis of Consolidations with Freight Volume Distributions

Eui-seok Byeon*, Lee-Kyung Yu
Department of Knowledge & Industrial Engineering, Sun Moon University

Abstract

Consolidation means the mixture and united transportation of various kinds of products. This paper deals with the effectiveness of consolidations in terms of costs. We build the methodology of joint strategy and show that collaboration of transportation via logistics depot leads enormous cost reduction.

Keywords: Consolidation, Cost Reduction, Logistics Depot

1. 서론

물류효율화를 높일 수 있는 방법 중 하나인 물류공동화의 국내 현황은 제조업체의 경우 그 필요성에 대해서는 제조업체의 63.5%가 충분히 인식하고 있음에도 물류공동화를 시행하고 있는 업체는 7.8%에 불과하다. 물류공동화를 시행한 후 87.4%의 업체가 효과가 있었던 것으로 조사되었다[4]. 그럼에도 불구하고, 대기업의 경우는 참여업체간의 의견조정의 어려움 및 과도한 투자비용을 공동화 어려움의 요인으로 지적하고 있는 반면, 중소기업은 회사기밀의 유출우려와 정부의 물류공동화 지원제

하고 있다[3]. 본 연구에서는 수송비의 절감을 위한 공동수송모형을 개별수송모형과 비교 분석하고자 한다. 특히, 동일한 지역소재의 기업간 공동화형태의 공동수송 모형 중 공동물류센터형태의 알고리즘에 관하여 살펴본다. 그리고 이 모형을 Visual Basic 6.0을 이용하여 모형화하고, 각각의 매개변수가 미치는 영향과 기대 효과를 살펴보고자 한다.

2. 관련문헌

*연락처: 충남 아산시 탕정면 갈산리 100 선문대학교 지식정보산업공학과 (우)134-780, (T)82-41-530-2399, esbyeon@sunmoon.ac.kr

Min[7]은 여러 개의 소형화물을 하나의 대형 화물로 만들기 위해 어떤 고객과 차량 경로를 선택하는지에 대해 연구하였다. 이를 위해 혼적을 위한 경로문제, 위치선정에 관련된 기존 연구를 분석 정리하여 기존의 TLRP(Terminal Location allocation Routing Problem)와 다른 새로운 방법론을 제시하였고 터미널 위치선정과 차량 경로를 위한 수리모형을 제시하였다. Jackson[6]은 53개 미국 업체를 대상으로 화물 혼재(Freight consolidation)에 대하여 참여이유, 운영방법 및 모수, 화물 집하구조, 컴퓨터 사용방안, 화물취급상의 특성, 주문의 특성, 육송규제 해제의 영향, 그리고 혼재시의 문제점 등 여덟 가지 항목에 대한 설문결과를 분석하였다. Sheffi[8]는 화물수송 시장에서 화주와 운송업체는 본질적으로 총수송 비용과 재고비용을 최소화해야 하는 동일한 문제에 직면하며 이 둘 간의 평형(equilibrium)을 이루는 시장원리를 설명하는 분석적 틀을 제시하였다. 또한 화주, 트럭 소유주, 운송대리인 등 관련 주체들 사이의 입장 차이를 상세히 분석하였다. Cooper[5]는 화물혼재와 재고의 분산배치를 사용하여 현행 물류시스템을 보다 효과적인 네트워크 구조로 재설계하기 위하여 물류센터의 위치와 운영전략을 평가하는 방법론을 제시하였다. 이 연구에서는 연간 주문회수, 평균주문 무게, 화물의 물동량, 공장의 위치, 물류센터들의 요구량의 평가요소에 대하여 여섯 가지 물류네트워크 모델에 대한 평가를 실시하였다. 관련 논문으로는 김성봉과 임석철[1]이 지역간 공동수송모형을 개념적으로 제시하였고 김성봉[2]이 공동수송모형과 효과분석을 제시하였다.

3. 공동수송의 정의

공동수송은 행선지가 동일 방향인 여러 화물을 화주가 그룹핑하여 트럭 한 대분의 물량으로 만들어 운송업체에게 위탁하면 트럭은 행선지마다 각 화물을 내려주는 것으로서 shipment consolidation이라고도 한다. 이 경우

운송비는 총 운행거리에 대하여 단위 거리당 일정액과 각 행선지 등에 의해 영향을 받는다. 반면에 LTL(Less Than container Load)은 화주가 한 트럭분이 안 되는 소량화물을 일정 비율로 운송업체에 위탁하는 것이며 차주는 이러한 LTL화물들을 합적하여 운송한다. 이 경우 각 LTL화물의 운송비는 다른 화물과는 무관하게 해당 화물의 행선지와 무게 등에 의해서만 결정된다. 따라서 개별수송은 LTL방식으로서 각 제조기업마다 운송업체를 선정하여 주문받은 물량을 개별적으로 수송하는 방식이다. 개별수송 하에서의 제조업체는 생산로트를 자유롭게 결정할 수 있지만 각 제조업체마다 단독으로 집하, 수송해야 하기 때문에 차량의 적재율이 낮고 수송비나 집하비용이 많이 든다. 이에 비해 공동수송이란 수송서비스의 유지·향상을 도모하면서 경영의 개선을 목적으로 인접한 소수의 제조기업이 소량의 상품을 출하할 때 이를 한대의 트럭에 공동으로 적재하여 기존 생산지로 수송하는 TL(Truck Load)방법을 말한다. 이러한 공동수송의 경우 그 형태에 기능에 따라 순회집하형, 공동물류센터형, 순회상차형으로 나누어 질 수 있으며 본 논문에서는 그 중 공동물류센터형의 공동수송의 형태를 모형화하여 개별수송과 비교 분석하고자 한다.

공동수송은 동일지역에 위치한 업체들이 제품을 출하할 때 근거리의 물류센터에 일정한 배차시간을 두고 공동물류센터에 수송하고 물류센터에서 각 거래처로 운송될 화물을 혼적하여 운송하는 형태이다. 매일 업무마감 직후에 익일 운송 물량데이터를 전송받으면 이 물량 데이터를 행선지별로 나누고 물량에 따라 적합한 트럭에 혼적하여 배송한다. 이때 결정되어야 할 것은 화물의 양에 따라 어떤 종류의 트럭을 이용하며 각각 몇 대가 필요한지를 정하는 것이다. 가용한 차량 중에 화물과 비교하여 가장 적재율이 좋은 트럭을 이용되 화물의 양이 용량이 최대인 차량을 초과하는 경우 우선으로 짐을 싣고 남은 짐의 경우 가장 적합한 트럭에 짐을 싣는다. 일반적으로 트럭의 비용은 대형트럭 일수록 단위 화물당 운송

비는 감소하므로 소량의 물량을 합적하여 대형트럭을 사용하면 각자 소형트럭을 사용하는 경우보다 운송비를 절감 할 수 있다.

물품의 특성은 여러 가지가 있다. 물품의 특성이나 재질, 무게, 부피 등이 그 특성이다. 본 연구에서는 무게 위주의 물품의 특성을 고려하며 혼적시 물품에 손상을 주지 않는 물품을 전계로 한다. 또한, 각 제조업체에서 수송되어 온 물품의 경우 서로 혼재가 가능하다는 것을 전계로 한다. 개별수송의 tghksrud은 다음과 같다.

- 각 제조업체에서 단일 제품을 각각의 모든 거래처에 공급
- 모든 거래처 1회 방문
- 주문량은 Uniform 분포로 발생 한다고 가정
- 배송 트럭은 4종류로 가정 (트럭종류 = 25톤, 5톤, 8톤, 18톤)
- 트럭의 적재율 상한 = $\text{톤수} \times 1.1$ (법적으로 허용된 트럭의 적재율)
- 차량은 톤수 별로 충분히 가용
- 각 제조업체의 비용은 각 거래처로 가는 트럭의 종류와 댓수에 따른 비용
- 총비용은 각 제조업체의 배송 비용의 합

공동수송의 조건은 다음과 같다.

- 제조업체는 거래처로부터 전날 주문을 받고 매번 당일 배송시 공동물류센터 1곳에 1회 배송
- 공동물류센터에서 거래처별 화물을 구분 후 혼적
- 혼적시 여분의 트럭중 가장 용량이 적합한 (적재율을 가장 높게 하는 트럭중 용량이 가장 큰 트럭을 우선 선적) 트럭을 선택하여 혼적
- 주문량, 배송트럭, 트럭의 적재율 상한, 차량의 댓수 등은 개별수송과 동일하다.
- 전체 비용 = 각 제조업체의 공동물류센터 배송시 트럭 종류와 댓수에 따른 비용의 전체 합 + 공동물류센터에서 각 거래처에 배송시 트럭종류와 댓수에 따른 비용의 전체 합이다.

본 장에서는 화물의 주문량이 발생할 때 개별수송과 공동수송을 실행 후 물류비용이 어느

정도 절감될 수 있는지를 분석한다. 개별수송과 공동수송의 총비용 절감의 변화를 비교하였고 화물선적의 경우 적재율이 가장 높은 트럭 종류를 사용하는 것으로 하였다. 트럭의 종류는 같은 운임이 드는 트럭 중 가장 용량이 큰 트럭을 기준으로 분류하였다. 예를 들어 1톤, 14톤, 25톤의 트럭이 운임이 같으므로 이중에 가장 큰 용량을 갖는 트럭인 25톤을 선택하였다. 앞의 예와 같이 트럭 선정은 같은 비용이 들어가는 트럭 중 가장 큰 용량을 갖는 트럭을 각각 선택하여 4가지로 분류하였다. 대형트럭일수록 단위 화물 당 운송비는 감소하기 때문에 이와 같은 기준을 정하였다.

[개별수송의 수송비용]

```

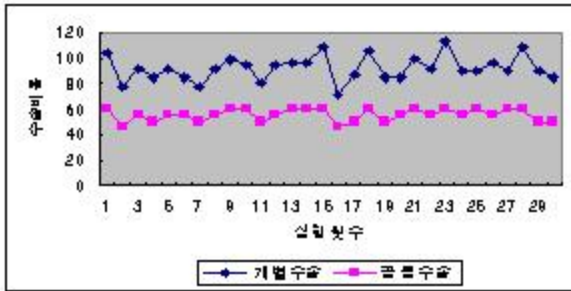
For I = 1 To 4
  For J = 1 To 3
    rem_weight = weight(I, J)
    cost = cost + 20 * (rem_weight \ 18)
    truck1 = (rem_weight \ 18)
    rem_weight = rem_weight - (rem_weight \ 18) * 18
    If (rem_weight > 8) And (rem_weight <= 18) Then
      cost = cost + 20
      truck1 = truck1 + 1
    ElseIf (rem_weight > 5) And (rem_weight <= 8) Then
      cost = cost + 15
      truck2 = truck2 + 1
    ElseIf (rem_weight > 2.5) And (rem_weight <= 5) Then
      cost = cost + 10
      truck3 = truck3 + 1
    ElseIf (rem_weight > 0) And (rem_weight <= 2.5) Then
      cost = cost + 6
      truck4 = truck4 + 1
    End If
  Next J
Next I
    
```

[공동수송의 수송비용]

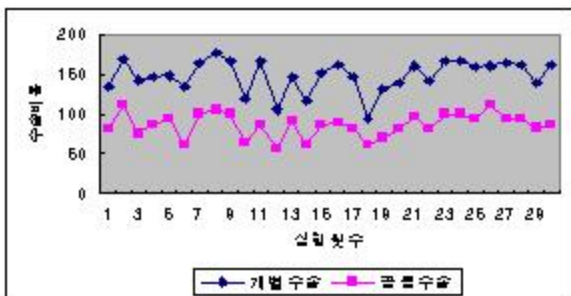
```

For x = 1 To 3
  rem_weight = temp(x)
  cost = cost + 20 * (rem_weight \ 18)
  truck1 = (rem_weight \ 18)
  rem_weight = rem_weight - (rem_weight \ 18) * 18
  If (rem_weight > 8) And (rem_weight <= 18) Then
    cost = cost + 20
    truck1 = truck1 + 1
  ElseIf (rem_weight > 5) And (rem_weight <= 8) Then
    cost = cost + 15
    truck2 = truck2 + 1
  ElseIf (rem_weight > 2.5) And (rem_weight <= 5) Then
    cost = cost + 10
    truck3 = truck3 + 1
  ElseIf (rem_weight > 0) And (rem_weight <= 2.5) Then
    cost = cost + 6
    truck4 = truck4 + 1
  End If
Next x
    
```

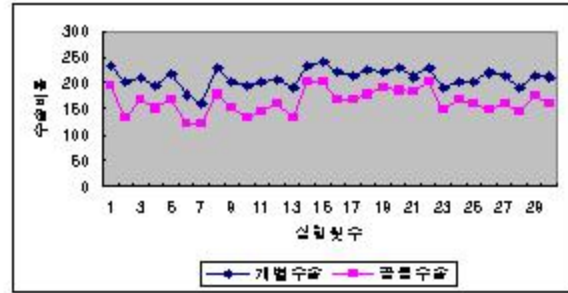
화물의 종류(무게기준)는 각 생산업체에서 단일 품목을 생산하므로 각각 같은 종류의 화물이 발생 되어지고 일일 화물의 총 발주량의 분포는 Uniform 분포를 가정하였으며, 그 구간을 기본적으로 (0.1톤, 5톤), (0.1톤, 10톤), (2톤, 20톤), (10톤, 20톤)으로 가정하여 비교한다. 트럭 종류 및 비용 등은 현재 업계에서 사용 중인 금액을 기준으로 하였다. 개별수송의 경우 서울에서 부산으로의 비용을 기준으로 하였고 공동수송의 경우 대전을 물류센터가 있는 지점으로 가정하여 서울에서 대전, 대전에서 부산 간의 비용을 기준으로 사용하였다. 위의 사항들을 바탕으로 개별수송과 공동수송의 효과를 주문되어지는 화물의 분포의 양에 따라 비교 분석한다.



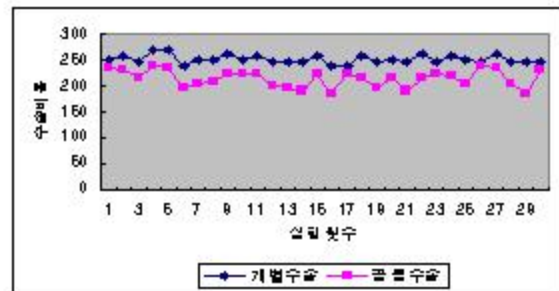
<그림 1> 화물량의 분포가 Uniform(0.1, 5)일 경우



<그림 2> 화물량의 분포가 Uniform(0.1, 10)일 경우



<그림 3> 화물량의 분포가 Uniform(2, 20)일 경우



<그림 4> 화물량의 분포가 Uniform(10,20)일 경우

실험의 조건은 제조업체 4곳과 거래처 3곳을 기준으로 하여 비교적 적은 양의 분포에서 비교적 많은 양의 화물분포를 적용하여 그 분포에 따른 총비용의 절감률을 비교한다. 공동수송의 경우 개별수송에 비해 그 수송비가 최소 2%에서 최대 5%정도가 절감되는 것을 볼 수 있다. 비교적 적은 양의 화물의 경우와 비교적 큰 화물의 경우의 트럭의 평균 적재율에서 그 이유를 알 수 있다. 비교적 적은 양의 화물이 발생하는 경우보다 비교적 많은 양의 화물이 발생하는 경우에 그 적재율이 높아지는 것을 알 수 있다. 또한, 화물의 크기가 어느 수준 이상으로 커질 경우 같은 절감률을 보이는 것은 트럭의 적재율에 관련된 것임을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구는 공동수송 형태 중 공동물류센터형의 모형을 시뮬레이션으로 구축하여 실제 데이터를 갖고 개별수송과 비교 분석하였다. 화

물의 분포에 따른 비용의 절감률을 살펴보았다. 향후, 제조업체 혹은 거래처의 수익 증가에 따른 비용의 변화분석이 가능하며, 공동물류센터와 거래처, 제조업체간의 거리의 변화에 따른 분석도 가능할 것이다.

참고문헌

- [1] 김성봉, 유영진, 임석철; "지역간 공동수송 모형", 대한산업공학회 2000년도 춘계 학술대회 논문집, 경남대학교 제1공학관, pp280-283, 2000, 4.
- [2] 김성봉; "산업단지간 공동수송 모형과 효과 분석", 석사학위논문, 아주대학교, 2001, 2.
- [3] 대한상공회의소; "2002 기업물류비 실태 보고서", 2002.
- [4] 이장룡; "Arena를 이용한 공동수송 알고리즘에 관한 분석", 석사학위논문, 선문대학교, 2003.
- [5] Cooper, M.; "Freight Consolidation and Warehouse Location Strategies in Physical Distribution System", Journal of Business Logistics, 4(2), pp.53-74, 1983.
- [6] Jackson, G. C.; "A Survey of Freight Consolidation Practices", Journal of Business Logistics, 6(1), pp.13-34, 1985
- [7] Min, H.; "Consolidation Terminal Location Allocation and Consolidated Routing Problems", Journal of Business Logistics, 17(2), pp.235-263, 1996.
- [8] Sheffi, Y.; "Carrier/Shipper Interactions in the Transportation Market: An Analytic Framework", Journal of Business Logistics, 7(1), pp.1-27, 1986.