

간선과 지선간 절충을 통한 개선된 크로스도킹 모델 개발

김기홍* · 신승준** · 최시영* · 강경식***

*명지대학교 산업경영공학과 · **포항공과대학교 산업경영공학과 · ***명지대학교 안전경영연구소

Development of the Enhanced Cross-Docking Model through Compromise between Line-haul and Shuttle Service

Ki Hong Kim* · Seung Jun Shin** · See-Yeong Choi* · Kyung Sik Kang***

*Department of Industrial and Management Engineering, Myongji University

**Department of Industrial & Management Engineering, POSTECH

***Safety Management Laboratory, Myongji University

Abstract

Many logistics enterprises have made efforts to achieve low costly and high efficient logistics network. The cross-docking system can be a good solution for them. However, it requires tight schedule and all-night operation inevitably for realization of ideal cross-docking. These causes the difficulty of the attainment of daily delivery target and the leave of delivery service persons. In this paper, we develop the line-haul and shuttle service compromised cross-docking model in order to solve the problems practically. We apply the storage process with the cross-docking system and the direct cross-docking between line-haul and shuttle services.

The simulation model validates the shorter delivery time by the developed model than the present model.

Keywords : 크로스 도킹 (Cross-Docking), 물류 네트워크 (Logistics Network), 시뮬레이션 모델 (Simulation Model), 간선 (Line-haul), 지선 (Shuttle)

1. 서론

우리나라 물류비는 미국과 일본에 비해 높은 편으로 알려져 있다. 물류비가 높은 이유 중 하나는 도로운송에 대한 의존도가 높은 현실을 꼽을 수 있으며, 이러한 현실에서 물류비 절감을 위한 여러 기법들이 연구되고 있다. 그 중에서 크로스 도킹 (Cross-Docking) 방법은 물류관리에 있어 비용절감 및 재고율 감소에 효과가 있는 것으로 나타나고 있다. 더불어 공급망 사슬 기법 (Supply Chain Management)을 적용하여 물류비 절감을 위한 연구도 병행되고 있다. 공급망 사슬 기법은 최종 소비자에게 상품이 전달되기까지 구매, 조달, 생산, 판매를 통한 전체 흐름을 관리하는 전사적인 기법으로,

정보 시스템을 이용하여 물류관리를 수행하는 것이다.

공급망 사슬 기법에 의하여 적기, 적소, 적량의 물류 서비스를 제공하기 위해서는 크로스 도킹 방식과의 접목이 필요하며, 일반적으로도 두 기법을 연결하여 물류 네트워크를 구축하는 경우가 많다. 그러나, 크로스 도킹 기법은 현실적으로 시간의 제약조건이 문제가 될 수 있다. 예를 들어, 야간 운행이 동반되거나 타이트한 일일 배송 일정이 문제점이 될 것이다. 따라서, 적기 적소에 고객에게 제품을 배달하고 비용을 절감하기 위해서는 신속한 배송 할당 기법이 적용된 크로스 도킹 방법과 철저한 재고 관리 기능이 추가되어야 한다. 그래야 고객이 만족하는 서비스를 제공하는 이상적인 물류 흐름이 이루어 질 것이다.

본 논문은 명지대학교 안전경영연구소 협력에 의해 이루어진 논문 임.

† 교신저자: 김기홍, 대구광역시 북구 침산동 821번지

M · P: 011-804-4968, E-mail: akk72@korea.com

2008년 10월 접수; 2008년 11월 수정본 접수; 2008년 11월 게재확정

본 논문에서는 물류 네트워크 환경에서 운송 시간을 단축하기 위하여 일반 크로스 도킹 시스템을 발전시킨 간-지선간 절충형 크로스 도킹 모델을 개발한다. 이를 위하여, 배송센터의 운영 방법과 간선차량과 지선차량의 선적방법을 개선하는 모델을 구축하고, 1차 네트워크인 간선의 크로스 도킹으로부터 2차 네트워크인 지선까지 연계될 수 있는 모델을 개발한다. 개발된 모델은 시뮬레이션 모델을 통하여 효과를 검증한다.

본 논문에서 제시되는 모델은 첫째, 한 대의 차량이 허브 물류센터에서 거점 배송센터까지 1회 운송하는 것이 아니라 또 다른 거점 배송센터까지 이동하여 제품을 거점에서 크로스 도킹하여 공급하게 되는 것이며, 둘째, 배송센터에 지선 차량으로의 제품 적재 시간을 단축하기 위하여 전일 보관 후 출하하는 것이다. 이를 통하여 배송시간 내 배송건수를 증가하고 시간 단축 결과를 얻을 수 있다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 한국 택배산업 현황과 기존 연구를 분석한다. 3장에서는 개선된 크로스 도킹 모델을 제시하고 설명하며, 4장에서는 효과 검증을 위하여 시뮬레이션을 수행하고 결과를 분석한다.

2. 택배산업 현황 및 기존 연구 고찰

본 장에서는 국내의 택배산업의 역사, 문제점 및 택배산업의 유형에 대하여 살펴본다. 그리고 기존의 크로스 도킹 기법 연구에 대한 고찰을 수행한다.

2.1 택배 산업의 역사

한국의 택배 역사는 1950년대를 거쳐 1970년대 초 철도를 중심으로 우편물에 대한 소화물 배송으로 시작되었다. 그 이후 정기화물(노선화물운송)의 시작으로 실제적인 택배산업이 시작되었다고 볼 수 있다. 정기화물은 간선차량을 중심으로 지역간 배송센터에 도착하면 고객이 직접 배송센터에 찾아가서 제품을 찾아가는 시스템이었다. 하지만 고객이 비용을 지불하면 고객에게 직접 배송을 하는 경우도 일부 있었다. 이것이 지금의 Door-to-Door 시스템으로 현재는 보편화 되었지만 그 당시에는 일부 고객을 위한 서비스 제도였다고 볼 수 있다.

본격적인 택배산업은 1992년 우편법을 개정하여 '국내상업서류 송달업' 면허 [13]를 발급해 주면서 시작되었다. 세계 4대 물류기업인 UPS, DHL, FEDEX, TNT를 중심으로 대기업과 합작회사를 설립하거나 국내 물류 대기업 및 중소기업에 투자를 하면서 한국 택배시장이 발전하게 되었다.

2.2 택배 산업의 문제점

한편, 사회가 발전되고 시간이 흐를수록 인간의 소비요구는 증가하고 있다. 인간의 소비요구를 충족하기 위한 방법으로는 백화점, 시장과 같은 오프라인 쇼핑과, 미디어 매체를 이용하는 홈 쇼핑 (T-commerce), 인터넷 쇼핑 (E-commerce)과 같은 온라인 쇼핑을 들 수 있다. 이 중에서 홈 쇼핑은 온라인 쇼핑의 대표적 산업으로 매출이 계속적으로 증가하고 있는 추세이다 [1]. 이처럼, 홈 쇼핑이 지속적으로 성장하고, 글로벌 시장으로 진출하기 위해서는 대고객 서비스의 중요함을 인지해야 하고, 특히 배송 부분에서는 고객이 원하는 시간에 원하는 장소까지 전달해주는 서비스가 이루어져야 한다.

이와 같이, 홈 쇼핑 업체의 물류 운송을 책임지는 택배업체에서는 어떻게 고객의 만족을 위하여 서비스 수준을 높일 것인가에 대하여 고민해야 할 것이다.

이를 위하여 현재의 택배업체들은 온라인상의 고객 주문 상품을 일일 배송하기 위한 노력을 하고 있다. 최고의 배송 서비스를 제공하기 위해서는 적정 물류비가 지불되어야 하지만, 업체간의 경쟁으로 인하여 현실적으로는 저비용 고효율만을 목표로 하고 있다. 이러한 저비용 고효율 구조에서는 평균 1일 120~150건의 배송과 오전 7시부터 밤 12시까지 과도한 운송 업무를 수행해야만 이윤추구를 위한 목표 달성이 가능하다. 따라서, 너무 타이트한 배송 스케줄로 인하여 택배기사의 근무기간이 3년을 넘지 못하여 전문성이 떨어지는 것이 택배시장의 현실이다. 또한 고급 제품 및 설치 제품들의 배송은 택배기사들이 어려움을 겪고 있는 품목들이다. 특히 설치 제품의 경우, 운송자의 설치 기술이 요구되고 설치 시간이 소요되므로 택배사에 의한 배송이 어렵다. 현실적으로 배송 목적지마다 1.5km를 넘지 않아야 하며, 상품별 전달시간이 평균 5분을 넘지 않아야 1일 120건 배송이 가능하다. 이러한 이유로 크로스 도킹 기법이 필요하지만, 현재의 크로스 도킹 모델은 거점간의 배송만을 고려하는 형태로 개발되고 있다.

택배사에서 거점간의 크로스 도킹은 간선을 의미한다. 간선의 크로스 도킹을 1차 수송 네트워크로 보면 2차 네트워크는 지선을 의미한다. 따라서, 1차 네트워크 측면에서는 크로스 도킹을 이용한 물류비 절감 및 시간 절약의 효율성을 극대화하기 위해서 노력이 필요하며, 2차 네트워크에서는 고객 서비스 만족을 위한 극대화를 위한 노력이 필요할 것이다.

1일 배송 120건 목표 달성하기도 어려운 현실이기에 배송기사들의 교육은 더욱 어려운 현실이다. 교육의 목적은 고객만족을 위해 친절교육이다. 일본의 경우 “고객

이 감사합니다"라고 하면 배송기사들의 대답은 고객이 당사의 택배를 이용하기에 우리는 즐겁게 일을 한다고 라고 대답을 한다" [16]. 고객의 입장에서 이런 대답을 하는 택배사를 다시 이용하는 이용율이 높다고 한다. 한국의 택배사는 아직 배송기사들을 위한 교육이 보편화 되지 않아 현실적으로 고객의 재이용율이 높지 않다.

2.3 택배산업의 유형

택배사는 일반적으로 고객을 3가지 유형으로 구분한다. 첫째는 B2B (Business-to-Business) 즉, 기업 대 기업 형태로 대표적인 경우로는 홈쇼핑과 택배사 관계가 있다. 이들은 토탈 서비스를 제공하고 파트너십을 형성하여 서비스질 향상을 위한 노력을 하고 있다. 둘째는 B2C (Business-to-Customer)로써, 제품의 하자로 인하여 개인이 물류비를 지불하고 홈쇼핑사와 같은 곳으로 반품하는 경우에 해당한다. 셋째는 C2C (Customer-to-Customer)로써, 택배사가 개인 고객에게 제품을 배송하는 경우를 의미한다. 과거에는 고객이 직접 우체국이나 택배사에 방문하여 배송을 의뢰했지만, 현재는 Door-to-Door 서비스가 발전되면서 이는 택배사의 영역으로 되고 있다. 현재의 구조를 살펴보면 B2B에 의한 시장 비중이 가장 크다 [2].

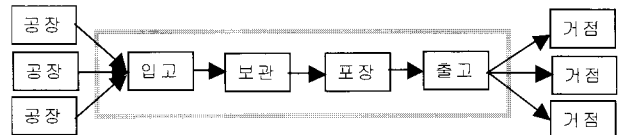
<표 1> 택배업의 물류 네트워크 유형

유형	그림	정의
Hub and Spoke		각 터미널에서 집하한 화물을 하나의 대형터미널(Hub)에 집결시킨 후 배달 지역별로 분류하여 이를 배달지 터미널로 간선 운행하는 시스템
Point to Point		각 지역 지점에서 타 지역거점을 직접 이동하는 수송형태
절충형		운행물량이 많은 터미널간에는 직접 운행을 하고 물량이 소규모이거나 터미널간 발생 도착 화물량에 분규형이 발생할 경우 허브터미널로 운행하여 중재하는 시스템

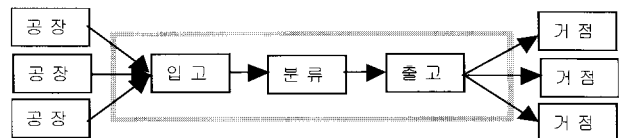
택배 운영에 있어서는 <표 1>과 같이 3가지 유형으로 구분한다. 첫째, Hub & Spoke 방식은 거점 중심으로 배송상품을 혼적하여 거점에서 분류하여 목적지까지 2차 배송이 이루어지는 방식이다. 둘째, Point to Point 방식은 출발지에서 목적지까지 1대의 차량이 배

송하는 방식으로 많은 차량이 소요된다. 셋째, 절충형 방식은 국내에서 가장 많이 사용되는 방식으로 Hub & Spoke 방식과 Point to Point 방식을 혼합하여 거점별 이동은 Hub & Spoke 방식으로 운영하고, 거점에서 목적지까지는 Point to Point 방식을 이용하는 것이다 국내의 경우 절충형 방식 [11]이 유리하다는 연구 결과가 많다.

2.4 크로스 도킹 기법 및 기존 연구 고찰



(a) 일반 물류거점 운영 체제



(b) 크로스 도킹 거점 운영 체제

<그림 1> 물류 거점 운영 체제

물류 운영 시스템은 <그림 1> (a)과 같이 생산된 제품을 물류센터에서 보관 후 수요에 따라 제품을 배송해 주는 것을 원칙으로 한다. 하지만 제품을 보관 후 주문에 따라 배송을 시작하는 것은 재고비용에 대한 부담으로 원가상승의 요인이 된다고 연구되어 왔다.

<그림 1> (a)의 일반물류거점 체제에는 보관의 기능을 가지고 있지만, <그림 1> (b)의 크로스 도킹은 보관 기능과 포장 기능이 없다. 2.2절에서 언급한 내용과 같이 크로스도킹의 단점은 야간배송이 이루어져야 일일 배송이 가능하다는 것이다.

기존의 연구에서는 크로스 도킹 관점에서 보면 일반 물류거점 운영 체제에서처럼 보관기능을 빼고 크로스도킹 거점 운영체제를 연구하였다. [2]에서는 배송전 수요 예측과 주문시간과 cut-off time을 고려하여 cut-off time은 주문시간을 실시간 받아서 적량이 되면 배송을 해야 하고 고객의 적시요구에 맞추기 위해서 출발시간을 단축해야 하며 적시에 출발하지 못한 경우도 발생한다. 배송회수가 증가되면 비용도 증가된다. 하지만 cut-off time으로 인한 비용증가를 억제하고 정시 도착의 효율성은 증가되었지만, 현실적인 택배 네트워크 구조는 고려되지 않았다. 예를 들면, 지선간의 차량들이 배송센터에서 이동되는 거리와 시간을 같은 조건으로 가정되었다.

[3]에서는 2단계 수송 네트워크에서 고정 비용과 수송 비용을 포함한 가변비용 최소화 모델을 제안하였다.

[3]에서는 혼적 개념이 포함된 한 차량이 여러 터미널을 방문하는 vehicle routing을 고려한 2단계 수송 네트워크에서의 고정 및 가변비용 최소화 모델이 연구되었다. 크로스 도킹 포인트의 설치 비용 및 수송 비용을 최소화할 것인가에 대한 의사결정 지원에 대한 근사 해법의 제시하는 연구는 되었지만, 한 대의 차량으로 2개의 거점을 이동하는 것을 2차 네트워크 수송모델을 대상으로 하였다.

3. 간선-지선간 절충형 크로스 도킹 모델

본 장에서는 간선-지선간 절충형 크로스 도킹 모델을 제시하고, 국내 사례를 들어 설명한다.

3.1 설계 고려사항

2장에서 언급한 바와 같이, 허브 센터와 거점 센터간의 크로스 도킹 기법을 적용하면 야간 배송의 제약조건이 발생하여 새벽에 도착하더라도 제품 분류와 검수 시간에 의하여 일일 목표배송을 달성하기 어렵다. 또한 제시시간에 배송이 출발해도 도로 상황 및 고객의 행동에 따라 정확한 시간에 배송이 어려운 문제가 발생하는 경우도 있다.

이러한 크로스 도킹 기법의 현실적인 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 간선-지선간 절충형 크로스 도킹 모델을 제시하고 다음과 같은 사항들을 고려하여 크로스 도킹 모델을 설계한다.

첫째, 전체 배송량에서 전일 입고수량과 당일 입고수량을 구분하고 배송센터에서 출고장 즉, 지선차량에까지 적재되는 업무 프로세스 시간을 단축하는 모델

둘째, 간선차량과 지선차량의 2차 크로스 도킹을 배송구역에서 수행함으로써 지선차량이 배송센터까지 이동하는 거리를 단축하는 모델.

셋째, 현재 14시간 배송이동시간 내에서 1일 120건 배송건수를 달성하는 시간 단축의 가능성을 찾고 고객의 만족도를 높일 수 있는 모델

간선-지선간 절충형 크로스도킹 모델을 적용하면 아래와 같은 효과를 기대할 수 있다. 효과에 대해서는 4장 시뮬레이션 모델을 통하여 검증한다.

- 첫째, 배송센터 내 제품 분류시간의 단축
- 둘째, 지선차량의 배송센터내 이동시간 단축
- 셋째, 일일 목표 배송이 가능

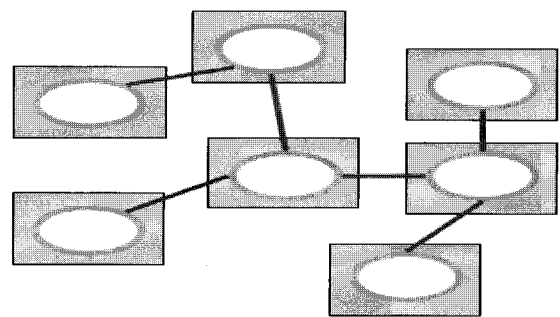
넷째, 1차량 2거점 배송센터를 이동할 수 있어 전체 차량의 운행수 감소로 인한 비용 절감

다섯째, 보관 기능 강화와 전일 입고 기능이 추가되어 오후에 출발하는 간선차량에 불량배송으로 인한 교체 제품 적재가 가능하며, 배송센터로 도착하면 당일 또는 다음날 고객에게 적시 교체 배송이 가능

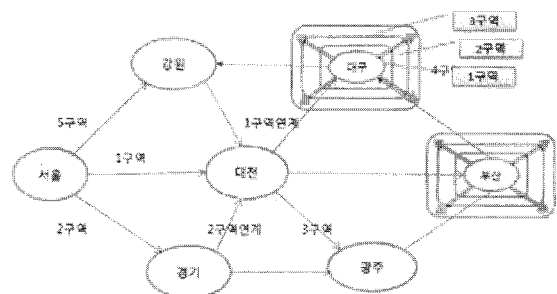
3.2 간선-지선간 절충형 크로스 도킹 모델

절충형 크로스 도킹 모델은 <표 1>의 물류 네트워크 유형 중에서 절충형 모델을 적용하여 간선과 지선을 연계한다. <그림 2>는 택배사에서 1차 네트워크 간선과 2차 네트워크 지선을 연계하여 빠른 배송과 일일 배송 목표 달성을 위한 모델을 절충형 방식의 물류 네트워크를 적용하고 거점을 운영하는 방법의 모델을 제시한 그림이다. <그림 2>에서 타원은 거점별 배송센터를 의미하는 것이고, 사각형은 지선 배송지역을 의미한다. 기존의 네트워크 유형은 2.3절에서 언급한 바와 같이 단순히 거점간 연결 모델을 구축한 것이다. 단순히 허브에서 거점간 이동에 대한 연구 모델은 많으며, 특히 거점간의 이동거리와 이동경비에 대하여 비용 절감을 위한 네트워크 구축 모형은 많은 연구가 되어 왔다.

그러나, 절충형 크로스 도킹 모델은 1차 네트워크의 간선차량이 2차 네트워크 배송을 위하여 2차 네트워크 상에서 크로스 도킹을 함으로써, 1차와 2차 네트워크가 혼류하여 존재하게 되는 것이다.



<그림 2> 절충형 방식의 물류 네트워크



<그림 3> 국내 1차, 2차 네트워크 모델 예시

<표 2> 간선별 구역 노선

간선구역	출발점	경로	도착점
1	서울	대전	대구
2	서울	경기	대전
3	대전		광주
4	대구		부산
5	서울	수도권	강원

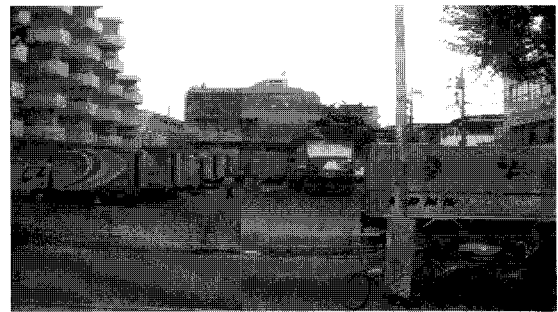
<그림 3>은 <그림 2>의 절충형 크로스 도킹 모델을 국내의 경우에 맞추어 설명한 예시이다. 서울에서 배송이 시작되어 강원, 대전, 경기, 대구, 광주, 부산에 배송 센터가 존재하며, 예를 들어 대구의 경우 배송센터를 중심으로 거리에 비례하여 2차 네트워크의 구역을 구분한다. 1차 네트워크에서는 기존의 방법은 서울에서 각 배송센터로 1개 지역 1대 차량이 이동하게 된다. 1차량은 서울과 대전, 2차량은 서울과 대구, 3차량은 서울과 부산, 4차량은 서울과 광주, 5차량은 서울과 경기 6차량은 서울과 강원 마지막으로 7차량은 서울과 수도권으로 각 배송센터에 이동하게 된다. 그러나 절충형 모델에서는 <표 2>와 같이 지역 배송센터를 연계하는 간선차량의 스케줄을 구성한다. 1차량의 경우 서울에서 출발하여 대전의 배송센터로 이동하고 다시 대전에서 대구 배송센터로 최종 목적지에 도착한 후 제품을 하차하고 서울로 돌아온다. 2차량은 서울에서 출발하여 경기 배송센터를 거쳐 대전 배송센터로 최종 목적지에 도착한 후 서울로 돌아온다. 3차량은 대전에서 1차량과 2차량의 도착된 제품을 혼적하여 광주만 도착하는 차량이고 4차량은 대구에서 부산만 왕복하는 간선차량이다. 마지막으로 5차량은 서울에서 수도권 배송센터를 지나 강원 배송센터로 최종 목적지에 도착 후 서울로 돌아온다. 이런 간선 네트워크는 배송센터로 이동하는데 소요 차량은 6대로 운영되고 1일 2회전이 가능해진다. 때로는 긴급 물량이 발생하는 경우 강원 배송센터는 산간지역이 많은 관계로 대전이나 대구에서 출발하는 경우도 발생하는 방법과 물동량이 적은 경우는 차량의 출발시간을 고려하여 서울에서 광주를 연계하고 부산으로 가는 경로도 발생한다.

2차 네트워크 지선의 경우, 배송센터와 배송 목적지와 거리가 먼 경우 배송센터까지 제품을 픽업한 후 목적지까지 가는 왕복 운송 시간은 일일 목표 배송을 달성하기에 악영향을 미치게 된다. 이를 방지하기 위하여, 절충형 크로스 도킹 모델에서는 2차 네트워크에서 수행함으로써 왕복 운송 시간을 단축시키는 것이다. 간선 차량을 2차 네트워크의 일정 공간에서 지선 차량과 크로스 도킹을 수행하여 적기에 배송이 가능하게 하는 것이다.

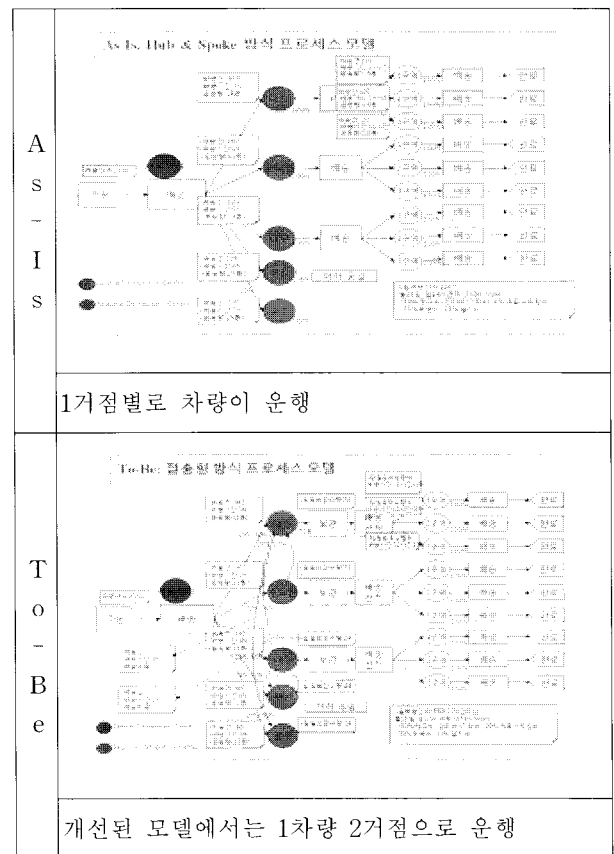
<그림 3>의 예에서, 1차량의 경우 서울을 출발하여

대전 배송센터를 거쳐 대구 배송센터로 이동 중에 대전 2차 네트워크의 지선차량들의 배송권역 중 3구역에 해당되는 차량과 크로스 도킹이 이루어지는 모델이다.

<그림 4>는 간선차량과 지선차량간의 지선 배송권역 내에서 크로스 도킹을 하여 간선차량의 제품을 지선차량으로 할당하는 전경을 나타낸 것이다. 일본 Y사의 경우, 허브와 거점간의 배송센터를 운영하여 배송차량이 배송센터까지 오는 시간을 단축하고 거점간의 물량을 허브로 통하지 않고 바로 거점간의 물량을 이동하는 방법과 지선차량의 80%만 적재되면 거점 배송센터까지 출발하는 방법을 운영하여 배송 시간을 단축시키고 있다.



<그림 4> 지선-간선간 크로스 도킹 전경



<그림 5> 기존의 Hub & Spoke 방식과 절충형 방식 프로세스 비교

<표 3> 차량별 주 배송구역 및 보조 배송구역 예시

배송권역	주구역	보조구역
1차량	1구역	2구역
2차량	2구역	3구역
3차량	3구역	1구역

<그림 5>는 기존의 Hub & Spoke 방식과 절충형 방식 물류 프로세스를 비교한 그림이다. 기존의 방식에 비해 절충형 방식에서는 각 지역 배송센터간 연계가 활발히 이루어진다. 어떤 지역 배송센터에서 제품의 수요가 예상 보다 많을 경우 다른 지역 배송센터에서 일 정량을 가져오게 함으로써, 도착 대기시간을 줄일 수 있게 된다. 그리고 2차 네트워크에서는 각 배송센터에서 제품을 전일 도착하게 하여 이를 보관하고 있다가, 제품들을 당일 바로 지선차량에 선적함으로써 간선차량 대기시간을 줄여 일일 배송 목표 달성을 이루게 할 수 있다. 또한, 2차 네트워크에서 <표 3>의 예와 같이 차량별 주 배송구역과 보조 배송구역을 할당한다. 주 배송구역에서의 업무가 끝나면 보조 배송구역으로 이동하여 먼거리를 이동하는 공간을 축소하고 원거리 중심적으로 배송계획을 구축할 수 있다.

4. 시뮬레이션 모델링 및 결과

본 장에서는 간선-지선간 절충형 크로스 도킹에 대한 시뮬레이션을 모델링하고 이에 대한 분석을 한다. 이를 위하여 시뮬레이션 툴인 아레나 7.0을 사용하였다.

4.1 택배사 인터뷰 결과

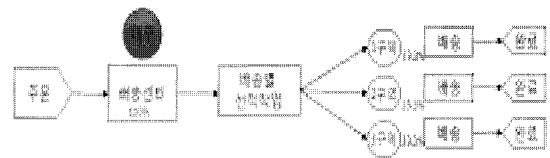
시뮬레이션을 수행하기에 앞서 택배사의 문제점을 실제적으로 파악하기 위하여 인터뷰를 수행하였다. 지역의 메이저급 4개 택배사의 책임자를 중심으로 면접 인터뷰를 한 결과 택배 기종 기사들의 배송센터까지 이동거리와 시간이 중요함을 알게 되었다. 평균 1시간 이상 이동시간이 걸리면 일일 목표 배송량을 달성하기 어렵다고 한다. 그럼에도 불구하고, 우리나라는 평균 1시간 이상 소요된다고 한다. 반면 일본에서는 일일 목표 배송량 달성을 위하여 배송센터와 배송차량의 이동시간이 40분을 초과하지 않게 하여 일일 목표 배송량을 달성한다고 한다. 또한 배송센터내에서 지선차량에 제품을 선적하는 시간이 오래 소요된다고 한다. 위의 두 경우에 소요되는 시간을 단축한다면 일일 목표 배송량 달성 가능성이 높다고 한다. 이러한 인터뷰 결과가 전체적인 택배사를 대변할 수는 없지만 현재 국내

의 택배 시스템의 개선의 여지가 있음을 알 수 있다.

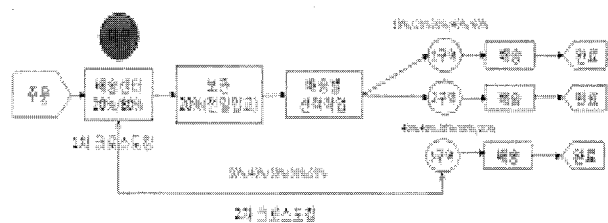
4.2 시뮬레이션 모델링

<그림 6>은 기존의 크로스 도킹 방식과 간선-지선간 절충형 크로스 도킹 방식에 의한 프로세스를 모델링한 것이다. 예를 들어, 대구 배송센터에서 전일에 익일 배송량 일부를 보관하고, 당일 배송량을 지선 차량별로 분류시간과 선적시간을 포함한 선적수량을 시뮬레이션 모델링하였다.

1일 배송건수를 중심으로 전일 입고 수량과 당일 아침 도착 수량을 구분하여 수요예측을 한 결과 전일 도착 물동량을 전체에서 20%를 배송 전날 거점 배송센터에 보관한다. 야간 배송을 하지 않고 배송 전날 저녁에 다음날 배송 스케줄을 정하면 배송량의 20%가 배송 전일 재고로 배송센터에 확보되어 있으므로 80%의 배송이 당일에 이루어진다. 80%의 물동량 중 3구역 지선차량에 적재되어야 할 물동량은 거점 배송센터에서 이루어지지 않고 3구역 배송권역에서 지선차량과 크로스도킹으로 제품을 전달하고 배송한다.



(a) 기존 방식 시뮬레이션 모델



(b) 간선-지선간 절충형 방식 시뮬레이션 모델

<그림 6> 기존 방식과 간선-지선간 절충형 크로스도킹 방식의 시뮬레이션 모델

시뮬레이션 모델에는 1일 총 배송량을 120개로 가정하였다. 실제로는 각 지역별로 120~150개의 배송이 이루어지지만, 시뮬레이션 툴의 인증 문제로 인하여 120개로 가정하였다 (제안된 모델의 효과를 검증하기에는 문제가 없을 것으로 판단된다). 3개의 구역으로 2차 네트워크를 구분하였다. 일일 근무시간은 12시간으로 하였다. 각 구역별 배송량을 <표 4>와 같은 케이스로 가정하여 시뮬

레이션을 수행하였다. 각 프로세스에 걸리는 소요시간은 국내 D 택배사의 실제 데이터를 이용하였다.

4.3 시뮬레이션 결과

4.3.1 기존 크로스 도킹 방식

<표 5>는 <그림 6>의 (a) 방식에 대한 5가지 케이스의 총 소요시간 및 주요 프로세스에 소요되는 시간에 대한 시뮬레이션 결과이다. Case 1의 경우, 459분이 소요되며, Case 3의 경우, 총 332분이 소요되었다. 실제의 경우라면 시뮬레이션에 의하여 도출된 시간보다 3배 이상 소요될 것으로 예상된다.

<표 4> 케이스별 구역 배송량

Case	1구역 (개)	2구역 (개)	3구역 (개)
1	9	51	60
2	20	50	50
3	41	39	40
4	49	31	40
5	71	19	30

<표 5> 기존 방식 소요시간 측정 결과

Case	1		2		3		4		5	
총 소요시간(분)	459.16		395.94		332.72		325.59		440.61	
항 목	수량(개)	시간(분)	수량	시간	수량	시간	수량	시간	수량	시간
1구역내 배송 시간	9	24.71	20	53.07	41	104.68	49	127.15	71	181.47
2구역내 배송 시간	51	132.28	50	128.99	39	101.26	31	81.03	19	50.22
3구역내 배송 시간	60	182.31	50	152.77	40	123.91	40	121.86	30	93.42
1지선차량 선적시간	9	1.94	20	4.02	41	8.19	49	9.78	71	13.94
2지선차량 선적시간	51	10.09	50	9.62	39	7.52	31	6.18	19	4.15
3지선차량 선적시간	60	11.92	50	10.31	40	8.22	40	8.15	30	5.93

<표 6> 절충형 방식 소요시간 측정결과

Case	1		2		3		4		5	
총 소요시간(분)	415.61		356.31		295.09		297.34		383.05	
항 목	수량(개)	시간(분)	수량	시간	수량	시간	수량	시간	수량	시간
1구역내 배송 시간	32	83.60	42	108.75	41	104.44	49	134.43	67	171.11
2구역내 배송 시간	28	70.17	28	74.67	39	99.15	31	79.15	23	59.63
3구역내 배송 시간	60	172.41	50	142.19	40	114.09	30	115.36	30	86.73
간선차량으로부터 3구역 지선차량으로의 제품 선적시간	60	11.93	50	9.91	40	7.93	40	7.86	30	6.10
1지선차량 선적시간	8	1.68	18	3.74	17	3.49	25	5.03	43	5.50
2지선차량 선적시간	28	5.57	28	5.57	39	8.13	31	6.48	23	4.83

4.3.2 간선-지선간 절충형 크로스 도킹 방식

<표 6>은 <그림 6>의 (b) 방식에 대한 5가지 케이스의 총 소요시간 및 주요 프로세스에 소요되는 시간에 대한 시뮬레이션 결과이다. 절충형 방식에서는 1일 입고 기능을 추가하고, 간선차량의 3구역에서의 크로스도킹에 의하여 전체 시간이 20~50분 정도 단축되었다.

Case 1의 경우, 총 소요시간은 416분으로, <표 5>의 Case 1보다 44분 단축되었다. 1구역 배송시간이 늘어나는 반면, 2구역, 3구역의 배송은 단축되었다. 특히 2구역의 경우는 시간 단축이 많이 되어 전체 단축된 시간에 영향을 미쳤다. 가까운 배송구역의 배송시간은 늘어나는 반면 먼거리 배송구역의 배송시간은 단축되는 결과가 도출되었다. 배송센터에서 지선차량의 선적시간도 1구역과 같은 가까운 배송권은 전체적으로 0.1~1초 단축시키고, 반면에 2, 3구역의 먼거리인 경우 1초 이상의 선적시간이 단축되는 결과를 가져오므로 전체적인 배송시간이 단축되었다.

전체적인 프로세스 시간은 배송물량의 할당에 따라 감소되었고 각 배송구역별 할당이 1구역의 비중이 50% 이상일 때 50분 이상 단축되고, 반면 3구역의 배송할당이 50% 이상일 때 40분을 단축한다. 또한 배송할당량이 동일한 경우 30분 이상의 시간감소가 이루어졌다.

결론적으로, 1일 보관기능의 추가가 배송 시간 단축에 영향이 있으며, 3구역 지선차량이 배송센터까지 오는 시간을 단축시킨 것 또한 배송 시간 단축에 영향이 있음을 알 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 기존의 크로스 도킹 기법의 실적이 타이트한 스케줄, 야간 운영을 요구함으로써 발생하는 일일 배송목표 달성의 어려움, 택배원의 이직과 같은 문제를 극복하기 위하여 간-지선간 절충형 크로스 도킹 모델을 개발하였다. 배송 시간 단축을 위하여 크로스 도킹에 전일 보관 프로세스를 도입하고, 지선 구역에서의 간-지선간 직접적인 크로스 도킹 프로세스를 도입하였다.

개발된 모델은 시뮬레이션 결과 모델을 통하여 실제적인 배송 시간 단축 효과가 있다는 것을 검증하였다.

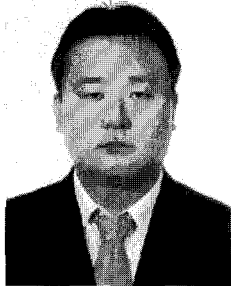
제안된 모델의 실제 적용을 위해서는 전체 지역별 배송센터에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 부분적인 시뮬레이션을 통하여 모델의 유효성을 검증하였으나, 현실적인 배송수량을 가지고 전체 지역 배송센터에 적용하여 모델의 타당성에 대한 심도 있는 검토가 필요하다.

6. 참 고 문 헌

- [1] 임현우 외 2명, “온라인 쇼핑의 성장에 따른 택배물류 네트워크의 효율적 운영에 관한 탐색적 연구”, 한국마케팅저널, (2007)
- [2] 전희준, “고객 시간요구와 비용을 고려한 택배 서비스 배송 규칙(ETD rule)의 개발”, 서강대학교 경영학과 박사논문, (2004)
- [3] 정재현 “2단계 수송네트워크 상에서의 장기적 비용 최적화”, 한국경영과학회, (2003)
- [4] 정기호 외 1명, “택배 운송 네트워크 설계를 위한 할당 문제”, 대한산업공학회/한국경영과학회, (2002)
- [5] 신정현, “peak time을 고려한 크로스도킹 물류센터의 설계” 명지대학교 산업공학 석사논문, (2005)
- [6] 지영호, “선진 물류기법 크로스도킹 도입 절실” 물류교육개발원, (2006)
- [7] 성기석 외 1명, “수송 네트워크에서 최대물동량경로 문제의 최적해법”, 한국경영과학회, (1991)
- [8] 박인규, “크로스도킹 체제도입을 통한물류비용 절감 효과” 연세대학교 공업경영 석사논문, (1998)
- [9] 조윤희 외 2명, “Role 개념에 근거한 비즈니스 프로세스 시뮬레이션 모형 구축 및 분석”, 경영정보학연구, (1998)
- [10] 노영준, “JIT 물류시스템에서의 효율적인 Cross Docking에 관한 연구” 명지대학교 산업공학 석사논문, (2005)
- [11] 김정현, “택배화물 유동의 지리적 특성과 택배물류 시설의 네트워크에 관한 연구”, 이화여자대학교 사회생활학과 석사논문, (2001)
- [12] 이인철 외 2명, “기존 물류 네트워크 기반에서 크로스-도킹 거점선정에 관한 연구”, 대한산업공학회, (2006)
- [13] 문장실, “물류서비스 품질과 고객만족에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”, 울산대학교 경영대학 석사논문, (2005)
- [14] 조경철, “택배의 이해와 운영”, (주)물류신문사, (2000)
- [15] 모리타후지오, “화물운송사업 성공전략”, (주)물류신문사, (2008)
- [16] 한상원, “택배는 서비스맨이다”, 범안, (2008)

저 자 소 개

김 기 홍



고려대학교 경영학과 학사, 미국 SNHU 경영학(MBA) 석사, 현재 명지대학교 산업경영공학 박사과정 재학중이며 관심분야는 물류, 시뮬레이션

주소: 대구광역시 북구 칠산동 821번지

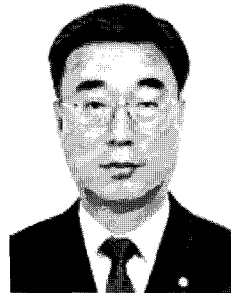
신 승 준



고려대학교 기계공학과 학사, 포항공과대학교 산업경영공학과 석사, 현재 포항공과대학교 산업경영공학과 박사과정 재학중이며 관심분야는 유비쿼터스 기술 기반 환경친화적 생산, STEP-Manufacturing 등이다.

주소: 경상북도 포항시 남구 호자동 포항공과대학교 산업경영공학과

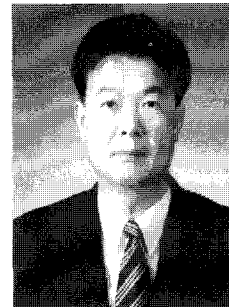
최 시 영



현재 명지대학교 산업경영공학과 박사과정 재학 중이며 관심분야는 택배, 3자 물류분야임

주소: 경기도 성남시 분당구 금곡동 청솔 대원아파트 806-801

강 경 식



현 명지대학교 산업경영공학과 교수, 명지대학교 안전경영연구소 소장, 명지대학교 산업대학원 원장, 대한안전경영과학회 회장, 경영학박사, 공학박사

주소: 경기도 성남시 분당구 정자1동 파크뷰 APT 611동 3103호