

크로스도킹 거점 결정을 위한 연구 -지역거점을 중심으로-

김기홍*

*우송대학교 물류시스템학과

Study for determining cross docking point local bases approach

Ki-Hong Kim*

*Woosong University Department of Logistics System

Abstract

The respective delivering vehicle loaded with the own cargo moves into the respective delivery area. At the base, the delivery points D1 and D2, for example, have the same starting point but the destination is different. The average delivering time of the delivery vehicle is mostly more than 8 hours a day. Therefore, the efficiency of delivery is generally low.

In this study, the deliveries will be forwarded from a base station to a delivery point where cross docking will be applied to a single vehicle, and will be distributed from the cross docking point through cross docking. If the distribution is implemented, one vehicle will not have to be operated from the base to the cross docking point. In that case, logistics cost will be reasonably saved by the reduction of transportation cost and labor time. If one vehicle only runs from the base to the cross docking point, each vehicle will be operated in two shifts, and the vehicle operation can be efficiently implemented.

This research model is based on the assumption that the 3 types of ratios between the traffic volume of the vehicles starting at the base and the vehicles waiting at the cross docking point are set to the first ratio of 30% to 70%, the second ratio of 50% to 50% and the final ratio of 70% to 30%. As a result of the study, The delivery time in the cross docking point is much higher than that in present on the condition that the cargo volume in the D2 area is more than 50%. Likewise, the delivery time is slightly higher on the condition that the cargo volume is less than 50%. Time is reduced in terms of 50% model like AS-IS model.

Keyword : Cross docking, logistics hub, delivery vehicle

1. 서론

물류는 공급자에서 소비자까지 상품이 전달되기 위해서 물류센터에 입고된 후 출고되는 과정을 거친다. 일반적으로 공급망 관리를 설계함에 효율적인 물류관리를 위해서 제조업체로부터 최종 소비자까지 직접 배송되기 보다는 물류센터라는 중간지점을 거쳐 배송이 이루어진다.[1]

일반적으로 네트워크를 구성하는 물류센터는 하나의 중앙물류센터와 여러개의 지역물류센터로 구성되어 있

다. 중앙물류센터는 생산공장에서 완제품이 유통까지 도착하기 전까지 보관되어 있고, 지역물류센터는 배송 지역에 위치하고 있으며 배송지역의 중앙물류서비스를 제공하는 중심역할을 하고 있다. 지역물류센터에서 최종 목적지에서 물류서비스를 제공하기 위해 물류센터를 운영하는 경우가 있다. 일정규모 이상의 배송지역에서는 물류 센터가 필요하지만 반대는 그렇지 않다.

† Corresponding Author : Ki-Hong Kim, Logistics System, WOOSONG UNIVERSITY, Dongdaejonro 171, Dong-gu, Daejeon, Korea.

Received July 21, 2017; Revision Received August 11, 2017; Accepted September 11, 2017.

본 연구에서는 배송지역의 지역물류센터인 RDC(Region Distribution Center)에서 FDC(Final Distribution Center) [2]를 두고 물류서비스를 제공하는 것 보다

RDC에서 물류서비스를 운영하면서 FDC는 크로스도킹으로 운영하는 것이 더 경제적이며 생산성을 높일 수 있는지 연구하려고 한다. 왜냐하면 RDC 물류센터에서는 지역의 물동량을 분배하기 위해 요충지에 설립되어야 하고 FDC 물류센터 역시 요충지에 설립되어야 한다. 하지만 요충지가 적정하지 못하면 크로스도킹 기법으로 서비스를 제공하고 물류비를 절감하는 것이 더 효과적일 수 있다.

본 연구는 배송지역의 물동량 대비 크로스도킹 기법을 적용하기 위한 경제적 운영방식과 배송운영 효율을 향상시킬 수 있는 배송 최적화 물동량을 조사하기 위해 시뮬레이션 통해 연구를 하려고 한다. 본 연구의 구성은 1장 서론, 2장은 크로스도킹 및 시뮬레이션에 대한 선행연구를 통하여 3장의 연구모형을 연구한다. 4장은 연구에 대한 결과를 도출하고 5장은 결론으로 마무리한다.

2. 선행 연구

크로스도킹은 생산공장 물류센터에서 출발된 제품이 유통물류센터에 보관되지 않고 하차를 한 후 물류센터를 통과하고 즉시 배송지역 점포 또는 소비자에게 재포장되어 출고되고 배송되는 과정이다. 입고트럭에 의해 배달된 물품이 재고로써 보관됨이 없이 즉시 고객의 수요에 딸 재분류되어 출하트럭에 적재되어 고객에게 배달되는 프로세스로 구성된다 또한 크로스도킹 시스템을 효율적으로 운영하는데 가장 중요한 요인 중 물류센터 총 운영시간을 최소화하는 입고트럭과 출하트럭의 일정계획이 수립되어야 한다[1]

물류센터 운영업무는 5가지의 작업으로 구성되는데 운영비용과 효율성을 향상시키기 위한 방법은 가능하다면 각 작업을 제거하는 것이다. 또한 크로스도킹의 추진을 통하여 가장 비용이 많이 발생하는 작업인 저장과 피킹 작업을 제거할 수 있다. [2] 지역물류센터에서 RDC와 FDC의 저장과 피킹 작업을 각각의 물류센터에서 실행하는 것 보다 RDC에서 먼저 한 후 FDC에서 차량 대 차량으로 크로스도킹을 할 수 있다면 비용

적인 측면에서 절감효과를 얻을 수 있다.

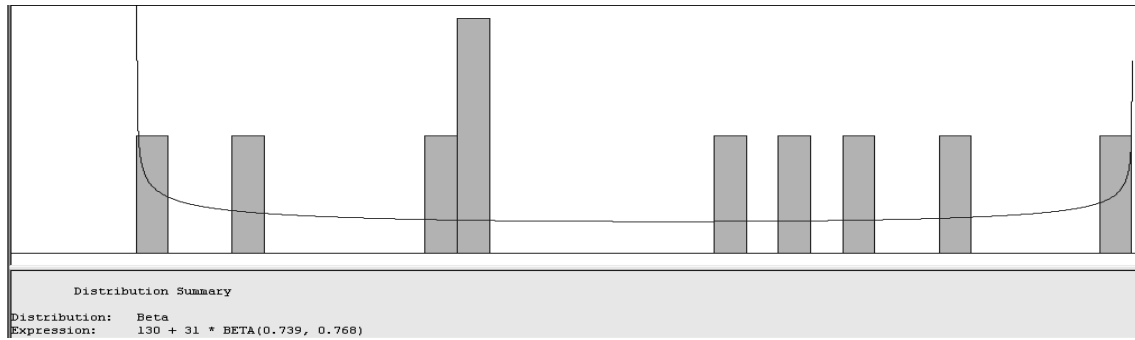
크로스도킹 거점의 입지를 선정하기 위해 거점별 물동량, 배송거리 등의 표준화를 통하여 운영의 기준이 될 수 있는 모델을 정한다. [3] 하지만 크로스도킹의 입지선정을 위한 물동량, 배송거리 등의 운영기준이 될 수 있는 표준은 산업별로 다르다, 예를 들면 포장의 박스 규격을 기준으로 보면 택배산업과 전자산업의 규격이 다르고 전자산업의 경우 설치 시간이 있으므로 물류 표준을 정하기가 어렵다.

크로스도킹의 연구는 수학적 모델은 데이터가 결정적일 때 연구되지만 크로스도킹을 위한 입고와 출고의 수가 최적해 보다 적게 연구될 수 있다. [4] 입고와 출고의 최적해를 위해서는 물류센터에서의 크로스도킹을 위한 차량할당 또는 배송계획이 중요하다. 다수의 차량과 다수의 창고에서 다수의 상품들을 여러 판매처로 운송하는 시스템과 스케줄을 생성한 후 시간 내 배달 검증되었다. [5] 하지만 크로스도킹의 시뮬레이션 연구는 복잡성 때문에 특히 물류에 대한 연구가 부족하고 지역 RDC와 FDC의 거점결정에 대한 시뮬레이션 연구는 부족한 실정이다.

3. 연구모델

3.1 연구자료

연구모형은 120개의 제품이 단일지역으로 배송될 경우 거점 물류센터에서 출발하는 현 운영방법에서 배송지역에서 크로스도킹 기법을 적용하고자 10일 동안의 연구를 위한 시간측정을 한 결과값을 분석해보면 전체적으로 Beta 분포로 분석되고 일부는 Normal값으로 측정되었다. Beta는 밀도 함수가 다양한 형상을 가질 수 있기 때문에 흔히 데이터가 없는 경우에 개략적인 모델로 자주 사용한다. 뿐만 아니라 Normal은 정규분포는 중심 극한 정리가 적용되는 상황 즉 여러 변수들의 합의 분포를 나타내는데 사용된다. [6] 뿐만 아니라 이른 분포가 자료에 적합한가를 평가하기 위하여 사용되는 표준 통계적 가설검정 방법이다. [9] 200개의 제품을 측정해야하지만 Arena Simulation 아카데미 버전을 이용하여 물동량을 50%축소하여 측정하였다



[Figure 1] Research Data measurement

<Table 1>은 AS-IS와 TO-BE의 연구자료 측정값이다, 연구자료 측정값은 Arena Input Analysis를 통해 자료의 분포를 측정한 후 본 연구에 사용되기 때문에 자료의 타당성을 분석한 것이다. AS-IS는 앞에서 언급되었지만 연구모형 물동량의 50%로 배송되는 것으로 연구되었고 연구모형을 50%로 축소되었다. 뿐만 아니라 배송시간 측정자료를 10회만 했다. TO-BE 모델은 배송지역의 물동량을 세 곳으로 구분하였다. 첫 번째는 D1의 30%물동량이면 D2는 70%의 물동량으로 연구되었다. D2의 물동량이 많은 경우이다. 두 번째는 D1과 D2의 물동량을 각각 50%로 정하였다. 나머지는 D1이 70이고 D2가 30%로 구분하였다. 일반적으로

세 번째 모형의 D1이 70%의 물동량과 D2가 30%의 물동량일 때 크로스도킹 기법을 적용하는 경우가 많을 것이다, 특히 물류네트워크를 설정하는데 네트워크의 거점과 수배송 형태를 구성하는데 있어 거점 위치가 매우 중요하다. 네트워크 구성에 있어 거점의 수가 많을수록 운영비용이 증가되는 반면 배송 시간은 줄일 수 있는 Trade-Off가 발생된다. 물론 비용도 절감 가능하다. 하지만 본 연구처럼 최종 목적지의 거점을 크로스 도킹 기법을 적용하여 배송한다면 더 많은 비용을 절감하면서 서비스를 제공할 수 있다고 생각된다.

<Table 1> research data analysis

as-is		to-be					
D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
50%	50%	30%	70%	50%	50%	70%	30%
242.6	241.2	144.7	334.9	242.3	243	339.2	140.4
EXPO (5.1)	NORM (241, 7.55)	BETA(0.7 39, 0.768)	POIS(335)	BETA(0.7 9, 0.659)	BETA(0.6 74, 0.395)	NORM(33 9, 5.44)	BETA(0.96 5, 0.842)

3.1.2. 연구모형

물류는 물동량을 이동할 때 또는 보관할 때 Point-to-Point, Hub & Spoke, 절충형의 세 가지 방식으로 물동량을 보관해두고 배송되는 방법으로 운영되고 있지만 Hub&Spoke방식으로 물류활동이 많이 이루어지고 있다. Point-to-Point 방식은 거점에서 거점으로 이동될 때 많이 이용되는 방식이다. Hub & Spoke방식은 본 연구에서처럼 하나의 거점(RDC)에서 물동량을 집하하고 배송하는 경우에 많이 이용되는 방식이다.

Hub & Spoke방식은 배송지역과 크게 떨어지지 않은 곳에 거점을 두고 배송을 하게 되는데 기업은 일반

적으로 30분 또는 1시간 권역 내에서 배송이동시간을 두고 배송을 하게 된다, 그렇지 않으면 배송시간에 많은 시간을 소비하기 때문이다. 거점에서 차량배송계획은 정시에 도착할 수 있도록 배송의 계획을 수립해야 하는데 이 또한 하나의 문제가 된다. 거점에서 배송지역까지 배송거리가 멀어질수록 배송시간에 영향을 미치게 되는 것이다. 차량배송계획은 고객에 대한 서비스를 수행하기 위하여 차량경로와 방문시각 및 순서를 정한다[7] 방문시각과 순서에 따라 비용을 절감할 수 있다. 본 연구에서는 방문시각과 배송순서보다는 D거점지역에서 D1의 배송지역과 D2의 배송지역의 크로스도킹 할 수 있는 위치까지의 거리를 일정한 시간으로

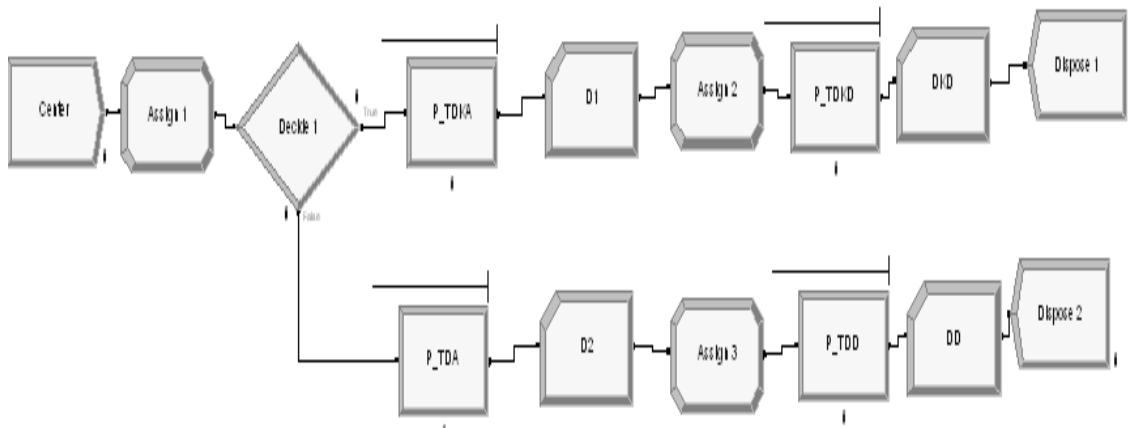
규정한다. 거점에서 크로스도킹지점까지 20분에서 30분 내 이동시간으로 규정한다. 물론 연구목적을 위해서 거점에서 D1과 D2의 크로스도킹 지점까지의 운행시간을 측정해야 하지만 일반적으로 30분에서 1시간 내 거리 내에서 배송이동시간을 정하는 경우가 많기에 본 연구에서는 측정값을 특별히 규정하지 않고 정수값으로 정하였다. 현재는 거점 D에서 D1의 배송지역과 D2의 배송지역 두 곳으로 나누어 각자 배송지역으로 배송하는 시스템으로 운영되고 있다. 왜 각자의 코스별로 운행되는지 알 수 없지만 배송시간을 우선시하기 때문일 것으로 본다. 본 연구는 각 D1과 D2 지역으로 배송하는 현재 시스템에서 D1과 D2의 크로스도킹을 할 수 있는 지점까지 한 대의 차량으로 운행하고 크로스도킹 후 D1과 D2의 배송지역으로 배송을 하는 연구모형을 하고자 한다. 즉 거점에서 배송지역까지 운행할 두 대의 차량에서 한 대의 차량으로 줄여 운행하는 시스템으로 개선하여 물류비를 절감하고 운행의 효율성을 얻고자 한다.

3.1.3. AS-IS모형

물류센터에서 출발하는 물동량은 각 지역 차량에 제품을 적재하고 배송시간 때문에 각 배송지역으로 출

발하고 있다. 하지만 화물자동차에 화물을 100%적재하는 경우에는 문제가 되지 않지만 100% 미만인 경우는 운송비용을 고려한 운송거리를 짧게 운영하면 물류비 절감에 효율적일 수 있다. 그림<3-1>은 현재의 운송경로이다. 본 연구모형에서처럼 D지역은 물류거점 Center이다. 물류거점Center에서 D1과 D2로 구분하여 배송 물동량을 거점Center에서 분류하고 배송한다. 이러한 배송의 경로가 현재 그림<3-2>이다. 예를 들면 D지역 거점Center를 경기 시흥이라고 하면 D1과 D2를 서울서남쪽 구역이고 아래쪽인 수원구역이라고 할 수 있다.

본 연구에서 D거점센터는 거점지역의 물류센터이다. 물류센터는 매일 여러 지역의 배송차량이 물류센터에서 제품을 적재한 후 출하하기 때문에 출하지의 상차시간이 지연될 수도 있고 차량의 혼잡성도 문제가 될 수 있다. 본 연구에서 연구하고자 하는 두 대의 차량이 하나의 차량으로 배송지역의 크로스도킹 지점까지 이동된다면 물류센터의 혼잡성은 해결될 것으로 생각된다, 하지만 상차시간은 지연될 수 있지만 본 연구에서는 같은 상차시간의 조건으로 연구된다.

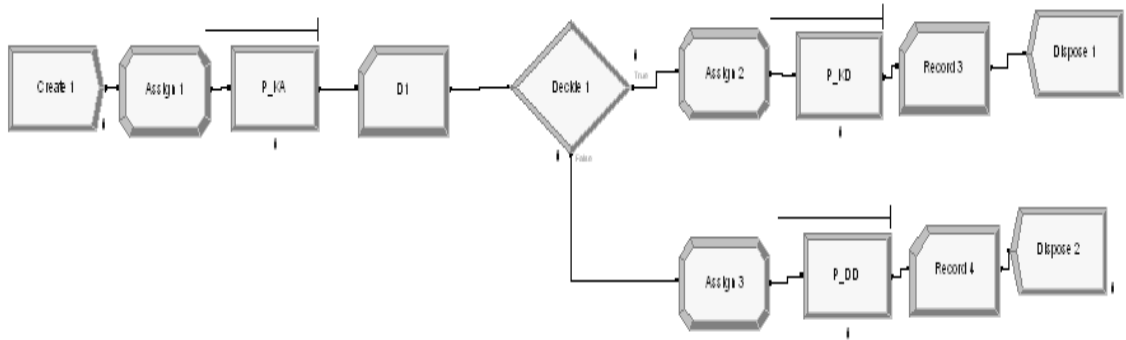


[Figure 2] AS-IS research model

3.1.4. TO-BE모형

[Figure 3] TO-BE 연구모형은 AS-IS모형의 D거점Center에서 출발 차량을 D1과 D2지역으로 이동하는데 D1거점까지 한 대의 차량으로 이동하고 D1과 D2에서 지정된 배송지역에서 크로스도킹을 이용하여 D1지역은 기존처럼 배송을 하고 D2배송지역은 크로스도킹 지점에서 배송을 시작하는 모형을 연구하려고 한

다. D지역 거점(RDC)에서 물동량 대비 1톤 또는 2.5톤 차량으로 크로스도킹지역까지 이동하고 1톤의 차량으로 물동량을 배송 하게 되면 D거점(RDC)까지 2.5톤 또는 1톤 차량으로 이동하고 D2지역의 배송차량은 거점에서 크로스도킹까지 이동을 하지 않기 때문에 유대비를 감소 할뿐만 아니라 운전에 대한 스트레스도 받지 않기에 고객에 대한 응대 효과를 높일 수 있을 것이다.



[Figure 3] TO-BE research model

일반적으로 물류는 공장에서 제품을 보관하고 있다가 각 배송지역 중심으로 제품을 이동하고 각 지역에서 분배한 후 배송목적지까지 다시 이동하게 되는 과정이 반복된다. <그림3-2>는 거점Center에서 배송지역까지의 과정인데 거점Center인 D_지역(RDC)에서 D1과 D2지역까지 20에서 30분 정도의 운전 거리를 기준으로 본다면 크로스도킹지점에서 물동량을 받을 D2배송지역 운전자는 빠른 시간 내 배송업무를 마치게 되는 결과를 얻게 된다. 거점Center에서 크로스도킹지점까지 운행을 하지 않기 때문이다. 또한 내일 D2배송지역 운전차량이 거점에서 크로스도킹 지역까지 교체 운행하게 되면 오늘 D1운전자는 하루를 쉴 수 있기에 배송 효율성을 더 높일 수 있다. 예를 들면 경기여주거점지역에서 서울과 수원지역의 배송차량 중 한 대는 경기 여주지점에서 출발하지 않고 크로스도킹 지역인 신갈지점 출발하면 서울지역을 배송한다면 배송효율성을 높일 수 있다고 본다. 본 연구에서는 예를 들어 서울과 경기지역으로 설명했지만 남쪽지역인 예를 들면 경상도의 경우 광역시 인근에 거점을 두고 광역시 내 배송지역과 광역시 외 배송지역의 물류서비스를 제공하는 경우가 된다.

4. 연구결과

고객 물류서비스를 위해 배송지역의 배송시간을 단축하기 보다는 거점에서 배송지역까지 한 대의 차량만으로 이동하고 다른 한 대의 차량은 대기하였다고 거점에서 출발된 차량으로부터 물동량을 받는 크로스도킹 기법을 적용한 연구모형이다. 거점에서 크로스도킹 지역까지 이동된 시간을 측정된 평균 결과 값이 <Table 2>이다. 총 10회를 측정 값은 그렇지 큰 차이가 없는 것으로 판단된다.

AS-IS는 앞서서도 언급되었지만 현재 운영방식인 두 대의 차량으로 각 배송지역에 운행하면 평균 241.9 시간이 되고 D1의 물동량이 30%일 때 D2는 70%이면 평균 이동시간은 239.8 시간이 된다. 중간은 50%대 50%인 경우는 242.65시간이고 나머지는 D1이 70%이고 D2가 30%일 때 239.8시간이 된다.

<Table 2>는 총30회 시뮬레이션 한 연구결과를 보면 2대의 차량으로 각 배송지역에 배송되는 AS-IS의 경우는 TO-BE모형 보다 많은 시간으로 운영되지 않는 것으로 판단된다. 반면에 D1지역의 물동량이 30%이고 나머지는 70%일 때는 2.231.67의 시간이 측정되었다. 최고의 시간으로 결과를 얻게 되었다. 크로스도킹 지점에서 D2로 할당 차량의 이동시간이 많이 소요되는 것으로 판단된다. 또한 D1이 50%이고 D2가 50%의 물동량은 1,389의 시간이 걸렸다. 같은 비율로 배송이 되는 경우의 AS-IS와 300분의 시간 차이가 발생된다. 따라서 D2지역의 배송기사는 300분의 시간을 절약하고 300분의 시간을 휴식 또는 배송시간에 소요할 수 있다고 판단된다. 마지막으로 D1의 물동량이 70%이고 D2는 30%일 때 1825.45의 시간이 측정되었다. 이 결과를 보면 크로스도킹 지점에서 크로스도킹 시간으로 인한 지체현상이 있는 것으로 판단된다.

as-is	to-be					
	D1	D2	D1	D2	D1	D2
D1/D2						
50%	30%	70%	50%	50%	70%	30%
241.9	239.8		242.65		239.8	

<Table 2> Average study value

as-is	to-be					
D1/D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
50%	30%	70%	50%	50%	70%	30%
1618.63	2231.67		1389.28		1825.45	

<Table 3> Result of research

수리적 기법을 이용한 경우 실제 물류 네트워크를 적용함에 있어서는 상당한 가정과 제약이 따른다.[8]. 시뮬레이션은 최적 해를 구하기 위한 알고리즘 같은 것이다. 단 수치적으로 연구는 최적 해를 구하기 어렵다. 하지만 시뮬레이션 연구는 최적 해를 구하기보다는 시스템이 어떻게 작동하고 있는지를 이해하는데 초점이 맞춰져 있다.[6] 그렇다면 본 연구에서도 시스템의 작동을 통해 얻는 결과 값이 최적 해 보다는 비교되는 시간의 흐름에 초점이 맞춰야 한다고 본다.

5. 결론

지역거점에서 배송지역까지 두 대의 차량으로 각자 배송지역으로 배송하는 현재의 운영방법에서 거점에서 배송지역까지 한 대의 차량으로 이동하고 크로스도킹 지점을 결정하여 크로스도킹 지점에서 다른 배송지역의 차량에 배송량을 상차시킨 후 배송할 수 있도록 운영개선을 통해 물류비 절감 뿐만 아니라 생산의 효율성을 높이고자 연구되었다. 크로스도킹 기법을 적용한 배송차량은 1일 간격으로 배송차량은 거점에서 크로스도킹 지점까지 운행을 하지 않기 때문에 배송비용을 줄이고 노동시간을 단축할 수 있는 결과를 얻게 된다. 본 연구결과처럼 현 시스템의 운영시간과 개선된 운영 시스템에서 D2지역의 물동량이 50%이상일 때는 배송시간이 큰 차이를 보이지만 50%미만을 때는 배송시간이 큰 차이가 없다고 판단되고 시간이 감소되는 것으로 결론을 얻었다.

본 연구에서 크로스도킹 기법을 적용하기 위하여 포괄적인 물류범위에서 차량 배송시간을 측정하였다. 하지만 산업별로 구분하여 크로스도킹 지점을 찾는 연구는 지속적으로 이루어져야 한다, 뿐만 아니라 파렛트 패턴이 갖는 한계의 상자가 적재되기까지의 알고리즘 [10]의 시간까지 측정되는 연구가 필요하다. 단순 배송을 일반적인 물류범위로 본다면 설치물류, 제조물류, 유통물류는 그 성격들이 다르기 때문이다.

6. References

- [1] Yu Woo Yeon, Cho Chi Woon, Yang Jae Kyung(2006), "Optimal Operational Strategy for Cross Docking System" Journal of the Korea Safety Management & Science P103-114
- [2] In-Chul Lee, Myeong-Ho Lee, Nae-Heon Kim(2006), "A Study on Selection of Cross-Docking Center base on Existing Logistics Network" Journal of the Korean Institute Of Industrial Engineers Vol19, No1. P26-33
- [3] In-Chul Lee, Myeong-Ho Lee, Jung-Eun Song, Nae-Heon Kim(2006), "A Study on Selection of Cross-Docking Center by Changing the Logistics Location" Journal of the Korean Institute Of Industrial Engineers P1331-1334
- [4] Wooyeon Yu, Yunsun Park, Junghyun Shin(2008) "Design of Distribution Facility for Cross DockingSystem" Journal of the Korea Safety Management & Science P187-193
- [5] Byeong Heon Cho, Sung Hoon Jung, Ki Hyung Kim, Ha Ryoung Oh, Yeong Rak Seong(1999) "Development and Performance Evaluation of a Car Assignment and Routing Algorithm for Reducing Transportation Cost in a Logistics System" Journal of the Korea Society For Simulation p91-103
- [6] Li-Kyoung Moon, Kyu-Kab Cho, Myoen-Sig Cho, Won-Jun Choi(2007) "Simulation with Arena - Fourth Edition - " McGraw-Hill Korea P620-630

- [7] Nyung-Hee Yang, Young-Hae Lee(1994) "Desing of the Simulation-Based Vehicle Distribution Planning System for Logistics" Journal of the Korean Institute Engineers p87-97
- [8] Suk-Jae Jeong, Jae-Jun Lee, Kyung-Sup Kim(2005) Simulation Analysis Determining Location and Size of Logistics Network " Journal of the Korean Society For Simulation p67-77
- [9] Jae-Jun Lee, Young-Jae Park, Tae-won Chung(2005) " Case Study : Restructuring of the Logistics Network and Calculating of the Distribution Center Size Based Simulation Method" Journal of the Korean Operations Research And Management Society P89-95
- [10] Kim Young Min, Lee Jun Hee(2006) "A Study of The Layout of Boxes to the Cargo Loading Problems Journal of the Korea Safety Management & Science P143-157

저 자 소 개

김 기 흥



고려대학교 경영학사, SNHU 경영석사, 명지대학교 박사
관심분야 : SCM, 레이아웃, 시뮬레이션, 운송경로