

시물레이션을 통한 Closed Loop 대차식 크로스도킹 시스템의 성과분석

곽재식*, 심병태, 임석철

아주대학교 산업공학과 대학원
경기도 수원시 팔달구 원천동 산 5 번지
Tel) 031-219-2955, Fax) 031-219-2453
E-mail) enkjs@madang.ajou.ac.kr

Abstract

고객들의 주문에 대하여 오더픽킹을 수행하여 출하하는 물류센터에서는 매일 여러 공급사로부터의 다양한 입고물량이 창고 내에서 신속, 정확하게 주문에 따라 고객별로 픽킹되어 출하트럭에 상차되어야 한다. 이때 인테리어 가구류를 취급하는 물류센터의 경우에는 출하팔렛에 적재시 특정한 품목순서에 따라 적재해야 하는 제약조건 때문에 이를 위한 팔렛 재처리 작업이 필요하게 된다. 본 논문은 Closed Loop형 궤도상을 움직이는 대차시스템을 이용해 픽킹을 수행하는 크로스도킹 물류센터에서 이러한 팔렛 재처리 작업과 픽킹작업을 포함한 운영정책들의 성과를 컴퓨터 시물레이션으로 평가, 분석한다.

1. 서론

물류센터의 의미를 제품의 저장 장소가 아닌 경유지점으로서 의미 변화를 일으킨 물류센터 운영방법 중 대표적인 재고 처리기법으로 크로스도킹(Cross docking: 그림1)이 있다. 이는 제품을 이동시키면서 창고나 배송센터를 경유는 하되 보관하지는 않는 것으로 운반된 제품을 하차하여 분

류 작업을 마친 다음 곧바로 재포장하여 점포로 이동시킨다. 이러한 크로스도킹은 EDI를 통한 ASN의 지원과 바코드와 R/F의 이용을 통해 전체적인 WMS(Warehouse Management System)의 기술적 뒷받침으로 현실적 운영방법으로 사용되기에 이르렀지만 제품의 종류와 주문특성에 따라 실제 적용에 제약이 빈번히 발생하고 있다.

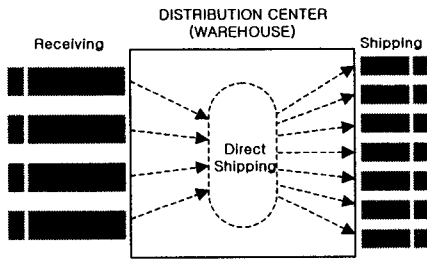


그림 1 크로스도킹 물류센터의 개념

일반적인 경우 유닛로드(팔레트 단위) 상태로 입고되고, 잔여 물량의 보관으로 크로스도킹운영이 이루어지나 실제 작업환경에서는 다양한 제품종류와 포장단위의 차이, 주문특성의 다양으로 인해 크로스도킹을 적용하기에는 많은 어려움이 있다. 하지만, 유통비용 감축과 노동코스트 절감, 재고삭감, 운송리드타임 단축, 수송량 증대, 고객만족도 증대의 이점을 확보할 수 있는 크로스도킹을 실행하는 것이 중요하므로 이를 위해 크로스도킹 실행에 영향을 미치는 제품특성을 파악하여 세분화하고, 크로스도킹이 필요한 제품영역구분과 주문특성에 따른 크로스도킹 운영 방법의 확인이 중요하다. 본 연구에서는 크로스도킹 실행시 출하팔레트에 적재하는 품목의 순서가 미리 정해진 경우 이러한 제약을 갖는 인테리어 가구류 물류센터의 크로스도킹에 대하여 효과적인 크로스도킹 실행방법을 제시하고, 그에 따른 시물레이션 평가비교를 통해 총 작업시간이 최소인 대안을 발견하여 출고 회전수를 증가시키는 적절한 크로스도킹 방법의 대안을 제시하고자 한다. 크로스도킹 관련 연구로는 크로스도킹에 대한 기본 정의와 그 종류[7] 및 크로스 대한 요구조건에 대한 보고서[10]는 계속적으로 발표되고 있으며, 그에 대한 사례가 관련 문헌[6] 및 저널[9]에 언급되고 있다.

2. 인테리어 물류센터

인테리어 물류의 종류는 침대, 옷장, 서랍장, 장식장, 화장대, 식탁, 책상, 책장, 붙박이장 등으로 주로 1차 BOM의 조립을 통해 완제품이 되는 부품들이며, 각 부품은 하청업체별로 생산되어 소비자에게 배송되어 조립된다. 일반적으로 부피가 크고, 수작업에 의한 긴 생산리드타임을 가지는 인테리어 가구류 제품은 부품의 규격화와 복잡한 공정으로 생산 자동화에 어려움을 갖는다. 또한 물류센터는 창고 내에 많은 재고확보를 필요로 하고 고객 배송을 위한 넓은 출고 장소 확보 또한 필수적이다. 따라서 인테리어 물류센터는 재고보관에 따른 재고보관장소 확보와 재고비, 출고장소 확보의 어려움에 직면하고 있다.

2.1 팔레트 적재순서 제약

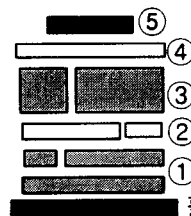


그림 2 팔레트 적재순서

인테리어 물류센터의 출고준비는 “팔레트 적재순서 제약”의 조건을 갖는데 이는 인테리어 제품주문에 있어 침대, 옷장, 서랍장, 책상등 서로 제품이 다른 형태와 다른 부피를 가졌기 때문이다.

각 제품은 적재순서를 가지고 있고, 앞선 순서의 하위제품이 적재된 후 다음 순서의 하위제품이 적재된다. 출고준비 또한 이 적재순서대로 이루어진다. 본 연구에선 모두 1,2,3,4,5군(적재순서)의 적재순서가 고려되었다.

적재순서	제품종류
1(①)	불박이장 중 큰 것은 아래로, 작은 것은 위로
2(②)	침대 철재/갈비살, 책상 상판, 옷장등
3(③)	서랍, 화장대, 협탁, 식탁, 장식장등 여러 단품
4(④)	매트리스
5(⑤)	거울, 침대헤드, 액세서리

표 1 팔레트 적재순서

2.2 인테리어 물류센터 프로세스

인테리어 물류센터의 프로세스는 안전재고 유지를 위한 매일 입고와 D일 오전출고를 위한 D-1 오후출고 준비(1회)의 프로세스를 따르고 있다. 입고된 재고는 출고작업장소에서 출고팔레트에 적재순서대로 적재되어 D일 출고된다.

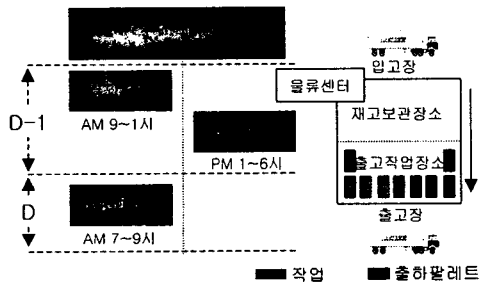


그림 3 인테리어 물류센터 프로세스

3. 인테리어 크로스도킹 물류센터

인테리어 물류센터는 크로스도킹을 통해 물류센터 내의 재고를 없애고, 출고장소 확보를 통해 출하팔레트의 수를 증가시켜 총 출고량을 향상시키고, 출고준비 1회전 시간의 단축을 통해 다회전으로 물류센터의 빠른 재고 회전율을 가져와 물류센터 생산성 향상을 가져올 수 있다. 하지만 인테리어 물류의 크로스도킹은 일반적인 크로스도킹이 어려운 경우로 SKU의 단위가 크고, 단일하지 않으며, 팔레트로 취급하기 어려운 큰 부피를 가진다. 또한 배송시 서로 다른 모양의 가구 부품 운반을 위해 팔레트 적재순서를 고려하여 작업자는 출고준비를 하여야 한다. 이런 팔레트 적재순서 제약조건에 따라 크로스도킹 시스템은

설계되어야 한다. 이를 위해 (1) 제품 적재순 입고순서, (2) 출고장소 Zone 설정, (3) 팔레트 재처리, (4) Closed Loop 레일대차 시스템이 제시되었다.

3.1 제품 적재순 입고순서

인테리어 가구류의 출고팔레트 적재순서에 따라 입고업체를 분리하여 적재순서대로 물류센터로 입고시키기 위한 협력업체의 입고 순서이다.

3.2 출고장소 Zone 설정

입고된 제품의 효율적 출고작업(픽킹)을 위해 제안된 출고장소내의 영역으로 본 연구는 A,B,C,D 4개 존을 사용하고, 한 존은 20개 정도의 출고팔레트를 보유한다.

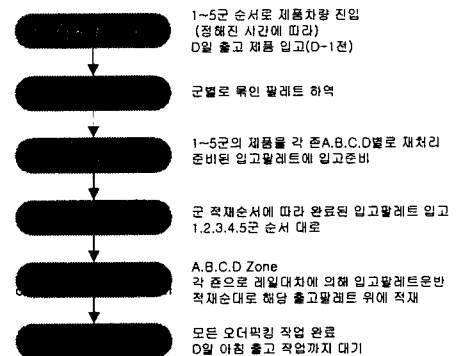


그림 4 인테리어 크로스도킹 물류센터 프로세스

3.3 팔레트 재처리

입고된 제품이 각 존으로 가기 위한 준비단계로 제품을 적재순서대로, 존 별로 분리하여 입고 팔레트에 정리하는 작업이다. 이 작업 후 지게차에 의해 물류센터 내 (ClosedLoop)로 이동된다.

구분		No	시나리오	설명
By pass 불가능	복합	1	1군 바로 입고	1군에서 5군의 제품적재순서 중 1군의 제품을 재처리과정 없이 팔레트상태로 바로 윌류센터 입고시키고, 입고된 1군은 입고팔레트의 제품이 소모될때까지 loop를 돈다. 나머지 2,3, 4,5군은 재처리
		2	모두 재처리 후 입고	1,2,3,4,5군 모든 제품들을 각 ZONE 별로 재처리
	비복합	3	모두 재처리 후 입고	각 입고업체마다 하나의 적재순서군 제품만을 입고시키고 입고된 1,2,3,4,5군 모든 제품들을 각 ZONE 별로 재처리
		4	사전 재처리	1,2,3,4,5군 모든 제품들의 각 ZONE별 재처리를 사전에 작업하여 입고
By pass 가능	복합	5	1군 바로 입고	1군에서 5군의 제품적재순서 중 1군의 제품을 재처리과정 없이 팔레트상태로 바로 윌류센터 입고시키고, 입고된 1군은 입고팔레트의 제품이 소모될때까지 loop를 돈다. 나머지 2,3, 4,5군은 재처리
		6	모두 재처리 후 입고	1,2,3,4,5군 모든 제품들을 각 ZONE 별로 재처리
	비복합	7	모두 재처리 후 입고	각 입고업체마다 하나의 적재순서군 제품만을 입고시키고 입고된 1,2,3,4,5군 모든 제품들을 각 ZONE 별로 재처리
		8	사전 재처리	1,2,3,4,5군 모든 제품들의 각 ZONE별 재처리를 사전에 작업하여 입고

표 2 시물레이션 시나리오

3.4 Closed Loop 레일대차 시스템

적재순서대로 존 별로 들어오는 입고팔레트를 레일대차에 실어 각 존에서 픽킹 시키기 위한 시스템으로 본 연구에서는 1차선, 우회 가능한 버퍼공간, AGV 시스템이 고려되었다.

4. 시물레이션 모델링

인테리어 크로스도킹 시스템의 시물레이션은 그림4의 프로세스 순서대로 모델링 되었다. (그림 6)도착한 입고물량은 오른쪽 재처리장을 거친 후 왼쪽 위의 Closed Loop으로 들어가 픽킹하게 되고, 1군 입고를 시작으로 최종 5군의 픽킹이 마치면 시물레이션이 종료(1회전) 된다.

구분	내용
Bypass 불가능	레일대차의 우회가 불가능한 1차선의 레일 시스템
Bypass 가능	레일대차의 우회가 가능한 버퍼를 가진 1차선 이상의 레일 시스템이나 VGA 시스템
복합	각 입고업체가 하나 이상의 적재 순서군을 생산하여 함께 납품하는 경우
비복합	한 협력업체에서 한 적재순서군의 제품을 생산하는 경우

표 3 시물레이션 구분설명

최소 작업시간을 갖는 운영 대안을 발견하기 위해 본 연구에서는 모두 8가지의 운영 시나리오를 비교 하였다.

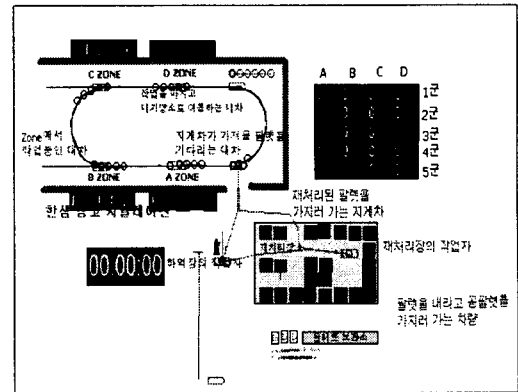


그림 5 크로스도킹 시스템 시물레이션

(표2) 크게 Closed Loop 레일대차 시스템의 “Bypass 가능”과 “Bypass 불가능”을 기준으로 각각 “복합”과 “비복합”으로 다시 한 번 구분하였다. Bypass는 Closed Loop 레일 대차 시스템의 우회가능 여부를 말한다.

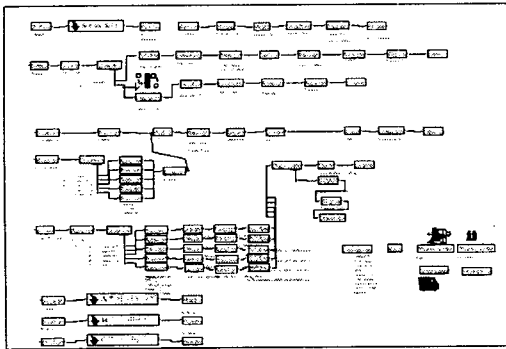


그림 6 시물레이션 프로세스

5. 시물레이션 실험 평가

총 8가지 시나리오의 시물레이션에 대한 결과 값들은 아래 5가지이며 결과 값들은 다음과 같다. (① 총 작업완료 시간, ② 오더피커 작업을, ③ 지게차 작업을, ④ 레일대차 이용율, ⑤ 최적 군별 입고간격)

구분	No	시나리오	입고 1 회전	
			총처리 시간	군별 입고간격
By pass 불가능	복합	1 1군 바로 입고	5: 6:42	50
	비복합	2 모두 재처리 후 입고	5: 17:30	55
		3 모두 재처리 후 입고	5: 17:30	40
		4 사전 재처리	4:46:42	45
By pass 가능	복합	5 1군 바로 입고	3:41:30	30
	비복합	6 모두 재처리 후 입고	3:51:00	30
		7 모두 재처리 후 입고	3:51:00	30
		8 사전 재처리	3:24:00	30

표 4 시나리오별 시물레이션 결과

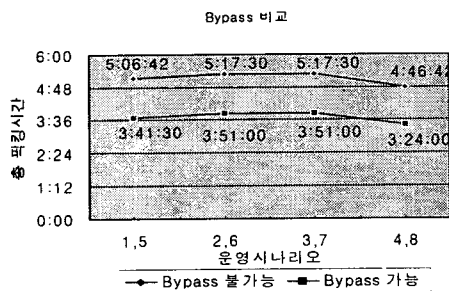


그림 7 시나리오별 총 작업시간

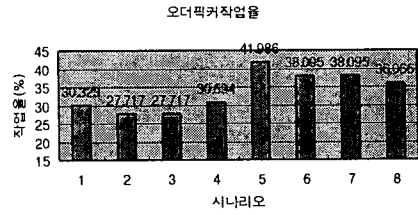


그림 8 시나리오별 오더픽커 작업을

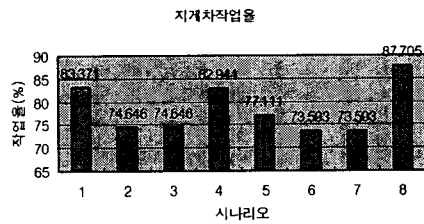


그림 9 시나리오별 지게차 작업을

8가지 시나리오의 결과 통해 “Bypass 가능”일 때의 1회전 총 작업시간이 “Bypass 불가능”일 때 보다 더 빠른 작업종료를 볼 수 있는데(그림 7) 레일이 1차선으로 우회가 불가능하여 존에서 작업하는 대차로 인한 지연(병목)이 해소됨으로 이러한 결과를 쉽게 예측할 수 있으며, 그에 따른 레일대차 이용 수는 5대(시나리오1,2,3,4)에서 4대(시나리오5,6,7,8)로 사용빈도가 낮아져 레일 위의 대차 정체가 대차사용수 증가의 원인이 됨을 발견할 수 있다(그림11). 입고제품의 “복합”과 “비복합”의 경우에 있어서는 뚜렷한 1회전 작업 단축시간의 차이를 발견할 수 없었으며, 재처리 과정으로 인한 작업시간 증가는 시나리오2, 3, 6, 7(재처리 과정이 모두 투입)과 시나리오1, 5, 4, 8(부분적으로 재처리작업, 재처리를 배제한 시나리오)의 비교를 통해 발견할 수 있는데 재처리 과정으로 인한 작업시간 증가와 픽킹작업에 의한 작업시간 증가가 그 원인이라 판단된다.

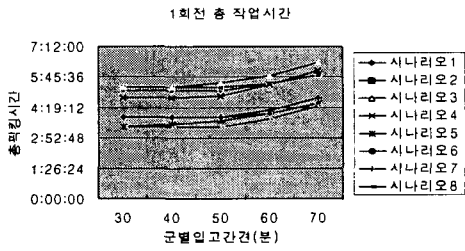


그림 10 균별 입고 간격에 따른 총 작업시간증가

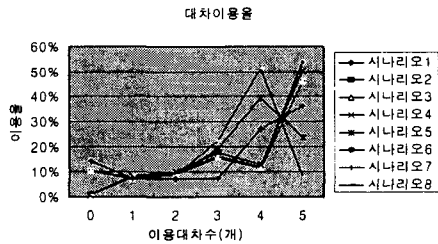


그림 11 레일대차 이용률

시나리오 1, 5는 재처리시간이 많이 걸리는 제품군을 “바로입고”시킴으로 팔레트의 재처리작업과 오더픽킹작업의 이중 작업을 하나로 통합시켜 작업시간의 절감을 유도하기 위한 것으로 모두 재처리의 시나리오에 비해 빠른 총 작업완료를 보여주고 있다. 따라서 시나리오의 시물레이션 모델링 결과 분석을 통해 인테리어 가구류가 갖는 팔레트 적재순서 제약조건을 갖는 크로스도킹 시스템은 Closed Loop이라는 오더픽킹 시스템을 사용할 때 “Bypass 가능”인 경우와 부분적인 “바로입고”정책을 통해 1회전 총 작업시간 단축을 꾀할 수 있음을 발견하게 되었다. “사전 재처리 작업” 정책을 통해서 작업시간의 단축을 가져올 수 있으나 물류센터 입고 전에 소규모 허브를 통한 사전 재처리작업은 당일재고회전을 갖는 본 인테리어 가구류에는 제품납기를 증가시키는 요인을 발생시킬 뿐이며, 또 다른 물류센터의 추가비용의 문제를 안고 있으므로, 효과적인 대안이라 말할 수 없고 판단된다. “Bypass 가능”과

“Bypass 불가능”인 경우에 있어서 부분적인 “바로입고”정책이 작업시간의 단축을 가져옴을 볼 수 있는데 이 때 레일대차시스템의 실제구현에 있어서 우회가능한 레일시스템 제작의 현실적 어려움으로 “Bypass 가능”일 경우 VGA 시스템을 사용하는 것을 권장한다.

6. 결론 및 추후 연구과제

본 연구를 통해 다루어진 인테리어 크로스도킹 시스템에 있어서 Closed Loop system을 통한 Bypass 정책과 부분입고정책이 총 작업시간 단축에 효과적임을 밝힐 수 있었다. 향후 연구로서는 단계별 부분입고 정책에 대한 면밀한 연구가 필요하며, 픽킹작업의 효율을 위한 Closed Loop system에서의 레일대차 동선 연구와 Zone당 작업자 작업을 향상을 위한 작업량 배분관련 연구가 필요할 것으로 본다.

7. 참고문헌

- [1] Nicholas D. Adams, McGRAW-HILL (1996) Warehouse & Distribution Automation Handbook
- [2] Chris Newton, The report on supply chain management, AMR Research Inc (1999) Warehousing Isn't Just About Storage
- [3] Kuo, chun ho (1999) Distribution Center Performance assessment
- [4] James A. Tompkins, Jerry D. Smith (1988) The Warehouse management handbook
- [5] David E. Mulcathy(1994) McGraw -Hill, Inc. Warehouse Distribution & Operations Handbook
- [6] Edward H. Frazelle, Ph.D (1996) Logistics Resources International, Inc. World-Class Warehousing
- [7] Bernie Knill, editor (2000) Material handling management, p91-95, june 2000 Crossdocking Gets Smarter
- [8] Modern material handling, p19-21,

mid-may 1998 Crossdocking: A common practice today, sure to grow tomorrow (1998)

- [9] *Witt, Clyde E. Material handling engineering, Jul98, Vol.53, Issue7, p44, 6p, 5c*
Crossdocking: Concepts demand choice
- [10] *Schaffer, Burt Plant engineering, Mar2000, Vol54, Issue3, p128, 5p, 1bw*
Implementing a successful crossdocking operation