

Simulation 접근방법을 이용한 효율적인 Cross Docking에 관한 연구

- A Study on Efficient Cross Docking Using Simulation Approach -

노영준*, 박윤선**

1. 서 론

일본에서 JIT(Just in Time) 시스템이 크게 성공하면서 우리나라에서도 많은 기업들이 JIT 시스템을 도입하고 있다. 이렇게 JIT 시스템을 구축함에 따라 재고가 줄어든 반면, 협력업체들의 부품 납입 빈도수가 예전보다 많아졌다. 자연히 직납이 많은 협력업체들의 물동차량이 증가하면서 하치장 병목현상이 심화되고 물류인원이 과다 투입되는 문제점이 발생했다.

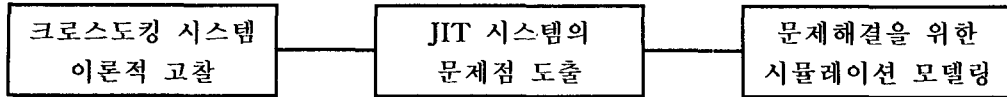
이에 기업에서는 JIT 시스템에 대응하기 위한 기본 인프라로 공장 인근에 물류센터를 구축하여 이러한 문제점을 해결하고자 한다. 대표적인 해결책인 JIT 물류기법으로 크로스도킹을 들 수 있다. 많은 문헌들을 통해서 크로스 도킹은 비용절감과 정확한 배송, 빠른 납기를 만족하기 위해 최근에 많이 활용되고 있다고 알려져 있다.

하지만 이러한 크로스도킹은 많은 비용이 들고 현실적인 위험요소가 존재하기 때문에 체계적이고 과학적인 고려 없이 도입한다면 기대효과는 반감될 것이고, 실패로 이어질 것이다. 따라서 먼저 크로스도킹 시스템 도입 이전에 학문적인 연구가 선행되어야 한다. 이에 시뮬레이션 접근방법을 사용하여 크로스도킹 시스템을 구현, 시스템의 성능을 평가하고 시스템의 운영을 향상시키는 방안을 도출할 것이다.

* 명지대학교 산업공학과

** 명지대학교 산업공학과 교수

본 연구의 수행절차는 < 그림 1 >과 같다.

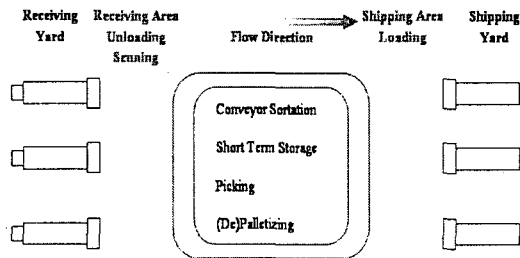


< 그림 1 > 연구 수행절차

2. 크로스도킹 시스템의 개요

크로스도킹(Cross Docking)은 창고나 물류센터로 입고되는 상품을 보관하는 것이 아니라, 곧바로 소매점포에 배송하는 물류시스템이다. 보관 및 피킹작업 등을 제거함으로써 물류비용을 상당히 절감할 수 있다. 크로스도킹은 입고 및 출고를 위한 모든 작업의 긴밀한 동기화를 필요로 한다.

※ Typical Cross Docking Distribution Facility (Rohrer, 1995)



<그림 2> 전형적인 크로스도킹 물류센터

여러 문헌에서 General Motors, UPS, Wal Mart, 그리고 Toyota 등과 같은 글로벌 기업에서의 성공적인 크로스도킹 운영에 따른 막대한 물류비용의 절감을 보고하고 있다.

크로스도킹은 파렛트 크로스도킹, 케이스 크로스도킹과 사전 분류된 파렛트 크로스도킹 등으로 구현될 수 있고, 운영적인 면에서 5가지 형태로 사용되어지는데(Napolitano 2000) 그 중 Manufacturing Cross-Docking은 JIT 생산을 지원하기 위해 입고와 통합(consolidation)을 내부에 공급한다. 생산자는 공장의

가까운 곳에 창고를 임대하고, 그리고 미리 하부조립과 부품들의 Kits(저장소, 창고에서 인출하는 모 구성품의 하위 구성품들로써. 생산현장으로 이동하려는 것)로 통합을 하는데 사용한다. 부품들의 수요는 MRP system의 결과물로부터 알려져 있기 때문에 저장되는 재고를 유지할 필요가 없다.

이러한 Manufacturing Cross-Docking은 현재 국내에서도 도입 / 구축함으로써 물동량대비 차량 감소로 병목현상이 해소되었고 적재율이 향상돼 물류비가 절감되는 효과를 얻었다. 또한 부품 공급 모듈화 확대로 조달납입이 개선되었다. 이에 따라 관리비용 및 투자비용이 절감된 반면 생산성은 향상되었다는 보고가 나왔다.

3. JIT 납품정책 및 발주방식

다빈도 주문과 소량구매는 JIT생산방식의 중요한 요소이며 납품 빈도의 증가는 자본비용을 줄이는 효과뿐만 아니라 원자재 및 재공품재고의 감소에 기여한다(Chapman 1990). 납품업체의 근접성만 보장된다면 JIT를 시행하면 장점이 매우 많다. JIT 생산방식의 요소의 지원이 원활하지 못한 상태에서의 수요업체의 다빈도 주문 및 배달 요구는 자칫 공급업체에게 재고에 대한 부담을 전가시키는 결과를 초래할 수 있어 다빈도 주문방식의 채택에 앞서 전반적인 상호 협조체제의 구축이 시급하다.

JIT 환경은 산업 측면에서 구조가 원자재로부터 설계, 가공, 조립 등 일련의 프로세스가 가치 활동 사슬처럼 연결되는 공급업체와 수요업체들의 상호 네트워크로 구성되어 있다고 이해되고 있으며 부품공급업체와 수요업체의 상호 협력에 의하여 완전한 JIT 환경구축이 가능하며 이와 같은 환경구축은 공급업체 및 수요업체에게 공동 기업성과를 산출하게 된다. 국내의 경우도 많은 부품공급업체들이 완성품업체의 단가에 대한 압력 및 JIT 구매에 의한 불규칙한 발주, 납기단축·축박 등의 애로사항에 의하여 상당한 경영압박을 경험하고 있는 것으로 보고되고 있다.

일반적으로 JIT생산방식의 도입은 현재의 생산방식을 조금씩 개선해서 미비한 점을 점진적으로 고쳐나가는 방법으로는 곤란하다. 이상적인 JIT생산시스템을 목표로 하여 공급업체와 수요업체간의 JIT 생산방식을 혁신적으로 변혁시켜야만 JIT생산 방식의 도입이 성공할 수 있다.

4. 시뮬레이션의 필요성

JIT 물류시스템과 같은 복잡한 대형시스템의 설계와 운영문제를 해결하고자 하는 분야는 시스템의 고도화, 복잡화가 급속히 진행됨에 따라 해결을 위한 방법론에서도 매우 광범위하게 연구·적용되고 있다. 이와 같은 문제는 지금까지 관리자, 설계자들의 현장 경험과 직관적인 방법에 의존하여 왔으나, 한편으로 산업공학·경영과학 분야에서 계량적이고 과학적인 방법의 응용과 적용, 그리고 개발이 진행되어 왔다. 이 연구의 방법론을 크게 나눈다면, 다양한 문제를 수리적 모형으로 모형화하여 최적의 해를 구하는 분야와 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션 분야로 나눌 수 있을 것이다. 수리적 모형의 경우는 최적해나 근사해를 제공하는 측면에서 장점을 가지고 있지만, 문제자체가 복잡하고 모형화가 까다로우며 크기가 큰 경우에는 많은 한계가 있다. 이에 비해 시뮬레이션 방법은 일반인들이 쉽게 이해할 수 있고, 시스템의 상세한 흐름까지 모형화가 가능하고, 현실성이 높다는 장점이 있다고 여겨진다.

따라서 복잡한 JIT 시스템의 애로사항에 대한 혁신적인 해결방법으로 Manufacturing Crossdocking의 구축을 제안하고, Cross-Docking System의 도입에 따른 물류비용 감소 및 물류 운영의 효율성 증대를 기대하고자 시뮬레이션 접근 방법을 통한 문제점을 발견하고 분석하여 그에 따른 대안을 모색하고자 한다. 또한 그러한 대안에 대해서 재모델링을 하고 그 결과 값을 현 시스템과 비교하면서 보다 나은 시스템 개선을 지향하고자 한다.

먼저 모델링의 평가 척도로 제품에 대한 평균 Operation Time과 제품이 하

역/적재하기 위해 기다리는 대기시간, 제품의 컨베이어 체류시간, Receiving Truck 대기시간 등을 살펴볼 것이다.

5. 시뮬레이션의 모델링

5.1 Manufacturing Crossdocking의 시스템 정의

다양한 종류의 물품을 실은 입고 트럭(inbound truck)이 물류센터에 도착한다. 입고 트럭에 실려 있는 물품은 물류센터 내에서 컨베이어를 통하여 Kits만큼 재분류 되어진 후 통합(consolidation)되어져 각 Dock을 통하여 다양한 출하 트레일러(shipping trailer)에 적재될 것이다.

입고 트럭이 물류센터에 들어 왔을 때 이용 가능한 입고 창구(receiving dock)가 하나 이상 있으면 적절한 입고 창구를 선택해 적재하고 있는 물품을 하역한다. 만일 모든 입고 창구에서 하역 작업이 이루어지고 있어서 이용 가능한 입고 창구가 없다면 입고 트럭은 입고 창구가 이용 가능해질 때까지 대기한다.

입고 트럭에서 하역된 물품은 물류센터 내에서 Kits만큼 분류되어서 적절한 출하 창구(shipping dock)로 보내지고 대기한다.

출하 트레일러(outbound trailer)은 이용 가능한 출하 창구가 하나 이상 있으면 적절한 출하 창구를 선택해 필요한 물품을 적재한다. 만일 모든 출하 창구에서 상차 작업이 이루어지고 있어서 이용 가능한 출하 창구가 없다면 출하 창구가 이용 가능해질 때 까지 출하 트레일러는 대기한다. 출하 트레일러는 Kits만큼 필요한 물품이 적재될 때 까지 물류 센터를 떠나지 못하며 필요에 따라서 출하 창구에서 필요한 물품이 도착할 때까지 대기하여야 한다.

5.2 모델링 가정사항

크로스도킹 모델링의 가정 사항으로는

- 1) 하나의 입고 Dock과 다수의 Dock으로 이루어져 있다.
- 2) 하루 동안 입고트럭에 실린 제품의 양은 출하 트레일러의 제품의 수와 같다.

- 3) 하역과 적재에 있어서 별도로 Sorting이나 Scanning은 이루어지지 않는다.
- 4) 각 제품에 대한 규격이나 이동시간은 같다.

5.3 모델링에 필요한 입력자료

1) Receiving Truck의 용량과 출하 트레일러의 용량

Expression Data Module						
	Name	Row	Column	Expression	Value	
1	Receiving Truck Capacity	5	5		25 rows	
2	Expression Values					25 rows
		1	2	3	4	5
1	10	0	5	0	15	
2	10	5	10	0	25	
3	10	4	0	6	20	
4	10	10	0	20	30	
5	30	29	15	28	90	

Expression Data Module에 입력된 Receiving Truck Capacity

Expression Data Module						
	Name	Row	Column	Expression	Value	
1	Receiving Truck Capacity	5	5		25 rows	
2	Shipping Truck Capacity	3	5		15 rows	
		1	2	3	4	5
1	10	10	0	0	20	
2	12	0	11	16	39	
3	8	9	4	10	31	

Expression Data Module에 입력된 Shipping Trailer Capacity

2) Receiving Truck의 도착시간 분포 및 교체 시간

	도착시간분포 (minutes)	도착수
Receiving Truck 1	EXPO(43.2)	5
Receiving Truck 2	1 + EXPO(42.5)	5
Receiving Truck 3	1 + EXPO(48)	5
Receiving Truck 4	1 + EXPO(48.5)	5

Receiving Truck의 도착시간분포 및 도착수

	교체 시간 (minutes)
Receiving Truck	5
Shipping Trailer	5

<표 4> 차량 교체 시간

3) Receiving Dock과 Shipping Trailer의 정의

Resource 인자

Name: Type:

Schedule Name: Schedule Rule:

Costs

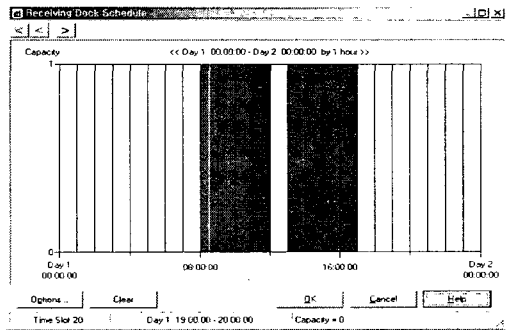
Busy / Hour:	Idle / Hour:	Per Use:
0.0	0.0	0.0

StateSet Name:

Failures:

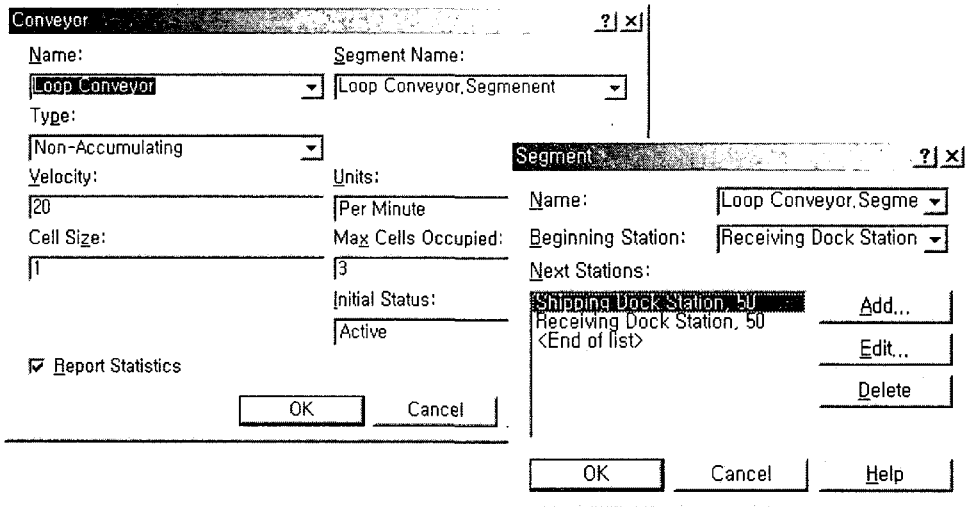
<End of list>

Report Statistics



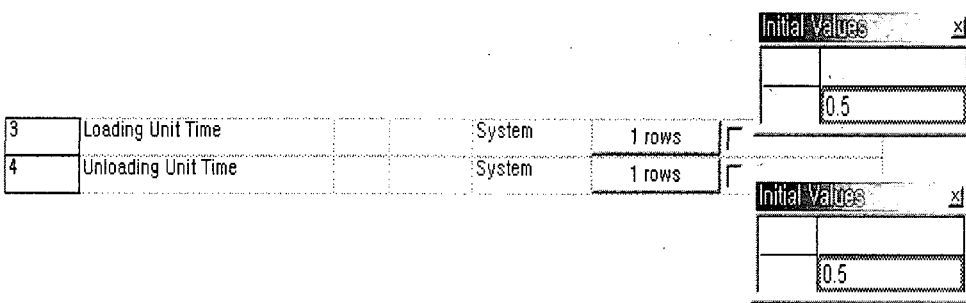
Receiving Dock과 스케줄

4) 컨베이어에 대한 정의



Loop Conveyor와 Segment

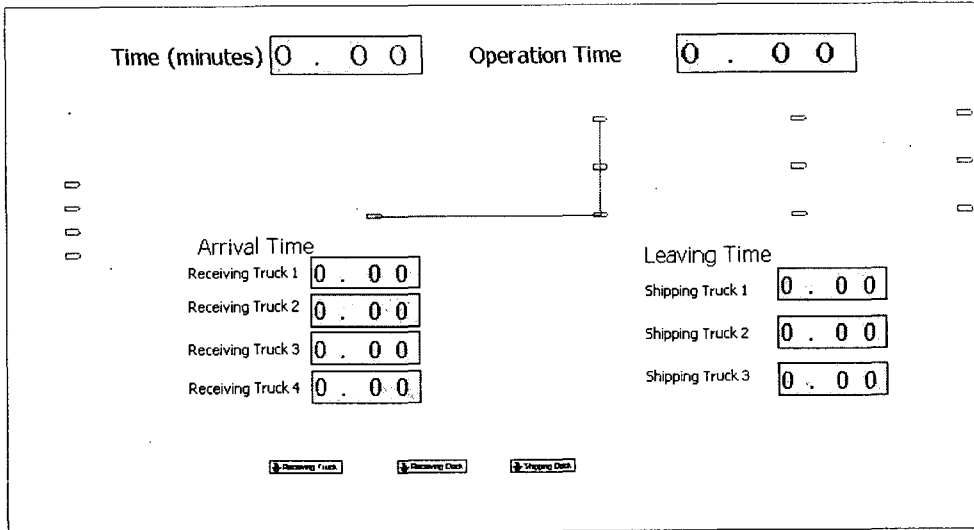
5) 적재/하역시간



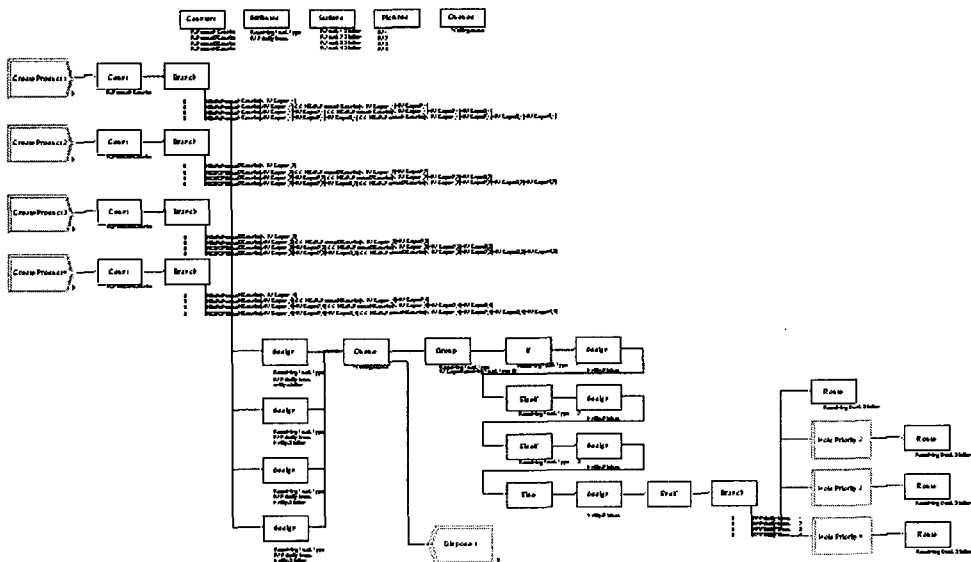
Data Module의 제품당 적재/하역시간의 입력

5.4 모델 Overview

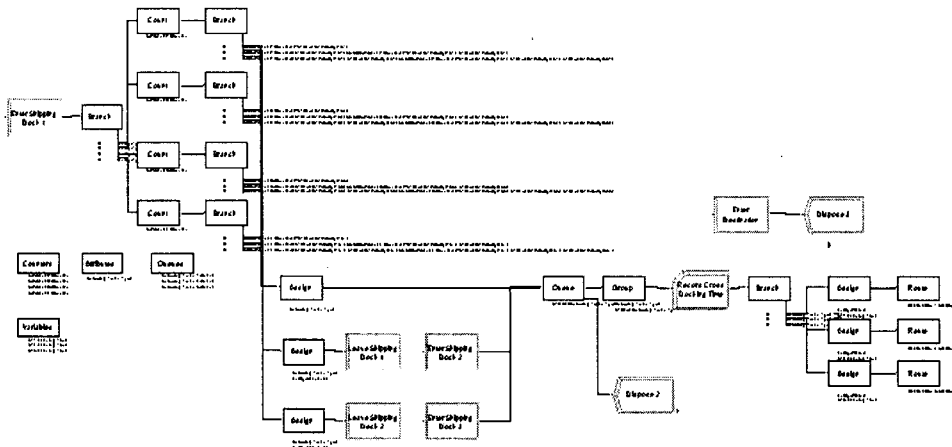
1) Animation



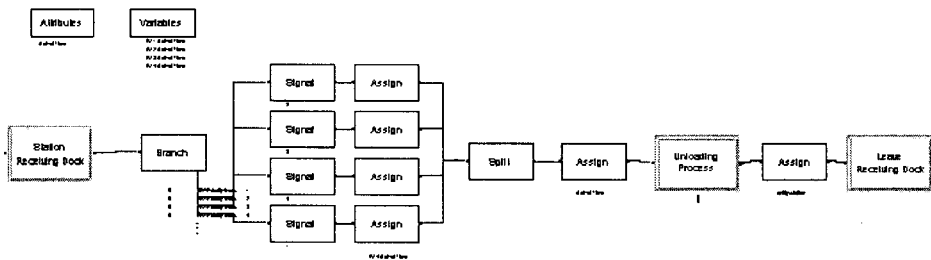
2) Receiving Truck Submodel



3) Receiving Dock Submodel



4) Shipping Dock Submodel



6. 결론 및 추후과제

현재의 시물레이션 모델링에서 알 수 있는 바는 Operation Time이 110.83이고 각 Outbound Trailer의 시간은 113.17/144.17/155.17이 나온 것으로 나타나고 있다. 이러한 결과치는 Receiving Truck과 Outbound Trailer의 일정에 따라 영향을 받는 것으로 예상되어 이에 따르는 추후 연구가 계속되어야 한다. 또한 효율성 및 비용적인 측면을 고려한 Dock의 수와 크로스도킹 규모 산정에도 추후 연구가 계속 되어져야 한다.

이 연구로 구현한 모델이 비록 기본적인 형태지만 이를 발전시키면 좀 더 진보적이고 현실적인 모델 구현도 가능할 것이고, 실제 JIT 생산시스템에 맞는 CrossDocking 구축에 도움이 되었으면 한다.

7. 참고문헌

- [1] Rohrer, Matthew, "Simulation and Cross Docking", Proceedings of the 1995 Winter Simulation Conference, (1995), pp.846-848.
- [2] Yu, Wooyeon, "Operational Strategies for Cross Docking Systems", Iowa State University, Ph.D Dissertation, (2002).
- [3] Yu, Wooyeon, "Scheduling Problem of Receiving and Shipping Trucks for Cross Docking Systems", 안전경영과학회지, 4(3), (2002), pp.79-93.
- [4] Yu, Wooyeon, "Mathematical Model for Cross Docking Systems without Temporary Storage", 안전경영과학회지, 5(3), (2003), pp.165-177.
- [5] Bartholdi, John J. and Gue, Kevin R. "The Best Shape for a Crossdock", Transportation Science, 38(2) (2004), pp.235-244.
- [6] 이상복 · 안해일 · 김국(2000), "JIT형의 기업에 납품하는 중소기업의 재고 및 검사전략", 대한산업공학회, pp.584.
- [7] 김대홍, 정승환, 노재현(1997), "JIT생산방식 도입 현황 고찰", 대한산업공학회, pp.294
- [8] 중소기업 진흥원, 1995
- [9] 유관희(1994), "구매자-공급자간 JIT 관계의 핵심 성공 요인에 관한 연구", 경영학연구, 23권 특별호, PP.161-192
- [10] Crossdocking : Just-In-Time for Distribution, Kevin R, Gue
- [11] JIT형의 기업에 납품하는 중소기업의 재고 및 검사 전략
- [12] 자동차 물류 / 경제성장 주도적 역할 담당하는 국가 핵심산업, 계열사 밀어주기 관행 여전, 물류 아웃소싱 요원, 물류매거진 2004.11