

Put to Light 시스템의 통로 수가 분류 생산성에 미치는 영향

The Impact of Assorting Performance by the Number of Aisles in Put to Light System

유 강 철* · 양 광 모** · 강 경 식*

Abstract

The assorting process in distribution center is one of the most difficult and time-consuming process. The improvement of assorting productivity is a core element which decides efficiency of a distribution center. The time to shipping from receiving depends on assorting such as sorting by customer. To enhance efficiency of assorting typically uses the put to light system composed of computer and digital indicator etc. Generally the layout of put to light system has been performed rather than scientific analysis by a common experience.

Therefore, this study analyzes the impact of assorting performance by the number of aisle in assorting process of put to light system.

Keywords: Logistics, Assorting, Picking

* 명지대학교 산업경영공학과

** 유한대학 산업경영과

1. 서 론

1.1 연구의 목적

물류센터는 물품의 조달에서 납품까지 공급체인에서 입고, 보관, 피킹, 출고 등의 작업이 이루어지는 물류시설이다. 이러한 물류센터의 내부 운영작업 중에서도 가장 시간이 많이 소요되는 공정 중의 하나가 출고작업이다. 물품이 보관되어 있는 상태에서 출고되고 분류되어 차량에 상차되기까지 소요되는 시간은 물품의 피킹방법이나 분류방법 등에 의해 크게 달라진다.

물류센터에서 통과형(Cross Docking) 방식으로 운영하는 경우에는 피킹공정이 없으므로 입하 즉시 분류작업으로 연결되어 주로 Put to Light 시스템이나 자동분류기를 이용하여 분류한다. 보관형(Stock Center) 방식의 경우에도 출하 품목수가 상대적으로 적고 품목별 출하량이 많은 경우에는 피킹방식보다는 품목별 총량 피킹한 후 출하선별로 분류하는 어소팅방식이 더 효율적이다. 즉 출하선별 오더피킹이 아닌 품목별 총량 피킹 후 출하선별로 분류하는 운영방식을 주로 사용하고 있다.

물류센터는 일반적으로 입고보다는 출고작업의 오류가 더 많으며 작업공수도 더 많이 소요되고 있다. 따라서 이러한 출고작업의 생산성을 높이는 것이 곧 물류센터의 효율을 좌우하는 핵심요소로 작용하게 되는 것이다.

이러한 오더피킹 없이 총량피킹 후 분류하는 센터에서는 분류효율을 높이기 위하여 컴퓨터와 표시기(Digital Indicator)를 이용하여 분류하는 Put to Light Assorting System (일명 DAS = Digital Assorting System)을 이용하는 물류센터가 증가하고 있다. 그러나 일부에서는 물류센터의 레이아웃 구성 시에 분류 통로 수에 대한 과학적인 분석보다는 일반적인 직관에 의해 배치하고 있는 것이 사실이다.

따라서 본 논문에서는 Put to Light 시스템 레이아웃 구성 시 통로수를 서로 다르게 배치함으로써 분류작업 생산성에 어떠한 영향을 미치는 지에 대하여 연구하는 것이 목적이다.

1.2 연구 방법 및 범위

본 연구는 기 서술한 연구의 목적을 달성하기 위하여 국내 신선식품 물류회사인 C사 B물류센터의 운영사례를 토대로 사례 연구방식으로 진행하고자 한다.

본 연구에서는 학계 및 산업계에서 활용도가 높은 아레나 시뮬레이션 프로그램¹⁾(Ver.13.0)을 이용하기로 하였다[1]. 분류 레이아웃 구성 시 분류작업을 실시하는 통로수를 서로 다르게 배치함으로써 분류시간에 미치는 영향을 분석하였다. Put to Light 시스템은 자동분류기 보다 설비 규모가 적고 투자금액이 낮으며 설치 및 이설이 용이하여 국내 물류센터에도 많이 보급되어 있다.

1) 시스템모델링(Systems Modeling)사에 의해 개발된 시뮬레이션 및 자동화 소프트웨어

본 연구에서는 Put to Light 시스템에 있어 분류작업에 가장 중요한 요인 중의 하나인 통로 수가 분류작업 소요시간에 어떠한 영향을 미치는 지에 대해 검토하고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 물류센터에서의 출고 작업관리

물류센터에서 이루어지는 운영 작업은 입하, 보관, 피킹, 출고 등으로 구성된다. 이 중에서 피킹은 물류센터의 운영비용의 50% [2] 이상을 점유하여 집중관리가 필요한 공정이 되고 있다.

물류센터에 따라서는 출고량의 특성에 의해 오더피킹 방식 보다는 품목별 총량 피킹 후 출하선 별로 분류하는 어소팅 방식이 더 효율적인 경우가 있다.

이 경우 분류 공정의 요소작업은 품목별 총량 피킹, 통로별 재분류(일명 중분류), 공박스 배치, 품목정보 입력(바코드 스캔 혹은 컴퓨터 지시), 품목이동, 수량 투입 작업 등으로 구성되며, 이 중 중분류와 이동 및 대기시간이 전체 분류시간의 대부분을 점유하여 이러한 시간 단축이 분류 소요시간 단축의 핵심요소로 볼 수 있다.

분류작업자의 작업시간을 단축하기 위해서는 통로의 적정 길이와 적정 통로 수의 설정이 중요한 요소로 되고 있다.

2.2 B 물류센터의 현황

B 물류센터는 출하선에 신선식품을 배송하는 물류센터로 Put to Light 시스템을 이용하여 출하선별 멀티릴레이²⁾ 분류작업을 실시하고 있다.



[그림 2.1] B 물류센터 운영모습

2) 동일 통로에 다수의 분류 작업자가 진입하여 동시에 분류작업을 수행하는 분류 방식

분류용 공박스를 배치하는 보관방식은 그림2.1과 같이 천정랙 밑의 Floor에 배치하며 출하선별로 디지털 수량표시기인 인디케이터(Indicator)를 부착하고 분류수량을 표시하여 작업자는 전표없이 표시기에 나타내는 수량만큼 품목별로 투입하는 시스템으로 구성되어 있다.

분류작업 중 박스가 만재가 되면 출고전표를 발행하여 부착한 후 후면의 출고용 컨베어를 이용하여 출고한다.

3. 연구 모형의 설계 및 분석

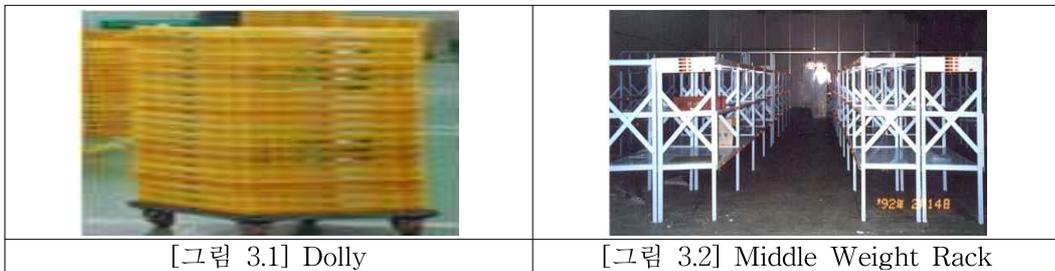
3.1 연구 모형 설계

연구 모형은 C사 B물류센터와 동일한 960 Entry(점), 600 SKU(Stock Keeping Unit:품목), 100,000(EA)을 수준으로 설정한다. Put to Light에서는 일반적으로 1통로의 길이는 작업자가 1회 운반할 수 있는 물량 제한으로 인하여 보통 20m 이내에서 설정한다. 따라서 1점의 크기를 0.5m로 설정하면 약 20m를 기준으로 양측으로 배치하므로 1통로에 약 80점을 배치할 수 있다. 즉 960점 기준으로 약 12 통로가 예상된다. 이를 기준으로 8, 12, 16통로의 3개 연구 모형을 설정하기로 한다.

1안은 분류작업을 실시하는 8통로를 치하며, 2안은 12통로, 3안은 16통로를 배치한다. 박스 출고방식은 동일하게 분류랙 후면에 설치된 컨베어를 통해 반송시키는 방식으로 분류작업에 영향을 미치지 않도록 한다.

분류를 위한 설비배치 방식은 동사의 출고데이터의 EIQ분석법³⁾ 결과 저빈도인 C Class 점포 비율이 약 50(%)인 점을 반영한다. 즉 저빈도 점포 480점은 Middle Weight Rack, 상위 480점은 Dolly를 적용한다. Middle Weight Rack은 2단 형식으로 각 단은 3 점포를 배치하여 Set당 6점포를 배치하며, Dolly는 1점포를 배치한다. 각 점포의 분류박스 크기는 0.5mx0.655m, 통로의 너비는 1.5m로 가정한다. 표3.1과 같이 분류를 위한 물류기기 수요량을 산정한다. 각 작업존은 동일한 물동량을 처리하도록 설정하며, 멀티 릴레이 분류방식을 적용하여 존별 릴레이 방식으로 분류작업 하도록 한다.

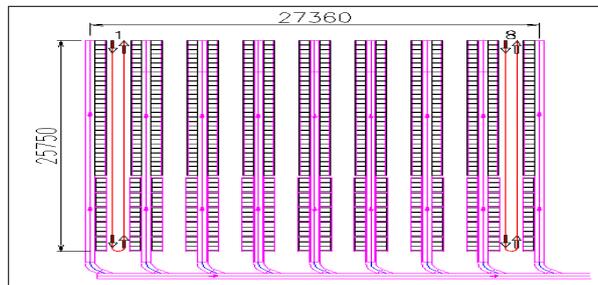
분류량은 모든 안이 동일하게 각 통로별로 균등하게 분산 할당된다.



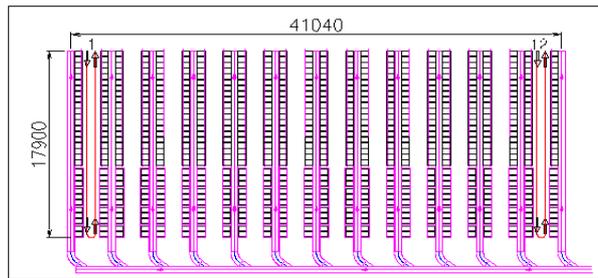
3) 1951년 미국 GE사의 H. F. Dicky에 의하여 개발된 재고관리 기법을 물류시스템의 분석에 적용한 데이터 분석법

[표 3.1] 연구모형별 분류 기기 소요량

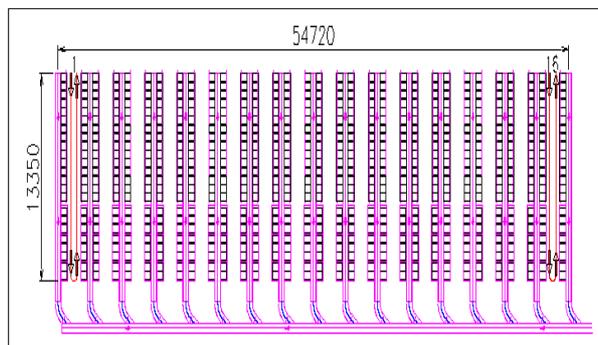
구분		1안	2안	3안
통로수		8	12	16
고빈도 점포	점포수	480	480	480
폼목수/Set	Dolly	1	1	1
통로별 수량		60	40	30
저빈도 점포	점포수	480	480	480
폼목수/Set	M.W.Rack	6	6	6
통로별 수량		10	7	5



[그림 3.3] 연구모형 1안 (8통로 배치)



[그림 3.4] 연구모형 2안 (12통로 배치)



[그림 3.5] 연구모형 3안 (16통로 배치)

3.2 모델링 계획

시뮬레이션을 실행하기 위한 연구모형에 따른 상세 모델링 계획을 다음과 같이 수립한다.

1) 가정사항

- 분류작업은 Put to Light 시스템을 이용하여 출하선별로 존별 멀티릴레이 방식으로 분류작업을 실시한다.
- 일 분류량은 B사와 동일한 600 SKU(Stock Keeping Unit), 960 출하선(Entry), 100,000 개(EA)로 설정한다.
- 각 연구모형별로 [표 3.2] 와 같이 통로별 작업Zone수가 지정되며 분류작업은 각 통로 안에서 시작존부터 릴레이 방식으로 U자 방향으로 이동한다.
- 분류 작업자는 1회 이동하는데 1박스(20EA)씩 지참하여 이동한다.
- 각 존의 분류작업은 릴레이 방식이므로 존별 작업자는 순차적으로 바뀌며 시작존에서 완료존까지 작업이 완료될 때까지 반복한다.
- 각 통로별로 물량은 균일하게 분류된다.
- 각 대안별 작업자의 평균 이동 거리는, 통로 길이 및 통로별 분배량에 따라 결정된다.
- 요소작업은 통로별 분류, 바코드 스캔, 표시기확인, 분류 이동, 분류 투입, 완료버튼 누름, 복귀 이동 등으로 이루어진다.
- 품목별 총량 피킹, 공박스 배치, 완료박스에 부착하는 전표부착 및 검수작업은 동일하므로 고려하지 않는다.
- 총량 피킹을 위한 물량은 일정하게 유지된다.
- 물품의 중량, 파손의 용이성 등 물품특성은 고려하지 않는다.
- 평균적으로 출하선당 5.55 박스 20(개/박스)의 분포를 보이며, 작업자는 3(개/회)의 형태로 분류 투입한다.
- 작업자의 숙련도는 동일하다

[표 3.2] 연구모형별 물류량 조건

구분	1안	2안	3안
통로수	8	12	16
통로당 분류접수	120	80	60
통로당 분류작업 Zone 수	6	4	3
통로별 편도 길이(m)	30	20	15
중분류 평균 이동 거리(m)	6.75	10.25	13.75
통로별 분류량 (매)	12,500	8,333	6,250

- 각 공정의 표준 작업 시간은 [표 3.]과 같이 설정한다.

[표 3.3] 분류작업의 표준작업시간 조건⁴⁾

요소작업 공정	표준작업시간 (초/회)	이동 속도 (m/초)	작업내용
중분류 (통로별) 분류	3	0.5	통로별 품목분류 3(개/회)
바코드 스캔	5		통로별 분류를 위한 품목 바코드스캔
표시기 위치확인	0.5		출하선의 점멸 표시기 확인
분류이동		0.5	분류를 위한 품목 이동 (20개/회)
분류투입	3		표시수량만큼 공박스에 투입 3(개/회)
완료버튼 누름	1		분류완료 정보송신
중분류장 복귀이동		0.5	반복분류를 위한 중분류 장 복귀

2) 모델링 계획

요소작업공정을 기준으로, 각 요소작업의 특성에 따른 모듈을 활용하여 모델링한다. 또한 각 대안의 물동량은 같으나 통로 길이 및 통로별 분류되는 출하점 수 등 구별되는 요소를 확인할 수 있도록 모델링한다. 출고 Box를 Entity로 지정하여 연구 모형별로 동일한 출고량이 출고 되는 것으로 모델링하였으며, 지정된 동일한 양의 출고량이 모두 출고 되면 시뮬레이션을 종료하는 종료형으로 모델링하였다. 통로별로 동시에 작업을 시작하도록 모델링 한다.

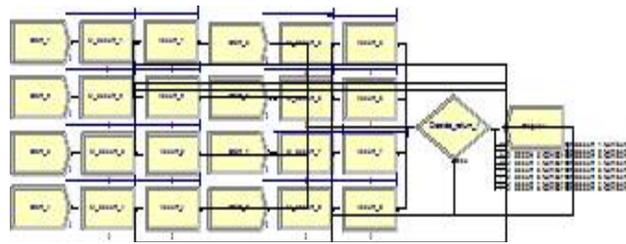
3.3 모델링

1) 기본 모델링

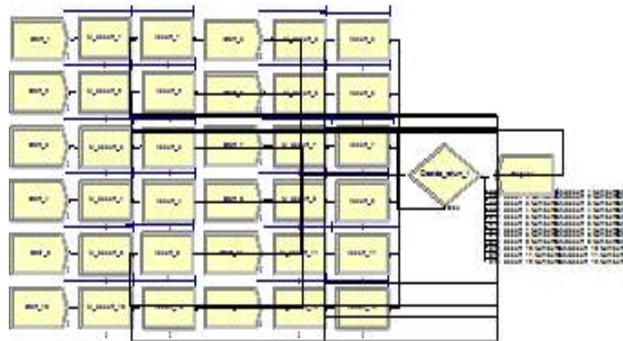
- 연구모형의 시뮬레이션 모델

모델링은 품목을 개체로 가지는 중분류 작업 모듈과, 분류건수를 개체로 가지는 분류 작업 모듈로 이루어지며, 분류작업 모듈의 경우 통로에 가지고 진입한 20개(1박스)의 분류가 끝날 때까지 Decide모듈을 통해 작업을 반복한다.

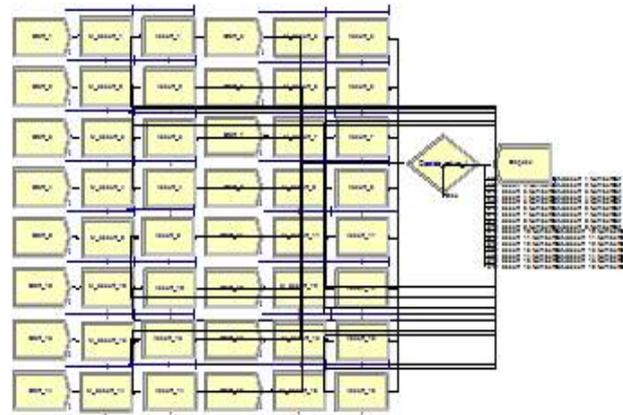
4) Put to Light 국내 제조사의 사례 수치 적용



[1안 - 8통로]



[2안 - 12통로]



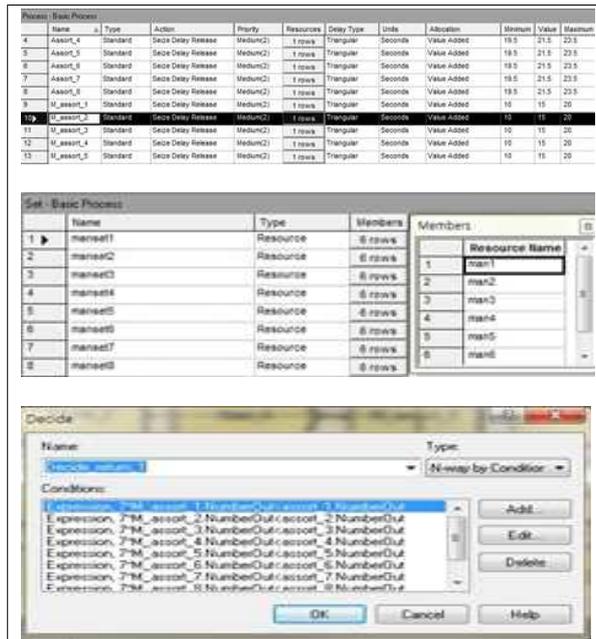
[3안 - 16통로]

[그림 3.6] 연구모형의 기본 로직

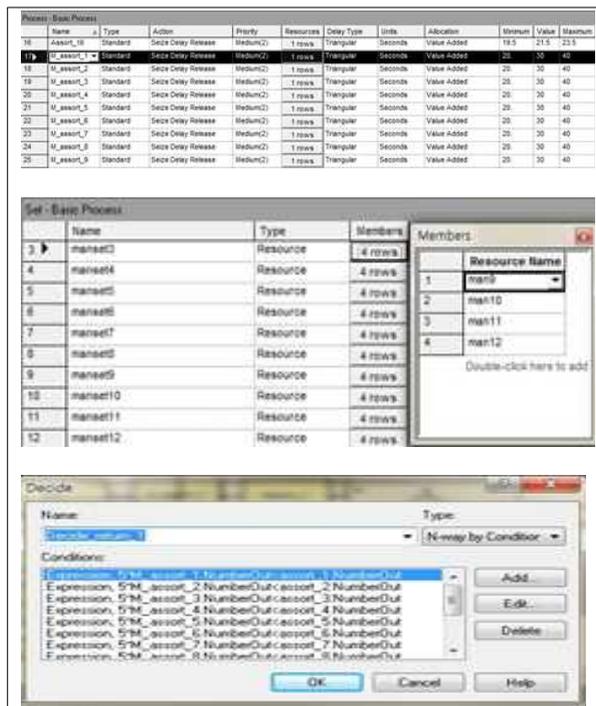
요소 작업에서는 지정된 Zone별 작업인원이 작업할 수 있도록 Seize Delay Release 속성을 지정하였다.

2) 대안별 모델링 설계

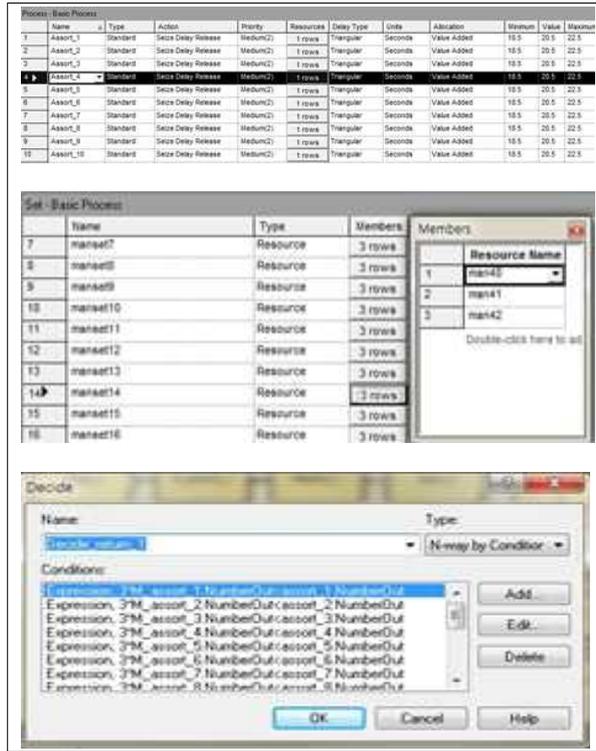
각 연구모형에 의거 통로별 분류되는 출하점수를 다르게 지정하였다. 작업자 이동시간은 대안별 배치 레이아웃의 거리를 적용한다.



[그림 3.7] 연구모형 1안의 시뮬레이션 모델링



[그림 3.8] 연구모형 2안의 시뮬레이션 모델링



[그림 3.9] 연구모형 3안의 시물레이션 모델링

3.4 시물레이션 결과의 해석

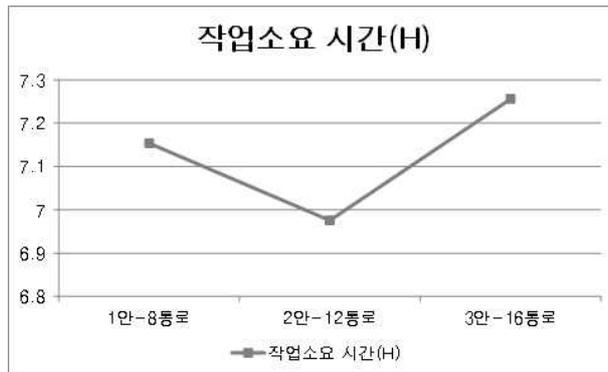
본 시물레이션의 각 대안별 비교 분석을 위해 작업 소요시간, 통로별 분류시간(중분류 시간), 중분류 작업 대기시간 합계 및 분류 및 이동시간의 합계를 평가척도로 설정하였다.

1) 작업 소요시간

분류 작업 시작에서 종료까지 소요되는 작업소요시간은 12통로를 배치한 2안이 가장 적게 소요되었다. 12통로인 2안이 두 번째, 16통로를 배치한 3안이 가장 많은 작업 시간이 소요되었다.

[표 3.4] 연구모형별 작업 소요 시간

구분		작업 소요시간(H)
1안	8통로	7.1536
2안	12통로	6.9754
3안	16통로	7.2557



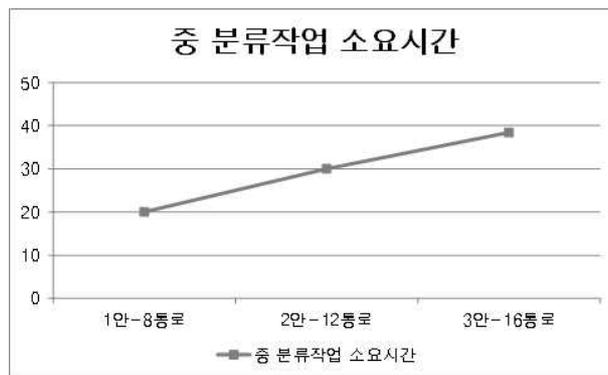
[그림 3.10] 연구모형별 작업 소요시간 추이

2) 중분류 소요시간(통로별 분류)

각 모형별로 통로에서 본격적인 분류작업에 앞서 사전작업으로 통로별로 품목을 분류하는데 소요되는 작업시간인 중분류 시간은 8통로인 1안이 가장 적게 소요되었다. 12통로인 2안이 두 번째, 16통로인 3안이 가장 많은 작업시간이 소요되었다.

[표 3.5] 연구모형별 중분류작업 소요시간

구분		중분류 소요시간(H)
1안	8통로	20.0280
2안	12통로	30.0080
3안	16통로	38.4200



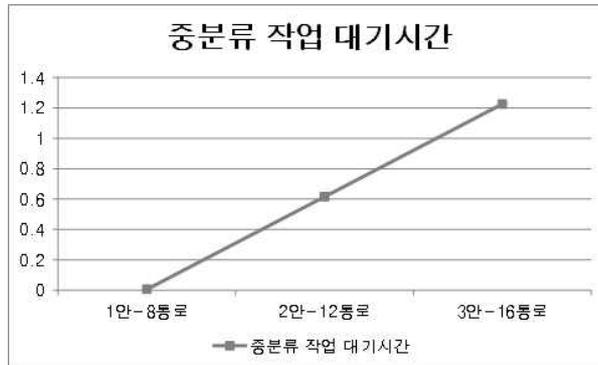
[그림 3.11] 연구모형별 중분류작업 소요시간 추이

3) 연구모형별 작업 대기시간 합계

분류 시 발생하는 대기 시간의 경우, 8통로 배치안인 1안이 가장 짧은 대기시간을 보였으며, 12통로 배치안인 2안이 두 번째, 16통로 배치안인 3안이 가장 많은 대기시간을 보였다.

[표 3.6] 연구모형별 중분류작업 대기시간 합계

구분	작업 대기시간 합계(H)
1안	0.0058
2안	0.6146
3안	1.2240



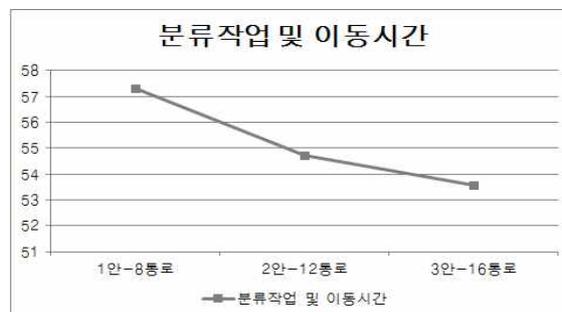
[그림 3.13] 연구모형별 중분류 작업 대기시간 추이

4) 연구모형별 분류작업 및 이동시간 합계

분류작업을 위한 작업 및 이동시간 합계는 16통로 배치한 3안이 가장 적게 나타났으며, 12통로를 배치한 2안이 두 번째, 8통로 배치한 1안이 가장 많은 시간이 소요되었다.

[표 3.7] 연구모형별 분류작업 및 이동시간 합계

구분	분류작업 및 이동시간 합계(H)
1안	57.3300
2안	54.7200
3안	53.5600



[그림 3.14] 연구모형별 분류작업 및 이동시간 추이

4. 결 론

본 논문에서는 Put to Light시스템의 통로수가 분류작업 생산성에 어떠한 영향을 미치는 지에 대해 분석하였다. 분석 결과 분류작업 완료시간은 12통로를 배치한 2안이 가장 적고 16통로를 배치한 3안이 가장 많이 소요되는 것으로 분석 되었다. 이는 Put to Light 시스템 레이아웃 구성 시 중분류 작업을 회피하고자 통로수를 가능한 적게 배치하기 보다는 적정 수준의 통로 수를 확보하는 것이 보다 더 효율적인 것으로 나타났다. 또한 오히려 많은 통로 수는 작업 효율을 저하시키는 것으로 분석되었다.

Put to Light 시스템 레이아웃 수립 시 이러한 검토결과를 반영하면 보다 효율적인 레이아웃 수립이 될 수 있을 것이다. 상기의 결과는 작업자의 숙련도가 동일하다고 가정하였으나 실제 숙련도가 다를 경우, 통로별 분류인 중분류 작업의 용이성 또는 물품의 형상, 중량 및 포장상태 또는 파손되기 쉬운 품목은 마지막에 분류해야 하는 등의 조건이 다른 경우 실제 소요 통로수는 다소 상이할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 신선식품을 취급하는 물류센터의 사례를 기준으로 분석한 결과로 앞으로 오더 특성이 다른 타 업종의 분류시스템에 대한 연구가 병행되어야 할 것이다. 또한 Put to Light 시스템의 8~16통로에 한정하여 분석한 내용으로 취급품의 물동량이 방대해지면 어소팅방식과 피킹방식의 혼합방식 등을 적용하거나 자동분류기와 같은 또 다른 분류방안 등을 적용하는 등의 복합적인 출고방안을 검토해야 할 것이다.

5. 참 고 문 헌

- [1] Manuel D. ROSSETTI, 장성용 외 옮김(2009), 「ARENA를 활용한 시스템 모델링 및 시뮬레이션」 텍스트북스
- [2] Ballou R.H., Business Logistics Management, Prentice Hall, p.603, 1992
- [3] Material Handling September 1, 2007,
<http://www.dcvelocity.com/articles/20070901equipmentapplications/>
- [4] Material Handling September 1, 2007,
<http://www.dcvelocity.com/articles/20070901equipmentapplications/>
- [5] Cornier G. and Gunn E.A., "A Review of Warehouse Model", European Journal of Operation Research, Vol.58, pp.3~13, 1992
- [6] Felix T. S. Chan, "Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage", Expert Systems with Applications: An International Journal, Volume 38 Issue 3, 2011
- [7] 황홍석, 조규성 "시뮬레이션방법을 이용한 물류센터의 피킹 및 재보충설비의 능력산정", 한국경영과학회, 한국경영과학회지 제9권 2호, 2002
- [8] 장호영, 최경일, "다복도 구조의 오더 피킹 시스템의 경로 최적화", 대한산업공학회, 공업경영학회지, 2009

저 자 소 개

유 강 철

한양대학교에서 학사, 명지대 산업시스템공학과에서 석사 학위를 취득하였고, 명지대 산업경영공학과 박사 과정 중이며, 현재 (주)컨팜에 재직 중

주소: 서울시 광진구 화양동 11-20

양 광 모

명지대학교 산업시스템공학과 학사, 석사, 공학박사취득
현재 유한대학 산업경영과 교수로 재직 중

주소: 서울시 강북구 미아4동 경남아너스빌 109동 702호

강 경 식

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

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