

# 시뮬레이션 방법을 이용한 냉장물류센터 운반설비의 적정 계획

황홍석<sup>1\*</sup> · 조규성<sup>2</sup>

<sup>1</sup>동의대학교 정보산업공학과 / <sup>2</sup>한국산업인력공단

## A Study on a Performance Evaluation of Transporters in Refrigerate Warehouse Based on Simulation Method

Heung-Suk Hwang<sup>1</sup> · Gyu-Sung Cho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Information & Industrial Engineering, Dongeui University, Busan, 614-714

<sup>2</sup>Human Resources Development Service of Korea, Busan, 608-080

This paper deals with a performance evaluation model of transporters in refrigerate warehouse. This study focussed on determining refrigerate warehouse design to minimize the expected travel time to improve the transporter performance and to minimize the operating costs. This study proposes the important detail aspects of refrigerate warehouse design, operational parameters and congestions. For solving this problem, we have shown a mathematical model to compute the initial value of the system performance and also a simulation model using AutoMod. A systematic approach proposed in this study for an optimal planning of order-picking warehouse is known as an effective method for the planning of order-picking warehouse and a performance evaluation problem of refrigerate warehouse operation.

**Keywords:** facility design, system performance, order-picking warehouse, simulation.

### 1. 서론

국내의 기업 환경이 급변하고 이로 인한 기업의 경쟁력이 어려워지고 있는 시점에서 이를 극복하기 위한 수단으로 물류비의 절감과 물류설비의 자동화에 따른 물류효율의 향상을 위한 많은 연구가 수행되고 있다. 또한 제품의 생산성 향상뿐만 아니라 생산된 제품의 효과적인 물류시스템 도입도 물류비 절감에 중요한 역할을 하고 있다. 특히 재고관리 분야에서 물류센터는 물류 흐름의 임시저장 기능으로서 시간과 물류량을 조절할 수 있는 역할을 하며 이의 효과적인 설계 및 운영은 기업의 물류비 절감에 대단히 중요한 역할을 한다.

물류센터 중 특히 냉장물류센터는 취급되는 화물의 특성상 일반 화물과는 취급 방법이 다르며 최근의 급증하는 냉장화물

로 인해서 냉장물류센터에서 운행되는 운반설비의 적정 운행 계획이 매우 중요시 된다(Ministry of Maritime Affairs & Fisheries, 1999~2000). 냉장물류센터에 대한 기존의 주요 연구로는 수산물 냉장·냉동창고업에 대한 경쟁구조 및 경영성과에 영향을 미치는 요인 규명에 관한 연구(Lee, 1993), 수산물 냉동창고의 물류합리화에 대한 문제점 파악을 통한 물류전략수립 및 정책 수립에 관한 연구(Jang *et al.*, 1999) 및 냉장자동창고의 경제적 설계에 관한 연구(Hwang, 1999) 등이 있다. 최근에는 냉장물류센터 내 냉장화물의 특성을 고려한 운반 장비의 적정운영계획에 관한 연구가 수행되었다(Hwang, 2002). 그러나 아직까지 냉장물류센터에 관한 분석 연구뿐만 아니라 관련 물류기술 및 물류정보시스템의 기초조사연구 마저 미흡한 상태이다. 냉장물류센터는 냉장화물만을 보관하는 창고의 역할로만 인식되

\*연락처 : 황홍석, 614-714 부산시 부산진구 가야동 산24 동의대학교 정보산업공학과, Fax : 051-890-1619,  
E-mail : hshwang@dongeui.ac.kr

고 있다. 그러므로 냉장물류센터의 중요성과 운영에 대한 관심 부족과 기초조사연구 마저 부족한 상황으로 인해 비효율적인 냉장물류센터의 운영이 지속되고 있다. 냉장물류센터에 입고되는 냉장화물은 팔레트 단위로 물류시스템 내 저장지역에 저장되지만, 화물의 주문에 따른 출고 시에는 운반설비가 각각 내 빈에서 화물의 요청에 따라 각 팔레트 단위를 구성하는 박스를 피킹하는 통로 내 오더피킹 작업을 한 후에 출고한다. 오더피킹 활동이 냉장물류 시스템의 운영에 큰 비중을 차지하므로 오더피킹의 개선을 통한 비용의 절감 노력이 중요 시 된다. 냉장물류에서의 오더피킹 시스템의 처리능력은 주로 피킹 방법, 기대 운반시간 및 피킹 지체시간 등에 따라 좌우된다. 다중 피킹의 경우는 주로 최소 운반거리와 밀접한 관계가 있다. 또한 냉장화물은 물류센터에서 집중적으로 취급이 되기 때문에 이때 냉장화물의 취급방법 또한 중요시된다.

최근 오더피킹 활동은 처리능력 및 저장 정확성이 크게 요구되고 품질개선과 고객서비스가 새롭게 강조되면서, 냉장물류센터 관리자들은 제품훼손의 최소화, 처리시간 단축 및 피킹의 정확도 개선 등을 수행하고 있다. 따라서 본 연구에서도 냉장물류센터에서 운행되는 운반설비의 오더피킹 활동을 개선시킨 운행시간을 통해서 효과적인 냉장물류센터 운반설비의 적정 운행계획을 수립하고자 한다.

이를 위하여 냉장물류센터의 초기설계 단계에서 시스템능력계획을 위한 분석 모델을 개발하여 시스템의 성능 평가에 활용하고자 한다.

본 연구는 이러한 냉장화물을 보관하는 냉장물류센터 설비의 능력설계에 관한 연구를 위한 수리모델 구축 및 시뮬레이션모델을 통한 냉장물류센터의 설비성능 산정 모델의 연구이다. 그리고 운반설비의 운행성능을 토대로 냉장물류센터 내 운행비용 모델을 구축하여 운행비용을 산정하여 주어진 냉장물류센터 내의 적정 운반설비 계획을 수립한다. 본 연구의 주요 연구 단계를 요약하면 <그림 1>과 같다.

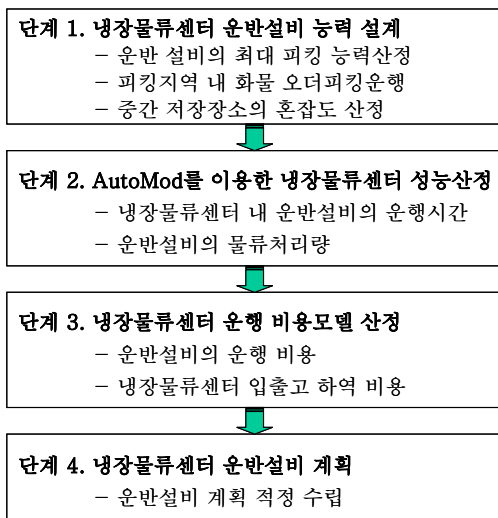


그림 1. 주요 연구수행 단계.

## 2. 냉장물류센터의 운영

냉장물류시스템은 일반적으로 기존의 화물을 취급하는 창고 문제와 비슷하나 저장 중 항상 냉장상태를 유지하여야 하며, 냉장화물을 출고할 경우에도 항상 실수요량 이외의 잔여량은 냉장창고 내에서 보관하게 되므로 동일한 화물이 항상 소량다회 출고를 수행하는 특징을 가지고 있다. 냉장물류센터 내의 물류 흐름은 화물운반차량에 의해 냉장화물을 입고 지역에 하역 후 운반설비에 의해 냉장창고 내에 입고된다. 보관중인 화물은 화주의 요청시 냉장창고에서 출고 후 수요지역으로 운반하며 운송차량에 의해 배송한다. 냉장물류센터는 하루 업무시간 중 화주의 냉장화물 요구 시간대가 다양하기 때문에 운반장비의 운행시간을 시간연구를 통해서 산정하기가 매우 어렵다. 또한 냉장물류센터에서 취급하는 냉장화물의 데이터는 업체 간 경쟁으로 인해 정확한 데이터 획득 및 분석이 매우 어렵다. 따라서 제품별로 운반 장비의 1회 운반시 최대 피킹 개수의 과거 자료를 분석하여 시뮬레이션을 구현하기가 매우 어렵기 때문에 본 연구에서는 이러한 어려움 때문에 냉장물류센터의 성능분석을 체계적으로 수행하기 위한 시스템적 접근 방법을 제안하고 사용한다. 시스템 접근방법 중에서 실제 현장에서 얻기 어려운 데이터는 냉장물류센터의 운영을 수리모델로 구현한 모델에서 산정한 출력 값을 시뮬레이션 방법에서 적용되는 입력데이터 값으로 산정하기 위해 수리모델에서 구한 데이터를 사용한다.

### 2.1 운반설비 최대 피킹 능력 산정

운반설비의 최대 피킹 개수 산정은 각 단위 피킹 확률  $p$ 를  $1/M$ 로, 평균 피킹 개수를  $n$ 으로 정의하고 이를 이항분포로 표현한다. 또한 이항분포의 정규근사 해를 통해서 운반설비의 1회 최대 피킹 개수를 산정한다. 정규근사 해를 위해서 사용한 정규분포 식은 다음과 같으며, 평균 피킹 개수와 피킹 확률을 고려한 운반설비의 1회 최대 피킹 개수는 식 (1)과 같다.

$$P(\Phi < N_{\max}) = P\left[ \frac{\Phi - \mu}{\sigma} < \frac{N_{\max} - (n/M)}{\sqrt{(n/M)(1 - (1/M))}} \right]$$

$$N_{\max} = Z_{\alpha} \left( \sqrt{\frac{n}{M} \left(1 - \frac{1}{M}\right) + \frac{n}{M}} \right) \quad (1)$$

여기서,  $Z_{\alpha}$ 는 최대 피킹 개수를 피킹할 수 있는 확률  $\alpha$ 에 해당하는  $Z$  값이다. 운반설비의 최대 피킹 개수 산정에 관련된 설계 파라미터를 다음과 같이 정의한다.

- $M$  : 냉장물류시스템 내 저장된 총 화물량
- $p$  : 한 단위 화물을 피킹할 확률
- $n$  : 1회 운반시 평균 피킹 개수
- $N_{\max}$  : 운반설비의 1회 최대 피킹 가능 개수

### 2.2 피킹 지역의 화물 오더피킹 운행

피킹 지역 내 화물 오더피킹 운행은 단위 랙의 빈(bin)에 있는 피킹 지역 내에서 화물을 피킹한 후 입·출고 지점까지 왕복운행을 한다. 따라서  $N_{max}$  개를 운반설비가 피킹할 경우, 피킹 지역 내 화물 피킹 운행시간과 단위 랙 내 피킹 지역에서 화물의 오더피킹 시간을 고려하면 된다. 따라서 1회 운반설비가 피킹지역에서  $N_{max}$  번의 화물을 피킹할 경우의 운행시간을 구하는 식은 식 (2)와 같다(Hwang *et al.*, 2002).

$$T_{tps} = 2t[N_{max}] + \frac{[(L_r + W_a) \times N_p \times A + 4W_r \times A]}{V_h} + t_u N_{max} + \frac{2L_h a^2}{3V_v} + t_{us} \left\{ \frac{T \times N_a}{N_v} \left[ 1 - \left[ 1 - \frac{N_v}{T \times N_a} \right]^{N_{max}} \right] \right\} \quad (2)$$

### 2.3 중간 저장장소의 혼잡도 산정

본 연구에서는 입구에서 출구로 운송되는 화물의 운송비용과 출구 내 중간저장지역(buffer floor space)에서 지체시간에 따른 비용을 산정하고, 출구 내의 중간저장지역의 크기에 미치는 화물의 밀도에 관한 수리모델을 제시한다. 출구차량에 화물을 바로 적재하여 운반하지 못할 경우, 운반설비는 출구지역에 위치한 중간 저장장소에 화물을 저장한다. 냉장물류센터 내 설비 배치가 잘 될수록 물류 흐름에 정체가 줄어들어 각 중간 저장장소에서 발생하는 화물밀도, 즉 화물의 용적량을 감소시킬 수 있다. 뿐만 아니라 적절한 중간 저장장소의 설정은 냉장물류센터의 효율적인 운영에 큰 영향을 미친다. 본 연구에서는 효율적인 물류센터의 운영을 위하여 각 중간 저장장소의 화물밀도를 최소로 할 수 있는 크기를 다음과 같이 산정한다. 여기서 중간 저장장소와 화물용적량의 관계는 다음과 같다.

$$P = F/A$$

여기서,  $P$ : 혼잡도(밀도)

$F$ : 화물 물류량

$A$ : 중간 저장장소

중간 저장장소  $A_j$ 에 도착하는 화물이 포화상태일 경우, 운반설비는 중간 저장장소,  $A_j$  이외의 다른 중간 저장장소 지역에 화물을 저장한다. 출구  $j$ 에 미치는 밀도는 전체 출구지역을 지나는 화물량의 밀도에 영향을 받는데 이것을 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_j = \frac{F_j + \sum_{k \in N(j)} \frac{1}{n_k} (F_k - \hat{P}A_k)^+}{A_j} \quad (3)$$

여기서,  $(exp)^+$ 는  $\max\{0, exp\}$

$F_j$ : 출구  $j$ 로 향하는 화물 물류량

$A_j$ : 출구  $j$ 의 중간 저장장소 크기

$N(j)$ : 용량초과로 인한 출구  $j$  중간 저장장소 이외의 중간 저장장소 지역

## 3. 냉장물류센터 비용 모델

냉장물류센터에서 발생하는 비용은 냉장물류센터에서 운행되는 운반설비의 운행비용과 운반설비가 입출고 지역에서 냉장화물 취급시 발생하는 하역비용으로 구분할 수 있다.

### 3.1 운반설비의 운행비용

본 연구는 총 소요비용의 최소를 만족하는 최적화문제로 목적함수는 출구  $j$ 까지의 운반비용과  $j$ 에서 발생하는 혼잡비용의 합은 식 (4)가 된다.

$$\begin{aligned} \text{Min } & TC_j + BC_j \quad (4) \\ \text{s.t } & \sum_j x_j \\ & P_j \leq \max \{ F_j / A_j, \hat{P} \} \\ & x_j \geq 0, P_j \geq 0 \end{aligned}$$

각 입·출구의 위치가 주어지면 입·출구 간의 거리를 산정할 수 있고, 운반 장비의 속도가 주어질 경우, “운반시간=거리/속도”에 의한 각각의 화물의 운반 시간당 비용을 산정할 수 있다.

본 연구에서 사용되는 변수를 다음과 같이 정의한다.

$c_{ij}$ : 입구  $i$ 에서 출구  $j$ 로 화물 운반비용

$s$ : 운반설비 평균 운행 속도(m/min)

$d_{ij}$ : 입구  $i$ 에서 출구  $j$ 로의 운반거리

$f_{ij}$ : 입구  $i$ 에서 출구  $j$ 로의 화물 흐름 량

$TC_{ij}$ : 입구  $i$ 에서 출구  $j$ 로의 총비용

$\hat{P}$ : 단위면적당 허용 최대 밀도

$BC_j$ : 출구  $j$ 에서 혼잡도에 의한 비용

입구  $i$ 에서 출구  $j$ 로의 운반설비 장비 단위 운행비용은 식 (5)가 된다.

$$c_{ij} = d_{ij} / (s \cdot h), (d_{ij} = T_{tps} * s) \quad (5)$$

그러므로 입구에서 출구로의 총 운반비용은 식 (6)과 같다.

$$TC_j = \sum_{i,j} c_{ij} f_{ij} = \sum_{i,j} (d_{ij}/s) (f_{ij}/N_p) \quad (6)$$

### 3.2 냉장물류센터 내 입출고 하역비용 산정

냉장물류센터 출구에 위치하는 중간 저장장소에 화물을 적재한 운반설비들의 운반량이 저장 가능한 물량보다 클 경우 운반설비는 화물을 싣고 대기해야 할 경우에 물류센터 내에서 혼잡도(congestion)가 발생한다. 혼잡도 정도에 따라서 냉장물류센터 운행의 지연에 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서 혼잡도가 발생할 경우, 주어진 시스템에서 혼잡도를 고려한 비용을 산출한다.

이러한 혼잡도로 인해서 발생하는 물류비용은 다음과 같이 산정할 수 있다.

• 출구  $j$ 로 운반되는 물류량:  $g_j = \sum_{i,j} f_{ij}x_{ij}$

• 출구  $j$ 에 도착하는 화물의 평균 도착률:

$$\lambda_j = \frac{1}{N_{p,t}} \sum_{i,j} f_{ij}x_{ij}$$

출구의 화물운반설비의 화물 운송서비스는 시간이 평균  $\frac{1}{\mu}$  인 지수분포 및 운반차량 도착은  $\lambda_j$ 인 포아송 분포를 따를 경우, 출구  $j$ 에서 총 물류 흐름량은 다음과 같다.

• 물류 흐름량:  $g_j = \sum_{i,j} f_{ij}$

• 운반차량의 평균 도착률:  $\lambda_j = \frac{g_j}{N_p} t$

따라서 M/G/1 대기행렬시스템의 기대평균 대기길이는 식 (7)과 같다.

$$L_j = \frac{(\lambda_j)E[S^2]}{2(1 - (\lambda_j + \lambda_j))E(S)} = \frac{\lambda_j(\lambda_j)}{\mu(\mu - \lambda_j)} \quad (7)$$

여기서,  $L_j$ 는 출구  $j$ 의 중간 저장장소로의 시간당 대기량을 나타낸다.

혼잡도로 인하여 발생하는 대기시간을 고려한 비용은 다음과 같다.

$$BC_j = \sum_j \frac{t\lambda_j^2}{\mu(\mu - \lambda_j)}$$

따라서 총비용은 운반비용과 혼잡도에 따른 설비의 정체비용의 합은 식 (8)이 된다.

$$\begin{aligned} \text{총비용} &= tc_j + BC_j \\ &= \sum_{i,j} f_{ij}d_{ij}x_{ij}/v + \sum_j t\lambda_j^2 / \mu(\mu - \lambda_j) \end{aligned} \quad (8)$$

### 4. 냉장물류센터 성능 산정(사례)

K냉장회사는 총 8층 규모의 설비로 각 층은 상·하차(loading/

unloading)장비와 엘리베이터를 이용하여 냉장화물을 층별로 이송하며, 각 층별로 1대의 운반설비가 운행되고 있다. 한 층에 저장된 화물의 주문물량이 많을 경우, 다른 층에서 운행되는 운반설비를 임시 투입하여 냉장화물을 피킹한다. 한 번에 입고되는 화물량은 수십 톤에 이르고 화주별로 입고되는 냉장 화물 종류도 다양하다. 따라서 냉장화물은 냉장물류센터 내 특정 단위 랙에 모두 저장하기가 매우 어렵다. 현재의 운영상 단위 랙 내 빈이 비어 있는 곳에 먼저 입고된 냉장화물을 저장한다. 냉장물류센터 내 저장된 냉장화물은 화주별로 구분하여 보관되기 때문에 같은 종류의 화물인 경우에도 서로 다른 빈에 저장된다. 따라서 화주가 냉장화물의 출고를 요청할 경우 각 화주가 주문한 냉장화물이 전 지역에 보관되는 경우가 많기 때문에 복수의 운반설비를 운영할 경우에도 전 지역을 피킹 운행한다. 일반적으로 한 화주의 요청에 의해 출고되는 냉장화물량은 20~25톤이다. 따라서 K 냉장물류센터의 운영특성을 고려하여 고객의 요구(물류량)에 적절하게 대처할 수 있는 적정 운반설비의 운영이 요구된다.

본 시스템의 결과산출을 위하여 AutoMod를 이용한 시뮬레이션 방법을 사용하였으며, 수행시간은 365일이며 초기 1주 동안은 시뮬레이션 warmup time으로 이때 생성된 결과치는 제외하였다. 그 이유는 약 1주 운영 후 냉장물류센터가 안정상태(steady state)에서 운영되기 때문이다. 본 사례 연구에서 적용한 K 냉장물류센터의 경우 다음 내용을 고려하여 시뮬레이션을 수행한다.

- (1) 각 통로의 규격은 모두 동일하다.
- (2) 각 통로 좌우에 단위 랙이 각각 놓여 있다.
- (3) 각 단위 랙은 22개의 빈(bin)으로 구성되며 각 빈에는 충분한 냉장화물이 저장되어 있다.
- (4) 운반설비는 냉장물류센터 내 I/O 지점에서 시작하여 다시 이 지점으로 되돌아오는 경로를 수행한다.
- (5) 한 층의 통로 수는 3이고 1회 운행시 전 지역을 운행하며 단위 랙 내 모든 빈에서 냉장화물을 주문량에 따라 균등하게 오더피킹을 수행한다.

따라서 구축된 시뮬레이션 시스템을 토대로 본 연구에서는 운반설비 수에 따라 운영되는 대안에 따른 시스템을 분석한다. 본 사례에서 냉장물류센터를 구축하기 위해 사용한 파라미터 값은 <표 1>과 같다. 운반설비별 대안은 <표 2>와 같으며 AutoMod로 구현된 가상 냉장물류센터는 <그림 2>와 같다.

본 연구는 냉장물류센터 내 운반 설비의 운행 문제를 수리 모델로 초기값을 구하고 이를 시뮬레이션 모델로 구현한 후 운반설비 운행시 소요되는 운행시간, 화물 흐름량 및 입·출고의 혼잡도 등을 산정하였다. AutoMod는 비용관련 모듈이 제공되지 않기 때문에 K냉장물류센터 내 운반설비의 성능을 고려하여 3절에서 제시된 비용 모델을 전산프로그램으로 개발하여 총비용을 산정한 후 대안별로 비교하였다.

표 1. 냉장물류센터 설계 파라미터

파라미터	값
$S_t$	350 $m^2$
$S_r$	130 $m^2$
$S_s$	30 $m^2$
$W_a$	2.5 $m$
$W_r$	1 $m$
$L_r$	21.8 $m$
$L_h$	4.3 $m$
$V_h$	150 $m/min$
$N_a$	3
$a$	2.15 $m$

표 2. 운영 대안별 운반설비 구성

운영 대안	구성설비 수
대안 1	1
대안 2	2
대안 3	3

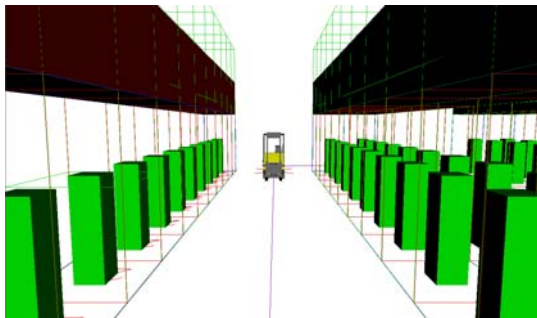


그림 2. 냉장물류센터(예).

표 3. 대안별 운반설비 성능분석표

구분	대안	$N_p$											
			1	6	11	16	21	26	31	36	40	70	100
운반설비 운영 시간 (초)	대안 1	66	327	581	835	1071	1326	1581	1836	2040	3570	5100	6630
	대안 2	68	342	614	883	1147	1420	1674	1944	2184	3738	5400	7098
	대안 3	74	403	726	1046	1348	1654	1990	2290	2544	4452	6420	8424
시간당 피킹 개수	대안 1	55	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
	대안 2	56	55	55	58	55	55	55	55	55	55	55	55
	대안 3	54	53	53	53	52	53	52	52	52	52	52	53
총 물류 처리량 (hr)	대안 1	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
	대안 2	112	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	108
	대안 3	162	158	157	157	157	157	157	157	156	157	157	158

<표 3>은 운영 대안별 운반설비의 운행시간, 시간당 피킹 개수 및 총 물류처리량을 나타낸다. <표 4>는 신뢰수준 95%에서 대안별 대응비교표를 나타내고 있다. 각 대안별 대응방법을 비교 후 본 연구에서는 대안 1이 주어진 시스템에서 가장 최적의 대안이 된다. 즉, 1대의 운반설비를 운영하는 것이 적절하다.

표 4. 대안별 대응비교표(신뢰수준 : 95%)

구분	대안 1	대안 2	대안 3
대안 1		-3.34 (0.007)**	-2.40 (0.035)*
대안 2			-2.06 (0.064)

### 5. 결론

본 연구에서는 냉장화물의 특성과 물류센터 내의 입출고 하역장의 적정 설계를 고려한 냉장물류센터 내에서 오더피킹을 수행하는 운반설비의 적정 운행계획을 수립하기 위한 연구이다. 냉장물류센터 내의 운반설비의 적정 운행계획을 위해 물류센터 설계 파라미터들을 계산하고, 운반설비의 운행시간을 산정할 수 있는 수리모형을 정형화하였다. 정형화된 수리모형을 AutoMod 시뮬레이터에 적용하여 시뮬레이션 모델을 구현하고 운반설비 수에 따른 운영대안별로 냉장물류센터의 성능 분석을 수행하였다. 각 대안별 성능을 통해 냉장물류센터의 경영자는 자사에 가장 적합한 대안을 선정할 수 있고, 선정된 대안은 냉장물류센터의 성능 향상을 위한 방안이 된다.

### 참고문헌

AutoSimulations(2000), *AutoMod User's Manual*.  
 Bozer, Y.A., and White, J.A.(1984), Travel-Time Models for Automated Storage/Retrieval Systems, *IIE Transactions*, 16(4), 329-338.  
 Caron, F., Marchet, G., and Perego, A.(2000), Optimal Layout in Low-level Picker-to-part Systems, *International Journal of Product Research*, 38(1), 101-117.  
 Gray, A.E, Uday, S.K., and Abraham, S.(1992), Design and Operation of an Order-consolidation Warehouse: Models and Application, *European Journal of Operational Research*, 58, 14-36.  
 Hwang, H., Chang, I.H., and Moon, S.W.(1999), An Economic Design of Refrigerated Automated Storage and Retrieval Systems, *Engineering Optimization*, 32, 249-266.  
 Hwang, H. S, Kim, H. G., and Cho, G. S.(2002), Transporter Operation Planning for Refrigerated Warehouse using Simulation Method *IE Interfaces*, 15(4), 383-392.  
 Jang, Y. S., Jang, S. H., and Jang, H. S. (1999), A Study on the Competition Structure and Effective Factors for Management Performance of the Fisheries Cold-Storage Warehouse Industry, *The Journal of Fisheries Business*

*Administration*, 30(1), 119-145.

Jerry, B.(2000), *Getting Started with AutoMod*, AutoSimulations, INC.

Lee, B. C. (1993), *A Study on the Rationalization of Logistics Management in Fisheries*

*Freezing Storage Warehouse System*, Master Thesis, Yonsei University.

Ministry of Maritime Affairs & Fisheries(1999-2000), *Statistical Year Book of*

*Maritime Affairs and Fisheries*.

Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Frazelle, E.H., Tanchoco, J.M.A.,

and Trevino, J.(1996), *Facilities Planning*, Second Edition, John Wiley&

Sons INC.