

## 냉동냉장창고 침기방지장치의 성능평가에 관한 연구

곽 현 철<sup>†</sup>, 석 호 태<sup>\*</sup>, 송 승 영<sup>\*\*</sup>, 황 혜 주<sup>\*\*\*</sup>, 안 흥 섭<sup>\*\*\*\*</sup>

영남대학교 대학원 건축공학과, <sup>\*</sup>영남대학교 건축공학과, <sup>\*\*</sup>이화여자대학교 건축학과

<sup>\*\*\*</sup>목포대학교 건축조경학부, <sup>\*\*\*\*</sup>군산대학교 건축공학과

### A Study on the Performance Evaluation of Infiltration Prevent Devices in Refrigerated Warehouse

Hyun-Chul Kwak<sup>†</sup>, Ho-Tae Seok<sup>\*</sup>, Seung-Yeong Song<sup>\*\*</sup>, Hey-Zoo Hwang<sup>\*\*\*</sup>, Hong-seob Ahn<sup>\*\*\*\*</sup>

*Department of Architectural Engineering, Graduate School, Yeungnam University, Kyongsan 712-749, Korea*

*<sup>\*</sup>Department of Architectural Engineering, Yeungnam University, Kyongsan 712-749, Korea*

*<sup>\*\*</sup>Department of Architecture, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea*

*<sup>\*\*\*</sup>Department of Architectural Engineering, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea*

*<sup>\*\*\*\*</sup>Department of Architectural Engineering, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea*

*(Received September 11, 2001; revision received November 30, 2001)*

**ABSTRACT:** In this paper, several types of infiltration prevention devices that are currently in use have been studied through experimental investigation.

Firstly, the types of infiltration prevention devices were defined through investigating actual conditions of refrigerated warehouse in operates. Based on this investigation results, measured change of temperature and figured out air change rates of the type of infiltration prevention devices by using scale down model.

After that, found the amount of air change rate in order to estimate the load of air change easily in facility plan.

**Key words:** Refrigerated warehouse(냉동냉장창고), Vestibule(전실), Infiltration and exfiltration (침기), Air change rates(환기량)

#### 기 호 설 명

$N$  : 수송차량 1회 운전 에 의한 환기량 [%]

$t_1$  : 실험 전 창고부 평균 온도 [°C]

$t_2$  : 실험 전 통로부 평균 온도 [°C]

$t_3$  : 실험 후 창고부 평균 온도 [°C]

$V_1$  : 창고부의 체적 [m<sup>3</sup>]

$V_2$  : 통로부의 체적 [m<sup>3</sup>]

#### 1. 서 론

냉동냉장창고에서 외피에 의한 열획득 및 전실의 침기에 의한 부하량은 연간 냉동냉장부하량의 약 71%, 최대 냉동냉장부하량의 약 95%로 부하에서 차지하는 비중이 가장 큰 부분이다.<sup>(1)</sup> 즉, 외피에서의 열획득과 전실의 침기에 의한 부하량 감소가 연간 및 최대 냉동냉장부하량 감소에 가장 큰 효과를 가져올 가능성이 높다.

특히 냉동냉장창고의 전실부는 실내외의 온도차에 의한 침기가 가장 많이 발생하게 되는 곳이며, 이에 따른 열손실도 매우 크다.

따라서, 냉동냉장창고 전실부 방열문 개폐시의

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: +82-53-810-2420; fax: +82-53-816-3460

E-mail address: hckwak@nexter.com

침기(infiltration 및 exfiltration)로 인한 냉동냉장 부하 증가와 이에 따른 에너지 비용의 상승은 기존의 냉동냉장창고에서 공통적인 문제로 나타나고 있다. 이에 대한 대책으로 다양한 형태의 침기방지제품들이 사용되고 있으나, 정확한 효율성에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다.

이에 따라, 본 연구에서는 실제 운영중인 냉동냉장창고에서 사용중인 침기방지장치에 대한 현황조사를 통해, 침기방지장치의 설치유형을 도출하고, 이를 바탕으로 냉동냉장창고의 축소모델을 제작하여 개구부 침기방지장치의 설치유형별 환기량 산정을 통한 성능평가를 목표로 한다.

## 2. 냉동냉장창고의 침기방지장치

### 2.1 침기방지장치의 종류

냉동냉장창고 전실에서의 침기를 방지하기 위하여 사용되고 있는 침기방지장치로는 방열문,

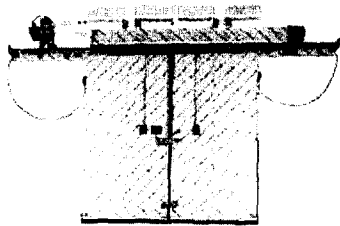


Fig. 1 Horizontal sliding doors.

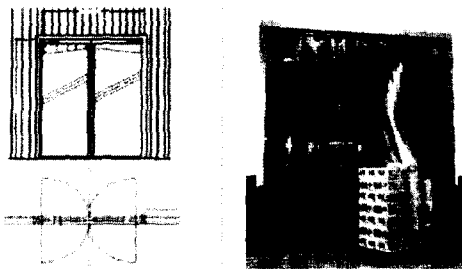


Fig. 2 PVC Sheet door & Strip door.

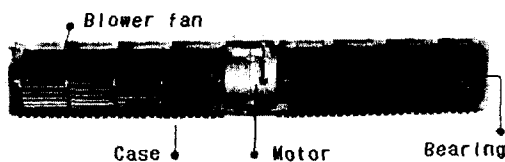


Fig. 3 Air curtain.

PVC 도어(시트도어 및 스트립도어), 에어커튼 등이 있으며 각각의 특성은 다음과 같다. Fig. 1, Fig. 2 및 Fig. 3은 현재 사용중인 각 침기방지장치를 나타낸 것이다.

#### 2.1.1 방열문

방열문은 주로 전실부의 전열과 침기방지를 목적으로 많이 사용되고 있다. 종류로는 개방형태에 따라 편개형과 양개형으로 분류되며, 구동방식에 따라 전동형과 수동형으로 분류된다. 현재 대규모 냉동냉장창고에서는 일반적으로 양개자동슬라이딩 방열문이 많이 사용되고 있다.

주로 스테인레스 강관의 표면에 열차단 효과가 큰 경질 폴리우레탄을 단열재로 사용하고 있으며 단열고무패킹에 의하여 높은 기밀성을 유지하여 침기량을 최소화시키는 역할을 한다.

#### 2.1.2 PVC 도어

PVC 도어는 크게 시트도어와 스트립도어로 구분되며 두 가지 모두 냉동냉장창고 전실부에서의 기류 차단을 주목적으로 사용되고 있다. 두 가지 형식은 일반적으로 냉장냉동창고의 규모와 저장물의 반송에 이용되는 운반장치의 특성에 따라 적용요소가 결정되며, 일반적으로 지게차의 사용이 많은 곳에선 시트도어를, 지게차의 사용이 비교적 적은 곳에선 스트립도어를 사용하고 있다.

#### 2.1.3 에어커튼

에어커튼은 방열문의 상부에 병행 설치하여, 냉동냉장창고 내의 수송작업 등과 같이 방열문이 열린 상태에서의 실내 기류 이동을 차단하여 침기량을 감소시키는 역할을 한다.

## 2.2 침기방지장치의 현황조사 및 설치유형 분석

1980년대 중반에서 현재까지 서울, 경기도 및 부산에서 운영중인 6개 냉동냉장창고를 대상으로 침기방지장치에 대한 현황조사를 실시하였다.

현황조사 결과, 그 유형은 저장대상 물품의 종류에 따른 냉동 및 냉장방법에 따라 결정되는 것으로 나타났으며, 전실부 침기방지장치의 구성 및 형식은 Table 1과 같다. 대부분의 냉동냉장창고에서 양개자동슬라이딩 방열문을 사용하고 있었으며, 침기의 방지를 위하여 시트도어, 스트립도어, 에어커튼 등을 사용하고 있었다.

Table 1 Infiltration prevention devices

Cons. Year	Construction	Illustration
A 1986	I : Sliding doors + Sheet doors	
B 1994	O : Sheet doors I : Sliding doors + Sheet doors + Strip door	
C 1995	O : Sliding doors + Strip door I : Sheet doors	
D 1999	O : Sliding doors I : Sheet doors	
E 2001	O : Sliding doors I : Sheet doors	
F 1999	Lv. C I : Sliding doors	
	Lv. F O : Sheet doors I : Sliding doors + Sheet doors	
	Lv. SF O : Sliding doors + Sheet doors I : Sliding doors + Sheet doors	

\* R: Refrigerated space, V: Vestibule, C: Corridor

3. 축소모델 실험의 내용 및 방법

냉동냉장창고의 부하 요소로는 침입열, 냉각열, 발생열, 환기열, 기타열 등으로 대별할 수 있다.

그중, 냉동냉장창고에서 외피에 의한 열획득 및 전실의 침기에 의한 부하량은 전체 부하에서 차지하는 비중이 아주 큰 부분이므로, 전열에 의한 부하와, 전실부를 통하여 발생하는 환기부하의 정확한 산정이 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다. 전열에 의한 부하는 건축재료의 특성에 따라 기존의 산정방법을 이용하여 비교적 쉽게 산정할 수 있으나, 냉동냉장창고의 전실부에서 발생하는 환기에 의한 부하는 침기방지장치의 구성 및 수송차량의 운전방법 등에 의하여 아주 복잡, 다양하게 발생된다. 이에 따라 환기부하의 정확한 산정을 위해서는 침기방지장치의 성능평가가 무엇보다도 우선되어야 할 것이다. 냉동냉장창고 침기방지장치에 대한 현황조사를 통하여 도출된 침기방지장치의 설치유형별 성능평가를 위하여 Y대 환경실험실에서 축소모델을 이용한 실험을 실시하였다.

3.1 축소모델의 구성 및 제작

3.1.1 축소모델의 규모

축소모델의 제작은 실제 운영중인 냉동냉장창고의 현황조사 결과를 바탕으로 하여 1/10 스케

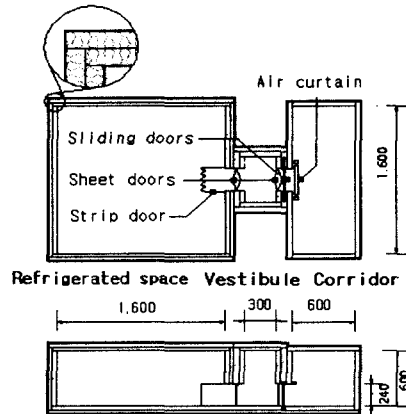


Fig. 4 Plane and side view of the scaled down model.

Table 2 Size of scale down model

	Actual size (W×L×H)(m)	Model size (W×L×H)(m)
Refrigerated space	(18.5~28)×(22.5~42.3)×(5~6)	1.6×1.6×0.6
Vestibule	(4.4~6.2)×(2.7~4.5)×(4~6)	0.5×0.3×0.6
Corridor	(18.5~28)×(6~13)×(5~6)	1.6×0.6×0.6

일의 모형으로 제작하였다. 축소모델은 창고부, 전실부, 통로부의 세 개의 실로 구성되며 각각의 규모는 Fig. 4, Table 2와 같다.

3.1.2 축소모델의 재원

축소모델의 제작에 있어서 구조부를 통한 전열 및 침기를 방지하기 위하여 구조체는 40 mm 두께의 단열재(압축발포 폴리스티렌 보온재, 40 mm 1호,  $\lambda=0.020 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ ) 2장을 겹쳐서 사용하며, 각 접합부는 실험 및 실측기기의 설치 후 완전한 기밀상태를 유지하도록 시공하여 외기와 열적 출입을 최소화하도록 제작하였다.

3.1.3 실험대상공간의 환경설정을 위한 장치

실험대상공간의 물리적 환경설정을 위한 장치는 드라이아이스를 이용한 냉각장치, 열전대를 이용한 컨트롤러 등의 온도제어장치, 가열코일을 이용한 가열장치 등으로 구성되어 있다.

냉각장치는 각 실의 열적환경을 냉동냉장창고의 환경에 근접할 수 있도록 축소모델 공간 내의 온도를 낮추어 주는 역할을 하며, 냉각장치에 의한 냉각이 설정온도( $-25^\circ\text{C}$ ) 이하로 내려갈 경우 온도제어장치에서 감지하여 가열장치를 미세하게 작동시켜 설정온도를 유지할 수 있도록 하였다.

3.1.4 측정기기 및 측정위치

축소모델 실험에 사용되는 측정기기로는 물리적 환경 측정기기(온도, 기류), 각종 장치의 운전 및 기록에 사용되는 CCTV 등의 관찰장치로 크게 나눌 수 있다.

물리적 환경 측정기기로는 보정을 실시한 K형

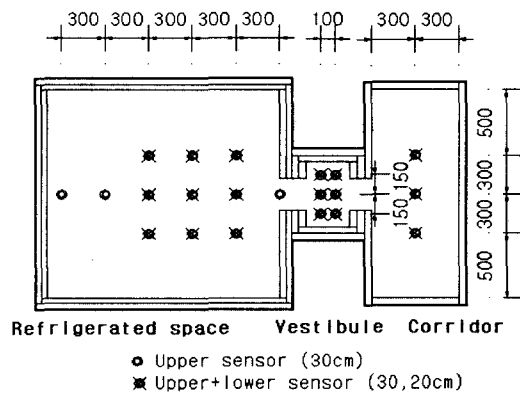


Fig. 5 Location of sensors.

Table 3 Number of sensors

	Upper sensors (30 cm)	Lower sensors (20 cm)	Total
Refrigerated space	12	9	21
Vestibule	6	6	12
Corridor	3	3	6
Total	21	18	39

열전대와 multi-channel Anemomaster(L1 140 ns)를 이용하여 온도 및 기류를 측정하고 이 수치들은 데이터로거(THERM 5500-3 Data Logger)를 통하여 기록 및 분석하도록 하며, 측정위치는 축소모형 내의 39개소와 외기온 측정을 위한 1개소 등 총 40개 지점에 대하여 물리적 환경을 측정하였다. 열전대 온도센서는 축소모델의 바닥면 20 cm, 30 cm 위에 각각 설치하였으며 측정위치 및 측정개소는 Fig. 5, Table 3과 같다.

관찰 및 실험방법의 기록에 사용되는 CCTV는 전실부의 중앙 개구부 상단에 위치하여 축소모형의 완전 기밀시공 후에도 모형차량의 운전 등을 외부에서 관찰하며 실험을 진행시킬 수 있도록 하였다. Fig. 6은 축소모델의 시스템 구성도이다.

3.1.5 축소모델의 물리적 환경 상사조건

축소모델 내의 물리적 환경에 대한 제반 상사조건의 설정에 있어, 축소모델과 외부공간과의 전열에 의한 열교환은 이루어지지 않는 것으로 설정하였으며, 축소모델 내에서 인위적인 기류가 발생하지 않도록 모든 실험 및 작업일시 후에는 기류가 안정될 수 있는 시간을 두었다.

축소모델 실험의 상사조건에서 점성력에 대한 관성력의 비를 나타내는 레이놀즈수와 모멘트 확산율에 대한 열적 확산율의 비를 나타내는 프랜

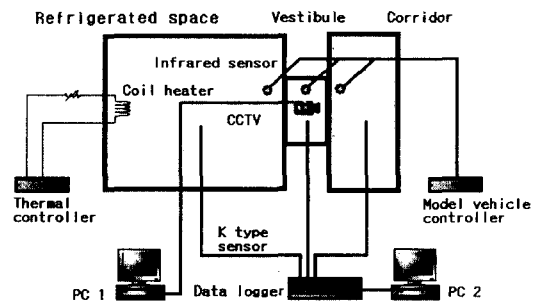


Fig. 6 Experiment system layout.

틀수에 있어서, 모델과 원형의 기류거동에 대한 상사조건은 동일한 온도, 동일한 유체일 경우의 상사는 자동으로 이루어지게 되므로, 본 실험에서는 열부력에 대한 관성력의 비에 대한 아르키메데스수에 대한 상사만을 설정하도록 하였다.

냉동냉장창고에서 사용중인 리치형 포크리프트를 1/10 스케일로 축소시킨 모형수송차량(150(W)×220(L)×140(H) mm)의 운전에 있어서는 실제수송차량의 운전속도인 16~18 km/h를 그대로 적용시켜 4.4~5 m/s의 속도로 운전하였다.

침기방지장치의 일종인 에어커튼의 경우 실제 냉동냉장창고에 사용되는 제품의 취출구 기류속도인 8~10 m/s를 상사조건에 적용시켜 3 m/s으로 운전하였으며, 바닥 도달시의 풍속은 0.6 m/s을 유지하도록 하였다.

### 3.2 축소모델을 통한 실험

#### 3.2.1 실험내용

현황조사에서 파악된 침기방지장치의 설치유형에 따른 열적특성과 환기량을 산정하기 위하여 냉동냉장창고 전실부의 외측에 단일방열문을 설치한 Case 1을 기본형으로 하여, 침기방지장치들을 다양한 방법으로 설치한 5가지 유형을 추가하여 Table 4와 같이 총 6가지 유형을 대상으로 실험을 실시하였다.

#### 3.2.2 실험계획 및 일정

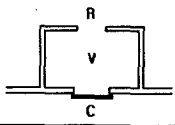
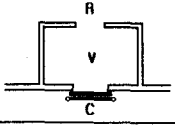
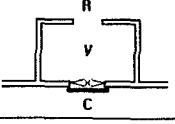
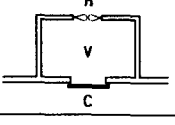
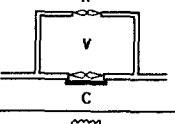
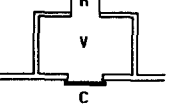
축소모델 실험에서 실험실 내의 기온은 외기의 온도변화에 관계없이 공조장치를 이용하여 일정한 온도(25±1℃)를 유지하도록 하였고 인위적인 습도의 조절은 실시하지 않았다.

각 유형에 대하여 3회씩 반복 실험하였으며, 각 실의 온도가 안정된 후에 다음 실험을 실시하였다.

각 침기방지장치의 설치유형별 환기량을 산정하기 위한 실험은 창고부의 온도가 F급 냉동창고의 창고부 실내 설정온도에 해당하는 -25℃로 안정화된 후부터 실시하며, 수송차량의 운전은 酒井克己가 냉장창고 기본설계 방법에서 사용한 내용<sup>(2)</sup>을 바탕으로 수송차량의 1회 출입에 소요되는 시간을 1분으로 계획하여 총 10분간 10회에 걸쳐서 운전을 하였다.

수송차량의 운전 특성<sup>(2)</sup>을 고려하여 모형수송

Table 4 Types for experiment

Type	Composition and illustration (O : Outside, I : Inside)	
Case 1	O : Sheet doors I : Sliding doors + Sheet doors	
Case 2	O : Sliding doors + Air curtain	
Case 3	O : Sliding doors + Sheet doors	
Case 4	O : Sliding doors I : Sheet doors	
Case 5	O : Sliding doors + Sheet doors I : Sheet doors	
Case 6	O : Sliding doors I : 33-way strip door	

\* R: Refrigerated space, V: Vestibule, C: Corridor

차량의 운행 시작 2분 전부터 운전 종료 후 기류 안정에 소요되는 3분 후까지 총 15분간의 데이터를 대상으로 각 유형에 대한 측정값을 비교하였다. Fig. 4와 같이 총 40개 지점에 대한 온도의 측정은 매 10초 간격으로 실시하였고, 여기에서 얻어진 값들은 데이터 로거를 통하여 PC에 입력시킨 후 정리 및 분석하였다.

### 4. 축소모델 실험의 결과분석

냉동냉장창고 침기방지장치의 사용에 따른 6가지 유형의 실험결과를 바탕으로 침기방지장치의 성능평가에 필요한 유형별 환기량을 산정하였다.

열전대의 설치 높이에 따른 온도의 측정결과 각 실별로 상하부의 온도차이는 0.2℃ 미만으로 크게 나타나지 않으므로, 실험실 내부에서의 급

격한 기류는 발생하지 않음을 알 수 있었다. 또한, 냉각장치와 가열장치 주변부의 온도가 전체의 평균값에 대하여 0.1℃ 미만의 미세한 차이를 보이게 되는 안정화된 시기부터 실험을 시작하였으며, 실의 온도는 각 실에 설치된 모든 측정점의 값을 합산한 평균값을 사용하였다. 환기량의 산정에 이용된 각 실별 평균 온도는 각 Case별로 1℃ 미만의 표준편차를 나타내고 있다.

#### 4.1 환기량의 산정

축소모델에 의하여 6가지 유형별로 각 3회씩 실시한 실험의 결과 얻어진 데이터 중 상관성이 높은 두 개의 데이터를 사용하여 전체 혼합손실 열량에 대한 창고부의 온도 상승치를 이용하여 환기량을 산정한 후, 그 평균값으로 각 유형별 환기량을 설정하였다.

먼저 창고부와 통로부의 체적을 고려하여 완전히 열적 평형을 이루게 될 온도를 계산하고 이 값과 수송차량이 운행되기 전 창고부 기온과의 차를 계산하고 그 차에 대한 창고부의 온도 상승치를 보간법에 의하여 계산함으로써 각 유형별 환기량을 산정하였다.

이를 수식으로 나타내면 식(1)과 같다.

$$N = \frac{(t_1 - t_3)}{t_1 - \frac{\{(t_1 \times V_1) + (t_2 \times V_2)\}}{(V_1 + V_2)}} \quad (\text{회}) \quad (1)$$

#### 4.2 침기방지장치에 따른 성능평가

침기방지장치에 따른 침기방지성능을 평가하기 위하여 축소모델 실험결과 얻어진 각 실별 온도의 변화를 식(1)에서 제시한 환기량 산정식을 이용하여 산정한 결과 Table 5와 같은 환기량 및 침기방지성능을 구할 수 있었다.

침기방지장치를 사용하지 않은 Case 1의 경우 수송차량의 1회 왕복운행에 의하여 발생하는 환기량은 3.23%로 나타났다. 이 값과 침기방지장치를 설치하였을 때의 환기량을 비교한 성능평가 결과는 다음과 같다.

(1) 통로측에 설치된 단일방열문 상부에 에어커튼을 설치한 Case 2의 경우 기존 제품에 대한 상사조건을 고려하여 실험시 Case 1에 비해 12% 정도의 침기방지효과를 나타내고 있으나, 취출속도, 취출량, 취출공기의 온도와 같은 조건의 변화에 따라 환기량에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다. 전실부의 외측에 방열문과 시트도어를 함께 사용한 Case 3의 경우 Case 1에 비해 15% 정도의 침기방지효과를 나타냄으로써 단일방열문의 침기방지를 위한 장치로는 시트도어가 에어커튼보다 침기방지에 효과적임을 알 수 있었다.

(2) 시트도어의 설치위치별로 침기방지 성능을 평가한 Case 3, 4, 5의 경우를 Case 1과 비교하여 보았을 때, 전실부의 외측에 방열문과 함께 사용한 Case 3의 경우 15%, 내측에 사용한 Case 4의 경우 18%, 전실부의 양측에 모두 사용한

Table 5 Air change rates of each type

		$V_1$ ( $m^3$ )	$V_2$ ( $m^3$ )	$t_1$ ( $^{\circ}C$ )	$t_2$ ( $^{\circ}C$ )	$t_3$ ( $^{\circ}C$ )	$N$ Air change rate (%)		Infiltration prevent efficiency (%)
							Result	Avr.	
Case 1	1-1	1.536	0.576	-24.94	20.95	-20.90	3.235	3.23	0
	1-2			-25.22	20.96	-21.16	3.227		
Case 2	2-1	1.536	0.576	-25.50	19.60	-21.99	2.856	2.86	12
	2-2			-25.95	18.15	-22.49	2.879		
Case 3	3-1	1.536	0.576	-26.89	19.77	-23.39	2.668	2.76	15
	3-2			-26.08	18.53	-22.61	2.855		
Case 4	4-1	1.536	0.576	-26.30	21.05	-22.80	2.713	2.65	18
	4-2			-25.08	19.90	-21.90	2.595		
Case 5	5-1	1.536	0.576	-23.99	21.27	-21.01	2.416	2.41	25
	5-2			-26.12	22.17	-22.96	2.401		
Case 6	6-1	1.536	0.576	-26.75	20.05	-23.80	2.313	2.29	29
	6-2			-26.56	18.60	-23.77	2.267		

Case 5의 경우 25%의 침기방지효과를 나타내고 있었다.

시트도어의 설치위치를 달리한 Case 3, 4의 실험결과, 전실부의 내측에 방열문과 떨어져서 설치한 시트도어의 침기방지효과가 더 높게 나타남을 알 수 있는데, 이는 Case 3의 경우에는 방열문과 시트도어가 동시에 개방되는 시간이 발생하게 됨에 따라 침기방지효과가 저감된 것으로 생각된다.

전실부의 양측에 시트도어를 설치한 Case 5에서는 25% 정도의 비교적 높은 침기방지효과를 나타내고 있으므로 침기방지장치의 중복사용시 환기량의 절감에 보다 효과가 있음을 알 수 있었다.

(3) 침기방지장치의 일종으로 전실부가 아닌 냉동냉장창고부의 내부에 3면 스트립도어를 설치한 Case 6의 경우 침기방지효율이 29% 정도로 나타나, 전실부의 침기방지에 사용된 에어커튼, 시트도어에 비하여 냉동냉장창고의 침기방지에 더 큰 효과가 있음을 알 수 있었다.

이상과 같이 각 침기방지장치들의 사용에 따른 환기량의 변화를 살펴본 결과, 침기방지장치를 이용한 환기량의 감소가 냉동냉장창고의 냉방부하 감소에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

## 5. 결 론

본 연구의 목적은 기존에 운영중인 냉동냉장창고 전실부의 침기방지장치에 대한 현황을 조사하고 침기방지장치의 설치유형을 바탕으로 냉동냉장창고의 축소모델을 제작하여 침기방지장치 사용시의 환기량 변화를 측정하여 침기방지장치 설치유형별 성능평가를 실시함으로써, 환기부하의 산정에 용이한 침기방지장치별 환기량 측정을 목적으로 하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

(1) 냉동냉장창고의 냉방부하중 침기에 의한 열손실은 큰 비중을 차지하고 있으며, 침기부하를 줄이는 것이 전체 냉방부하를 줄이는 데 있어 무엇보다도 중요하다. 이를 위해서 냉동냉장창고에서 사용되는 침기방지장치들에 대한 정확한 환기특성의 파악이 우선되어야 한다.

(2) 창고부와 통로부의 온도변화를 이용하여 전실부와 창고부에 설치된 개구부 침기방지장치들의 침기방지효과를 측정하여 본 결과 12~29%

정도의 환기량 감소가 이루어짐을 알 수 있었다. 즉, 침기방지장치를 냉동냉장창고에 적용할 경우 환기량을 감소시켜 환기부하를 절감하는 효과가 있는 것으로 나타났다.

(3) 방열문과 함께 설치되어 개구부의 침기방지에 이용되는 에어커튼과 시트도어의 경우, 현재 사용중인 제품들의 축소모델 실험결과 시트도어를 사용한 경우가 침기방지에 보다 효과적인 것으로 나타났다.

(4) 시트도어의 설치위치에 따른 환기량의 측정결과 전실부의 외측에 방열문과 함께 사용된 경우보다는 전실부의 내측에 독립적으로 설치하였을 때 침기방지에 더욱 효과적인 것으로 나타났다.

(5) 전실부에 대한 침기방지장치의 사용보다는 창고부의 개구부에 3면 스트립도어를 설치한 경우가 침기방지에 가장 효과적인 것으로 나타났다.

본 연구는 축소모델 실험을 통해 침기방지장치의 설치유형별 환기량 변화를 비교해 보았으나, 추후 실제 냉동냉장창고에서의 실험을 통한 검증이 뒤따라야 할 것으로 생각된다.

## 후 기

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2000-00352) 지원으로 수행되었음.

## 참고문헌

1. Engineering Research Institute of Kunsan National Univ., 2000, The Evaluation of the Energy Performance for the Refrigerated Warehouse Envelopment System, Group · One Ltd.
2. Sakai Okada, 1998, The Design Method of Refrigerate Warehouse.
3. SAREK, 1989, Handbook of Air conditioning, Refrigeration and Sanitary Engineering, Vol. 3.
4. Min. of Commerce, Industry and Energy, 1997, The Development of the New Technology for the Energy Saving Refrigerated Warehouse.
5. Korea Science and Engineering Foundation,

- 2001, The Development of the New Technology for the Refrigerated Warehouse Envelopment System.
6. Oh, H. K., 1998, the Refrigerated Warehouse, KARSE.
  7. Kwak, E. S., 1999, An Experimental Study of Natural Convection Heat transfer in a Rectangular space with narrow ventilation channel, MA thesis, Dong-A University, Pusan, Korea.
  8. ASHRAE, 1994, ASHRAE Handbook 1994 Refrigeration, ASHRAE.
  9. ASHRAE, 1995, ASHRAE Handbook 1995 HVAC Applications, ASHRAE.
  10. ASHRAE, 1982, Cooling and Heating Load Calculation Manual, ASHRAE.
  11. C.V.J Dellino edited, 1997, Cold and Chilled Storage Technology, 2nd ed., Blackie Academic and Professional.