

## 연돌효과 저감을 위한 E/V샤프트 냉각장치의 적용에 대한 연구

임 현 우, 이 준 호, 서 정 민, 송 두 삼<sup>\*†</sup>, 이 중 훈<sup>\*</sup>,  
성균관대학교 건축공학과, <sup>\*</sup>삼성건설 기술연구센터,

**A study on application of an E/V shaft cooling system to reduce the stack  
effect in high-rise building**

Hyun-woo Lim, June-ho Lee, Jung-min Seo, Jung-hun Lee<sup>\*</sup>, Doo-sam Song<sup>\*†</sup>

<sup>\*†</sup> Department of Architectural Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

<sup>\*</sup>Green buiding Team, Samsung E&C, Seoul, 137-857, Korea

**ABSTRACT:** The stack-effect in high-rise buildings in winter causes many problems such as difficulties in opening or closing doors, infiltration, energy loss, noise and fire protection. Stack effect is influenced by temperature difference between the interior and exterior of building and the height of building. As an attenuation method for stack effect, the architectural methods are generally used. However, as though architectural methods were fully adopted, the problems are reported as ever in tall building.

In this study, a new method to reduce stack effect will be suggested. As an active control method against the stack effect, E/V shaft natural cooling method is suggested. In this paper, the concept of E/V shaft natural cooling system and its reduction performance of stack effect by simulation and field measurement will be reported.

**Key words:** Stack effect, E/V Shaft cooling, CONTAMW, Simulation, Measurement

### 기 호 설 명

$\Delta P_{pj}$  : j번째 내부구획에 작용하는 압력차, [Pa]  
 $A_{p1}$  : 첫 번째 내부구획의 상당누기면적, [m<sup>2</sup>]  
 $A_{e-1}$  : 첫 번째 내부구획을 제외한 건물 내부  
 구획의 상당누기 면적, [m<sup>2</sup>]  
 $Q$  : 풍량, [m<sup>3</sup>/h]  
 $A$  : 개구부면적, [m<sup>2</sup>]  
 $\Delta P$  : 압력차, [Pa]

$v$  : 풍속, [m/s]

### 그 리 스 문 자

$\alpha$  : 유량계수, [-]  
 $\gamma_i$  : i번째 구획의 내부압력분담률, [-]

### 1. 서 론

도심으로의 인구집중, 건축기술의 발달 등으로 인해 건물의 고층화가 지속 되고 있다. 최근에는 초고층 건물이 각 국가의 위상을 대변함에 따라

† Corresponding author

Tel.: +82-31-299-4775; fax: +82-31-290-7570

E-mail address: dssong@skku.edu

경쟁적으로 초고층 건물을 계획하고 있는 실정이다. 이렇게 건물이 초고층화 됨에 따라 기존의 저층 건물에서는 경험하지 못했던 새로운 문제점들이 대두 되고 있는데, 그 대표적인 것이 연돌g 현상이다. 연돌효과는 건물 내부와 외부의 공기 온도차에 의한 압력차에 의해 발생하며, 동일한 온도차 조건에서 건물의 수직적 규모가 커질수록 그리고 건물의 전반적인 기밀성이 낮을수록 그 문제가 더 커지는 특징을 가진다.

이러한 연돌효과로 인해 발생하는 문제점으로는 엘리베이터 도어에서의 불쾌한 소음과 강한 기류(Draft), 엘리베이터 도어와 홀 도어의 오작동, 냉난방 부하 증가, 방재시스템의 성능 저하 등을 들 수 있다. 연돌효과를 저감하기 위한 대안으로 주로 로비층에 방풍실과 회전문 설치, 기준층의 추가구획설치, 공기유동경로의 기밀성 강화 등의 건축계획적인 방법이 검토되어 왔다. 건축계획적인 방법은 연돌효과를 주로 건물 내 공기유동에 의한 것으로 인식하여 이를 제한하려는 대책이 주를 이루고 있으나 연돌효과의 근본적인 문제는 실내·외 공기유동에 의한 것이다. 또한 건축계획적인 방법은 적용 개소에 대해서는 효과가 나타나지만 비적용부위로 문제가 전이되는 등 2차적인 문제를 유발할 수 있어 건물전체의 연돌효과를 줄이는 것에는 한계가 있다.

본 연구에서는 이러한 건축적 연돌대책안의 한계점을 개선할 수 있는 대책방안으로 E/V 샤프트 냉각시스템의 개념을 설명하고, 시뮬레이션을 통해 E/V샤프트 냉각시스템의 적용 가능성과 연돌효과 저감 성능을 검토하였다. 아울러 실제 건물에 시스템을 적용하고 실측을 통해 시스템 가동에 따른 연돌효과 저감 특성을 분석하였다.

## 2. E/V 샤프트 냉각시스템

E/V샤프트 냉각시스템은 건물 내의 주된 수직적 공기 유동 경로인 E/V샤프트에 겨울철의 차가운 외기를 도입하여 샤프트 공간을 자연 냉각시키는 장치로 연돌효과의 원인인 건물 내부(샤프트 공간)와 외기와의 온도차에 의한 밀도차를 저감함으로써 연돌효과의 구동력을 줄이려는 시도이다. 즉, Fig. 1에 보이는 것과 같이 E/V샤프트 냉각에 따른 샤프트 내 압력변화를 통해 외기와 샤프트 간의 압력차를 줄임으로써 연돌효과를 저감시킬 수 있다. 여기서 전제가 되어야 할 것

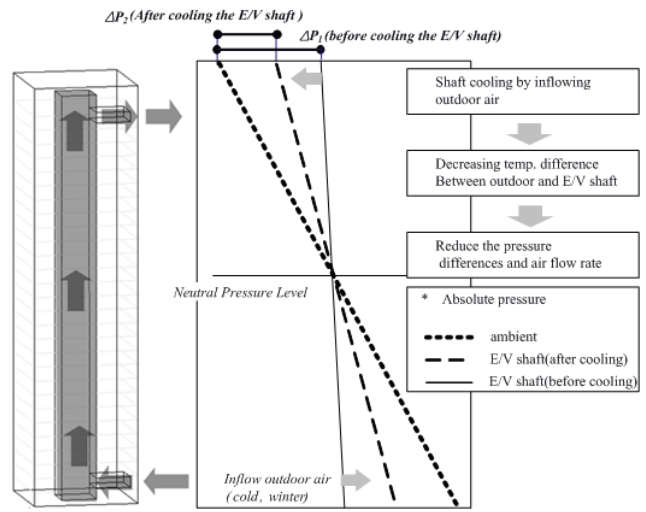


Fig. 1 Principle of the E/V shaft cooling system

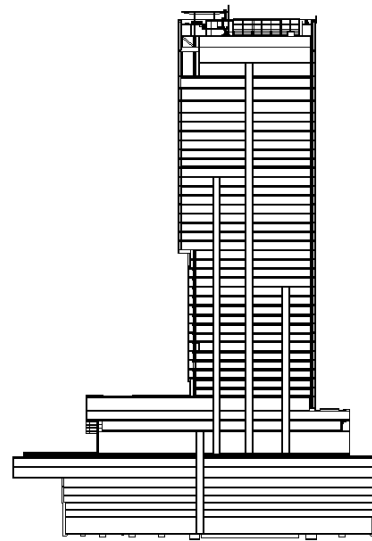


Fig. 2 Sectional Plan

은 샤프트 내 적정량의 외기 도입 및 샤프트 공기의 혼합을 원활하게 하여 상하 온도차를 최소화 하는 것과 샤프트 공간의 냉각에 따른 전열손실을 최소화하기 위한 샤프트 내 단열성능을 강화하는 것이다.<sup>(1-3)</sup>

## 3. 시뮬레이션을 통한 E/V 샤프트 냉각시스템의 성능 검토

### 3.1 시뮬레이션 개요

Fig. 2는 대상건물의 단면을 나타낸다. 대상건물은 서울시 서초동에 위치한 S건물로서 지하 8층, 지상 41층, 연면적 197,428 m<sup>2</sup>의 대규모 사무소 건물이다. 연돌효과에 의한 공기유동의 주된 통로인 수직적 연결통로는 저층용(1F~17F), 중층용(17F~28F), 고층용(28F~40F) 승객 엘리베이터와 지하주차장 셔틀용(B7~4F), 비상용 엘리베이터(전 층)가 있으며, 이외에도 계단실 등이 있다. 건물의 규모가 크므로 연돌효과 발생이 예상되어 로비층 회전문 설치, 추가구획 설치, 엘리베이터 도어 기밀성 강화 등의 건축 계획적인 대책과 함께 E/V 샤프트 냉각시스템의 적용이 검토되었다. 따라서 E/V 샤프트 냉각시스템의 설치에 앞서 시뮬레이션을 통해 E/V 샤프트 냉각시스템의 성능 검증이 실시되었다.

시뮬레이션은 대상건물과 같이 검토지점이 많은 경우, 많은 지점에 대해 동시에 각 지점(node)의 공기특성(압력, 온도 등)과 각 지점간의 공기유동량을 용이하게 예측할 수 있는 네트워크 시뮬레이션 기법(CONTAMW)이 사용되었다.

Table 1에 시뮬레이션 모델링 조건을 정리하였다. 1층을 표준대기압으로 하여 높이에 따른 외기압력 변동을 고려하였고, 외기온도는 겨울철 서울의 최저 평균온도인 -11.3℃, 내부공간은 공조공간의 경우 24℃, 비공조공간은 15℃로 설정하였다. 각 층의 사무공간, 홀, 샤프트공간 등은 내부구획을 기준으로 각각 하나의 존으로 모델링되었고, 샤프트 공간은 수직적으로도 노드가 연결되는 것으로 하였다. 모델링의 근간이 되는 누기면적은 기존연구의 data와 실측을 바탕으로 한 보정치를 사용하였으며 이에 대한 자세한 설명은 3.2에 되어 있다.

Table 2에서는 시뮬레이션 케이스를 나타내고 있다. E/V 샤프트 냉각을 적용하지 않은 조건을 기본(case 1)으로 설정하고, 이에 대해 16.75℃로 고층용 E/V 샤프트를 냉각한 조건을 case 2로 하였다. case2의 샤프트 냉각온도는 고층용 샤프트내에 외기 도입풍량(설계풍량)을 7,200[m<sup>3</sup>/h]로 한 경우의 샤프트 내 형성되는 온도이다.

### 3.2 시뮬레이션 모델링

네트워크 시뮬레이션(CONTAMW)에서는 각 존 간의 연결점이라고 할 수 있는 Air flow path

Table 1 Simulation modeling conditions

Classification	Conditions
Stair hall	-Each floor has one node -The adjacent node are linked
E/V shaft	-Each floor has one node -The adjacent node are linked
E/V hall	-Assume to one zone
Interior zone	-Simplified considering air flow path
Atmospheric pressure	-Using measured data on 1F as a fixed standard value -Fluctuation on height is considered
Temp.	Indoor(air-conditioning zone) : 24℃, Ambient : -11.3℃ (winter), Non-air-conditioning zone : 15℃ Shaft space : 24℃ (base) 16.75℃ (cooling)
Air leakage data	CONTAMW Library, ASHRAE Data, Calculated data, Measured data

Table 2 Simulation cases

Cases	Conditions
Case 1	Base -E/V shaft space Temp. : 24℃
Case 2	Base + E/V shaft cooling (High-rise) -E/V shaft space cooling Temp.: 16.75℃

의 특성에 의해서 압력 및 공기 유동량이 결정되므로 보다 정확하게 모델링하기 위해서는 실제 건물 각 부위별 누기면적을 파악하여 입력해야 한다. 본 연구에서는 다음과 같은 방법으로 내부구획의 누기면적을 산출하였다.

① 블로우 도어(Blow door)를 이용하여 대상건물 외피의 기밀성을 측정. (대상 건물의 외피 기밀성은 2.3[cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>], Tamura<sup>(4)</sup>의 연구에 의하면 중간정도의 기밀성능을 가진 건물)

② 대상 건물의 주요 공기 유동 경로는 사무실, E/V홀, E/V 샤프트 이므로 각 공간에 대한 절대압력을 측정하여 외벽, E/V 홀도어, E/V 도어에 작용하는 차압을 산출.

③ 각 층에 대해서 측정된 차압을 바탕으로 하여 내부압력분담률(ITDC)<sup>(5)</sup>을 산출. (내부압력분담률이란 그 층의 각 구획에 작용하는 압력의 합을 1로 하였을 때, 각 구획의 압력분담률을 말함.)

④ 식(1)의 내부압력분담률(ITDC)의 식을 이용하여 내부 구획의 누기면적을 산출. (Fig. 3, Fig. 4에 내부압력분담률을 이용하여 각 구획의 기밀

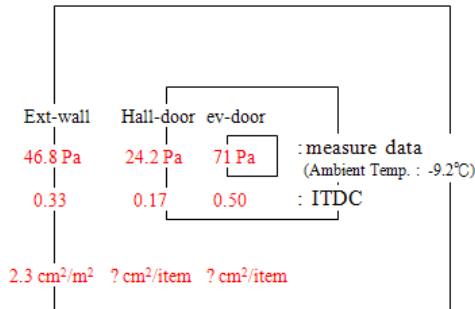


Fig. 3 Calculation of interior partition's air-leakage

성을 산출하는 과정의 개념을 나타냄.)

위와 같은 방법으로 산출한 건물 내 주요 구획에 대한 누기면적과 시뮬레이션에서 참조한 기존 연구에 의한 누기면적을 Table 3에 정리하였다.

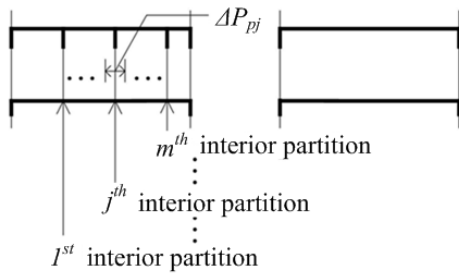


Fig. 4 Section of compartment

$$\gamma'_i = \frac{\Delta P_{p1}}{\Delta P_{p1} + \sum_{j=2}^m \Delta P_{pj} + \Delta P_{si}} \quad (1)$$

$$= \frac{1}{1 + \left(\frac{A_{p1}}{A_{e-1}}\right)^2}$$

Fig. 5는 대상 건물의 시뮬레이션 모델링의 신뢰도를 검증하기 위한 검토 결과로 위의 압력분담률의 개념을 이용하여 산출한 건물 내 각 요소의 누기면적을 시뮬레이션 입력치로 설정하여 예측한 대상 건물 40F의 각 요소의 압력분담률과 측정치와의 비교 결과이다. Fig. 5의 결과에서 알 수 있듯이 본 연구를 수행하기 위해서 실시된 대상 건물의 시뮬레이션 모델링이 실제 건물의 특성을 잘 묘사하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

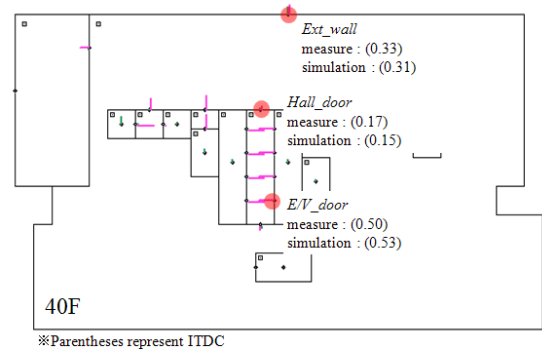


Fig. 5 Validation of simulation modeling(40F)

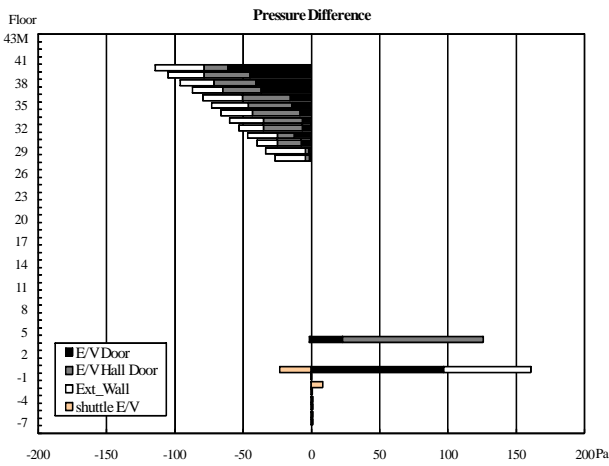
Table 3 Air leakage data <sup>(4-10)</sup>

Component	Air Leakage Data		Source
Ext_Wall	2.3 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>		Measured data
Revolving_Door	73CMH at 50Pa		Pederson
Automatic_Door	22 cm <sup>2</sup> /item		ASHRAE
Swing_Door	200 cm <sup>2</sup> /item		Calculated data
E/V_Door	low	100 cm <sup>2</sup> /item, 700 cm <sup>2</sup> /item	Calculated data
	middle	200 cm <sup>2</sup> /item	
	high	92~268 cm <sup>2</sup> /item	
Hall_door (Double_Door)	low	544 cm <sup>2</sup> /item	Calculated data
	middle	200 cm <sup>2</sup> /item, 496 cm <sup>2</sup> /item	
	high	245~268 cm <sup>2</sup> /item	
Single_Door	21 cm <sup>2</sup> /item		ASHRAE
Emergency_E/V_hall_door	200 cm <sup>2</sup> /item		Calculated data
Stairwell_Door	120 cm <sup>2</sup> /item		Measured data

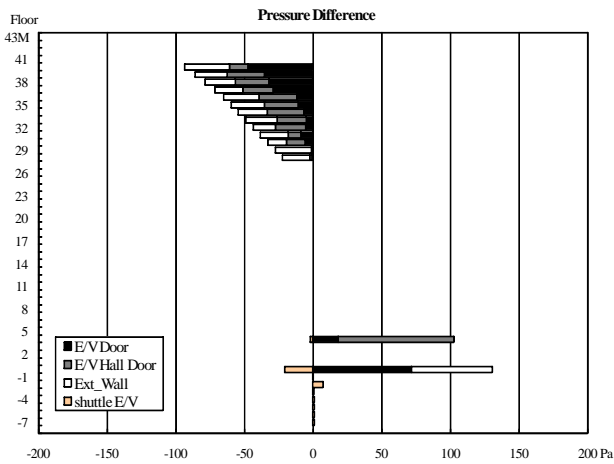
### 3.2 시뮬레이션 결과

고층형 엘리베이터 샤프트를 대상으로 하여 공기의 주요 이동 경로(외회 - E/V홀 도어 - E/V도어)에 작용하는 압력분포를 나타낸 시뮬레이션 결과는 Fig. 6과 같다.

case 1의 기본설계안(Fig. 6-(a))에 대해 case 2의 고층형 E/V 샤프트 냉각한 경우(Fig. 6-(b)), 연돌효과에 의해 주로 문제가 되는 E/V



(a) case 1



(b) case 2

Fig. 6 Pressure difference at E/V door (simulation results)

도어의 압력차를 건물 전체에 걸쳐 동일한 비율로 감소시키는 것을 알 수 있다.

E/V 샤프트 냉각시스템에 의한 연돌저감 효과를 비교하기 위해 압력차가 크게 작용하는 로비층과 최상층(40F)의 E/V도어에 작용하는 압력차를 Table 4에 정리하였다. E/V 샤프트 냉각장치를 가동함에 따라 E/V 도어에 작용하는 압력을 각각 1F와 40F에서 25.7%, 23% 저감시키는 것으로 나타났다.

Fig. 7에 연돌효과의 크기를 대변할 수 있는 고층형 E/V 샤프트의 유·출입 풍량을 비교하였다. case1과 case2에서 각각 8147[m<sup>3</sup>/h], 6759[m<sup>3</sup>/h]로 냉각시스템 적용에 따라 고층형 E/V 샤프트 유·출입 풍량이 약 17% 감소했음을 알 수 있다.

Table 4 Pressure difference at E/V door

Cases	Case 1	Case 2
1F E/V door	96.7 Pa	71.9 Pa (25.7% 저감)
40F E/V door	61.1 Pa	47.1 Pa (23% 저감)

\*괄호 안은 case 1에 대한 저감율

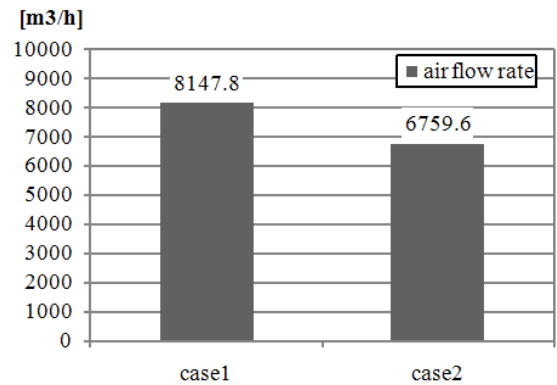


Fig. 7 Air flow rate at E/V shaft (simulation)

#### 4. E/V 샤프트 냉각시스템의 적용 및 성능 분석

##### 4.1 E/V 샤프트 냉각시스템의 적용

E/V 샤프트 냉각시스템은 동일한 양을 급·배기하는 것을 원칙으로 한다. 급·배기량이 상이할 경우, 샤프트 내 중성대 이동에 따라 냉각에 따른 연돌효과 저감 비율이 각 층별로 달라질 수 있기 때문이다. 효율적인 샤프트 공간의 냉각을 위해서는 외기의 급·배기 구간을 조밀하게 배치하는 것이 이상적이지만 대상 건물은 건물의 준공 후에 냉각시스템의 적용이 결정 되었기에 그 적용에 한계가 있었다. 급·배기 덕트의 추가설치가 가능한 층에 대한 검토한 결과, 다른 장비들과 간섭이 되지 않도록 옥상에서 급배기를 실시하는 것으로 하였다. Fig. 8~9에 E/V 샤프트 냉각시스템의 개요에 대해 나타내었다. 옥상으로부터의 급기는 고층 승객용 E/V 기계실에서 샤프트 양쪽으로 분기되어 내부의 6개의 수직 덕트를 통해 8개소에서 급기되고, 배기는 상층부에서 집중 배기하는 것으로 하였다. Table 5에 T.A.B를 통해 측정된 양 쪽 샤프트의 급·배기 풍량을 나타낸다.

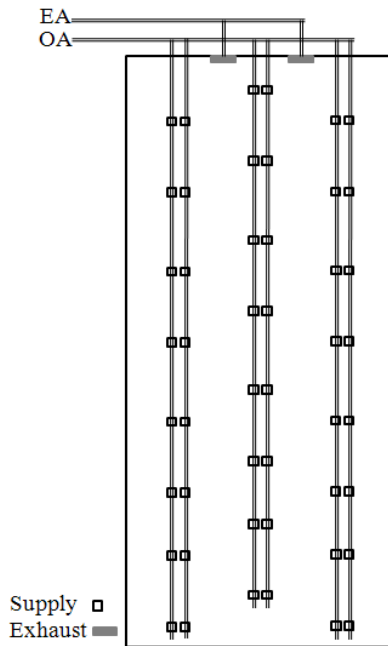


Fig. 10 Vertical duct distribution in E/V shaft

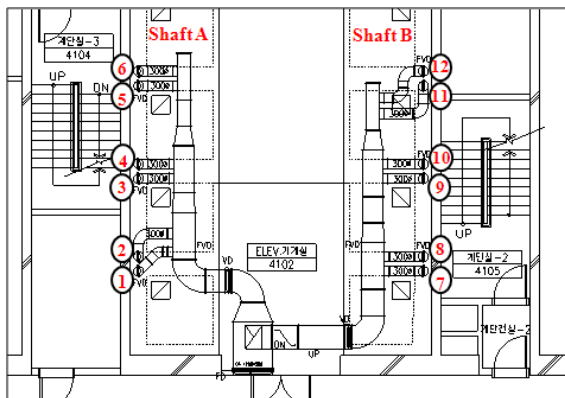


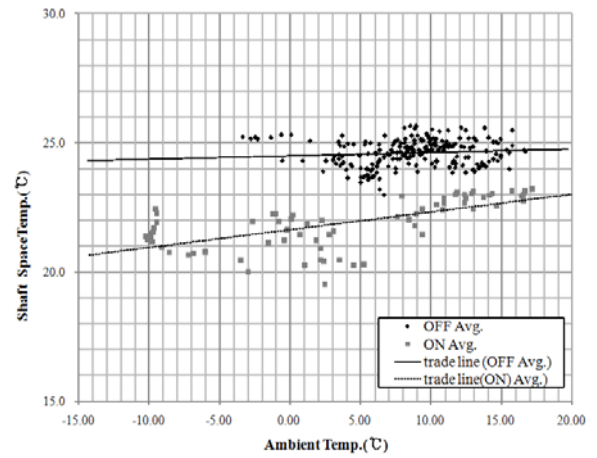
Fig. 9 Horizontal duct distribution in E/V shaft

Table 5 Airflow rate of cooling system

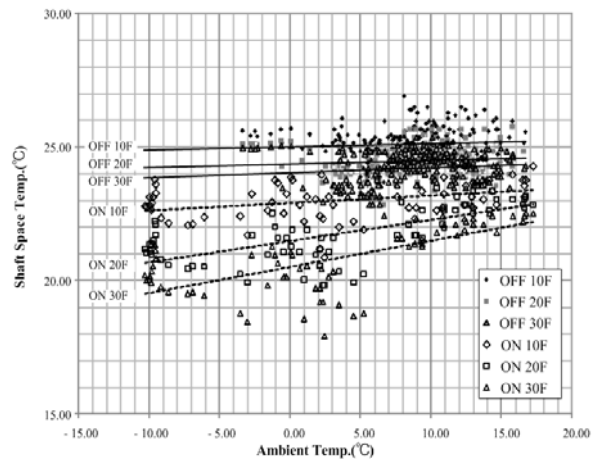
Shaft	Supply (m <sup>3</sup> /h)	Exhaust (m <sup>3</sup> /h)
Shaft A	6,733	6,385
Shaft B	10,036	9,337

#### 4.2 E/V 샤프트 냉각시스템 성능분석

설치된 E/V 샤프트 냉각시스템의 성능 확인을 위하여 샤프트 내부 온도측정센서의 모니터링을 통한 외기온도의 변화에 따른 샤프트 내 위치별



(a) Average Temperature



(b) Point Temperature

Fig. 9 Changes in temperature inside E/V shaft

온도변화를 검토 하였다. 또 연돌효과에 의한 드래프트(Draft)가 크게 발생하는 로비층과 최상층(40F)에 대해서 엘리베이터 도어 개방시 통과 풍속을 측정하여 비교하였다.

먼저 Fig. 9는 냉각시스템의 가동 여부에 따른 E/V 샤프트(Shaft A) 평균온도분포(Fig. 9-a)와 샤프트 내의 3 지점의 온도분포(Fig. 9-b)를 나타낸다. 온도 센서는 E/V 샤프트 내의 10F, 20F, 30F 높이에 설치되어 있으며, 1시간 간격으로 기록된다.

Fig. 9의 (a)에서 평균온도분포의 추세선을 보면 냉각장치를 가동할 경우, E/V 샤프트 내의 온도가 비냉각시와 비교하여 2~3.5°C정도가 저감됨을 알 수 있다. 한편, 냉각시스템의 설계조건인 외기온도 -11.3°C인 경우, 측정된 E/V 샤프트 내 온도 평균값은 약 21°C정도로 설계시 산정된

16.75℃에 미치지 못하는 결과를 초래하였다. 즉, 대상 건물의 냉각시스템 설계 시 예측한 것과 실제 냉각된 상황에 다소 차이가 나타났다. 또한, Fig. 9 (b)의 각 층별 샤프트 내 온도 분포를 보면 냉각장치 가동시 하층부인 10층의 냉각 효율이 다른 층에 비해 좋지 않음을 확인 할 수 있는데, 이는 옥상에서 급기된 외기가 샤프트 내에 설치된 덕트를 통해 샤프트 하부로 급기 되면서 열취득을 하기 때문인 것으로 판단된다.

위의 결과로부터 E/V 샤프트 냉각시스템의 냉각효과를 제대로 발생시키기 위해서는 급기경로를 짧게 하여 급기경로상의 열취득을 최소화하는 것, 덕트 내 압력강하를 최소화 하는 방안이 요구된다. 이를 위해서는 건물 설계 단계에서부터 E/V 냉각시스템의 설치 위치, 설계 풍량 등이 검토되어야만 E/V 샤프트 냉각시스템의 연돌 저감효과를 극대화 할 수 있을 것으로 판단된다.

E/V 냉각시스템의 연돌 저감 효과의 평가 항목으로는 엘리베이터 도어의 개방시 통과풍속을 선정하였다. 이는 과도한 통과풍속(Draft)이 대상 건물의 연돌효과에 의한 문제점 중 하나였기 때문에 이를 지속적으로 측정하기 위함이었다. 아울러, 실제 사용되고 있는 건물에서 측정의 용이성을 고려하였다.

식(2)에서와 같이, 누기면적이 고정된 상태에서 연돌효과에 의한 압력차는 풍속에 비례하므로, 동일한 조건에서 측정이 용이한 통과풍속을 측정함에 따라 연돌효과에 의한 압력차를 유추할 수 있었다.

$$Q = \alpha A \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho}} \approx Av \quad (2)$$

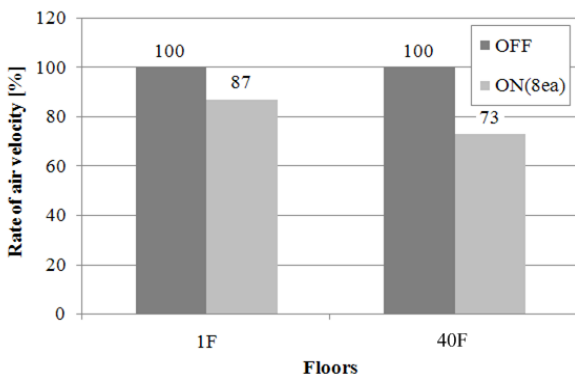


Fig. 10 Rate of E/V door passing wind velocity

Fig. 10는 엘리베이터 도어 개방시에 연돌효과에 의해서 발생하는 샤프트로의 유입풍속(1F)과 샤프트에서 실내로의 유출풍속(40F)을 비교한 결과이다. 연돌효과는 외기온도에 가장 큰 영향을 받기 때문에 측정일의 외기조건을 기준으로 측정값을 보정하여 비교하였다. E/V 샤프트 냉각시스템의 가동함에 따라 1F에서의 유입풍속은 약 13% 감소하였고, 40F의 유출 풍속은 약 37% 감소하였다. 40F의 저감 효과가 더 좋은 것은 냉각시스템 비가동 조건의 측정시에는 40F의 공조를 실시하지 않았으나, 냉각시스템 가동 조건의 측정시에는 40F의 공조가 실시되었기 때문에 이로 인한 실내가압효과도 있었을 것이라 판단된다.

## 5. E/V 샤프트 냉각시스템의 성능 향상방안 검토

### 5.1 E/V 샤프트 냉각시스템 성능 향상을 위한 하층부집중냉각

E/V 샤프트 냉각시스템의 급기 풍량 부족, 급기 경로 상의 열 취득, 비교적 냉각 효과가 양호한 E/V 샤프트 상부 공기의 숏-컷(short-cut ; 취출공기가 배기구로 빨려 들어가는 현상) 등으로 인해 대상 건물에 설치된 E/V 냉각시스템의 냉각효과가 제대로 발휘되지 못하여 냉각시 E/V 샤프트 내에 온도 성층이 발생하였다. 즉, 균일냉각이 이루어지지 못하여 결과적으로 E/V 샤프트 냉각시스템의 가동에 따른 연돌 저감 효과가 예상보다 적게 나타났다.

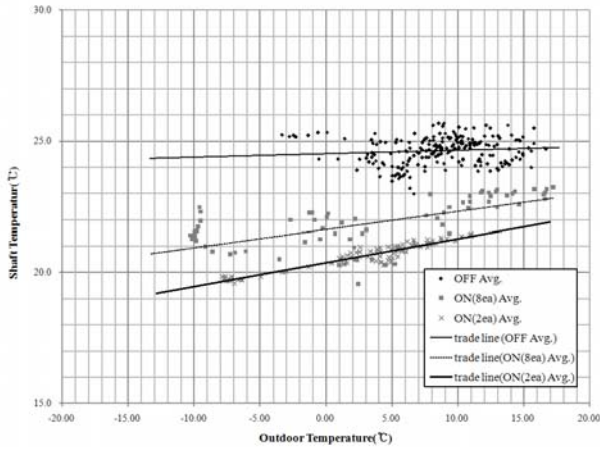
위의 실측 결과를 바탕으로, 기 설치된 E/V 샤프트 냉각시스템의 효과를 향상시키기 위하여 샤프트 내 급기구의 위치를 샤프트 내 하층부에 집중하는 것으로 조정하였다.

하층부 집중냉각은 샤프트 내의 8개의 급기구 중 하층부의 2개의 급기구에서만 현재의 외기풍량을 집중하여 급기하는 방법으로 샤프트에서 공기의 유입부인 하층부를 집중 냉각하여, 그 위치의 밀도를 높여 샤프트 내로의 공기 유입을 줄이려는 의도이다.

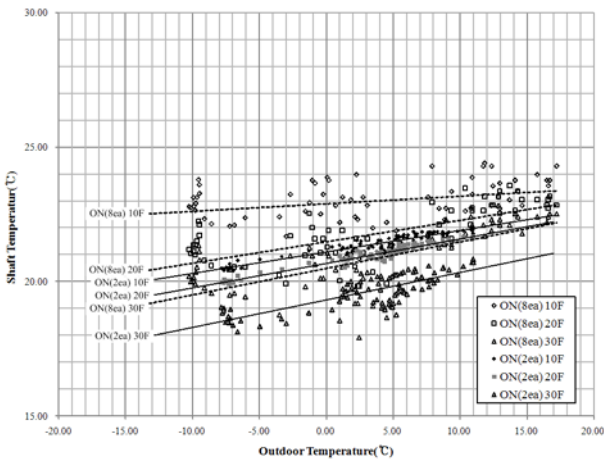
### 5.2 E/V 샤프트 냉각시스템의 2차 성능측정

하층부 집중냉각이 가능하도록 하층부 2개의





(a) Average Temperature



(b) Point Temperature

Fig. 11 Changes in temperature inside E/V shaft

급기구에서만 급기를 하도록 조정을 한 후, E/V 샤프트 냉각시스템에 대한 성능측정을 실시하였다.

Fig. 11은 E/V 샤프트(shaft A)내의 평균온도(Fig. 11-a)와 각 지점온도(Fig. 11-b)를 나타낸 그래프이다. 샤프트 내 8개 급기를 할 때에 비해 하층부 2개 급기 할 경우, 샤프트 내 평균온도가 약 1~1.5°C 감소했다. 특히, 하층부인 10층 이하의 냉각효과가 향상되었음을 확인할 수 있었다.

Fig. 12는 엘리베이터 도어 개방시 통과풍속의 비율을 나타낸다. 하층부 집중 냉각을 통해 비가동시에 비해 E/V 도어 통과 풍속이 1F과 40F에서 각각 41%, 48% 저감되었다. Fig. 13은 엘리베이터 도어에 작용하는 압력차의 비율을 나타낸 그래프이다. 냉각시스템의 하층부 집중 냉각에

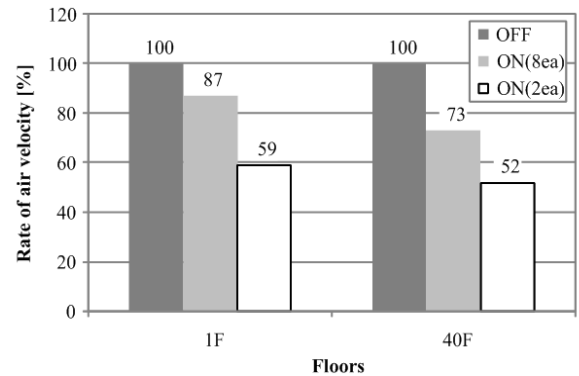


Fig. 12 Rate of E/V door passing wind velocity

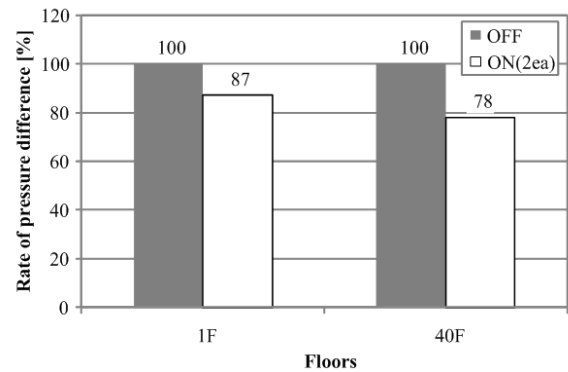


Fig. 13 Rate of pressure difference at E/V door

따라 비가동시에 비해 1F에서는 13%, 40F에서는 22% 정도 저감되었다.

결과적으로 하층부 집중 냉각에 의해 E/V 샤프트 냉각시스템의 연돌저감 효과가 향상되었음을 확인할 수 있었다.

## 6. 결론

본 연구에서는 고층 사무소건물에 대해, 연돌 효과를 저감시키기 위한 방안으로 E/V 샤프트 냉각시스템을 도입하여 시뮬레이션 및 실측을 통해 그 효과를 검토하고, 기 설치된 시스템의 연돌효과 저감 성능 향상 방안을 제시하였다.

본 연구의 결론은 다음과 같다.

(1) 시뮬레이션을 통해 E/V 샤프트 냉각시스템 설계안에 대한 연돌 저감 효과를 검토한 결과, 고층건물에서 연돌 현상의 문제점의 하나인 E/V 도어의 압력차를 전 층에 걸쳐 균등하게 저감시킬 수 있는 것으로 나타났다.



(2) 설계안을 실제 건물에 적용하여 성능에 대한 T.A.B 및 측정을 실시한 결과, 설치된 E/V 샤프트 냉각시스템은 급기 경로상의 열취득, 급기 덕트 내 압력 손실 등으로 인해 급기 풍량이 제대로 확보되지 않는 등의 이유로 냉각효과가 충분히 발현되지 않는 결과를 나타내었다.

(3) 기 설치된 냉각시스템의 성능향상 방안으로 본 연구에서 E/V 샤프트 하층부 집중 급기를 실시한 결과, 성능이 대폭 개선됨을 확인할 수 있었다.

(4) E/V 샤프트 냉각시스템의 효율을 높이기 위해서는 설계단계부터 급·배기 위치 및 급기풍량 등에 대한 검토가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

### 참고 문헌

1. Park, D. R., Lim, H. W., Lee, J. H., Song, D. S., 2007, A Study on the Reduction Strategies of Stack Effect in High-rise Residential Buildings by Network Simulation, and Shaft Cooling Method, Proceedings of the AIK, pp.773-776.
2. Park, D. R., Lim, H. W., Lee, J. H., Song, D. S., 2007, A Control Method of E/V Shaft Cooling System for Reduction of Stack effect, SB07 Seoul Conference, pp.531-538.
3. Park, D. R., Lee, J. H., Song, D. S., 2008, A Study on the Reduction Strategies of Stack Effect in High-rise Residential Buildings, Proceedings of the KIAEBS, pp.75-78.
4. Tamura, G. T., Wilson, A.G., Pressure differences caused by chimney effect in three high buildings, ASHRAE Transactions Vol. 73, part2, 1967.
5. Jo, J. H., 2005, Prediction of pressure distribution due to stack effect in high-rise residential buildings and evaluation of its impact, Ph. D. thesis, Seoul University, Seoul, Korea.
6. Tamblyn, R. T., HVAC System effects for tall buildings, ASHRAE Transactions Vol. 99, part 2, 1993.
7. Lovatt, J. E., Stack effect in tall buildings. ASHRAE Transactions Vol. 100, part 2, 1994.
8. Hayakawa, S. and Togari, S., Study on the stack effect of tall office building(part1), Journal of Architectural Institute of Japan, Vol. 387, 1988.
9. ASHRAE, ASHRAE guide and data book-fundamentals and equipment, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc., Chapter 26, 2001.
10. Tamura, G. T., Smoke movement and control in high-rise buildings, National Fire Protection Association, 1994.