

반송동력과 건물층고 저감형 공조시스템 개발

김 정 업*, 신 현 준

한국건설기술연구원 건축설비 및 플랜트 연구그룹

Development of HVAC System to Lower the Conveyance Energy and Building Height

Jung-Yup Kim*, Hyun-Joon Shin

Building Facility & Plant R&D Group, Korea Institute of Construction Technology, Koyang 411-712, Korea

(Received August 17, 2002; revision received December 24, 2002)

ABSTRACT: The new HVAC system to lower the conveyance energy and building height using IAV (Increasing Air Volume) technique is developed. IAV units which are equipped in each zone carry out air-conditioning and supply fresh air by induction of outdoor air in main duct. The design program which decides size of OAHU and IAV unit according to air conditioning load and fresh air demand of each zone is presented. The control system is developed to operate efficiently HVAC system and IAV unit, so that individual zone operation and well-deal with partial load and IAQ problem are possible. The new system is investigated in model building and makes more profit in conveyance energy, size of air conditioning facilities room and building height than VAV system. But in construction cost it is worse by about 15 percentage.

Key words: HVAC system(공조시스템), Conveyance energy(반송동력), Energy saving(에너지 절약), Building height(층고), Aerodynamic design(공기역학적 설계), Induction mechanism(유인작용), Increasing air volume(공기량 증가)

기 호 설 명

C_p : 압력계수

D : 노즐 직경 [mm]

EA : 배기

t : 건구온도 [$^{\circ}C$]

i : 엔탈피 [kcal/kg]

OA : 외기

P : 압력 [mmAq]

Q : 공기유량 [m^3/h]

RA : 순환공기

SA : 급기

U : 풍속 [m/s]

x : 절대습도 [kg/kg]

그리스 문자

ρ : 밀도 [kg/m^3]

하첨자

† Corresponding author

Tel.: +82-31-910-0389; fax: +82-31-910-0381

E-mail address: jykim1@kict.re.kr

in : 노즐 입구

out : 노즐 출구

1. 서론

산업화의 급속한 진전에 따른 에너지소비량의 증가가 부존자원의 고갈과 함께 에너지의 변환과정에서 배출되는 환경오염물질로 인하여 국제적인 문제로 부각되면서 건물에 적용되고 있는 공기조화시스템의 고효율화는 건물의 설계에서 가장 중요한 분야로 자리잡고 있다. 공기조화용 에너지소비량은 현대식 건물의 경우 건물 전체 에너지소비량의 40~50% 정도이고, 이중에서 송풍동력이 차지하는 비율이 약 40% 정도로서 전체 건물 에너지소비량의 약 16~20%에 이르고 있다. 이러한 건물 공기조화에 필요한 송풍효율을 향상시켜 에너지절약을 도모할 수 있는 공기조화시스템의 개발이 요구된다.^(1,2,3)

한편, 대도시에서는 가용공간을 확보하기 위하여 건물의 고층화가 이루어지고 있으며 이러한 고층건물에서는 건물의 층고를 줄여 공사비를 낮추고 경제적 가치를 향상시키기 위한 방안이 절실히 요구된다. 이를 위해서 천장공간의 대부분을 차지하는 공기조화용 공조덕트의 설치공간을 최소화하여 건물층고를 줄이고,⁽⁴⁾ 건물의 경제적인 가치를 향상시킬 수 있는 새로운 공기조화시스템의 개발이 필요하다.⁽⁵⁾

본 논문에서는 공기량 증가(Increasing Air Volume, IAV) 기술을 활용하여, 건물의 공기조화에 필요한 송풍동력을 감소시키고 건물의 층고를 크게 줄일 수 있는 공기조화시스템의 개발내용을 기술한다.

2. 공기조화시스템 개요

신공기조화시스템은 건물에서 필요로 하는 냉난방에너지의 주반송매체로 공기가 아닌 물을 사용하여 실내공조존의 천장 속에 분산설치된 IAV 공조유닛에 내장된 냉온수코일까지 운송함으로써 공기송풍에 따른 소요동력을 절감할 수 있다. 또한 노즐에 의한 공기량 증가기술을 적용해 정량적 유인기능이 가능한 IAV 공조유닛에서 신선외기를 유인한 후 실내순환공기와 함께 공조존으로 취출하므로 각 공조존에서 필요로 하는 신선외기량을 정확히 조절할 수 있으며, 공기조화용으로 필요한 공기풍량을 경제적으로 확보할 수 있다. 즉, 신공기조화시스템은 기존의 중앙식 냉

난방시스템으로는 실현이 불가능했던 (1) 각 실별 냉방부하 특성에 따라 실내온습도를 조절하고, (2) 각 실별 필요신선외기량을 요구조건에 맞도록 정확하게 공급함으로써 쾌적한 거주환경을 제공하고 실내공기질(IAQ)의 향상에 기여한다.

한편, 신공기조화시스템은 공기수송풍량이 크게 감소하여 공기조화에 필요한 덕트의 단면적을 획기적으로 줄일 수 있다. 철골구조의 건축물의 경우 철골빔 사이의 불용공간을 이용하여 IAV 공조유닛을 설치하고 덕트 설치공간의 감소효과를 이용하면 공사비절감은 물론 건물의 층고를 대폭 축소할 수 있다.

2.1 공기조화시스템 구성

개발된 공조시스템의 장치구성은 Fig. 1과 같다. 실내의 공조부하를 담당하기 위한 냉온수공급기와 필요신선외기량을 처리한 후 공조존에 공급하는 외기처리용 공기조화기가 각 층의 공조실

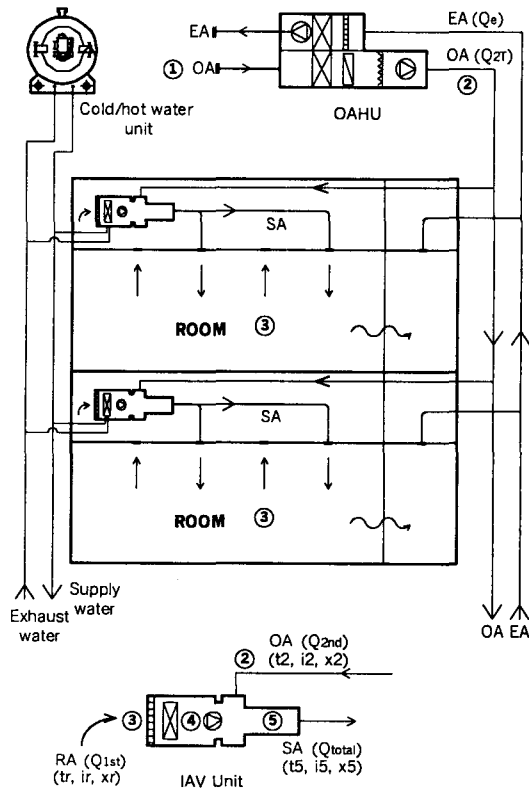


Fig. 1 Schematic diagram of HVAC system.

Table 1 Design state of HVAC system

Item	Mark	DB temp.	Enthalpy	Moisture content	Air flow rate	
Outdoor	①	t_0	i_0	x_0	-	
OAHU outlet	②	t_2	i_2	x_2	Q_{2T}	
Room	③	t_r	i_r	x_r	-	
IAV Unit	1st air (RA)	③	t_r	i_r	x_r	Q_{1st}
	2nd air (OA)	②	t_2	i_2	x_2	Q_{2nd}
	Coil outlet	④	t_4	i_4	x_4	-
	Supply air (SA)	⑤	t_5	i_5	x_5	Q_{total}

에 설치된다. 각 공조존에는 개발된 공조시스템의 개별 유니트인 IAV 공조유닛이 설치되는데, IAV 공조유닛에는 급기팬과 냉온수코일, 필터가 장착되어 유니트를 통해 실내공기를 순환시키면서 실내에서 발생한 분진 등을 제거한 후 필요한 온도로 가열·냉각시켜 실내로 취출한다. 한편 급기팬의 선단부에서 노즐에 의한 내부압력차를 이용하여 외기처리용 공기조화기에서 공급하는 신선외기를 유인하여 실내순환공기와 함께 취출한다. 이와 함께 공조시스템의 설계와 최적운전을 위하여 공조부하와 필요한 외기량에 따라 공조장비의 용량을 설계하기 위한 프로그램과 각 실별로 실내온습도 제어와 공급외기량을 최적으로 조절할 수 있는 제어시스템이 공조시스템을 구성한다.

2.2 공기조화시스템 설계

Fig. 2는 개발된 공기조화시스템의 냉방시 습공

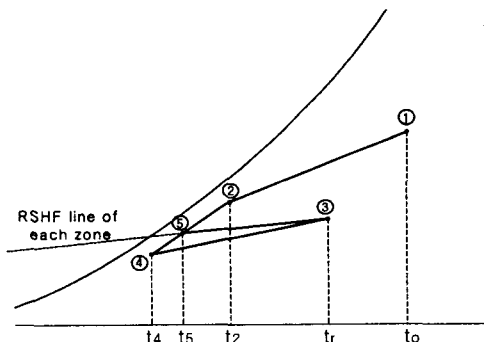


Fig. 2 Psychrometric chart of HVAC system for cooling.

기선도를 나타낸다. 그림에서와 같이 냉방시에는 필요신선외기를 OAHU에서 17°C DB 전후의 온도 및 90% RH 정도의 상태로 냉각감습하여 각 공조존에 공급하고, 실내에서 순환된 공기는 준별로 설치된 IAV 공조유닛에서 위의 조건보다 좀더 낮은 상태점(절대습도, 건구온도, 엔탈피 등의 조건)으로 냉각감습한 후 유인된 신선외기와 혼합되어 실내로 공급된다. 그림에서

- ① 외기 설계조건 상태점
- ② OAHU Cooling Coil 출구공기 상태점
- ③ 실내 설계조건 상태점
- ④ IAV 공조유닛 Cooling Coil 출구공기 상태점
- ⑤ IAV 공조유닛 출구공기 상태점 (②과 ④의 혼합공기 상태점)
- ①→② : OAHU Cooling Coil을 통한 냉각감습과정
- ③→④ : IAV Cooling Coil을 통한 냉각감습과정
- ⑤→③ : 실내공간에서의 상태변화

를 각각 나타낸다.

Fig. 3은 IAV 공조유닛이 Perimeter zone에 설치된 경우 난방시의 습공기선도를 보여주고 있다. Interior zone의 경우는 실내순환공기를 IAV 공조유닛에서 가열하지 않으며, OAHU에서 외기부하와 실내난방부하를 모두 담당할 수 있는 상태까지 신선외기를 가열·가습하여 각 공조존에 공급하고, IAV 공조유닛에서 실내순환공기와 혼합하여 실내로 취출한다. 그림에서

- ①→②' : OAHU Heating Coil을 통한 가열과정
- ②'→② : OAHU 가습기를 통한 가열가습과정
- ③→④ : IAV Heating Coil을 통한 가열과정

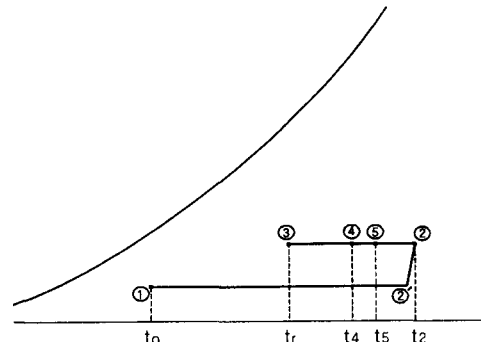


Fig. 3 Psychrometric chart of HVAC system for heating.

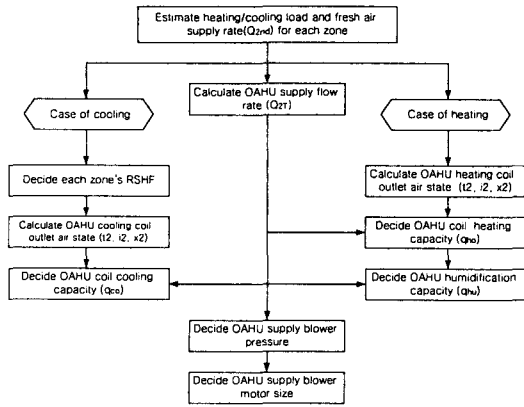


Fig. 4 Flow chart for selection of OAHU.

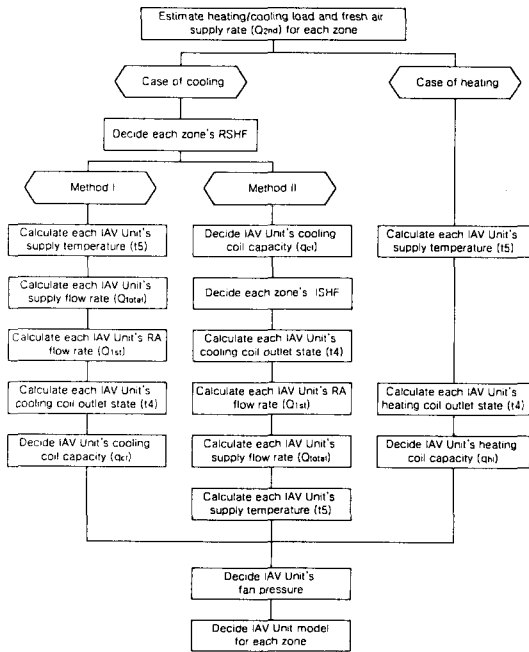


Fig. 5 Flow chart for selection of IAV Unit.

⑤→③ : 실내공간에서의 상태변화

를 각각 나타낸다.

Fig. 4는 외기처리용 공조기의 용량을 선정하기 위한 흐름도를 나타낸다. 냉방시와 난방·가습시를 구분하여 공조기의 급기풍량과 출구공기의 상태, Cooling Coil의 냉각열량 및 급기팬과 모터의 사양을 결정한다. Fig. 5는 공조존별 IAV 공조유니트의 용량을 선정하기 위한 흐름도이다. 역시 냉방시와 난방시를 구분하여 IAV 공조유니트의

실내순환공기량과 급기온도, Cooling Coil의 출구 온도 및 냉각열량, 그리고 팬의 정압을 결정한다.

3. IAV 공조유니트 개발

IAV(Increasing Air Volume) 공조유니트는 신 공조시스템의 개별 유니트로서 공조시스템이 효과적으로 동작하기 위해서는 IAV 공조유니트가 소기의 성능을 발휘하여야 한다

IAV 공조유니트는 공조존의 냉난방부하를 처리함과 아울러 신선외기를 OA Duct에서 유인하여 실내로 공급하는 역할을 가진다. 이를 위하여 IAV 공조유니트는 다음과 같이 설계된다. 즉, 실내냉난방부하를 처리하는 1차공기(Primary Air, 실내순환공기가 됨)를 IAV 공조유니트 내에 장착된 송풍기로 순환시키고, 이 1차공기의 취출에너지를 이용하여 OA Duct부터 2차공기(Secondary Air, 신선외기가 됨)를 유인한 후 혼합시켜서 실내로 급기하는 구조로 되어 있다. 이때 1차공기는 냉온수코일을 통과하여 냉각 또는 가열된다.

IAV 공조유니트의 개발에서 핵심적인 사항은 공조존의 냉난방부하를 해결하기 위해 필요한 송풍량과 실내공기질의 유지를 위한 신선외기의 공급량을 동시에 효과적으로 만족시킬 수 있는 제어기술의 개발이다. 이를 위하여 노즐(Nozzle)의 압력강하에 의한 유인작용(Induction Mechanism)^(6,7)을 IAV 공조유니트 설계에 응용하여 소기의 성과를 도출하였다. 즉, IAV 공조유니트 내 송풍기의 전단에 노즐을 부착하여 실내순환공기와 신선외기의 압력차이를 발생시키고, 신선외기가 공급되는 연결덕트에 자동댐퍼를 부착하여 압력차를 조절함으로써 신선외기의 유입량을 조절할 수 있다. Fig. 6은 IAV 공조유니트의 개념도를 보여준다. 그림에서 각 부분은 다음과 같다. ① 실내공기흡입구, ② 실내공기순환량 조절댐퍼, ③ 공기

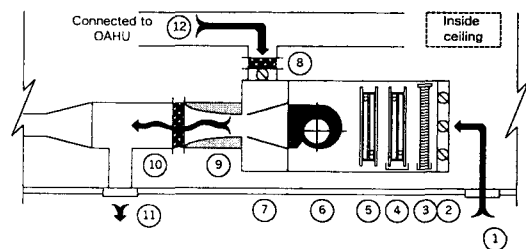


Fig. 6 Schematic diagram of IAV Unit.

필터, ④ 공기냉각코일, ⑤ 공기가열코일, ⑥ 송풍기, ⑦ 노즐 및 유인챔버, ⑧ 신선외기량 조절용 차압댐퍼, ⑨ 정압제취득용 디퓨저, ⑩ Discharge 덕트, ⑪ 공기취출구, ⑫ 신선외기공급용(OA) 덕트

3.1 외기유인구조 해석

IAV 공조유니트의 외기유인성능을 해석하기 위하여 노즐과 유인챔버로 구성된 기본모델 내의 유동장에 대한 수치해석과 실증실험을 수행하였으며, 노즐의 기하학적 형상과 유동특성이 모델의 유인작용에 미치는 영향을 고찰하였다. 또한 노즐에 의한 압력강하와 노즐목에서의 유동속도에 따른 유인비를 도출함으로써 IAV 공조유니트 설계에 필요한 기초자료를 제시하였다.

Fig. 7은 IAV 공조유니트의 3차원 해석모델을 나타낸다. 유인성능해석은 노즐형상(입출구 직경비, D1 : D2)과 1차공기의 송풍량을 변화시켜 가며 모델 내의 유동현상과 유인성능을 고찰하였다. Fig. 8에서 Fig. 10은 노즐의 입출구 직경이 250 : 175(mm)이고, 1차공기의 송풍량이 500 CMH 인 경우에 대하여 수치해석결과를 보여주고 있다.

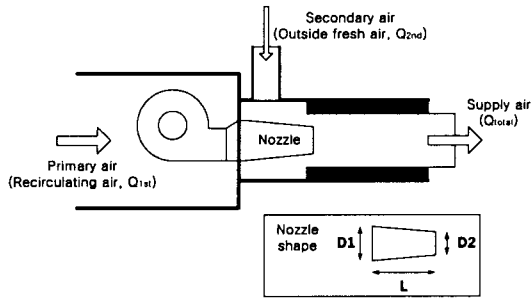


Fig. 7 Analysis model of IAV Unit.

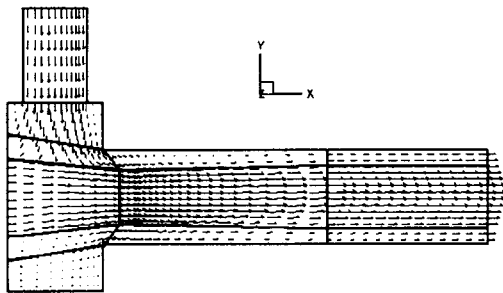


Fig. 8 Velocity vectors on center plane.

Fig. 8과 Fig. 9는 각 단면에서의 속도벡터를 도시한 것이다. 노즐입구로 유입된 1차공기가 노즐을 통과하면서 가속되어 분출되고, 이로 인한 1차공기의 압력하강에 의해 노즐 출구와 외부의 압력차가 발생하여 유인덕트로 2차공기가 유인되어 챔버를 통과하여 1차공기와 혼합되는 것을 볼 수 있다. 이러한 유인효과는 전체혼합공기에 대한 유인공기의 비율인 유인비(Induction Ratio, Q_{2nd}/Q_{total})로 나타내어질 수 있다. Fig. 10은 X-Y 단면에서 압력분포를 도시한 것이다. 이와 같은 내부유동장에 적용할 수 있는 무차원수로 압력계수(Pressure Coefficient), C_p 를 다음과 같이 정의한다.

$$C_p = \frac{P_{in} - P_{out}}{\rho U_{out}^2} \quad (1)$$

여기서 첨자 in은 노즐의 입구단면을, 첨자 out은 노즐의 출구단면을 각각 나타낸다.

Fig. 11은 1차공기의 송풍량에 대한 2차유인공기의 유량을 나타내는 그래프로서 노즐의 형상에 따라서 수치해석에 의한 결과치와 실험데이터를 비교하여 도시하였다. 각 노즐형상에 대해서 1차

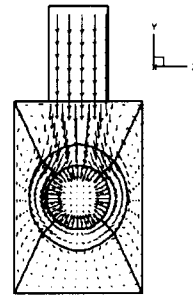


Fig. 9 Velocity vectors on y-z plane.

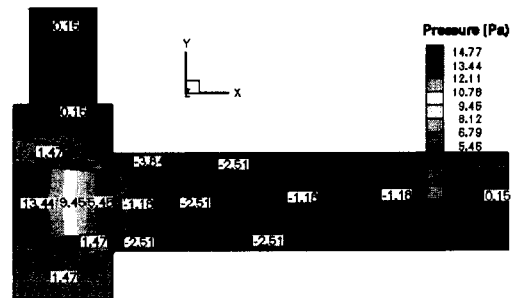


Fig. 10 Pressure contours on center plane.

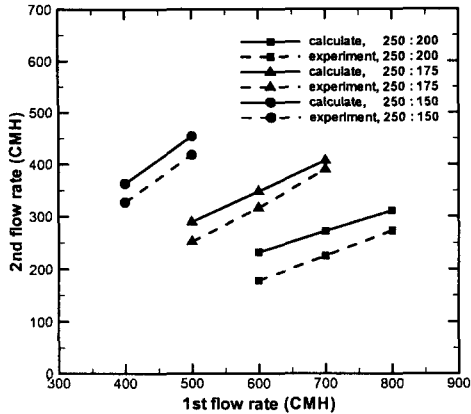


Fig. 11 Ratio of 1st flow rate to 2nd flow rate.

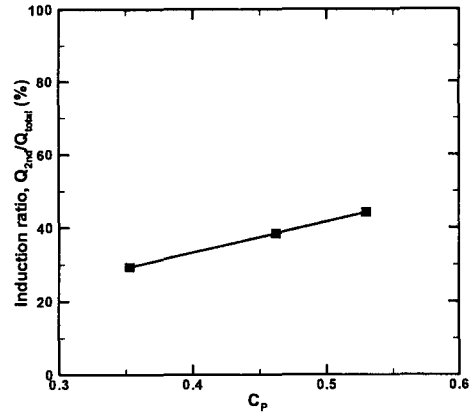


Fig. 13 Induction ratio for C_p .

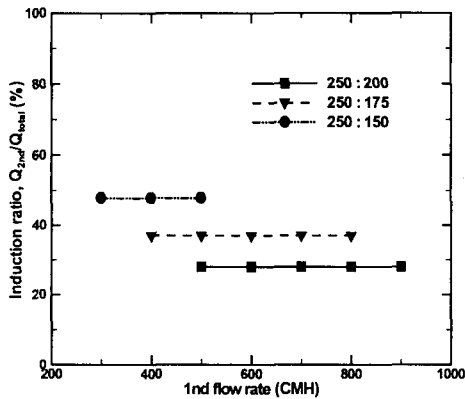


Fig. 12 Induction ratio for 1st flow rate and nozzle shape.

공기의 송풍량이 증가함에 따라 유인공기의 유량 역시 비례관계를 가지며 늘어남을 알 수 있다.

Fig. 12는 1차공기의 송풍량에 따른 유인비를 도시하였다. 노즐의 형상이 결정되면 베르누이 방정식에서 알 수 있듯이 1차송풍량과 압력강하

가 일정한 비례관계를 가지므로 노즐의 유인비가 일정해진다. 한편 노즐의 형상을 포함하여 유동의 특성을 나타내 주는 무차원수인 압력계수, C_p 를 이용하면 유인비가 단순하게 압력계수의 함수가 됨을 도출할 수 있으며 Fig. 13에 그 결과를 도시하였다. 그림과 같이 유인비는 유동의 압력계수 C_p 와 비례관계에 있는 것으로 나타났다.

3.2 표준 IAV 공조유닛 제작 및 성능평가

IAV 공조유닛의 기본유인구조에 대한 연구와 시제품의 실험결과를 바탕으로 실제 공조시스템에 적용가능한 표준 IAV 공조유닛을 모델별로 제작하여 성능실험과 적용성 검토를 수행하였다. IAV 공조유닛의 실용화를 위해서는 우선 다양한 공조존의 공조부하에 적절히 대응할 수 있는 모델을 갖추어야 하고, IAQ 유지를 위해 공조공간에 적합한 외기유인성능을 확보할 수 있어야 한다. 또한 운전소음의 최소화, 저정압 고효율

Table 2 Specification of IAV unit

Specification	Model	IAV1200	IAV1500	IAV1800	IAV2100	IAV2400	IAV2700
Air flow (m ³ /h)		1,200±150	1,500±150	1,800±150	2,100±150	2,400±150	2,700±150
Unit external static pressure (mmAq)		12	12	15	15	15	15
Cooling capacity (kcal/h)	Sensible	4,200	5,250	6,300	7,350	8,400	9,450
	Total	6,000	7,500	9,000	10,500	12,000	13,500
Heating capacity (kcal/h)		8,400	10,500	12,600	14,700	16,800	18,900
Water flow (lpm)		20	25	30	35	40	45
Motor power (HP)		1/3	1/3	1/2	1/2	3/4	3/4

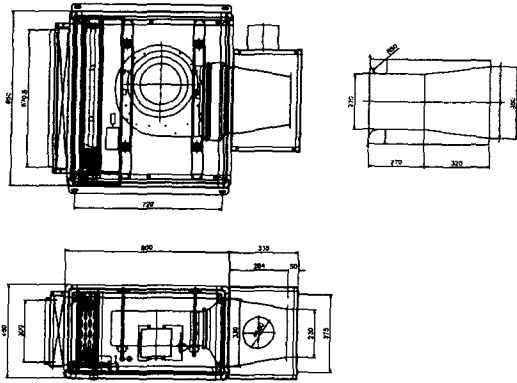


Fig. 14 Design drawing of standard IAV unit.

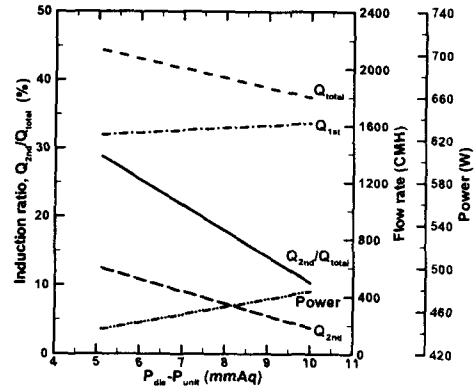


Fig. 16 Performance charts of IAV1800 unit.

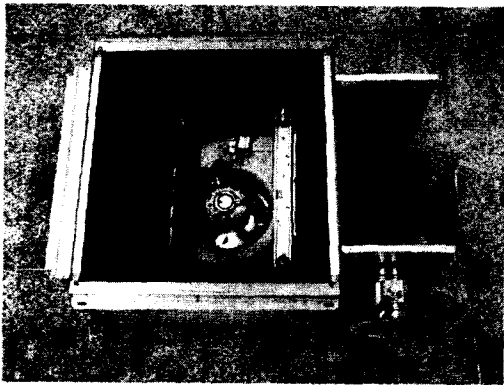


Fig. 15 Standard IAV1800 unit.

필터의 개발, 유닛 중량과 설치면적의 축소를 위한 방안이 강구되어야 한다. 이러한 사항을 고려하여 IAV 공조유닛의 표준모델을 제작하였으며, Table 2에 그 사양을 제시하였다. 표준모델은 급기풍량을 기준으로 1,200 CMH에서 2,700 CMH 범위를 기준으로 하였으며, 외기유인비를 10~35% 확보할 수 있도록 설계하였다.

표준 IAV 공조유닛은 천장설치형으로 높이가 500mm를 넘지 않도록 하고, 외기의 유인비를 조정할 수 있도록 외기풍량조절용 댐퍼가 설치되었다. 또한 냉방시 응축수가 잘 배출되도록 트랩을 설치하고, 작동소음이 45dB 이하를 유지하도록 흡음/방음처리를 하였다.

Fig. 14와 Fig. 15는 각각 표준 IAV1800 모델의 제작을 위한 설계도면과 이에 따라 제작된 유닛의 모습을 도시하였다.

Fig. 16은 IAV1800 모델에 대한 성능곡선을 보여준다. IAV 공조유닛은 전체 공조시스템 및

실내급기용 Discharge 덕트와 연관되어 운전되므로, 실험결과 각 IAV 공조유닛의 운전성능은 유닛의 유인구조와 함께 차압댐퍼 후단의 유닛 혼합부 압력(Punit)과 Discharge Duct의 압력(Pdis)의 차이(ΔP , Pdis-Punit)에 의해서도 영향을 받는 것으로 나타났다. 그러므로 그림에서와 같이 주어진 IAV 공조유닛에 대하여 각 유량값과 유인성능 및 소비전력을 Pdis와 Punit의 정압차를 기준으로 나타낼 수 있으며, 이러한 성능곡선을 이용하여 IAV 공조유닛에 대한 운전제어를 수행할 수 있다.

4. 공기조화시스템의 적용성 평가

4.1 공기조화시스템의 적용

반송동력을 저감하고 건물의 경제성을 확보할 수 있는 신공기조화시스템의 현장적용성과 운전특성을 파악하고 효율적인 보급을 위한 선행연구로서 건축물의 공조준을 모델로 한 시뮬레이터를 대상으로 개발된 공기조화시스템을 설치하여 냉난방실험을 수행하였다. 이 시뮬레이터에 IAV 공조유닛과 공기조화시스템에 적합한 덕트시스템과 배관시스템 등을 설치하여 공기조화시스템의 설치모델로 제시하였으며, 신선외기의 유인비 조정을 포함한 운전제어장치와 냉난방운전 실험장치를 구비하여 개발된 공기조화시스템의 시험가동과 적용성 테스트를 목적으로 사용할 수 있도록 하였다. Fig. 17과 Fig. 18은 시뮬레이터의 개략도와 실제 설치된 모습을 보여주고 있다.

한편 신공기조화시스템의 활용성을 극대화하여

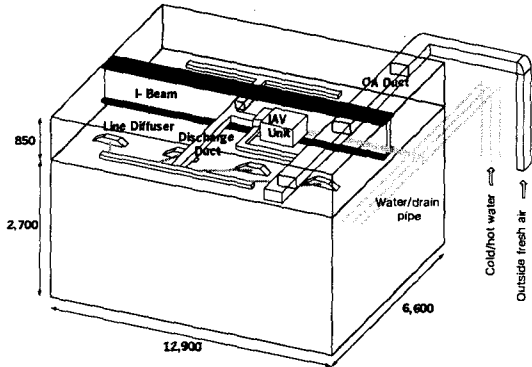


Fig. 17 Schematic diagram of simulator.



Fig. 18 Inside view of simulator equipped with new HVAC system.

실제 엔지니어들이 개발된 공기조화시스템의 설계를 쉽게 할 수 있도록 공조장비 용량선정 프로그램을 제작하였다. 장비용량선정 프로그램은 크게 외기처리공조기(OAHU) 선정부분과 IAV 공조유닛의 선정부분으로 구분되며, 이를 통해 건물의 냉난방부하와 필요신선의기량에 따라 외기처리공조기의 풍량과 코일용량 및 Fan 선정, Psychrometric Chart 상의 상태점 분석 등이 가능하고, 또한 IAV 공조유닛의 수량, 풍량, 코일의 상태점 및 용량 계산과 모델선정을 손쉽게 할 수 있도록 개발하였다.

4.2 기존 공기조화시스템과의 비교

신공기조화시스템의 적용성과 경제성을 평가하

Table 3 Specification of model building

Location	Seoul (latitude: north 37° 34')
Type	Commercial office
Ground flow area	1,774 m ² (537 py.)
Air conditioning area	Office : 1,267 m ² Corridor and elev. hall : 245 m ²
Story height	4 m
Ceiling height	2.7 m
Structure	Steel structure curtain wall

Table 6 Design conditions of cooling load

Room	Person/m ²	Lighting load (W/m ²)	OA load (kcal/h.m ²)	Occupants (kcal/h.person)	
				SE	LA
Office	0.1	20	25	49	53
Corridor, ELEV.Hall	0.1	20	-	49	53

기 위하여 일반적인 사무실건물을 대상으로 IAV 공조시스템 장비용량선정프로그램을 활용하여 신공기조화시스템을 적용한 설계를 수행하였으며, 이를 참여 설계사무소에서 수행한 변풍량공기조화시스템 적용 설계결과와 비교·검토하였다. Table 3은 모델건물의 개요를 보여주며, Table 4와 Table 5는 외기온습도와 실내온습도의 설계기준을 나타낸다. 이러한 조건을 바탕으로 ASHRAE 1992 CLTD/SCL/CLF 방법으로 시각별 냉난방부하를 분석하여 Table 7에 그 결과를 제시하였다.

Table 8에서 Table 11에서와 같이 개발된 공기조화시스템이 변풍량공조시스템에 비해서 송풍

Table 4 Design conditions of outdoor air

Season	DB temp. (°C)	RH (%)	Enthalpy (kcal/kg')	Moisture (kg/kg')
Summer	31.2	63.6	18.67	0.0183
Winter	-11.3	63	-2.19	0.008

Table 5 Design room conditions

Season	DB temp. (°C)	RH (%)	Enthalpy (kcal/kg')	Moisture (kg/kg')
Summer	26	50	0.0105	12.63
Winter	20	40	0.0058	8.31

Table 7 Cooling and heating load for each time

Item		Cooling load (kcal/h)					LA	Heating load (kcal/h)
Type		Area person (kW)	Sensible					
			Time (hour)					
			11	13	15	17		
Outside	Roof	0 m ²	0	0	0	0		0
	Wall	467 m ²	710	1,285	1,817	2,352		5,756
	Partition	63 m ²	87	87	87	87		524
	Glass	207 m ²	27,120	31,106	23,950	17,050		20,445
Inside	Occupants	152 person	7,448	7,448	7,448	7,448	8,056	
	Lighting		32,444	32,444	32,444	32,444		
	OA		31,648	31,648	31,648	31,648		
Infiltration			0	0	0	0	0	18,400
Total load			99,456	104,017	97,393	91,028	8,056	45,125

Table 8 Conveyance energy for each system (kW)

Item	New system	VAV system
AHU(OAHU)	3.7	15
IAV unit	4.5	-
FCU	1.12	1.12
Total	9.32	16.12

Table 9 Size of air conditioning facilities room

Item	New system	VAV system
Size of room	15.9 m ²	33.2 m ²

Table 10 Construction costs for each system (₩)

Item	New system	VAV system
Duct construction costs	63,019,834	83,721,508
Pipe construction costs	56,546,266	26,714,444
Equipments costs	87,926,265	70,155,775
Total costs	207,492,365	180,591,727

Table 11 Building height for each system

Item	New system	VAV system
Story height (Including ceiling height, 2.7 m)	3.8 m	4.05 m

동력은 40% 정도 감소되고, 공조실 면적은 50%, 층고의 경우 250 mm 줄어드는 것을 알 수 있다.

반면 기계설비공사비의 경우 신공기조화시스템은 배관공사비와 공조기기의 비용이 증가하여 변풍량공조시스템에 비해 약 15%정도 증가하는 것으로 나타났다.

5. 결 론

초고층 건물 등 대규모 건물이 활발히 건설되면서 최적의 쾌적한 실내환경 창출과 더불어 에너지절약적 설계기법과 설비의 설치공간 축소를 통한 건축공사비의 절감 및 공간의 유효이용 등 건물의 경제적인 가치를 향상시킬 수 있는 새로운 공조시스템의 개발이 요구되고 있다. 본 논문에서는 에너지절약과 건물의 경제성을 동시에 높일 수 있는 새로운 공기조화시스템의 개발내용과 적용성 평가결과를 제시하였다.

신공기조화시스템은 공기조화용 송풍동력의 절감을 위해 주반송매체로서 냉온수를 사용하며, 공기량 증가기술을 적용하여 공조용 덕트의 설치공간을 최소화하고 건물층고를 감소시킨다. 공기조화시스템의 구성으로 주공조실에 냉온수공급기와 외기처리용 공기조화기가 설치되고, 각 공조존에는 개별유닛인 IAV 공조유닛이 설치된다. 그리고 각 공조존별 냉난방부하와 필요신선외기량에 따라 공기조화시스템의 설계와 장비용량이 선정된다. IAV 공조유닛은 각실의 냉난방을 수행하고 외부공기를 필요한 풍량만큼 유인하여 실내에 공급하는 새로운 개념의 공조유닛으로서, 공기역학적 해석수단을 이용하여 유닛의 기본구

조가 도출되었다. 전체 공기조화시스템과 각 IAV 공조유니트의 운전을 위한 제어시스템이 개발되었으며, 이를 통해 각실별로 개별운전이 가능하고 부하변동과 실내공기질의 유지에 적극 대처할 수 있다. 한편 개발된 공기조화시스템을 모델건물에 적용하여 실제 설계를 수행한 결과 기존의 변풍량 공조시스템에 비하여 송풍동력과 공조실면적, 건물충고 등에서 크게 유리하였고, 기계설비공사비가 15% 정도 높게 산출되었다.

후 기

본 연구는 에너지관리공단과 에너지절약기술개발사업의 지원과 (주)미래설계·(주)다윈에이씨의 협조하에 수행되었습니다.

참고문헌

1. Kavanaugh, S., 2000, Fan demand and energy: Three air-distribution systems, ASHRAE Journal, Vol. 42, No. 6, pp. 47-52.
2. Althof, J., Smithart, E. and Sidebottom, J., 2000, The HVAC response to the energy challenge, ASHRAE Journal, Vol. 43, No. 5, pp. 40-43.
3. Mingsheng, L., Yeqiao, Z., Denis, K. F., Park, B. Y., David, E. C. and Denis, K. F., 1999, Air flow Reduction to Improve Building Comfort and Reduce Building Energy Consumption—A Case Study, ASHRAE Transactions 99 (1), pp. 384-390.
4. Soylemez, M. S., 2001, On the optimum channel sizing for HVAC systems, Energy Conversion and Management, Vol. 42, pp. 791-798.
5. Takashi, A., Tatsu, N., Shin-ichi, T. and Ken-ichi, K., 1999, Floor-supply Displacement Air-Conditioning: Laboratory Experiments, ASHRAE Transactions 99 (2), pp. 739-748.
6. Allen, R. W. K. and Santen, A. V., 1996, Designing for pressure drop in Venturi scrubbers: the importance of dry pressure drop, The Chemical Engineering Journal, Vol. 61, pp. 203-211.
7. Thalasso, F., Naveau, H. and Nyns, E. J., 1995, Design and performance of a bioreactor equipped with a Venture injector for high gas transfer rate, The Chemical Engineering Journal, Vol. 57, B1-B5.
8. Miller, D. S., 1990, Internal Flow System, Gulf Publishing Company.
9. BSI, 1997, Measurement of fluid flow in closed conduits, Part 1 Pressure differential devices.